

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

Міністерство освіти і науки 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

12 Міжнародна
науково - практична конференція

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

(9-13 вересня 2013 р.)

(Посвідчення Укр ІНТЕІ № 270 від 12 березня 2013р.)

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

Київ - Харків - АР Крим
2013

УДК 004/502.17(082)

ББК 32.973/018я43

С 82

ХІІ Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях» – Київ – Харків - АР Крим, 2013 - 386 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.

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.

Баймагамбетов Б.К. директор ТОВ «АктюбНДГРНІ», к.г.-м.н.

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

Греков Л.Д. в.о. директора ДНВЦ «Природа», к.ф.-м.н

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.

Качинський А.Б. радник директора Національного інституту стратегічних досліджень, 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, д.т.н., професор

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. пров.наук.співр. ІТГП НАНУ, к.т.н.

Трофимчук О.М. заступник директора з наукової роботи ІТГП НАНУ, член-кор. НАНУ, д.т.н., професор

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

Секретаріат конференції:

Зотова Л.В.

тел. 044-245-88-38

Новохацька Н.А.

Адміністратори комп'ютерного супроводження доповідей:

Данько В.П.

тел. 044-521-32-35

Крета Д.Л.

тел. 095-207-50-78

Моделювання нелінійних фізичних процесів – основа прогнозування еволюції геодинамічних систем

С.О.Довгий, *Б.К.Баймагамбетов, *О.Г.Лебідь,*

*****І.М.Литвин, **Д.І.Черній*

*(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України; **Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Відділ фізичного та математичного моделювання ІТГП НАНУ, D_Cherniy@ukr.net; ***Науково-дослідний геологорозвідувальний нафтовий інститут, м.Актобе, РК Казахстан; ****Nelson Mandela Metropolitan University, South Africa)*

Дослідження складних фізичних та геодинамічних процесів, які мають комплексний характер та глобальні наслідки вимагає не тільки узагальнення математичних моделей, але і розробку нових методів обчислень нелінійних еволюційних задач на великих проміжках часу.

Відомо, що нестационарні процеси проходять різну кількість стійких та нестійких перехідних станів, доки не настає встановлений або періодичний (майже) стан процесу, із стабільними характеристиками. Але, нелінійні ефекти суттєво впливають не тільки на кількісні, але і на якісні характеристики процесу (Рис 1).

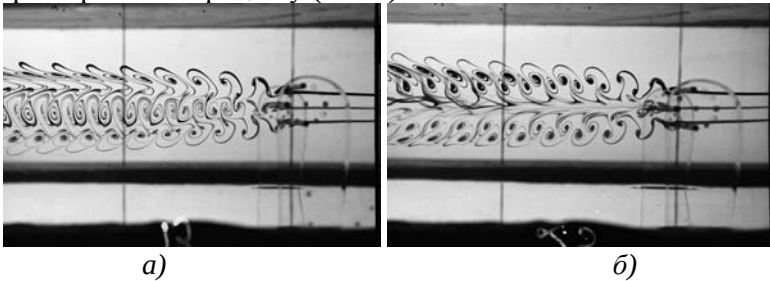


Рис.1 Проявлення нелінійних ефектів. Течія в ядрі сліду за системою циліндрів при малій зміні початково-крайових умов

Необхідність створення спеціалізованих програмно-моделюючих систем існує в багатьох інженерно-технологічних та фізичних предметних галузях, наприклад таких, як вітроенергетика, гідрологія, екологія та геодинаміка. Для

систем прогнозування, проблемою є створення та комп'ютерних моделей на основі обчислювальних технологій, що поєднують систему моделей та обчислювальних методів, які адекватно враховують усі домінуючі особливості нелінійних еволюційних процесів.

Комплексна проблема потребує комплексного підходу. Принципово новим напрямком в теорії обчислень стає створення комплексних методів та технологій для розв'язання великих задач. 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.

Визначення нестационарних характеристик аеродинамічного процесу потребує виявлення основних стадій аеродинамічного процесу (Рис.2), визначення термінів проявлення, визначення часових проміжків необхідних для визначення заданих характеристик; визначення актуальних режимів модельного процесу. В галузі вітро/гідроенергетики це дозволило за допомогою математичного моделювання виявити ефективні режими та створити повномасштабні технічні системи з вертикальною віссю (Рис.3), які здатні ефективно перетворювати енергію потоку в заданому швидкісному діапазоні потоку (Рис.4).

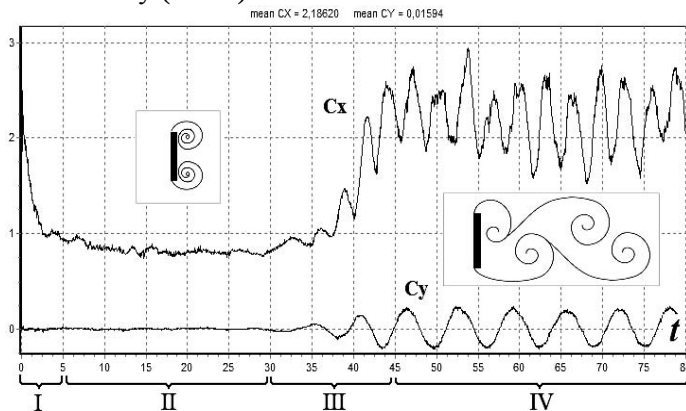


Рис.2. Режими розвитку еволюційного гідродинамічного процесу на прикладі обтікання пластини

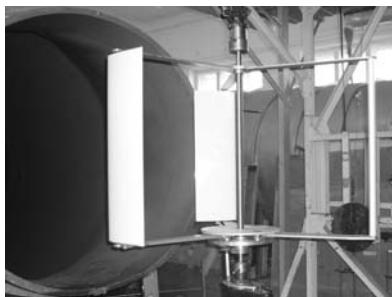


Рис.3.
Модель ротору Дар'є

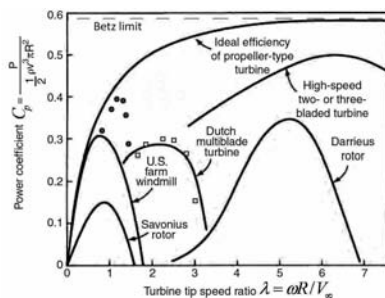


Рис.4.Порівняння ефективності вітро/гідроенергетичних установок різних типів

При розгляданні гідрологічних, окремих геодинамічних задач або задач екології основним є визначення течії рідини в області із обмеженнями (Рис.5, Рис.6).



Рис.5 Розповсюдження поверхневих забруднень в акваторії Керченської протоки (Фото, TerraSAR-X. 16.11.2007)

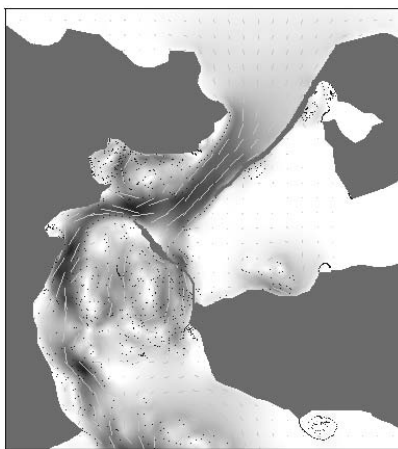


Рис.6 Прогнозування розповсюдження поверхневих забруднень в акваторії Керченської протоки, XII.2007

Важливим напрямком є застосуванням обчислювальних технологій моделювання для створення прогнозуючих систем. Для забезпечення моделювання в автоматичному режимі, в ІТГП НАНУ, 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 та може бути застосована в СППР екологічного спрямування.

Проектне та інформаційне забезпечення екологічних проектів	Телекомунікаційні рішення аерокосмічного моніторингу
	
- Моніторинг впливу геологічно-промислових робіт та видобутку вуглеводневої сировини на екологічний стан оточуючого середовища. - Розробка комплексних схем охорони природи. - Прогнозування розповсюдження поверхневих забруднень на території видобування нафти та газу на перспективних площах. - Розробка проектів розміщення (захоронення) токсичних та радіаційно небезпечних відходів.	- Розробка телекомунікаційних рішень та систем для забезпечення аерокосмічного моніторингу навколишнього середовища та екологічного стану територій видобутку вуглеводневої сировини (нафта, газ).

Література

1. Довгий С. А., Лифанов И. К.. Методы решения интегральных уравнений. Теория и приложения – К.: Наукова думка, 2002. – 344с.
2. 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-Харків-АР Крим, 2011, Збірник наукових праць, с.5-36.
3. Довгий С.А., Гаркуша В.И., Головенко А.Д., Кудляк 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-Харків-АР Крим, 2011, Збірник наукових праць, с.128-135.
4. 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.
5. 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, Харьков, 2009, с.83-91.
6. Баймагамбетов Б.К., Жубаназарова Ж.Т. К вопросу утилизации отходов бурения нефтяных скважин. // 11 Міжнародна науково-практична конференція: «Сучасні

інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях», 16-21 вересня 2012р., Київ-Харків-АР Крим, 2012, Збірник наукових праць, с.65-68.

Інформаційно-аналітичні технології моніторингу екосистем Західного Полісся

**Трофимчук О.М., **Мокрий В.І.*

*(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, itelua@kv.ukrtel.net; *Національний лісотехнічний університет України, mokriy@ukr.net)*

Моніторинг унікальних екосистем [1] Західного Полісся має стратегічне значення для прогнозування наслідків природно-техногенних впливів на ландшафти, біорізноманіття і стабільність мікроклімату Поліської зони трьох країн – України, Білорусі, Польщі. Актуальність досліджень [2] визначається новими вимогами до оперативності, вірогідності і повноти інформації, потрібної для збалансованого екологічно безпечного управління екосистемами Західного Полісся.

Ефективним методом прогнозування екологічної ситуації є математичне моделювання динаміки стану типових для Західного Полісся модельних екосистем Шацького національного природного парку (НПП) на основі екологічно смісних інформаційно-індикаційних параметрів. Значимість проблеми розроблення методології функціонування автоматизованих систем управління природоохоронних об'єктів з використанням даних екологічного моніторингу визначається необхідністю міждисциплінарного підходу до аналізу та опрацювання даних. Тому підвищення рівня та якості інформаційного забезпечення споживача екологічної інформації – Шацького НПП, який включено у світову мережу біосферних резерватів, що вимагає виконання міжнародних стандартів його функціонування і управління, на основі мережевого доступу до розподілених відомчих та інтегрованих баз даних, комплексного опрацювання й використання інформації є актуальним [3,4].

Дослідження виконано з метою розроблення теоретичних основ створення системи екологічного моніторингу природно-

заповідного фонду Західного Полісся та підвищення інформативності даних для забезпечення управління екологічною безпекою природних і антропогенізованих екосистем на основі комплексного підходу до сучасних інформаційно-аналітичних технологій та інструментальних засобів.

Для досягнення мети сформульовано й розв'язано такі завдання: аналіз інформативності досліджень заповідного, рекреаційного і господарського, комплексів Поліської екомережі, ідентифікація загроз біорізноманіттю; дослідження наземними та дистанційними методами об'єктів природно-заповідного фонду та девастрованих ландшафтів; вимірювання інтегральних біофізичних і морфофізіологічних параметрів стресової адаптованості рослин; математичне моделювання кінетики квантового виходу флуоресценції хлорофілу, адаптація екологічно ємнісних біофізичних параметрів рослинності до алгоритмів програмних модулів; математичне моделювання фазових переходів сукцесійних процесів у лісових угрупованнях для прогнозу киснево-вуглецевого балансу в лісовому секторі та розв'язання оперативно-прогнозувальних задач моніторингу екосистем.

Об'єктом досліджень вибрано постмеліоративні, резерватогенні, сільватизаційні, техногенні, рекреаційно-дигресійні процеси динаміки екосистем Шацького НПП, враховуючи його входження у Транскордонний біосферний резерват «Західне Полісся», що формує екологічні коридори для ефективного функціонування Пан-Європейської екологічної мережі.

Методи досліджень, які використано при вирішенні теоретичних і методологічних завдань включають класичні методи системного аналізу, актуалізму, порівнянь та аналогій, теорії ймовірностей і математичної статистики, теорії фазових переходів, прикладної спектроскопії, польового рекогносцирування.

Ретроспективний аналіз літературних джерел забезпечує виділення найвагоміших науково-практичних результатів покомпонентного вивчення територій Західного Полісся. Початку вивчення передумов осушення заболочених територій

для потреб гідротехнічного і шляхового будівництва присвячені роботи І.І. Жилінського, П.А. Тутковського та ін. Проблемам походження та осушення боліт Полісся присвячені роботи І.І. Жилінського, П.А. Тутковського та ін. За результатами досліджень Ільїна Л.В., Мольчака Я.О., Погребенника В.Д. та ін. гідрохімічних і гідрометричних параметрів озер, а також тваринного світу – К.А. Татарінова; рослинності – С.Д. Мельника; ґрунтів – І.М. Гоголева; ландшафтознавчих – К.І. Геренчука, С.І. Кукурудзи та ін., присвячених не лише господарському освоєнню, а й заповіданню, вийшли фундаментальні праці, присвячені фізико-географічному районуванню території Волині. Істотний внесок у флористичні і геоботанічні дослідження Шацького Поозер'я, що є невід'ємною частиною формування мережі природо заповідних територій Західного Полісся, внесли О.М. Афанасьєв, Ю.Р. Шеляг-Сосонко, С.М. Стойко, П.Т. Яценко, П.В. Юрчук, Н.В. Хомік, В.І. Матейчик, та ін. Мікрокліматичні особливості району розглянуті в працях Ф.П. Тарасюка, Ф.В. Зузука та ін., дають базову основу оцінки рекреаційного потенціалу Західнополіського регіону. Поглиблені і детальні дослідження проводять: ландшафтознавчі – Н.І. Карпенко, І.Б. Койнова та ін., видове біорізноманіття – Я.П. Дідух, І.М. Горбань та ін., дистанційне зондування – М.О. Попов, О.Т. Олійник та ін., динаміку фітоценозів – П.Г. Хомюк, О.В. Альохіна та ін. Проблеми використання природних ресурсів Полісся проаналізовані О.М. Мариничем, який запропонував узагальнену схему комплексного підходу до обґрунтування раціонального природокористування.

Сучасні підходи до інтеграції просторово-часових георозподілених даних ДЗЗ/ГІС-технологіями і методами експертних оцінок, розглянуто в працях Ю.П. Лукашина, О.Б. Качинського, С.М. Брайчевського, В.І. Лялька, О.М. Трофимчука, Г.Я. Красовського, В.В. Кошового та ін. є ефективним варіантом оперативного аналізу і прогнозу динаміки антропогенних і природних факторів, однак, зазначається необхідність інтеграції аналізу даних моніторингу в реальному часі та їх екстраполяції на конкретну територію, що значно підвищить оперативність прогнозу небезпечних

екологічних ситуацій. Практично в усіх роботах вказується на необхідність розроблення системи екологічного моніторингу та інформаційно-аналітичної моделі управління екологічною безпекою, що дозволяє отримати ефективні методи вирішення наукових і прикладних завдань ресурсокористування Західного Полісся.

Отримані результати досліджень [5,6,7] присвячені розвитку методології моніторингу природно-заповідних об'єктів, шляхом інтеграції міждисциплінарних методів аналізу даних дешифрування космознімків і лабораторно-польових вимірювань, ідентифікації інтегральних параметрів і встановлення причинно-наслідкових зв'язків виникнення екологічних загроз для забезпечення екологічної безпеки екосистем Західного Полісся. Кібернетичний підхід до аналізу екосистем включає моніторинг і формування комп'ютерної бази даних, комплексний аналіз та моделювання функціонування екосистем. Результати відпрацювання полягають у наземній прив'язці об'єктів в конкретних лісорослинних умовах модельних територій Шацького НПП до оптико-спектральних характеристик космознімків та їх кореляції з морфологічними параметрами рослин.

Спектрофотометричні вимірювання кількісного вмісту пігментів (хлорофіли «а», «b» і каротиноїди) основних лісотвірних порід насаджень Шацького НПП, в залежності від типу умов місцезростання, підтверджують чутливість цієї системи до впливу екологічних факторів і відповідають вимогам інформаційно-емісного індикатора стану середовища. За результатами досліджень пігментів побудовано факторно-екологічні гомологічні ряди, що становить наукову основу автоматизації моніторингових досліджень. Зміни в пігментному комплексі є параметрами стресової адаптованості і відображають зміни фізіологічних функцій рослин в різних екологічних умовах, які спричинюють інактивацію фотосинтезу.

Розроблено ефективний інструмент екологічного моніторингу рослинних біоценозів шляхом вимірювання флуоресценції хлорофілу. Фундаментальні механізми флуоресценції та їх взаємозв'язок з роботою електрон-

транспортного ланцюга, являються основою для використання параметрів флуоресценції у вирішенні прикладних завдань моніторингу стану середовища на основі біофізичних індикаторів. Застосування комплексу флуориметричних експрес-методів, у режимі реального часу дає інформацію про стан фотосинтетичного апарату на ранніх стадіях негативного впливу і узгоджується з результатами вимірювання пігментного комплексу. На основі експериментально вимірних флуоресцентних параметрів основних лісотвірних порід, побудовано математичні моделі кінетики флуоресценції, які відображають газообмін, що забезпечує автоматизацію моніторингу киснево-вуглецевого балансу екосистем Західного Полісся в реальному часі.

Застосування інформаційних технологій для моніторингу вуглецевого балансу лісових екосистем, обумовлено необхідністю вивчення кліматичних ефектів. На основі результатів інформаційно-аналітичних досліджень отримано ефективні оцінки поглинання вуглецю за розподіленими моделями в лісовому секторі Західного Полісся [8].

Методологія формування математичної моделі фазових переходів (ФП) суцесійних процесів лісових угруповань базується на вхідних даних густоти та запасу надземної фітомаси і використовується для прогнозу розвитку резерватогенних та сільватизаційних явищ. Для опису суцесійних процесів використано феноменологію екологічних ФП, за аналогією з термодинамічною теорією Ландау Л.Д. для фазових переходів у кристалічних, діелектриках та напівпровідниках. Узгодження отриманих результатів [9] з літературними даними дають підстави для детермінації критичних значень фітомаси при суцесійному переході як констант для конкретних лісорослинних умов. Прогнозоване значення критичної фітомаси листяних порід, при якій в лісах Західного Полісся відбувається суцесійний перехід від листяних до хвойних насаджень, залежить як від типу лісу, так і бонітету. Отримані результати дозволяють оцінити масштаб зміни листяних порід хвойними і представити загальні сценарії відновлювальних змін, які відбуваються при природному залісенні сільватизованих і ренатуралізованих земель.

Відпрацювання методик дистанційного агроекологічного моніторингу базується на використанні принципу суперпозиції картографічного та супутникового відеоматеріалу з наступним залученням асоціативних логічних схем та порівняння їх з еталонними варіантами представлення матеріалів землевпорядкування та лісової таксації. Декомпозицією неоднозначних спектральних класів ідентифіковано вказані кластери супутникового зображення "Landsat 7" за типами наземних об'єктів. З огляду на прогнозований вплив Хотиславського кар'єру на природоохоронні території Західного Полісся наявність спеціалізованих компонент моніторингу створює передумови розроблення ГІС-додатків для забезпечення екологічної рівноваги, оптимізації та відновлення деєстатованих ландшафтів. Застосовано ДЗЗ/ГІС-технології для кількісного оцінювання зміни параметрів акваторій, шляхом інтеграції даних космічного і наземного моніторингу [10]. Розроблено методику космічного моніторингу рекреаційного навантаження на акваторії озер Шацького НПП за ідентифікацією площ рекреаційно-порушеного дна водойм [11].

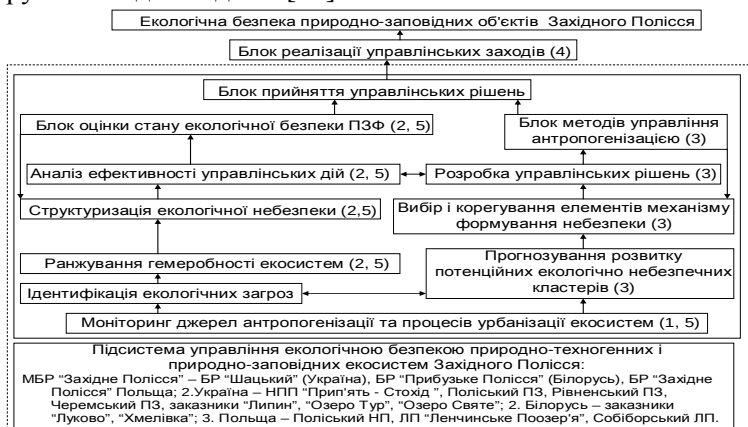


Рис. 1. Структурна схема управління екологічною безпекою природно-заповідних об'єктів Західного Полісся: ПЗФ – природно-заповідний фонд; МБР – міжнародний біосферний резерват; БР – біосферний резерват; НПП – національний природний парк; ЛП – ландшафтний парк. Цифрами позначені етапи управління, при виконанні яких реалізуються елементи схеми.

Визначені основні принципи побудови системи управління екологічною безпекою природно-заповідних об'єктів Західного Полісся, на основі яких розроблений евристичний алгоритм (рис. 1) [12].

Базуючись на загальнонаціональній концепції екомережі, побудовано інформаційно-аналітичну систему моніторингу природо охоронними комплексами, призначену для систематизації інвентаризаційних обстежень, структуризації, стандартизації та подання інформації в оптимальному при прийнятті рішень вигляді для забезпечення сталого розвитку територій Західного Полісся у складі Смарагдової мережі Європи і Світової мережі біосферних резерватів ЮНЕСКО.

Література

1. Про затвердження державної цільової екологічної програми проведення моніторингу навколишнього середовища: Постанова Кабінету Міністрів України № 1376 від 05.12.2007 р. // <http://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/1376-2007-п>.
2. Мокрий В.І. Розроблення системи екологічного моніторингу природно-заповідного фонду Західного Полісся: Автореф. дис. ...д.т.н.–екологічна безпека.–К., 2013.–41 с.
3. Мокрий В. І. Інформаційне забезпечення формування транскордонного біосферного резервату «Західне Полісся» / В. І. Мокрий, О. М. Трофимчук, Р. Ф. Федорів // Екологія і ресурси: зб. наук. праць Ін-ту проблем національної безпеки. – Вип. 17. – К., 2007. – С. 66-73.
4. Красовський Г. Я. Актуальність інформаційно-технічного забезпечення управління Шацьким національним природним парком / Г. Я. Красовський, В. І. Мокрий // Екологія і ресурси: зб. наук. праць Ін-ту проблем національної безпеки. – Вип. 13. – К., 2006. – С. 101-111.
5. Ідентифікація лісорослинних умов росту сосни звичайної на основі аналізу космознімків / [В. І. Мокрий, Я. В. Генік, А. П. Дида, О. В. Альохіна, Н. А. Піць, Р. Ф. Федорів] // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість: міжвідомчий наук.-техн. зб. – Вип. 32. – Львів : НЛТУУ, 2006. – С. 44-47.

6. Мокрий В. І. Біофізичний моніторинг екосистем Шацького НПП / В. І. Мокрий, М. М. Паславський, Л. В. Калагурка // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.15. – С. 104-109.
7. Кучерявий В. П. Оптико-спектральні методи експрес-діагностики рослин Шацького національного природного парку / В. П. Кучерявий, В. І. Мокрий, Н. А. Піць // Науковий вісник ВНУ ім. Лесі Українки. – № 2. – Л.: ВНУ ім. Лесі Українки, 2009. – С.58-63.
8. Мокрий В. І. Інформаційно-аналітичні технології моніторингу та інвентаризації парникових газів / В. І. Мокрий, О. О. Леськів // Науковий вісник НЛТУ України: Глобальні зміни клімату – загрози людству та механізми відвернення: зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.15. – С. 77-79.
9. Мокрий В. І. Моделі фазових переходів сукцесійних процесів лісових угруповань Західного Полісся / В. І. Мокрий, В. Б. Капустяник, П. Г. Хомюк // Екологічна безпека та природокористування: зб. наук. праць Ін-ту телекомунікацій і глобал. інформ. простору НАНУ і Київ. нац. ун-ту буд-ва і архіт. – Вип. 8. – К., 2011. – С.94-118.
10. Інформаційно-аналітичні технології дослідження озер Шацького НПП / [О. М. Трофимчук, Г. Я. Красовський, В. В. Радчук, В. І. Мокрий] // III Всеукр. з'їзд екологів: зб. наук. статей. – Вінниця, 2011, Т.1, – С.130-133.
11. Оцінка рекреаційного навантаження на акваторії озер Світязь та Пісочне / [Р. Ф. Федорів, Т. Р. Федорів, Р. Т. Федорів, В. І. Мокрий] // Науковий вісник ВДУ ім. Лесі Українки. – № 11 (Ч.1). –Л.: ВДУ ім. Лесі Українки, 2007. – С. 106-112.
12. Мокрий В. І. Алгоритм управління екологічною безпекою природно-заповідних об'єктів Західного Полісся / В. І. Мокрий, О. С. Бутенко // Радіоелектронні і комп'ютерні системи: наук.-техн. журнал. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т «ХАІ». – 2012. – №4(56). – С. 215-219.

**Технології визначення коефіцієнтів розораності земельних
ресурсів по космічних знімках**

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

(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного
простору НАН України; ** Національний аерокосмічний
університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»,
t0661256110@gmail.com)*

*У статті розглянуті методи визначення розораності
земель за даними дистанційного зондування Землі з залученням
сучасних географічних інформаційних технологій.
Запропонована покрокова технологія визначення коефіцієнту
розораності та необхідні набори даних і формул.*

*Ключові слова: сільське господарство, розораність земель,
коефіцієнт розораності, дистанційне зондування Землі,
контрольована класифікація, NDVI, космічні знімки.*

Вступ

Згідно зі ст. 1 Земельного кодексу України, земля -
національне багатство, що перебуває під особливою охороною
держави [1].

Землі сільськогосподарського призначення поділяються на
2 групи:

- сільськогосподарські угіддя (рілля, багаторічні насадження, сіножаті, пасовища та перелоги);
- несільськогосподарські угіддя (господарські шляхи і прогони, полезахисні лісові смуги та інші захисні насадження, крім тих, що віднесені до земель лісового фонду, землі під господарськими будівлями і дворами, землі під інфраструктурою оптових ринків сільськогосподарської продукції, землі тимчасової консервації тощо).

Основним критерієм, що відрізняє землі сільськогосподарського призначення від всіх інших, є те в яких цілях вони повинні використовуватися.

Близько 70% земельного фонду України - це сільськогосподарські угіддя, більшість з яких зосереджені на родючих ґрунтах і дуже розорані.

Екстенсивне використання земель сільськогосподарського призначення викликало зниження їх продуктивності, а також посилило залежність сільського господарства від погодних умов. До основних проблем родючості ґрунтів в Україні відносяться [2]: високий ступінь розораності земель; розвиток ерозійних процесів; агрохімічна деградація і т.д.

Причиною, через які родючі ґрунти втрачають свою продуктивність, є максимальне залучення сільськогосподарських земель в інтенсивну обробку. Як відомо [3] середній відсоток розораності земель України в даний час складає 53,8%. Цей показник є одним з найвищих у світі. У деяких областях України середній показник розораності земель перевищує позначку 80%.

Загалом сільське господарство продемонструвало негативну динаміку у 2012 р. Протягом січня-червня галузь мала стабільні позитивні показники, проте вже з липня становище погіршилося. Загалом за 2012 р. обсяги виробництва скоротилися на 4,5%. За підсумками 2012 р. було зібрано на 18,4% менше зернових і зернобобових культур [3].

Проблеми збереження родючості сільськогосподарських земель ще більше загострилися після проведення розпаювання земель колишніх колективних сільгосп підприємств.

У зв'язку з цим у 2009 р. Верховною Радою України був прийнятий закон № 2290-VI «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо збереження родючості ґрунтів» від 04.06.2009 року № 1443-V, який набрав чинності з 1 червня 2010 року. Зокрема, зміни були внесені до Кодексу України про адміністративні правопорушення, до Земельного кодексу України, а також до законів України «Про землеустрій» та «Про охорону землі» [1].

Так, після внесення змін стаття 22 Земельного кодексу України говорить, що «земельні ділянки сільськогосподарського призначення для ведення товарного сільськогосподарського виробництва використовуються відповідно до розроблених та затверджених в установленому порядку проектів землеустрою, що забезпечують еколого-економічне обґрунтування сівозмін і передбачають заходи з охорони земель». На період до 1 січня 2015 року зазначені

вимоги поширюються на власників землі та землекористувачів, які обробляють земельні ділянки для ведення товарного сільськогосподарського виробництва загальною площею понад 100 гектарів.

Ефективний контроль за виконанням вимог проектів землеустрою можуть забезпечити сучасні інформаційні технології, основані на тематичній обробці космічних знімків із залученням інструментарію геоінформаційних систем.

1 Інформаційні ресурси визначення коефіцієнтів розораності земель

Одне з важливих завдань космічного моніторингу сільськогосподарських земель полягає в визначенні трендів коефіцієнту розораності земельних ресурсів на рівні суб'єктів адміністративного устрою держави. Коефіцієнт розораності (питома вага ріллі в загальній площі землекористування) - структурний показник економічної ефективності використання землі. В загальному випадку задача визначення коефіцієнту розораності земель зводиться до обчислень за наступною формулою [4]:

$$K_p = \frac{S_{\Pi}}{S_{cy}} * 100\% , \quad (1)$$

де S_{Π} – площа ріллі; S_{cy} - загальна площа сільськогосподарських угідь.

Моніторинг розораності земель забезпечується обробкою систематичних повторних космічних знімків відповідної території по яких можна відслідковувати динаміку розвитку сільськогосподарських культур і прогнозувати врожайність. По відмінностях в спектральних яскравостях рослинності протягом вегетаційного періоду, які визначаються по індексу NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), можна визначати агротехнічний стан полів та ін. Індекс NDVI визначається за формулою:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} , \quad (2)$$

де NIR – відображення в ближній інфрачервоній області спектра; RED – відображення в червоній області спектру.

Відповідно до цієї формули, щільність рослинності (NDVI) у певній точці зображення дорівнює різниці інтенсивності відбитого світла в червоному і інфрачервоному діапазоні, поділений на суму їх інтенсивностей.

NDVI може бути розрахований на основі будь-яких знімків високого, середнього або низького дозволу, які мають спектральні канали в червоному (0,55-0,75 мкм) і інфрачервоному діапазоні (0,75-1,0 мкм). Алгоритм розрахунку NDVI вбудований практично в усі найпоширеніші пакети програмного забезпечення, пов'язані з обробкою даних дистанційного зондування (Arc View Image Analysis, ERDAS Imagine, ENVI, ГІС "Карта" тощо) [5].

Крім використання вегетаційного індексу, можна залучати метод контрольованої класифікації [6] в якому використовується інформація про первинні характеристики об'єктів, які досліджуються. На основі цієї інформації формуються діапазони значень пікселів, які відносяться до того чи іншого класу. Всі зображення попиксельно порівнюються зі значеннями, що належать до класів, і певний піксель відноситься до відповідного класу.

Для визначення коефіцієнту розораності земельних ресурсів необхідні космічні знімки підстиляючої поверхні з роздільною здатністю 15-30 м., наприклад отримані зі спектрорадіометру ETM+, який встановлений на американському супутнику Landsat.

Точність ідентифікації меж розораних земельних масивів суттєво зростає при використанні, як мінімум, трьох космічних знімка Landsat отриманих;

1. в період посіву (квітень-травень);
2. в активний період вегетації (липень-початок серпня);
3. під час збирання врожаю (кінець серпня-вересень).

До всіх цих знімках застосовується один з розглянутих методів дешифрування. Розпізнавання може проводитися у спеціалізованих програмних продуктах, таких як ENVI, ERDAS Imagine, ГІС «Карта» та ін. При цьому, можна ідентифікувати земельні масиви які розорювалися протягом усього періоду

дозрівання культур і ті ділянки, які хоча б один раз були розораними.

Також необхідно враховувати наявність багаторічних трав на полях. Землі, на яких вони зростають, можуть бути не розораними протягом трьох років. Тому, для того щоб наблизитися до максимальної достовірності, необхідно проводити аналіз знімків заданої території за кілька років (наприклад, за три - чотири роки). Для цього необхідне використання архівних космічних знімків середнього або високого дозволу. Слід відзначити, що результати моніторингу земель стають набагато об'єктивніше і точніше, коли вони поєднуються з актуальними і досить точними картами сільгоспугідь. Самі ж по собі завдання моніторингу вирішуються на цьому фоні ефективніше і з істотно меншими витратами, так як немає необхідності використовувати польові дані для визначення меж полів і набагато легше виконується виділення еталонних ділянок.

Якщо немає актуальних карт на конкретну територію, то за результатами класифікації проводиться векторизація. Потім із отриманих результатів визначається загальна площа сільськогосподарських земель (S_{CV}) і площа розораних земель ($S_{П}$). За формулою (1.1) визначається коефіцієнт розораності. Для реалізації алгоритму визначення земель сільськогосподарського призначення по знімку розроблений спеціальний програмний модуль для ГІС "Карта 2011", призначений для обробки багатоспектральних знімків.

2 Покрокова технологія визначення коефіцієнту розораності методом контрольованої класифікації

В цьому розділі запропонована покрокова технологія, яка розроблена авторами на основі методу контрольованої класифікації [5] на базі програмного продукту ГІС «Карта 2011».

В якості топографічної основи використовувались знімки зі спектрорадіометру ЕТМ+ супутника Landsat з дозволом 15-30 м та векторні карти масштабу 1:50000.

Крок 1. Завантаження вихідних даних

Отримання та завантаження знімків конкретній території у вказані періоди.

Крок 2. Аналіз знімків для визначення складу земель

Аналіз, як мінімум, трьох знімків однієї і тієї ж території зроблених у різні періоди розвитку сільськогосподарських культур. Це необхідно для відділення орних земель від всіх інших земель сільськогосподарського та несільськогосподарського призначення. Ті ділянки, які хоча б один раз відчинялися, відносяться до ріллі. Аналіз може бути як візуальний (при високому дозволі знімка), так і проводиться з використанням індексу NDVI. Цей крок актуальний, тільки якщо немає карти полів або планів посівів.

Крок 3. Виділення контрольних ділянок

Виходячи з проведеного аналізу знімків, далі необхідно виділити (нанести на карту) контрольні ділянки (ріллі, багаторічні насадження, сіножаті). Ці ділянки будуть використовуватися надалі для порівняння характеристик яскравості знімка.

Крок 4. Визначення статистичних даних

Наступним етапом є побудова статистики ділянки для аналізованих об'єктів. У даному діалозі результати аналізу відображаються у вигляді графіків максимально і мінімально можливих значень яскравості пікселя в кожному каналі, так само середнє значення по кожному каналу і діапазон значень.

Крок 5. Побудова гістограми розподілу яскравостей

Для всіх аналізованих ділянок будується гістограма розподілу яскравостей. Для її побудови необхідно вибрати земельну ділянку на карті, яка цікавить користувача (контрольна ділянка).

Крок 6. Аналіз статистичних даних і гістограми

За статистичними даними визначається, в яких каналах спостерігається найменший розкид значень яскравості пікселів. Далі, для цих каналів по гістограмі визначаються діапазон значень яскравості за формулами:

$$Dip = m \pm \sigma, \quad (3)$$

де m – математичне очікування; σ – середньоквадратичне відхилення; Dip – діапазон яскравості.

Діапазон яскравості (Dip) включає в себе обчислення:

$$d_{min} = m - \sigma; \quad (4)$$

$$d_{max} = m + \sigma, \quad (5)$$

де d_{min} и d_{max} - це мінімальне і максимальне значення яскравості пікселя.

Крок 7. Створення маски класифікованих ділянок

Одним з останніх етапів є створення маски по контрольним ділянкам. За допомогою цього режиму формується карта, створена із застосуванням контрольованої класифікації. На даному кроці необхідно задати діапазони яскравості пікселів, які були визначені для контрольних ділянок. За допомогою цих діапазонів проводиться подальше виділення об'єктів знімку.

Крок 8. Векторизація сільськогосподарських угідь

Далі, якщо немає вже створеної карти полів, проводиться векторизація ріллі та інших сільськогосподарських угідь, по раніше створеній масці.

Крок 9. Обчислення площ

На даному етапі проводиться обчислення площі ріллі по створеній карті полів і площі інших сільськогосподарських угідь. Даний підрахунок здійснюється програмно, шляхом виділення конкретних об'єктів.

Крок 10. Визначення коефіцієнту розораності

Отримані, на попередньому кроці площі, підставляються у формулу (1) якою визначається значення коефіцієнту розораності визначеної ділянки місцевості.

Висновок

Значення коефіцієнту розораності земель корелює з показниками продуктивності ґрунту, ймовірності втрат родючості. Висока розораність сприяє різним формам деградації земель. В середньому в Україні 70% сільгоспугідь складаються з ріллі, пасовищ, фруктових садів і т.п. Тобто,

частина земель розорюється, частина - ні. В Україні розорюються до 90% сільськогосподарської землі [7]. Так, в Вінницькій, Тернопільській та Кіровоградській областях розорано 82% сільськогосподарських угідь, а в деяких районах цей показник досягає 96 % [8]. Такого рівня розораності угідь ніколи не було у розвинутих країнах світу. Наприклад, в Німеччині розорано 32%, Англії - 18,5, у США - 20% сільськогосподарських угідь. На думку фахівців, оптимально для України на один гектар орних земель має бути 1,6 гектару пасовищ і 3,5 гектара лісових угідь. Сьогодні відповідно 0,2 гектара пасовищ і 0,3 гектара лісів. Щоб зробити використання земель екологічно безпечним, щоб вони не втрачали свою родючість, треба збільшувати площу пасовищ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Земельный кодекс Украины [Текст]: офіц. текст. – К., 2001.
2. Ходаковская, О. Экстенсивное использование в Украине сельхозземель усиливает зависимость сельского хозяйства от погодных условий [Электроний ресурс] / О. Ходаковская. – Режим доступу: <http://www.apk-inform.com/ru/exclusive/topic/1014400#.UUh5Hhe8Dwo> – 19.06.2013р.
3. Щорічне Послання Президента України до Верховної Ради України – Про внутрішнє та зовнішнє становище Екраїни в 2013 році [Текст]: офіц. текст. – К., 2013.
4. Плакса, Ю.В. Регрессионный анализ уровня интенсивности использования сельскохозяйственных угодий в АР Крым [Электроний ресурс] / Ю.В. Плакса, Ю.А. Вениченко – Режим доступу: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/knp/2012_227/knp227_68-70.pdf - 19.06.2013
5. Дубинин, М. NDVI - [теория] и практика [Электроний ресурс] / М. Дубинин. – Режим доступу: <http://gis-lab.info/qa/ndvi.html> - 19.06.2013 р.
6. Классификация с обучением используется [Электроний ресурс] – Режим доступу: <http://systemgps.ru/lineienie-modeli/klassifikaciya-s-obucheniem-ispolzuetsya.html> - 29.07.2013

7. Елефтериади, Т. К вопросу о плодородных землях. В Запорожской области распаханность сельскохозяйственных угодий превышает даже средний показатель по Украине [Электронный ресурс] / Т. Елефтериади. – Режим доступа: <http://operkor.wordpress.com/2013/03/01/к-вопросу-о-плодородных-землях-в-запор/> – 19.06.2013р.
8. Гудзь, О.П. Земледелие [Электронный ресурс] / О.П. Гудзь – Режим доступа: http://uchebnikonline.ru/geografia/zemlerobstvo_-_gudz_vp/gruntozahisni_sivozmini.htm

**Украинский сланцевый газ:
энергетическая независимость или экологическая
катастрофа. Перспективы использования данных ДЗЗ
на Олеском лицензионном участке.**

Филиппович В.Е., Кудряшов А.И.

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

Украина, подобно другим европейским странам, энергетика которых существенно зависит от поставок российского газа, остро нуждается в собственных углеводородных (УВ) ресурсах, являющихся основой энергетической безопасности и экономической независимости страны. Перспективы наращивания запасов «голубого топлива» в последние годы связываются с разработкой месторождений сланцевого газа на двух площадях Юзовской (Восточная Украина) и Олесской (Западная Украина).

Олеская площадь расположена в пределах Львовского палеозойского прогиба польская часть, которого известна под названием Люблинского бассейна, где уже в течение трех лет ведутся поиски сланцевого газа. Перспективы поисков и добычи УВ в Украинской части связываются с нижнепалеозойскими (силурийскими) сланцами, газоносность, которых установлена в скважине Владимирская-1 (получен приток 1400 куб м/сут. в интервале глубин 1807-1862 м). Скважина расположена в 67 км к северо-востоку от границы Олесской площади. Исследованиями последних лет установлено увеличение содержания органического углерода и

газонасыщенности разреза УВ в отложениях нижнего силура в юго-западном направлении, от района Локачей в сторону Олесской площади [1]. Прогнозные ресурсы сланцевого газа в пределах Олесского лицензионного участка оцениваются в 2,98 трлн. кубометров газа. Специалисты компании Chevron которая намерена инвестировать в разработку сланцевого газа в 2013 г. более 25 млрд. долл. предполагают, что ежегодная добыча газа будет составлять 8-10 млрд. кубометров газа [2]. С учетом прогнозируемой добычи на Юзовской (Донецкая, Харьковская области) и Скифской (Причерноморский шельф) площадях ожидается, что Украина к 2030 г полностью обеспечит себя собственным газом. [3]

Перспективы радужные. Однако не все так просто. Опыт соседней Польши настораживает. В настоящий момент Польша — лидер поисков сланцевого газа в Европе. Выдано более 100 лицензий на поиск, пробурено более 40 поисковых скважин. Однако результаты поисков оказались более чем скромными. Стоимость одной скважины превысила среднюю стоимость такого сооружения в США в 4 раза и достигла 20 млн. долл., дебиты оказались незначительными, газ — насыщенным большим количеством негорючих компонентов, водой. В настоящее время уже три фирмы: канадская Talisman, американские Marathon Oil, Exxon Mobil уже свернули свою деятельность в Польше, убедившись в экономической нецелесообразности поисков и добычи польского сланцевого газа.

В марте 2012 г. Государственный Геологический институт (PIG-PIB) опубликовал отчет, в котором наиболее вероятный объем запасов сланцевого газа в Польше был оценен в пределах от 346 до 768 млрд. куб. м [4]. Это в десять раз меньше того количества, которое было вначале установлено американскими специалистами (5,3 трлн. куб. м), но, в то же время, в несколько раз больше чем запасы традиционного газа (145 млрд. куб. м). Новый отчет, содержащий оценку запасов сланцевого газа в Польше по сообщению директора Государственного Геологического Института (PIG-PIB) Ежи Навроцкого, будет опубликован, скорее всего, в начале 2014 года и будет базироваться на новых данных о добыче газа из скважин.

Первоначальная оценка может измениться в 7–8 раз [5]. По состоянию на 04.03.2013 г. гидроразрыв был произведен в 7 вертикальных и 4-х горизонтальных скважинах (по данным PIG-PIB). Польские сланцы оказались совсем не такими как в Техасе. Глубина залегания — около 3 тыс. метров, мощность небольшая, пористость меньше 18%, коэффициент извлекаемости едва ли составил 0,1.

В июне 2013 г. Агентство энергетической информации (EIA) Министерства энергетики США, опубликовало новый отчет, опирающийся в основном на те же данные 2012 г PIG-PIB, и на уточненные данные американской геологической службы (USGS) При этом извлекаемые запасы сланцевого газа оцениваются уже от 230,5 до 619, 4 млрд. куб. м (PIG-PIB), а соответствующая оценка USGS составила 38,1 млрд. куб. м. Таким образом, по оценкам USGS извлекаемые запасы сланцевого газа в Польше в среднем в десять раз меньше, чем рассчитал PIG-PIB [6]. *Для справки:* годовое потребление природного газа в Польше составляет 14,5 млрд.куб.м. (2012 г.)

Экономические расчеты проведенные в польском Центре Стабильного Развития (под эгидой экспертной комиссии по охране окружающей среды... Европейского парламента, июнь, 2011 г.), показали, что убытки от добычи сланцевого газа по самым минимальным расчетам (без учета экологических проблем) составят 42,85 млрд. злотых (приблизительно 14,2 млрд. долл.) в год, что в пересчете на одного гражданина Польши будут равны 1112 злотых (примерно 370,6 долл.) в год. [7].

Добыча традиционного газа осуществляется единичными скважинами. При разработке месторождений сланцевого газа бурятся тысячи скважин. При этом плотность — 6 скважин на 1 км кв. Площадь одной буровой площадки в среднем равняется 2 га. Скважина эксплуатируется 3– максимум 8 лет.

Если учесть подъездные пути, трубопроводы, то в среднем получается 50% земной поверхности, выведенной из хозяйственного обихода (Рис. 1, 2).



***Рис. 1. Пейзаж Техаса. Месторождение сланцевого газа Барнет.
Источник: iddd.de***



Рис. 2. Месторождение Барнет, Техас, США. Вид из космоса

Нужно принять во внимание расходы по перемещению сельскохозяйственных и промышленных объектов, отселения населения, уничтожения флоры и фауны, деградацию ландшафтов, загрязнение грунтов, водоносных горизонтов, водных объектов и атмосферы.

По статистике 5% всех новых скважин — аварийные, что приводит к выбросу газа и химических соединений в окружающую среду, водоносные горизонты и грунты. Со временем (около 30 лет) их число возрастает до 60 % (по данным фирмы Schlumberger). Если учесть то обстоятельство, что для добычи в пределах одной концессии бурятся тысячи скважин (например, месторождение Барнет в Техасе), становятся понятными масштабы загрязнения окружающей среды.

Наибольшие опасения экологов вызывает т. н. фрекинг, то есть гидроразрыв пласта, который требует колоссального количества воды - от 4 до 14 тыс. куб. м на одну операцию (800–2000 автомобильных цистерн). Установлено, что химические добавки к воде, используемой для гидроразрыва, содержат токсичные, ядовитые и мутагенные вещества. [8]

Доставка бурового раствора сопровождается выбросом выхлопных газов, шумом и прокладкой полевых дорог среди плодородных земель. При этом на каждой скважине гидроразрыв может быть применен неоднократно.

После опубликования экспертного заключения комиссии Европарламента [8], общественность всей Европы резко выступила против фрекинга, что привело к ужесточению экологического законодательства и отказу ряда стран от разработки газосланцевых залежей.

Таким образом перед Украиной, в недалеком будущем, могут стать эти же проблемы, как экономического, так и экологического порядка.

Характерной особенностью Олесской площади (Львовская и Ивано-Франковская области), в геологическом отношении, является наличие крупной сети, глубинных разломов северо-западного (карпатского) и северо-восточного (антикарпатского) простирания, закартированных по данным геолого-геофизических исследований (Рис.3-4). По данным дешифрирования выявлена аналогичная решетка линеаментов и их зон, более высоких порядков, вдоль которых, а особенно, в узлах их пересечения можно ожидать формирование участков повышенной трещиноватости горных пород в том числе и газоносных. (Рис. 5)

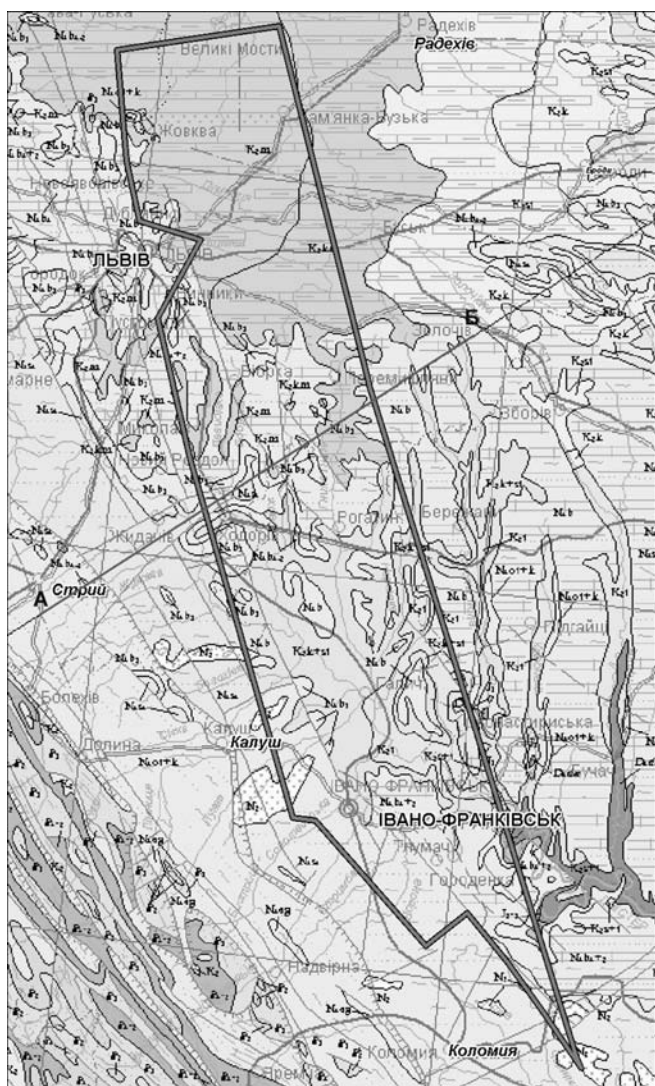


Рис. 3 Геологическое строение Олесского лицензионного участка (темный контур – границы концессионной площади).

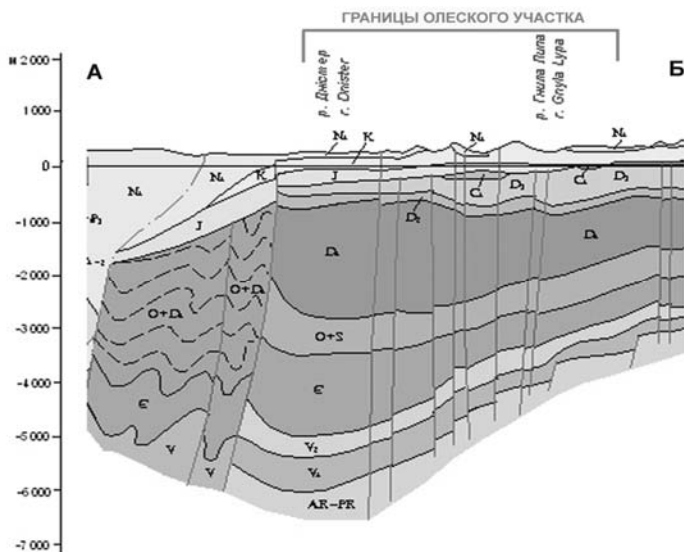


Рис. 4 Геологический разрез по линии А-Б в крест простирания Олеского лицензионного участка

В этих условиях необходимо очень осторожно подходить к выбору мест заложения поисковых скважин, сопровождающихся горизонтальным бурением и гидроразрывом пластов. В следствие развития плотной разрывно-трещинной сети, гидроразрыв может способствовать проникновению по трещинам раствора с химическими реагентами в водоносные горизонты, не зависимо от глубины самого гидроразрыва (Рис.6).

Для Олеского участка этот экологический вопрос очень важен, т.к. как на сегодняшний день, практически все поверхностные воды загрязнены, особенно в Ивано-Франковской части, где недалеко расположен и печально известный, в экологических кругах, Калушский химико-металлургический комбинат. Район имеет высокую плотность населения - 109 человек на 1 кв. км. Преобладает сельское население. Источники питьевой воды — неглубоко расположенные водоносные горизонты, чрезвычайно зависимые от состояния поверхностных стоков. Таким образом, единственным источником чистой питьевой воды пока

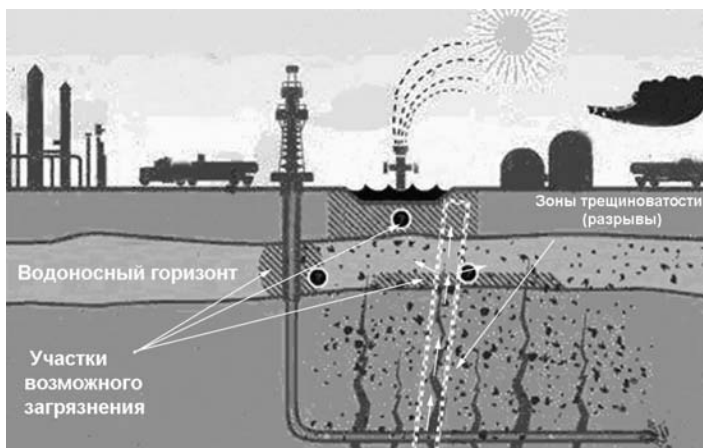


Рис. 6. Возможная схема загрязнения водоносных горизонтов, в результате проникновения трещин гидроразрыва в водоносные горизонты, миграции по разрывам и вследствие разгерметизации скважин. (С использованием Engdahl, 2013) [9]

Альтернатива есть – безводный разрыв пласта, безопасный для окружающей среды. Суть заключается в том, что в пласт закачивается не смесь воды и химикатов, а густой гель из сжиженного пропана. Пропан точно так же разрывает пласт, но при этом не загрязняет окружающую среду, не наносит вреда экологии. В процессе добычи газа пропановый гель трансформируется в пар и полностью выводится из почвы. Показательно, что известная компания Chevron, приступающая к разработке Олесской площади, в 2011 г применяла данную технологию в штате Колорадо и официально отметила, что пропаново-гелиевый метод существенно увеличивает производительность, при этом вода используется в минимальных количествах [10].

Поиски на Олесской площади только начинаются и геологическая информация будет накапливаться 5 лет для окончательных выводов о возможностях коммерческой добычи сланцевого газа. По крайней мере, Украина получит, по заверениям руководства компании Chevron достоверную информацию о геологическом строении своих недр.

Если выяснится, что силурийские сланцы не обладают приемлемыми свойствами для рентабельного извлечения из них

УВ, то, на наш взгляд, возможно сориентировать поиски на локальные зоны трещиноватости в этих породах, по примеру знаменитой баженовской свиты Западной Сибири, которая в сущности является глинисто-аргиллитовым флюидоупором, а максимальная отдача УВ из эти пластов связана с локальными зонами вертикальной деструкции горных пород (Рис. 7). [11]

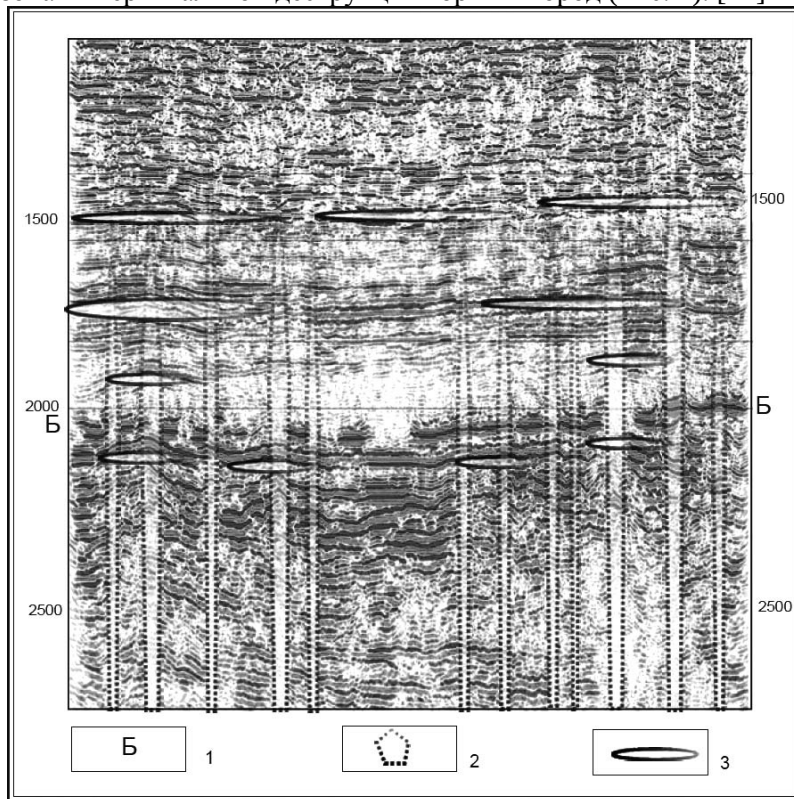


Рис. 7 Временной разрез с участками и очагами зон деструкций, представляющими пути миграции УВ. (По С.З.Бембелю, 2011.)
Среднеобская НГО, Западная Сибирь: 1 – индекс отражающего горизонта, 2 – зоны деструкции, 3 – выявленные залежи.

При поиске таких зон и участков повышенной трещиноватости хорошо себя зарекомендовали аэрокосмические методы, использующие данные современных многозональных и гиперспектральных космических съемок.

Естественно, аэрокосмические исследования необходимо вести в комплексе с геофизическими, но выполнять с опережением.

С другой стороны, материалы космических съемок позволяют вести оперативный и достоверный контроль за состоянием окружающей среды и выявлять малейшие ее изменения, особенно в местах повышенной техногенной нагрузки.

В целом, основные задачи аэрокосмических исследований при добыче сланцевого газа сводятся к следующему:

На поисковой стадии: анализ разломно-блоковой тектоники и выявление по результатам дешифрирования МАКЗ линейных зон деструкции земной коры с целью оптимального размещения поисковых скважин.

На стадиях разведки и эксплуатации контроль за состоянием окружающей среды на основе спутникового мониторинга: состояния поверхностных вод; состояния почвенно-растительного покрова; состояния воздушной среды; выбор безопасных участков складирования отходов; соблюдения условий горного отвода и рекультивации нарушенных земель; соблюдения экологического законодательства, особенно на территориях природоохранных зон, как национального, так и местного уровня.

Для решения этих задач необходимо создавать базовые ГИС-модели на основе космических данных высокого разрешения будущих участков добычи сланцевого газа и разрабатывать методические приемы оперативного отслеживания изменений природных объектов.

Литература

1. Геохімічні дослідження та підрахунок ресурсів сланцевого газу в межах північно-західної частини Волино-Поділля. Лазарук Я. Г., Губич І. Б., Сирота Т. О., Барчук В. В., Дереневський А. М., Александрова І. В., Вислоцька О. І. //Мінеральні ресурси України. 2012, С.13-16
2. Chevron намерена вложить \$25 млрд. в добычу сланцевого газа на Олесской площади – советник министра экологии. Интерфакс Украина. Новости. 25.06.2013 Режим доступа: <http://interfax.com.ua/news/economic/158301.html>

3. Долинчук С. Украина. Состояние и прогноз добычи газа до 2030. Институт еволюційної економіки (IEE), 2012. Режим доступа: <http://iee.org.ua/ua/prognoz/3513/>
4. Assessment of shale gas and shale oil resources of the lower paleozoic Baltic-Podlasie-Lublin basin in Poland. First Report, PIG-PIB, Warsaw, March 2012 29 p.
5. Ile gazu z łupków ma Polska? 26.01.2013 Режим доступа: <http://www.stefczyk.info/wiadomosci/gospodarka/ile-gazu-z-lupkow-ma-polska,6536775831>
6. Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States. /U.S. Energy Information Administration, June 2013 p 730
7. Analiza kosztów i korzyści ekonomicznych rozpoznawania i eksploatacji gazu łupkowego w Polsce (wg zaleceń Ekspertyzy Komisji Ochrony Środowiska Naturalnego, Zdrowia Publicznego i Bezpieczeństwa Żywności PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO z czerwca 2011r.)/ Centrum Zrównoważonego Rozwoju. Łódź, kwiecień 2012 r., 25 s.
8. Impacts of shale gas and shale oil extraction on the environment and on human health. European Parliament's Committee on Environment, Public Health and Food Safety. Manuscript completed in June 2011.Brussels, © European Parliament, 2011 p.86
9. Engdahl W. F. The Fracked-up USA Shale Gas Bubble. 14.03.13 Режим доступа: <http://www.warandpeace.ru/en/exclusive/view/78014>
10. Currie A. Waterless Natural Gas Fracking Method Unveiled. Gas Investing News. 09.05.2012. Режим доступа: <http://gasinvestingnews.com/4853-waterless-natural-gas-fracking-method-unveiled-gasfrac-energy-new-york.html>
11. Бембель С.Р. Моделирование сложнопостроенных залежей нефти и газа в связи с разведкой и разработкой месторождений Западной Сибири. //Автореф. Дисс.на соиск доктора г.-м. н. Тюмень, 2011, 32 с.

Тренажер антропоморфных роботов, используемых в чрезвычайных ситуациях

Михайлюк М.В.

(НИИСИ РАН, mix@niisi.ras.ru)

В настоящее время большое значение придается использованию роботов и манипуляторов в условиях чрезвычайных ситуаций. Это объясняется, прежде всего, агрессивной и опасной для человека средой, в которой необходимо выполнять операции, а также ограниченными физическими способностями человека, которые можно значительно усилить с помощью роботов. Одним из направлений развития робототехнических систем является разработка так называемых антропоморфных роботов, т.е. роботов, похожих на человека по своему строению [1]. Такие роботы имеют некоторые преимущества по сравнению с другими конструкциями, т.к. многие необходимые операции изначально ориентированы на то, что они будут выполняться человеком. Объекты, созданные человеком, часто имеют форму, удобную для захвата именно человеческой рукой или ее аналогом. Поэтому использование антропоморфных роботов позволяет управлять ими непосредственно (без использования пультов управления), просто заставив их повторять движения реального оператора в копирующем режиме. Для этого используются так называемые экзоскелеты, позволяющие снимать показатели движений человека и передавать их антропоморфному роботу.

24 февраля 2011 года на Международную космическую станцию (МКС) был отправлен антропоморфный робот «Робонавт-2», разработанный совместно НАСА и фирмой Дженорал моторс (рис. 1). В настоящее время он установлен в американском модуле «Дестини» с целью, как заявляет НАСА, проверки его функционирования в условиях невесомости и изучения влияния на него космического и электромагнитного излучений. Он также выполняет психологические функции, приветствуя утром членов экипажа и желая им доброй ночи. Видимо он выполняет также некоторые функции специального назначения.

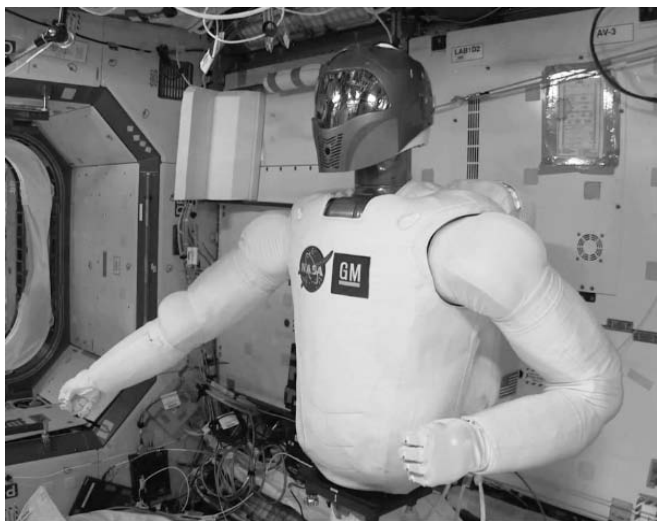


Рис. 1. Робонавт-2 в модуле «Дестини»

Для экспериментальной отработки операций, выполняемых антропоморфным роботом в чрезвычайных ситуациях, можно использовать технологии виртуальной реальности [2]. Они позволяют отрабатывать операции на виртуальных интерактивных 3D моделях без проведения натурных экспериментов и построения дорогостоящих макетов, осуществлять предварительный отбор необходимых операций, а также проводить тренировки по управлению антропоморфным роботом с помощью видео тренажеров. Кроме того, они могут помочь проектировать антропоморфные роботы с учетом специфики задач, которые необходимо решать в конкретных чрезвычайных ситуациях. На рис. 2 показана виртуальная модель антропоморфного робота «Андронавт SAR-400», содержащая около 300 тысяч полигонов (реальный робот разработан НПО «Андроидная техника» в г. Магнитогорске).

Эта модель позволяет осуществлять повороты во всех звеньях, где допустимы повороты звеньев реального робота. Так как управление производится с помощью экзоскелета в копирующем режиме, то размеры всех звеньев робота должны быть близки к соответствующим размерам человека. Если,

например, длина предплечья робота будет в два раза длиннее длины предплечья оператора, то при повороте предплечья на произвольный угол расстояния, пройденные концами этих предплечий, будут также отличаться в два раза, что затрудняет управление с экзоскелета. То же относится и к углам поворота шарниров, линейным и угловым скоростям и т.д. Допустимые отклонения от этих требований можно установить в процессе тренировок на виртуальных моделях.

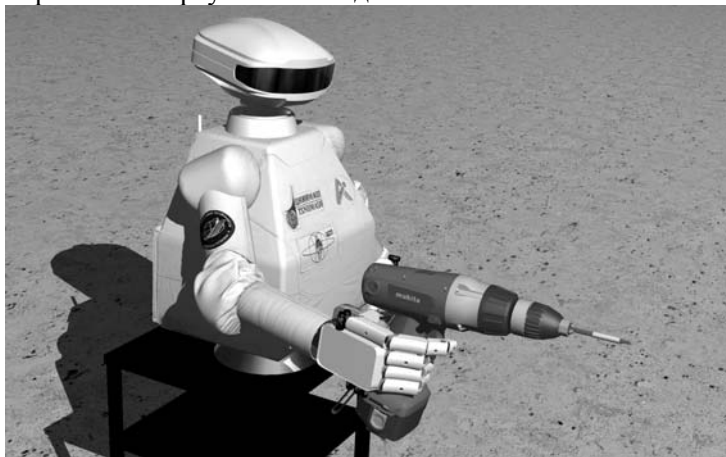


***Рис. 2. Виртуальная модель робота
«Андронавт SAR-400»***

Общая схема работы видео тренажера [3] изображена на рис. 3. Оператор надевает специальный костюм (экзоскелет), который позволяет с высокой точностью отслеживать движения человека. Управляющие сигналы от экзоскелета поступают в систему моделирования динамики, где вычисляются новые углы поворота и координаты отдельных звеньев модели робота. Результирующие координаты и углы передаются в систему визуализации, которая синтезирует на экране монитора (или большом настенном экране) в моно или стерео режиме изображение робота с новыми ориентациями его звеньев, а также окружающую обстановку. Ориентируясь на полученное изображение, оператор выполняет необходимые движения, которые в реальном масштабе времени (т.е. с частотой не менее 25 кадров в секунду) отображаются на экране. Таким образом, у

оператора возникает ощущение непрерывного движения модели робота, повторяющей движения оператора.

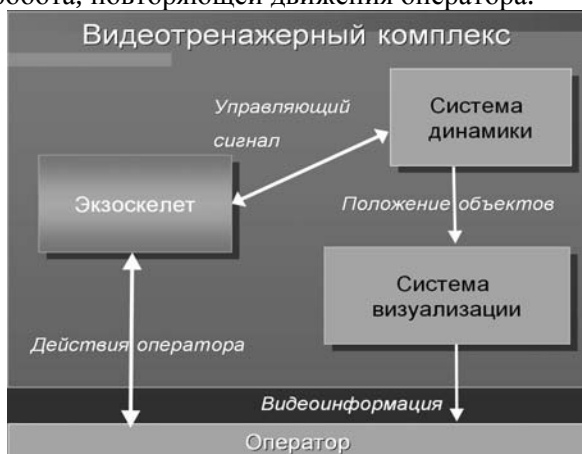


Рис. 3. Структура видео тренажера

На виртуальной модели робота и окружающей обстановки можно проверить выполнимость множества операций еще до создания реального робота. Например, при выполнении операции извлечения некоторого груза (см. рис. 4) можно убедиться, что робот может быть беспрепятственно доставлен к месту расположения груза, его руки способны дотянуться до груза, шарниры позволяют расположить пальцы нужным образом для осуществления захвата и т.д. При работе с пультами управления пальцы робота должны проходить между прутьями защитной решетки органов управления на пульте (см. рис. 5).

Стерео режим позволяет повысить реалистичность процесса. Однако человек определяет расстояние до объекта не только за счет бинокулярного зрения. Используются и другие механизмы, например, степень напряжения глазных мышц при аккомодации и конвергенции глаз. Для повышения контроля можно реализовать в сцене несколько виртуальных камер, позволяющих наблюдать движение модели из разных ракурсов, и выводить одновременно несколько изображений в разные части экрана (многопортовая визуализация).

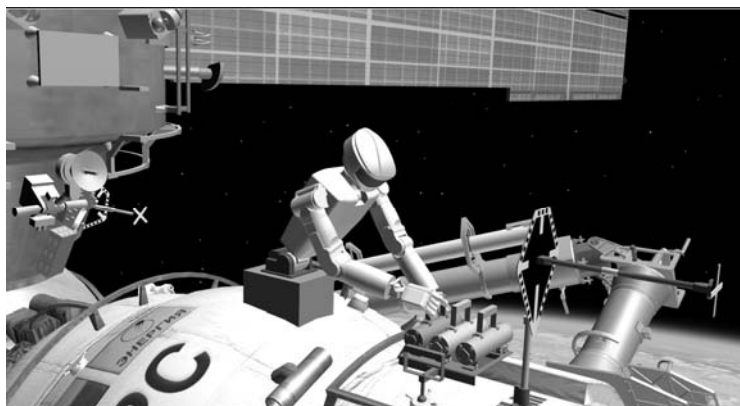


Рис. 4. Извлечение роботом научного прибора «Биориск»

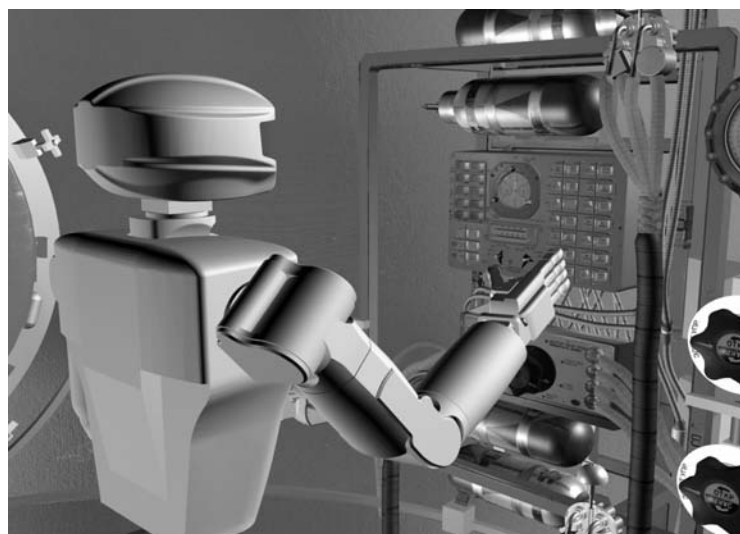


Рис. 5. Работа робота с пультом управления

Если в виртуальной сцене задать инерционные характеристики робота, его звеньев и окружающих объектов (массы, тензоры инерции и т.д.), то можно моделировать реальную динамику работы робота. К ней относятся обработка столкновений частей робота с окружающими объектами (коллизии), захват и манипуляции с объектами, воздействие на

робота другими объектами и т.д. На виртуальной сцене можно моделировать различные повреждения, нештатные ситуации, стратегии выполнения операций и т.д.

Технологии виртуальной реальности также эффективны и для последующей эксплуатации антропоморфных роботов. Примерами являются режимы индуцированной и дополненной виртуальной реальности. Режим индуцированной виртуальной реальности заключается в том, что в процессе работы реального робота в сложной обстановке все параметры его движений (углы поворота звеньев) передаются по телеметрии в масштабе реального времени в виртуальную модель, находящуюся в безопасной зоне. По этим данным виртуальная модель будет в точности повторять движения реального робота. Таким образом, оператор может осуществлять дополнительный визуальный контроль выполняемых операций на виртуальной модели в реальном масштабе времени. При этом ему доступны произвольные ракурсы наблюдения, в том числе и те, которые отсутствуют в реальности. Это позволяет повысить эффективность использования антропоморфного робота при выполнении сложных операций в чрезвычайных ситуациях. В дополненной виртуальной реальности производится совмещение реальной обстановки, наблюдаемой с помощью видеокамер, с виртуальной сценой. Это предоставляет дополнительные возможности контроля действий робота со стороны оператора.

Данная работа выполняется при поддержке РФФИ, грант № 13-07-00708-а.

Литература

1. Богданов А.А., Кутлубаев И.М., Сычков В.Б. Перспективы создания антропоморфных робототехнических систем для работы в космосе. Пилотируемые полеты в космос, ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А.Гагарина», № 1(3), 2012, стр. 78-84.
2. Брагин В.И., Михайлюк М.В. Технологии виртуальной реальности в имитационно-тренажерных комплексах подготовки космонавтов. Пилотируемые полеты в космос, ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А.Гагарина», № 2(7), 2013, стр. 422-432.

3. Михайлюк М.В. Видеотренажерный комплекс для устранения последствий радиоактивного загрязнения окружающей среды. Сб. трудов 11-й Международной научно-практической конференции «Современные информационные технологии управления экологической безопасностью, природопользованием, действиями в чрезвычайных ситуациях», Киев – Харьков – АР Крым, 2012, стр. 75 – 80.

УДК 621-192.3 : 627.132

Прогнозування залишкового ресурсу ґрунтових гідроспоруд на осідання за даними інструментальних спостережень

Д.В. Стефанишин

(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ)

Запропоновано метод прогнозування залишкового ресурсу ґрунтових гідроспоруд на осідання за даними інструментальних спостережень. В якості діагностичного параметра при прогнозуванні залишкового ресурсу використано запас на осідання у вигляді різниці між фактичним і допустимим значеннями відмітки висотного знаку. Прогнозування здійснюється за допомогою експоненціальної моделі.

Ключові слова: *ґрунтові гідроспоруди, гарантований гамма-процентний залишковий ресурс, інструментальні спостереження, модель, осідання, прогнозування*

Прогнозирование остаточного ресурса грунтовых гидросооружений на оседание за данными инструментальных наблюдений

© Д.В. Стефанишин

Предложен метод прогнозирования остаточного ресурса грунтовых гидросооружений на оседание по данным инструментальных наблюдений. В качестве диагностического параметра при прогнозировании остаточного ресурса использован запас на оседание в виде разности между фактическим и допустимым значениями отметки высотного

знака. Прогнозирования осуществляется с помощью экспоненциальной модели.

Prediction of residual life of earth fill dams on subsidence according to data of instrumental observations

© D.V. Stefanyshyn

A method for predicting the residual life of earth dams on subsidence according to instrumental observations is proposed. As a diagnostic parameter in predicting the residual life is used the reserve on soil subsidence as the difference between the actual and allowable values of level of geodesics marks. Prediction is carried by using the exponential model.

Вступні зауваження. Важливе значення для інтегрального контролю стану й експлуатаційної надійності ґрунтових гідроспоруд є контроль осідань – вертикальних переміщень, що розвиваються в часі внаслідок деформацій ґрунтів тіла та основи споруди під впливом навантажень. Інструментальні спостереження за осіданнями й аналіз їхнього розвитку в часі дають цінну інформацію про зміну стану ґрунтової гідроспоруди у процесі її експлуатації, зокрема дозволяють оцінювати відповідність поточних відміток її конструктивних елементів проектним значенням, а також встановлювати й контролювати [1, 2]:

- якість ущільнення ґрунту в тілі споруди при будівництві й ступінь однорідності (або неоднорідності) її тіла по щільності укладання ґрунту;

- роль основи в загальному процесі деформацій ґрунтової гідроспоруди, окремих її конструктивних елементів і ділянок основи;

- вплив на осідання ґрунтової гідроспоруди та її основи короткотривалих і особливих навантажень, таких, наприклад, як сейсмічні та інші динамічні струшування, інтенсивне насичення водою верхової призми при першому наповненні водосховища тощо;

- появу й розвиток прихованих вогнищ суфозії ґрунту в спряженнях з бетонними спорудами, в межуваннях з бортами

каньйону й крутими береговими уступами, у локальних дефектних зонах виробничого характеру;

- утворення наскрізних фільтруючих тріщин і ходів в тілі ґрунтової гідроспороди та в її основі, обумовлених процесами суфозії;

- процеси консолідації глинистих ґрунтів у тілі і основі гідроспороди;

- деформаційні характеристики ґрунту тіла споруди й основи (зокрема, модуль загальної деформації) для перевірки адекватності проектних розрахунків та рішень.

Сучасні підходи до діагностування стану ґрунтових гідроспоруд за осіданнями. В якості основного діагностичного параметру для контролю осідань на ґрунтових гідроспородах зазвичай використовують сумарні (абсолютні), накопичені в процесі експлуатації споруди, осідання висотних знаків (геодезичних марок, ґрунтових марок) (рис. 1) [1, 2].

Обчислюють сумарне осідання S_i i -ї марки від вихідного репера при кожному черговому циклі вимірів як різницю між отриманою відміткою цього знаку $\downarrow GM_{i,t}$ в момент часу t й відміткою $\downarrow GM_{i,0}$, зафіксованою при першому (початковому) циклі спостережень (t_0):

$$S_i = \downarrow GM_{i,t} - \downarrow GM_{i,t_0} . \quad (1)$$

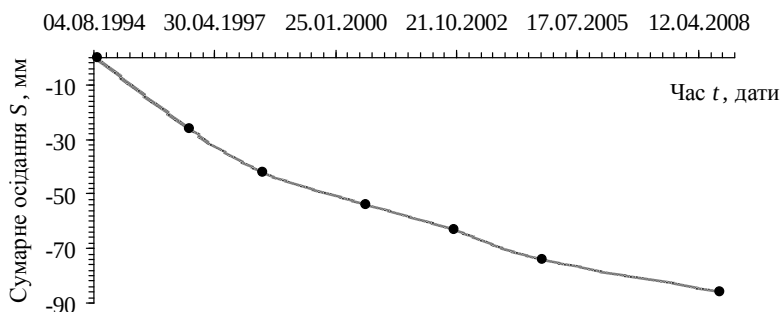


Рис. 1 — Приклад емпіричного графіка залежності від часу величини осідання геодезичної марки, встановленої на гребені ґрунтової греблі

За абсолютними значеннями та характером зміни сумарних осідань у часі оцінюють стан ґрунтової гідроспори. Зокрема, досвід натурних спостережень за осіданнями на ґрунтових гідроспорах дозволяє виділити наступні характерні випадки зміни сумарних осідань у часі: нормальний (або номінальний), аномальний та аварійний, хід розвитку яких з різною швидкістю наближається до передбаченого проектом граничного значення осідань. Нормальний хід розвитку осідань ґрунтової гідроспори та її основи характеризується плавним, затухаючим в часі наближенням сумарних осідань до деякої умовної горизонтальної асимптоти. При цьому графік нормального ходу сумарних осідань за своїм обрисом повинен наближатися до обрису графіка ущільнення ґрунту тіла ґрунтової спори під навантаженням. Порушення номінального ходу осідань (аномалії) можуть викликатися різними причинами: інтенсивним замочуванням ґрунту спори при швидкому наповненні водосховища; набряканням глинистих ґрунтів при їх водонасиченні; проморожуванням ґрунтів; динамічними струсами від вибухів, землетрусів, транспорту тощо. В цілому аномальний хід осідань внаслідок зазначених вище й через інші причини не завжди є ознакою неблагополучної роботи ґрунтової гідроспори та її основи. З припиненням впливу факторів, що порушують нормальний розвиток осідань, подальший процес їх розвитку, зазвичай, здобуває цілком закономірний (номінальний) характер. Аварійний хід осідань тіла ґрунтової спори (гребеня, основи, укосів) характеризується незатухаючим, прискорюваним у часі процесом їх розвитку.

Окрім сумарних осідань в якості діагностичних параметрів контролюють також відносні осідання висотних марок та інтенсивності осідання марок (швидкості протікання осідань).

Відносне осідання $S_{i,\%}$ обчислюється як відношення величини абсолютного осідання i -ї марки до висоти спори під цією маркою, виражене у відсотках:

$$S_{i,\%} = 100 \cdot \frac{S_i}{h_i}, \quad (2)$$

де S_i – абсолютне осідання i -ї марки; h_i – висота гідроспори́ди під i -ю маркою.

Відносні осідання використовують для оцінки однорідності укладання ґрунту в тіло ґрунтової гідроспори́ди в різних її частинах. Нормальний хід розвитку осідань на різних ділянках спори́ди характеризується рівністю відносних осідань.

Інтенсивності осідання марок (осереднені швидкості осідань) на заданому інтервалі часу $[t_{n-1}, t_n]$ (зазвичай, середньомісячні або середньорічні) обчислюються за формулою:

$$u_{S,i} = \frac{S_{i,n} - S_{i,n-1}}{t_n - t_{n-1}}, \quad (3)$$

де $u_{S,i}$ – середнє значення інтенсивності осідання i -ї марки в заданому інтервалі часу; $S_{i,n}$, $S_{i,n-1}$ – осідання обміряні в моменти часу t_n і t_{n-1} , відповідно.

При цьому нормальний хід розвитку осідань характеризується плавністю, монотонним зменшенням приростів (інтенсивності) осідань у часі (від циклу до циклу вимірів).

Критерії надійності ґрунтової гідроспори́ди за осіданнями. Стан ґрунтової гідроспори́ди за осіданнями прийнято оцінювати за даними, накопиченими за весь період спостережень, з врахуванням всіх змін в характері осідань, що мали місце з початку спостережень. Прийнято вважати, що ґрунтова гідроспори́да перебуває у фазі стабілізації деформацій, якщо графік ходу осідання асимптотично наближається до горизонталі, а інтенсивність осідань становить ~ 1 -2 мм/рік. Усталену або зростаючу в часі величину інтенсивності осідань розглядають як ознаку неблагополучного стану ґрунтової гідроспори́ди або її основи [1, 2].

Однак вищенаведені критерії не дозволяють оцінити залишковий ресурс ґрунтової гідроспори́ди за осіданнями. Спори́да в різні моменти експлуатації може мати несправності у вигляді тих чи інших аномалій в ході осідань, але при цьому не

досягати граничного стану, з настанням якого пов'язують вичерпання ресурсу [3].

В той же час інструментальні спостереження за осіданнями дозволяють надійно контролювати характерні відмітки конструктивних елементів ґрунтової гідроспороди (зокрема, відмітки її гребеня, верха протифільтраційного елемента тощо), які в процесі вертикальних деформацій постійно змінюються і для яких можуть встановлюватися проектні допустимі значення, що відповідають проектній надійності споруди (рис. 2).

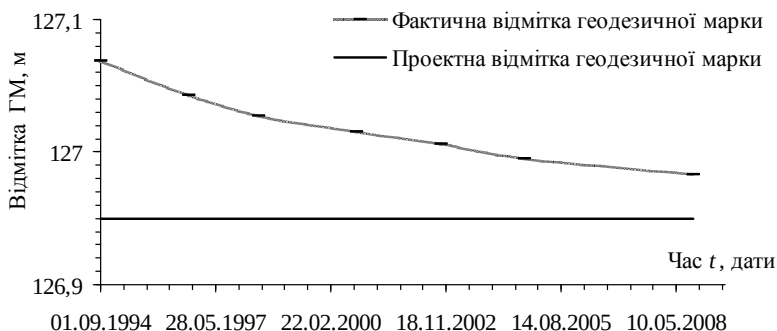


Рис. 2 — Приклад емпіричного графіка зміни в часі фактичної відмітки геодезичної марки (ГМ), що контролює відмітку гребеня ґрунтової греблі

Слід зазначити, що відмітки гребеня, верха протифільтраційного елемента ґрунтової гідроспороди призначаються з метою недопущення при розрахункових сполученнях навантажень, що регламентуються нормами [4], однієї з типових форм аварії на цих спорудах – переливу води через гребінь [5]. Відтак, можна покласти, що для забезпечення заданого (нормативного) рівня надійності ґрунтової гідроспороди за осіданнями в i -й розрахунковій точці фактичне значення відмітки $Z_{est,t}$ її конструктивного елемента (гребеня, верха протифільтраційного елемента) в цій точці в будь-який момент часу $t \in [t_0, t_d]$, протягом призначеного строку експлуатації споруди $T_d = t_d - t_0$, повинне бути не меншим за встановлене проектом допустиме значення $Z_{d,i}$:

$$Z_{est,i,t} \geq Z_{d,i} \text{ або } \downarrow GM_{est,i,t} \geq \downarrow GM_{d,i}, \quad (4)$$

де $\downarrow GM_{est,i,t}$ – фактичне значення відмітки i -ї геодезичної марки в момент часу t ; $\downarrow GM_{d,i}$ – допустиме значення відмітки i -ї геодезичної марки.

Відповідно до критерію (4), в якості деякої умовної горизонтальної асимптоти, до якої має прямувати в процесі осідання значення відповідної відмітки ґрунтової (геодезичної) марки у деякій вимірювальній точці, за умов нормальної роботи ґрунтової гідроспори, може вибиратися проектне значення відмітки геодезичної марки в цій точці.

Прогнозування залишкового ресурсу споруди за критерієм осідання. При моделюванні осідань ґрунтових гідроспоруд в якості діагностичних моделей зазвичай використовуються моделі кінематичного типу, побудовані у вигляді залежностей діагностичного параметра від часу [6]. Кожна з таких моделей є одночасно і еволюційною моделлю діагностичного параметра, оскільки характеризує його зміну в часі. При цьому, з новими даними, кінематичні моделі можуть змінюватися, відбиваючи таким чином загальну еволюцію прогнозних значень відповідного діагностичного параметра.

Хід осідань ґрунтових гідроспоруд і основ в часі у вигляді, показаному на рис. 1, зазвичай, моделюють наступною функцією [2]:

$$S_{i,t} = \frac{t}{b_{0,i} + b_{1,i} \cdot t}, \quad (5)$$

де $b_{0,i}, b_{1,i}$ – невідомі параметри (коефіцієнти) моделі, що встановлюються як коефіцієнти регресії, наприклад, за методом найменших квадратів; $S_{i,t}$ – прогнозне значення осідання в i -й точці на момент часу t .

З точки зору оперативного контролю залишкового ресурсу об'єкта в якості прогнозної моделі бажано використовувати модель, яка безпосередньо відбиває вичерпання його ресурсу в часі. На інтервалах часу, де ресурс не вичерпується, така модель має відображати номінальні (допустимі) стани об'єкта

прогнозування, при яких значення відповідного діагностичного параметра, за допомогою якого кількісно вимірюється ресурс, відповідають чинним нормам згідно з критерієм (4). При наближенні до граничного стану (вичерпання ресурсу) значення цього діагностичного параметра має прямувати до нуля.

Найпростішою в цьому випадку моделлю вичерпання залишкового ресурсу ґрунтової гідроспороди за осіданнями, і яка пропонується нами, може бути кінематична модель на основі експоненціальної залежності (рис. 3):

$$z_{i,t} = \alpha_i \exp(\beta_i \cdot t), \quad (6)$$

де $z_{i,t}$ – діагностичний параметр, який характеризує залишковий ресурс ґрунтової гідроспороди в i -й розрахунковій точці в момент часу t у вигляді запасу на осідання в цій точці: $z_{i,t} \geq 0$; α , β_i – невідомі параметри (коефіцієнти) моделі, що встановлюються як коефіцієнти регресії за методом найменших квадратів.

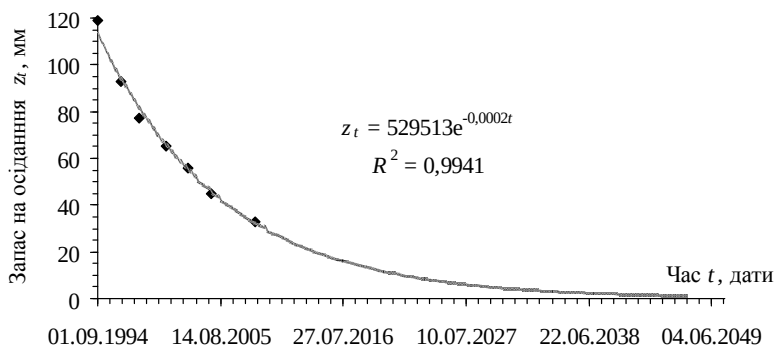


Рис. 3 — Емпіричні значення запасу на осідання геодезичної марки, встановленої на гребені ґрунтової греблі, та їх апроксимація експоненціальною залежністю

Запас на осідання $z_{i,t}$ безпосередньо пов'язується з критерієм надійності (4):

$$z_{i,t} = Z_{est,i,t} - Z_{d,i} \quad \text{або} \quad z_{i,t} = \downarrow \Gamma M_{est,i,t} - \downarrow \Gamma M_{d,i}. \quad (7)$$

При цьому згідно з критерієм (4) в усіх допустимих станах величина $z_{i,t}$ за визначенням не може набувати від'ємних значень: $z_{i,t} \geq 0$, $t \in [t_0, t_L]$, де t_L – момент настання граничного стану за осіданнями в i -й розрахунковій точці, коли $z_{i,t} = 0$. По мірі вичерпання залишкового ресурсу за осіданнями та з наближенням споруди з часом до відповідного граничного стану величина $z_{i,t}$ в i -й вимірювальній точці прямує до нуля: $\lim_{t \rightarrow t_{i,L}} z_{i,t} \rightarrow 0$ (рис. 3).

Модель (6), (7) можна вважати і нормативною моделлю осідання. У відповідності до спостережених даних модель дозволяє прогнозувати гарантований (%) гама-процентний залишковий ресурс споруди за критерієм осідання (4) у вигляді часу напрацювання T_γ , за який споруда не досягатиме нормативного граничного стану з заданою ймовірністю γ , % (рис. 4).

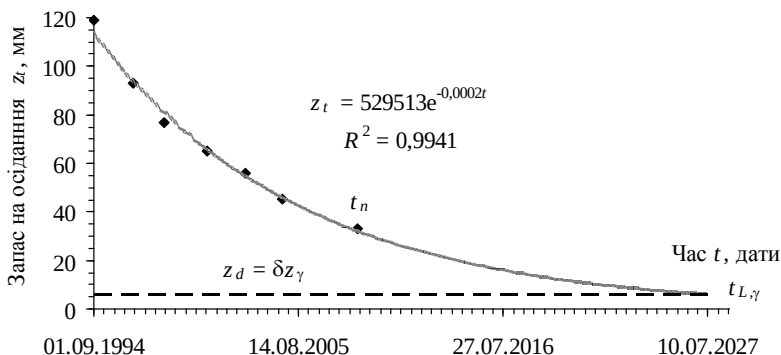


Рис. 4 — Схема до прогнозування гама-процентного залишкового ресурсу ґрунтової гідроспоруди за критерієм осідання

Для оцінки гарантованого гама-процентного залишкового ресурсу встановлюється допустиме значення запасу на осідання геодезичної марки z_d , яке прирівнюється гамма-процентному (ймовірністю γ , %) значенню δz_γ у варіаційному ряді випадкових відхилень $\delta z_t = \hat{z}_t - z_t$, де $\hat{z}_t$, z_t – спостережене (емпіричне) і модельне, обчислене за формулою (6), значення

величини запасу на осідання марки в момент часу t , відповідно. Тоді, згідно зі схемою, наведеною на рис. 4, гарантований гама-процентний залишковий ресурс T_γ ґрунтової гідроспори́ди за критерієм осідання буде рівним часовому інтервалу від останнього циклу спостережень (момент часу t_n) до моменту $t_{L,\gamma}$, коли $z_t = \delta z_\gamma$: $T_\gamma = t_{L,\gamma} - t_n$.

По мірі накопичення нових даних спостережень за осіданнями модель (6), (7) може уточнюватися. Відповідно, в залежності від параметрів моделі, що встановлюються за даними спостережень, можуть також уточнюватися допустиме значення запасу на осідання геодезичної марки і значення залишкового ресурсу споруди на осідання (рис. 5).

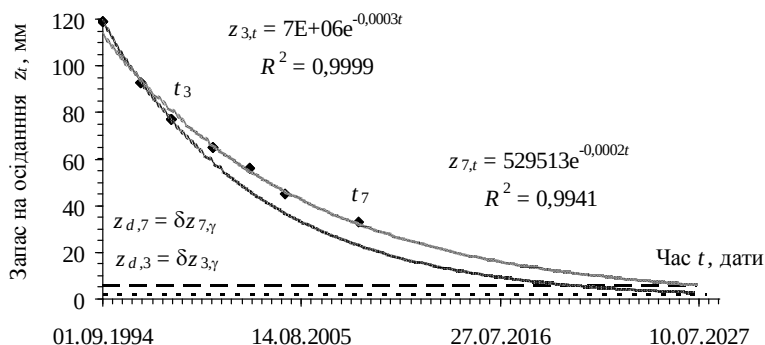


Рис. 5 — Прогнозування гама-процентного залишкового ресурсу ґрунтової гідроспори́ди на осідання за даними різних періодів спостережень (три і сім циклів)

Висновки та рекомендації. Запропоновано оригінальний метод прогнозування гарантованого залишкового ресурсу ґрунтових гідроспори́д на осідання за даними інструментальних спостережень, де в якості діагностичного параметра використано запас на осідання у вигляді різниці між фактичним і допустимим значеннями відмітки висотного знаку. Прогнозування здійснюється за допомогою експоненціальної моделі. При цьому забезпечується оперативність оцінки залишкового ресурсу гідроспори́ди на осідання у відповідності з нормативними критеріями надійності споруди, можливість прогнозування граничного стану та виявлення аномалій в

осіданнях у вигляді відхилень діагностичного параметра від модельної експоненціальної залежності. Прогнозування залишкового ресурсу рекомендується здійснювати за даними інструментальних спостережень осідань марок, за допомогою яких контролюється відмітка гребеня споруди або відмітка протифільтраційного елемента (ядра, екрану, діафрагми тощо). Запропонований метод прогнозування гарантованого залишкового ресурсу ґрунтових гідроспоруд на осідання за даними інструментальних спостережень може використовуватися в аналітичних процедурах аналізу й оцінки стану ґрунтових гідроспоруд у складі автоматизованих систем контролю.

Список використаної літератури

1. Малаханов В.В. Техническая диагностика ґрунтовых плотин / В.В. Малаханов. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 121 с.
2. Рекомендации по проведению натурных наблюдений за осадками ґрунтовых плотин. П 87-2001. – СПб.: ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 2001. – 36 с.
3. Болотин В.В. Ресурс машин и конструкций/ В.В. Болотин. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.
4. ДБН В.2.4-3:2010. Гідротехнічні, енергетичні та меліоративні системи і споруди, підземні гірничі виробки. Гідротехнічні споруди. Основні положення / ДБН В.2.4-3:2010. – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010. – 37 с.
5. Аварии и повреждения больших плотин/ Н.С. Розанов, А.И. Царев, Л.П. Михайлов и др.; Под ред. А.А. Борового. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 126 с.
6. Рекомендации по прогнозированию деформаций сооружений гидроузлов на основе результатов геодезических наблюдений. П 53-90. – Л.: ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. 1991. -52 с.

**Розробка корпоративної системи моніторингових сервісів
сільськогосподарських земель та агроресурсів
з використанням методів дистанційного зондування.**

**Греков Л.Д., **Верюжський Г.Ю., **Медведев О.М.,
**Кузьмін А.В., *Петров О.А.*

*(*ДНВЦ «Природа»; **ТОВ НВП «Агроресурссистеми»,
kuzmin_a_b@ukr.net)*

В результаті зміни форми господарювання в сільськогосподарському виробництві замість колгоспів та радгоспів утворилися великі, середні та малі сільськогосподарські підприємства. Новостворені суб'єкти господарювання в межах асоціації агровиробників районного рівня зацікавлені у створенні та впровадженні корпоративної системи моніторингу земель та аграрних ресурсів з використання космічних засобів спостереження та оперативним доступом до відповідних сервісів через геопортал.

В процесі вивчення потреб агровиробників був сформований перелік найбільш актуальних моніторингових сервісів, зокрема:

- Проведення інвентаризації земельних ресурсів (полів) для кожного господарства, уточнення контуру та площі полів.
- Розрахунок найбільш поширених вегетаційних індексів для кожного поля господарства протягом вегетаційного періоду (3-4 рази) та їх інтерпретація;
- Проведення статистичного аналізу розподілу вегетаційних індексів в межах кожного окремого поля, виділення зон неоднорідності на полі та формування карти неоднорідності;
- Здійснення польових досліджень (разом з агрономом господарства) з метою встановлення причин виникнення неоднорідності розподілу зеленої біомаси, проведення фотодокументування з координатною прив'язкою фотознімку;
- Аналіз ґрунтових різниць за даними багатоспектральних супутникових даних, виділення та картографування ґрунтово однорідних зон для полів вільних від рослинності;

- Виявлення та картографування зон водної ерозії та вітрової дефляції;
- Формування оптимальних за точністю та ціною карт відбору ґрунтових проб з використанням карт ґрунтових неоднорідностей;
- Оцінка реальних посівних площ для основних сільськогосподарських культур для кожного поля на рівні адміністративного району;
- Використання експертних методів та даних космічного моніторингу для оцінки стану агресурсів та раннього прогнозування врожайності на тестових полях та екстраполяції отриманої інформації на всю сукупність полів;
- Проведення контрольних вимірювань врожайності на тестових полях для кожної культури та інтерполяція результатів для кожного поля.
- Оцінка виносу поживних речовин з кожного поля та підрахунок потреб в мінеральних добривах та засобах захисту рослин на наступний аграрний рік.
- Надання актуальної інформації про кліматичні характеристики аграрної території за даними метеостанцій (середньодобові температури, сумарні осадки, гідротермічний коефіцієнти та інші).

Ці та низка інших актуальних задач дають змогу стверджувати, що інформаційна модель корпоративної системи агромоніторингу повинна інтегрувати в єдине ціле різноманітні тематичні характеристики сільгоспземель та агресурсів, які збираються та використовуються окремими господарюючими суб'єктами. Зокрема модель передбачає наявність:

- векторної картографічної основи території;
- картографічної моделі сільськогосподарських угідь;
- Усіх доступних даних дистанційного зондування землі та результати їх обробки (придбаних або наявних у вільному доступі) ;
 - ✓ оцінка посівних площ сільгоспкультур;
 - ✓ оцінка стану посівів;
 - ✓ оцінка врожайності;

✓ оцінка стану ґрунтів та ризику виникнення негативних явищ;

• Паспорт поля.

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

Геоінформаційне забезпечення прогнозування наслідків зливових паводків в Карпатах

**Корбутяк В.М., **Стефанишина-Гаврилюк Ю.Д.,*

***Стефанишин Д.В.*

*(* Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне; ** Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ;
dvstefanyshyn@yahoo.com)*

Вступ. Найбільш небезпечні за наслідками повені в Україні пов'язуються з дощовими та тало-дощовими зливовими паводками, що формуються на гірських річках в Українських Карпатах. Зливові паводки в Карпатах є характерним елементом гідрологічного режиму місцевих рік – звичайними

для цієї території природними явищами. Вони повторюються майже щорічно, інколи по кілька разів на рік, а через кожні 10-15 років охоплюють значні території, завдаючи природі і народному господарству та населенню значних втрат [1].

Прогнозування наслідків зливових паводків з використанням геоінформаційних технологій передбачає використання базових та профільних наборів геопросторових даних. Базові набори геоданих являють собою загально-географічні та інші просторові дані, які є основою для координатної прив'язки та інтегрування усіх інших просторових і непросторових (атрибутивних, тематичних) даних, містять цифрові моделі геодезичної основи, рельєфу, об'єктів гідрографії, транспортних мереж, адміністративно-територіального устрою, населених пунктів, будівель та споруд, об'єктів землекористування, рослинного покриву, банк даних географічних назв, вулиць та адрес, базу аерофото - та космічних зображень, ортофотопланів та фото карт тощо [2]. До профільного набору даних слід віднести дані, що характеризують поточну гідрометеорологічну, гідрологічну та геоморфологічну ситуацію.

Обґрунтування складу мінімального набору геопросторових даних. Формування й перебіг катастрофічного зливого паводку – це багатофакторний процес, який є результатом поєднання сприятливих для цього умов, що складаються як на водозборі, так і безпосередньо в руслі ріки. Крім метеорологічних факторів (інтенсивність, тривалість, шар зливових опадів, площа зрошення тощо) на формування катастрофічного зливого паводку впливають особливості водозбору і річки (величина площі водозбору, його форма, ступінь і характер залісненості, зарегульованість і довжина водотоку, його ухил, кількість наносів, характер долини, морфологія русла ріки та ін.). Детальне врахування всіх факторів, які впливають на формування максимальної зливної витрати, хід рівнів води, розвиток руслових деформацій неможливе навіть у випадку окремого річкового басейну. Це змушує розглядати процес формування зливого стоку дещо схематично і йти на спрощення, при яких в цілому лише

вирішальні фактори можуть враховуватися з достатньою для практики точністю.

На рис. 1 наведена структурна модель формування й перебігу зливових паводків в Українських Карпатах, де показані типові набори параметрів, необхідні для прогнозування їх наслідків. Вплив антропогенної діяльності в руслах річок та на водозборах відображається або на розмірах русел, або на водозатримуючих характеристиках сточищ. Виділено два характерні блоки даних, що характеризують процеси на водозборі та в руслі ріки: блок процесу «*Відведення води, транспорт наносів*», що містить параметри, які дають можливість оцінити умови руху хвилі паводку та розвитку руслових деформацій, та блок процесу «*Транспортування води та продуктів ерозії гідрографічною мережею*», що узагальнює місцеві особливості водозбору, особливості волого- і теплообміну між підстильною поверхнею і атмосферою, вплив експозиції, крутизни та затінення схилів гірськими хребтами на розподіл кліматичних чинників та ін.

В моделі враховується, що різні типи руслового процесу забезпечують різні можливості русла пристосовуватись до змін фізико-географічних та антропогенних умов.

Це відбувається шляхом формування різних поперечних профілів та через зміну шорсткості русла – як за рахунок зміни його звивистості, формування донних гряд, так і за рахунок сортування донних наносів із зміною їх середньозваженого діаметру $d_{сер}$. Гідроморфологічні співвідношення відображають результат взаємодії потоку і русла. Основне із них – відношення ширини потоку b до його середньої глибини $h_{сер}$. Це відношення може змінюватися, оскільки русловий процес є дискретний, нестационарний. Тому відношення $b/h_{сер}$ приймається як певна осереднена величина. Потік та змінне русло розглядаються як дві частини єдиної фізичної системи, взаємодія яких здійснюється за принципом зворотного зв'язку потік-русло.

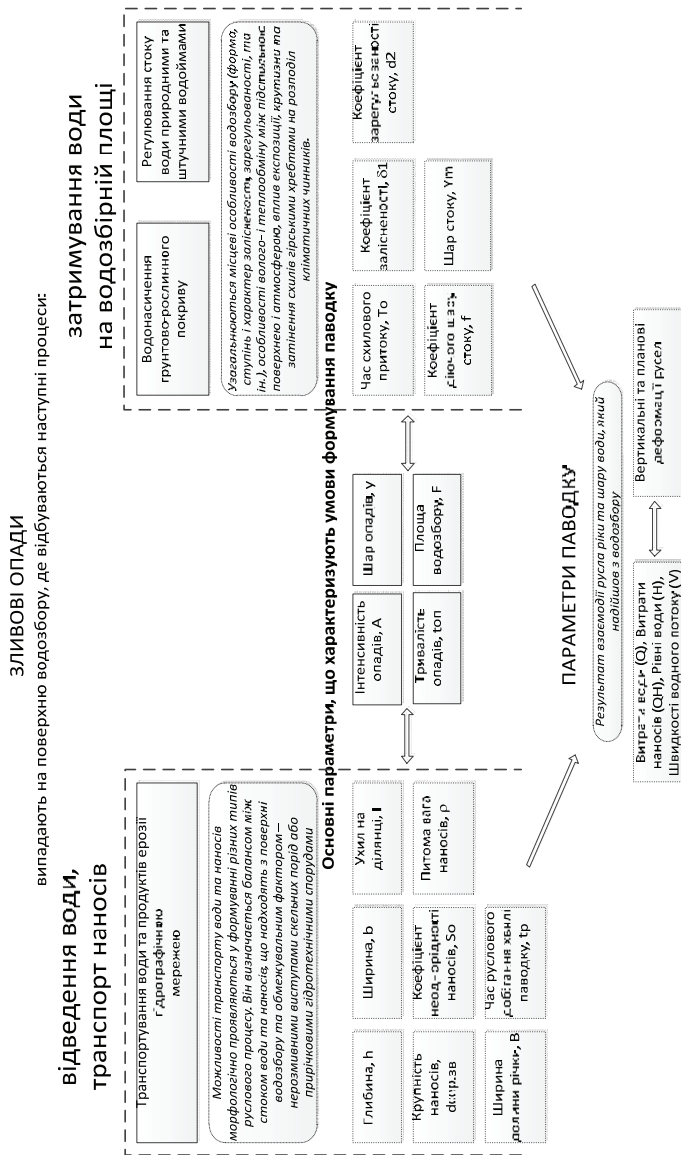


Рис. 1. Структурна модель формування й перебігу зливових паводків

Пропускна здатність русел, швидкість поширення паводкової хвилі визначаються гідравлічним опором, який залежить від гранулометричного складу наносів, відносної шорсткості ($h/d_{\text{сеп}}$), руслових форм, обрису долини річки.

Названі фактори змінюються по довжині річки, формуючи при певному поєднанні різні типи русел [3], яким відповідає різна транспортуюча, а, отже, і пропускна здатність.

Склад гідрологічного блоку. Одним із основних елементів гідрологічного блоку є модель рельєфу, яку можна сформулювати за даними радарного знімання SRTM, виконаного у 2000 р. на замовлення Геологічної служби США. Знімки знаходяться у відкритому доступі на сайті <http://dds.cr.usgs.gov> цієї установи. Їх основні параметри наступні:

- просторова роздільність – 3 кутові секунди (для широт Карпат це близько 60 м);

- розмірність 1201x1201 пікселі – радіометрична роздільність знімків 16 біт;

- лінійна абсолютна похибка по висоті до 16 м.

Дані поширюються у глобальній системі WGS-1984. В загальному, їх просторова точність еквівалентна топографічним картам 1:100 000.

Після корекції знімків формується їх мозаїка, що дає можливість виконувати просторовий аналіз рельєфу території Українських Карпат – визначати середні відмітки поверхні Землі, створювати моделі акумулювання стоку, будувати полігони, що відповідають водозбірним басейнам із заданим порядком водотоків. Для формування шару пунктів спостережень за стоком води можна використати дані з 148 пунктів, з яких 54 – гідрологічні пости I розряду. Ділянки натурних спостережень за русловими мезоформами та гранулометрією наносів показані на рис. 2.

Однак всі наявні гідрологічні пункти спостережень за стоком рік Українських Карпат не охоплюють у достатній кількості притоки менших порядків, на яких, здебільшого, і формуються основні об'єми зливогого стоку. Тому для оцінки розрахункових параметрів зливогого стоку (шарів, рівнів, витрат води) зазвичай використовуються різного роду регіональні формули.

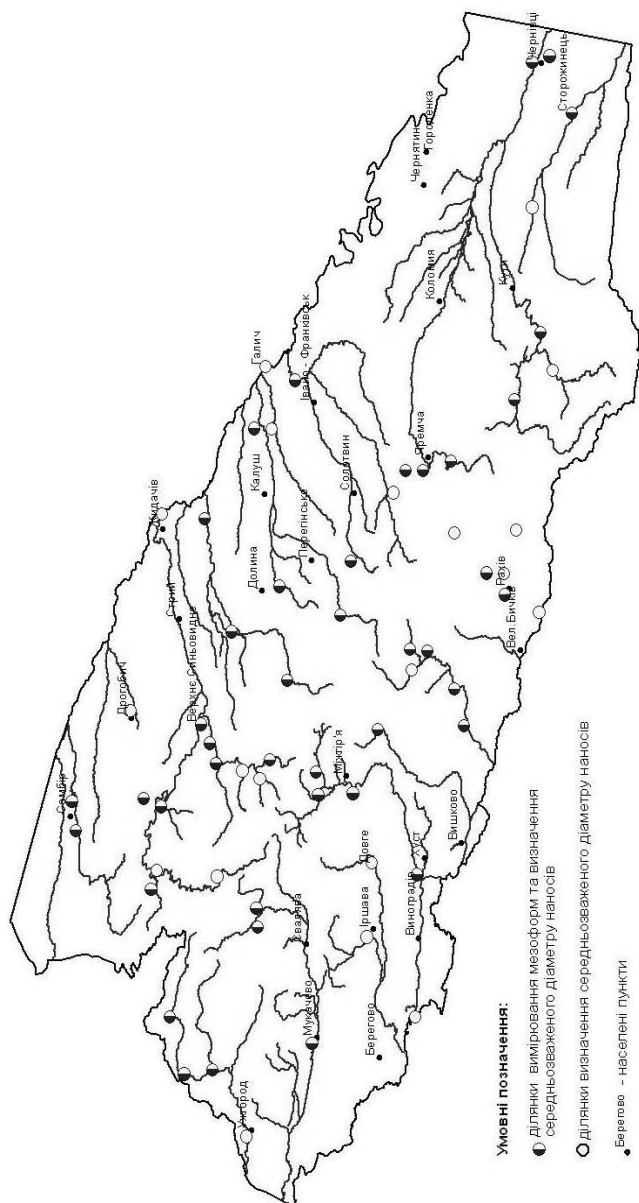


Рис. 2. Ділянки натурних досліджень за русловими мезоформами та гранулометричним складом наносів на річках Українських Карпат

Звідси особливого значення набуває визначення й корегування основних параметрів цих залежностей, зокрема поділ території на водозбірні басейни й уточнення площ водозборів на основі географічного опрацювання даних радарного зондування.

Підготовка даних радарного знімання до гідрологічного аналізу. Отримані радарні знімки перекласифіковуються та зводяться в один набір растрів. Перекласифікація необхідна для візуалізації особливостей рельєфу і налаштування кроку гіпсометричної шкали рельєфу. Мозаїка растрів об'єднує окремі знімки в один набір. Все це є необхідним етапом для аналізу водозбірних площ, територія яких належить кільком знімкам. На рис. 3 показано створення мозаїки растрів та наведено приклади вихідних та зведених растрів. Мозаїка растрів приводить різні знімки до однієї класифікаційної шкали та склеює сусідні знімки по крайніх пікселях, які дублюються.

Наступним кроком є виправлення пікселів растру, для яких не збережено значень висоти й автоматично прописано атрибут *NoData*. Причинами цього можуть бути складний рельєф, особливості підстильної поверхні. Ділянки території із відсутніми даними на знімках відображаються білим кольором. Наявність таких ділянок не дає можливості моделювати лінії току та ускладнює виконання гідрологічного аналізу рельєфу, метою якого є виокремлення водозбірних територій із заданим порогом чутливості для річок різних порядків. Для корекції растру використовуються команди *Fill* та *Con* додатку ArcGIS Spatial Analyst. Команда *Con(IsNull([raster]), 0, [raster])* виконується у вікні калькулятора растрів. Спочатку наведений вираз присвоює ділянкам із *NoData* значення висоти рівне 0 м. Далі команда заповнення *Fill* приводить растрове поле до більш однорідного виду.

Виокремлення водозборів для річок різних порядків здійснюється шляхом моделювання елементарних напрямків ліній току за напрямками найбільшої крутизни для кожної комірки. Похідною буде модель акумулювання стоку, в якій інтенсивність ліній відображає порядок русел і залежить від кількості попередньо включених ліній акумулювання стоку.

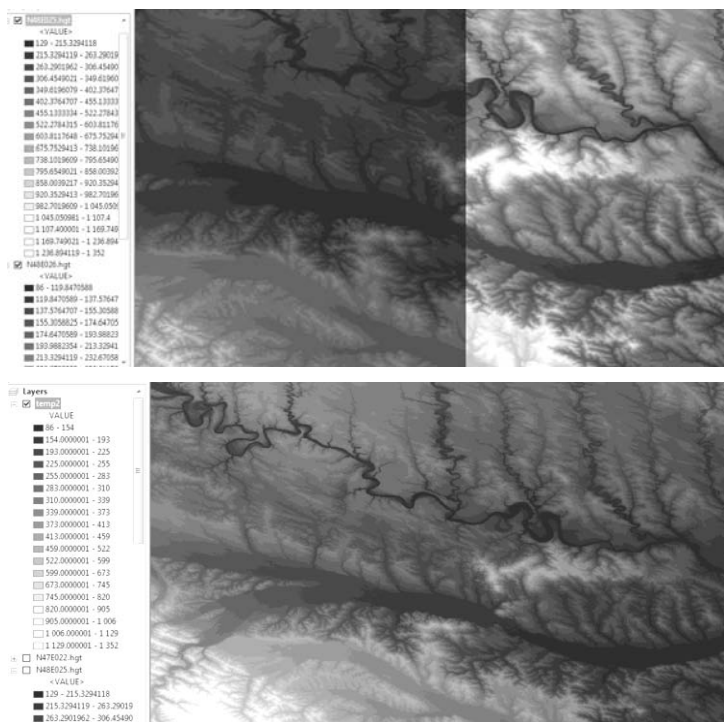


Рис. 3. Створення мозаїки растрів

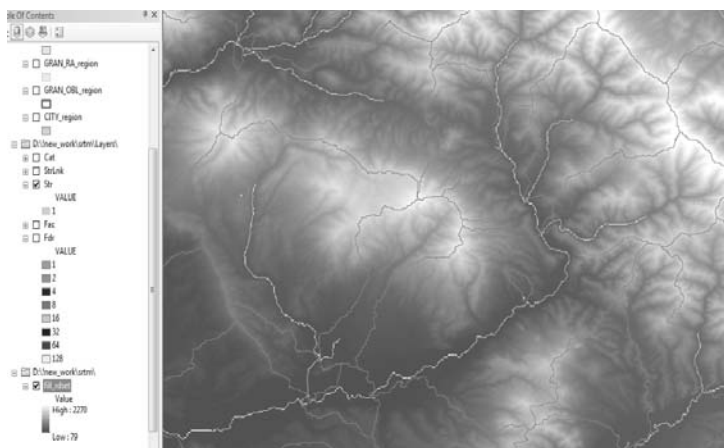


Рис. 4. Встановлені водозбірні площі

Далі здійснюється відбір русел за допомогою інструменту Stream Definition. Поріг чутливості (кількість пікселів, якими має бути представлений водозбір, що відбирається) визначає кількість елементарних сточищ. Після поділу отриманої гідрографічної мережі на безприточні ділянки будуються полігональні об'єкти, які відповідають водозбірним територіям (рис. 4), які є основою для наступного просторового гідрологічного аналізу й прогнозування наслідків паводку.

Література

1. Сусідко М.М. Районування території України за ступенем гідрологічної небезпеки/ М.М. Сусідко, О.І. Лук'янець// Наук. праці УкрНДГМІ. Вип. 253. – 2004. – С. 196-204.
2. Карпінський Ю.О. Стратегія формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні/ Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко. Геодезія, картографія, кадастр. – К.: НДІГК, 2006. – 108 с.
3. Корбутяк В.М. Гідроморфологічні аспекти пропуску паводкових витрат води гірськими руслами /В.М. Корбутяк// Вісник НУВГП. – Рівне: Вип. 3(39). Ч 2. – 2007. С. 92–101.

Влияние особенностей структуры эмали зубов на результаты ретроспективной ЭПР дозиметрии

**В.В. Радчук, **А.Б. Брик*

*(*Институт телекоммуникаций и глобального информационного пространства НАН Украины, Киев, valentyn.radchuk@gmail.com; **Институт геохимии, минералогии и рудообразования им.Н.П.Семененко НАН Украины, Киев, abrik@voliacable.com)*

Известно, что реконструкция дозы облучения, которую человек получил в прошлом, может быть выполнена с помощью электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) эмали зубов. Однако особенности структуры эмали зубов существенно влияют на достоверность результатов ретроспективной дозиметрии, основанной на ЭПР эмали зубов. Эмаль зубов является наиболее высокоминерализованной

тканью организма человека. Минеральная компонента эмали зубов представлена в основном нанокристаллами гидроксиапатита, которые погружены в органическую матрицу [1]. Хотя минеральная компонента составляет примерно 96% веса эмали, свойства нанокристаллов определяются в основном органической матрицей. Эмаль зубов можно рассматривать как единую минерально-органическую нано-ассоциированную систему [2]. В этой системе благодаря фибриллярным свойствам органической матрицы ориентация нанокристаллов гидроксиапатита является не хаотической [3]. Соответственно эмаль представляет собой текстурированную биологическую ткань. Хотя текстурирование эмали может быть зафиксировано разными методами, количественные методы определения степени текстурирования эмали в настоящее время не разработаны. Кроме того, влияние различных внешних и внутренних факторов (в частности, заболевания зубов кариесом) на текстурирование эмали тоже не изучены.

Эмаль зубов, как известно, широко используется для реконструкции дозовых нагрузок, которые человек получил в прошлом [4, 5]. В ретроспективной дозиметрии эмали зубов, реконструкцию дозовых нагрузок производят с помощью электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) [4, 5]. При этом методом ЭПР определяют количество CO_2^- радикалов, которые продуцируются в эмали радиационным облучением. Для реконструкции дозовых нагрузок, как правило, используют порошкообразные образцы эмали. Известно, что в спектрах ЭПР порошкообразных образцов информация об анизотропии исследуемых объектов теряется. Однако при регистрации сигналов ЭПР от пластинок эмали, можно определять анизотропные характеристики эмали. Кроме того, на основании ЭПР данных об анизотропии эмали можно оценить влияние кариеса на внутреннюю структуру этой биологической ткани. Это открывает новые возможности для разработки новых подходов в ЭПР дозиметрии, позволяющих повысить достоверность результатов, связанных с реконструкцией доз.

Исследованные зубы были получены в Научном центре радиационной медицины в г. Киеве. Регистрация спектров ЭПР проводилась с помощью спектрометра ERS-231 (Германия), который работает в трехсантиметровом диапазоне длин волн. Для описания эффектов анизотропии эмали нами использована природная система координат, связанная с положением зуба в организме человека [3]. В этой системе координат нами введены вертикальная (v), горизонтальная (h) и перпендикулярная (p) оси, которые взаимно перпендикулярны между собой. При этом ось p перпендикулярна к поверхности зуба [3].

При вращении пластинок эмали зубов в магнитном поле форма сигналов ЭПР, обусловленных радикалами CO_2^- , существенно изменяется. Изменения формы сигналов ЭПР связаны с тем, что эмаль зубов является текстурированной биологической тканью. Факторы, которые приводят к анизотропии сигналов ЭПР, связаны со следующим. Нанокристаллы гидроксилапатита, которые формируют минеральную компоненту эмали, ориентированы в основном вдоль оси p введенной нами природной системы координат. Соответственно, оптическая ось с нанокристаллов гидроксилапатита (которая является кристаллографической осью шестого порядка) тоже оказывается ориентированной в основном вдоль оси p природной системы координат. Анизотропия сигналов ЭПР от CO_2^- радикалов в эмали может быть охарактеризована тензором спектроскопического расщепления (g -тензором). Этот тензор содержит две компоненты $g_{\parallel}$ и $g_{\perp}$. При этом параллельной к перпендикулярной компоненте g -тензора приближенно можно приписать значения $g_{\parallel} = 1.9973 \pm 0.0005$ и $g_{\perp} = 2.0020 \pm 0.0005$ [6]. Интенсивности пиков сигнала ЭПР, которые соответствуют этим компонентам g -тензора, обозначим как $I_{\parallel}$ и $I_{\perp}$. Интенсивности этих пиков характеризуют количество нанокристаллов гидроксилапатита, ориентированных вдоль и перпендикулярно вектору индукции магнитного поля $\mathbf{B}$. Главная ось g -тензора (которая совпадает с компонентой $g_{\parallel}$) для CO_2^- радикалов ориентирована вдоль направления кислорода

– кислород и, кроме того, совпадает с оптической осью с нанокристаллов гидроксиапатита.

Введем два коэффициента анизотропии, которые характеризуют форму сигналов ЭПР, обусловленных CO_2^- радикалами в эмали зубов, для разных ориентаций эмали по отношению к вектору магнитного поля $\mathbf{B}$

$$K_1 = I_{\perp, h} / I_{\parallel, h}, \quad (1)$$

$$K_2 = I_{\perp, p} / I_{\parallel, p}. \quad (2)$$

В формулах (1, 2) значения $I_{\perp, h}$ и $I_{\parallel, h}$ соответствуют перпендикулярной и параллельной компонентам сигнала ЭПР при ориентации $\mathbf{B} \parallel h$, а величины $I_{\perp, p}$ и $I_{\parallel, p}$ соответствуют аналогичным компонентам при ориентации $\mathbf{B} \parallel p$. Типичные значения коэффициентов K_1 и K_2 для пластинок эмали зубов, которые не поражены кариесом, оказываются примерно равными: $K_1 = 3.3 \pm 0.2$ и $K_2 = 1.1 \pm 0.2$. При поражении зубов кариесом величина коэффициента анизотропии K_1 уменьшается, а коэффициента наоборот K_2 увеличивается. Это связано с тем фактом, что при заболеваниях кариесом ориентация нанокристаллов становится более хаотической и соответственно преимущественная ориентация нанокристаллов вдоль оси p природной системы координат становится менее выраженной. Таким образом, определяя экспериментально значения коэффициентов анизотропии K_1 и K_2 , можно количественно судить о степени текстурирования эмали зубов. Отметим, что для порошкообразных образцов отношение интенсивностей пиков $I_{\perp}$ и $I_{\parallel}$ не зависит от ориентации образца в магнитном поле и, как правило, оказывается примерно равным 2.0 ± 0.2 . Отметим, что на соотношение пиков $I_{\perp}$ и $I_{\parallel}$ как в пластинках эмали, так и порошкообразных образцах, влияет степень насыщения сигналов ЭПР, а также вклад в регистрируемые сигналы других парамагнитных центров не связанных с CO_2^- радикалами. Однако это влияние, как правило, не велико.

При реконструкции доз, как правило, предполагают, что радикалы CO_2^- являются стабильными и, соответственно, предполагают, что количество CO_2^- радикалов

пропорционально дозе облучения. Вместе с тем, при заболеваниях зубов кариесом вопрос о стабильности CO_2^- радикалов является дискуссионным [3, 6]. Соответственно, возникает необходимость в разработке методов, которые, при заболеваниях зубов кариесом, могли бы объективно судить о пригодности эмали зубов для реконструкции дозовых нагрузок человека.

Нами установлено, что при заболеваниях зубов кариесом степень текстурирования и коэффициенты анизотропии эмали изменяются. Процессы, связанные с кариесом, могут изменять зарядовое состояние парамагнитных радикалов CO_2^- и переводить их в не парамагнитное состояние, а также изменять количество карбонатного вещества в эмали. Таким образом, при заболеваниях зубов кариесом предположение о стабильности CO_2^- радикалов является не обоснованным. Кроме того, радиационная чувствительность эмали под влиянием кариеса может изменяться. Перечисленные факторы могут существенно влиять на достоверность результатов, полученных с помощью ЭПР дозиметрии эмали зубов. Соответственно, для повышения достоверности результатов ретроспективной дозиметрии необходимо оценивать степень влияния кариеса на структуру и свойства образцов, используемых для реконструкции доз. Измерение коэффициентов анизотропии позволяет оценить степень уменьшения текстурирования эмали и оценить пригодность конкретных образцов эмали для реконструкции дозовых нагрузок человека. Приведенные выше результаты показывают, что введенные нами коэффициенты анизотропии, определяемые с помощью ЭПР, позволяют количественно характеризовать степень текстурирования эмали. Поскольку ориентация CO_2^- радикалов, имеющих анизотропный g – тензор, связана с ориентацией нанокристаллов гидроксиапатита, то по интенсивности сигналов ЭПР, которые соответствуют разным компонентам g – тензора, можно определять соотношение количества нанокристаллов, которые ориентированны вдоль и перпендикулярно магнитному полю.

С помощью разработанных нами подходов оказывается возможным изучать изменения текстурирования эмали под

влиянием разных факторов, в том числе под влиянием заболевания зубов кариесом. Изменения степени текстурирования эмали при заболеваниях зубов кариесом обусловлены изменениями свойств нанокристаллов гидроксиапатита и органической матрицы эмали. Первичные причины, которые ведут к возникновению кариеса и соответственно к изменению свойств эмали, могут быть связаны с изменениями, как в минеральной, так и в органической компоненте эмали. Отметим, что описанные в данной статье результаты, кроме ретроспективной дозиметрии, могут быть использованы для изучения механизмов возникновения кариеса, а также для разработки способов профилактики этого заболевания.

Литература

1. Кораго А. А. Введение в биоминерологию. СПб.: Недра, 1992. 280 с.
2. Brik A.B., Brik V.B. Mechanisms of diffusion in biominerals and bone demineralization during space flights // *Mineralogical Journal*, 1998, V.20, No 5, P. 46-61.
3. Радчук В.В., Брик А.Б., Клименко А.П., Щербина О.И. Анизотропия сигналов ЭПР в биогенном апатите эмали зубов и проблемы ретроспективной дозиметрии // *Минералогический журнал*. 2008, Т. 30, № 1, С.41 – 47.
4. Ikeya M. New applications of electron paramagnetic resonance: dating, dosimetry and microscopy. Singapore: World Sci., 1993. 500 p.
5. Use of electron paramagnetic resonance with tooth enamel for retrospective dose assessment. TECDOC-1331. Vienna: IAEA, 2002. 57 p.
6. Радчук В.В., Брик А.Б. Свойства нативных и радиационно-стимулированных радикалов в эмали зубов и проблемы ретроспективной дозиметрии // *Минералогический журнал*. 2006, Т. 26, № 4, С. 21 – 31.

**Оцінка збільшення паводкових витрат води по басейну
р. Дністер в розрізі багаторічних гідрометеоспостережень.**

**Цікало О. В., **Волошкіна О. С., *Яковлев Є. О.*

*(*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного
простору НАН України, **Київський національний університет
будівництва і архітектури)*

Багаторічні спостереження за змінами температури в басейнах окремих річок говорять про її стійке підвищення[1]. Дані з гідрометеорологічних постів, що знаходяться на річці Дністер за період в 54 роки, показали, що температура повітря не лише зросла за цей проміжок часу, але й має тенденцію до підвищення у майбутньому.

Так за цей період середньорічна температура повітря по посту «Ямпіль» збільшилась більше, ніж на 1° С. Це призвело до зростання водо-енерго обміну у системі «приземна атмосфера- земна поверхня» та підвищення кількості опадів і, як наслідок, збільшення частоти катастрофічних повеней. Середньорічні витрати води річки Дністер за аналогічний період зросли всередньому на 20 м³/с (до 11%). Такі зміни клімату носять глобальний характер і тягнуть за собою катастрофічні зміни режиму поверхневого стоку (збільшення висоти і частоти повеней, площ затоплення і підтоплення) та руйнівні наслідки для інженерних споруд.

На нижченаведених графіках показані зміни температури повітря, кількості опадів і зміна середньорічних витрат води річки Дністер по посту спостереження «Ямпіль».

Збільшення максимальних паводкових витрат при відсутності всіх необхідних даних спостереження до даного часу зазвичай підраховувати за відомими формулами Д. Л. Соколовського[2].

Так, максимальні паводкові витрати рекомендується обраховувати за наступною формулою:

$$Q_{\max 1} = \frac{kApF}{\sqrt{F}} \varepsilon \lambda, \quad (1)$$

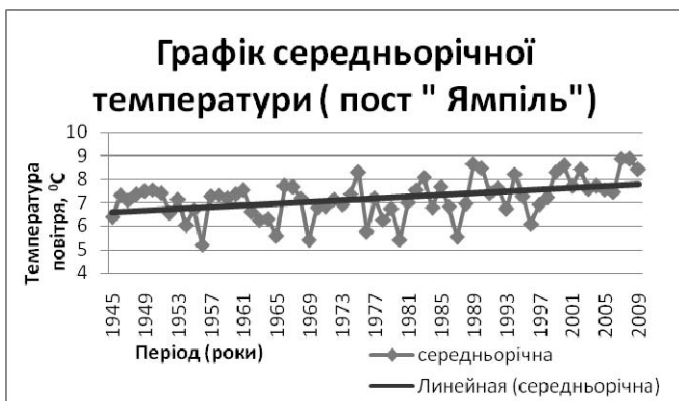


Рис. 1. Середньорічна температура повітря в басейні р. Дністер, $^{\circ}\text{C}$.



Рис.2. Середньорічна кількість опадів в басейні р. Дністер, мм



Рис.3. Середньорічні витрати води р. Дністер, $\text{м}^3/\text{с}$

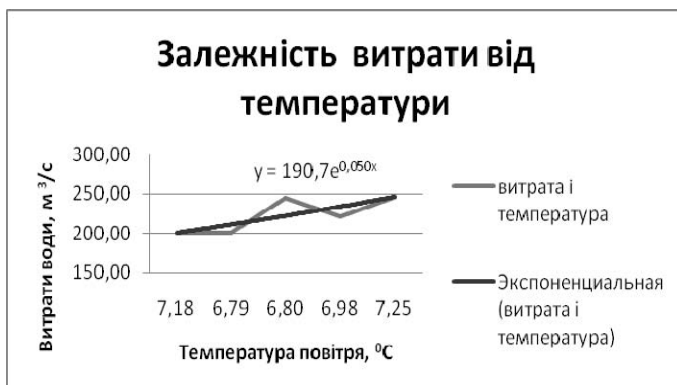


Рис.4. Графік залежності трендових показників витрати води і температури повітря, р. Дністер

де $k=0,278$ - коефіцієнт переходу від стоку до максимальних витрат; $F=52600 \text{ км}^2$ – площа басейну р. Дністер до посту «Ямпіль»; $A_p = 2$ – змінний параметр, визначається по таблицям [2]; $\varepsilon = 1 - 0,60 \lg(\delta + 0,20\beta + 1)$ – коефіцієнт, що враховує озерність і заболоченість; $\delta=0,5 \%$ - озерність р. Дністер; $\beta=1,5 \%$ - заболоченість р. Дністер; $\lambda = 1 - v(\gamma - \gamma_1)$ – коефіцієнт редукції, враховує лісистість, $\lambda=0,1$; $Q_{\max 1}=163,57 \text{ м}^3/\text{с}$

Підрахунки за даною формулою свідчать, що вона дає дещо занижені результати, порівняно з середньорічними витратами останніх років (див. рис. 3). Останнє може бути пов'язане, на перший погляд, із зростанням підземної складової річкового стоку, так як відбувається регіональне підвищення рівня ґрунтових вод і зростання площ підтоплення земель.

В той же час максимальні дощові витрати також можна обрахувати за формулою Соколовського:

$$Q_{\max 2} = \frac{0,28 P \eta F}{t} \varphi \delta \mu + Q_{\text{гр}}, \quad (2)$$

де $P=S(60/T)^{1/3}$ – кількість опадів за розрахунковий період часу T ; $P = 4,88 \text{ мм}$; $\eta = 2$ – коефіцієнт стоку, визначається за

таблицями [2]; $\varphi = \frac{12}{4 + 3\gamma}$ - коефіцієнт форми гідрографа, $\varphi = 0,75$; $\delta = 1 - 0,8 \lg(1 + \delta_0 + 0,2\beta_0)$ – коефіцієнт, що враховує

озерність і заболоченості, $\delta=0,796$; $\mu=0,1$ і є функцією глибини заповнення пойми, площі водного русла та об'єму паводка;

$W=1000P\eta F$ – об'єм паводка, $W = 21557378 \text{ м}^3$; $Q_{\text{гр}} = \frac{M\sigma F}{1000}$ – витрата ґрунтового живлення, приймається наближено, $Q_{\text{гр}} = 216,3 \text{ м}^3/\text{с}$.

Отже, максимальні дощові витрати будуть становити: $Q_{\text{max2}} = 270,31 \text{ м}^3/\text{с}$

Але наведені формули не враховують в повній мірі антропогенні зміни ландшафтів та гідрологічної структури русла і притоків внаслідок впливу гідротехнічного будівництва (багаточисленні ставки, ділянки видобутку будматеріалів, захисні дамби тощо) за останні роки, які кількісно вплинули на об'єм стоку з території басейну, атакож вирубка лісів, забудова пойми, збільшення проценту зарегульованості. На притоках річки розташовані промислові гіганти, такі як Дрогобицький та Надвірнянський нафтопереробні заводи, Стебницький калійний комбінат, Калуський «Хлорвініл», Жидачівський целюлозно-паперовий комбінат тощо. Ці зміни можна врахувати за допомогою методики розрахунку поверхневого стоку з використанням даних дистанційного зондування Землі, яка запропонована Г. Я. Красовським, щодо [3]

Додаткове підняття рівня над розрахунковим в створі, що розглядається, відбувається внаслідок збільшення кількості атмосферних опадів та глобального потепління. Визначення величини цього підняття, з метою попередження можливих надзвичайних ситуацій, відбувається шляхом інтегрування диференційного рівняння нерівномірного руху в умовах природного водотоку.

На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Обробка статистичних даних гідрометеорологічних спостережень за багаторічний період показала значні зміни температури повітря, кількості опадів і, як наслідок, підвищення витрат води по посту, що розглядався.

2. Підвищення вірогідності прогнозу стоку р. Дністер можливе лише за умов врахування техногенних змін

екологічних і гідрологічних параметрів його басейну (знесення, зміни профілю русла внаслідок прибережності забудови, видобутку донних відкладів, розташування міні-ГЕС тощо).

3. Розробка нових та удосконалення існуючих методик для оцінки та прогнозу стоку в басейні, що розглядається у зв'язку з підвищенням середньорічної температури та антропогенних перетворень ландшафтів є першочерговою задачею для попередження проходження катастрофічних повеней на р.Дністер.

Література

1. О.С.Волошкіна, О.В.Цікало Оцінка впливу глобальних змін клімату на кількість та нерівномірність випадіння опадів у Карпатському регіоні //Екологічна безпека та природокористування.Зб.наук.праць - К.,2012. –вип.11.– С.62-67
2. А.А. Лучшева. Практическая гидрология – Л:Гидрометеиздат, -1976. – 439с.
3. Большаков В., Константинов Ю., Попов В., Даденков В., под об.ред. В.А. Большакова .- Киев: Вища школа, 1977. - 279 с.

Картографічні моделі якості поверхневих вод басейну ріки Сіверський Донець з використанням рекомендацій Водної Рамкової Директиви ЄС

Анпілова Є.С.

(ІТГП НАН України, anpilova@ukr.net)

Видатною подією в історії водної політики Європейського Союзу стала прийнята Європейським парламентом 23 жовтня 2000 року Водна Рамкова Директива (2000/60/ЄС)

Управління водними ресурсами вимагає підходу, що об'єднує аспекти різних сфер природничих наук, соціально-економічних факторів та залучення зацікавлених сторін. Водна Рамкова Директива (ВРД) регламентує використання інноваційного підходу управління водними ресурсами на основі річкових басейнів. Головною метою ВРД є досягнення

задовільного (доброго) стану вод, приймаючи до уваги її кількість та якість.

Основними вимогами ВРД щодо захисту усіх видів вод є:

забезпечення запобіжних заходів щодо недопущення подальшого погіршення, прийняття захисних мір для покращення стану водних об'єктів;

сприяння поступовому зменшенню скидів небезпечних речовин у воду;

забезпечення участі громадськості, включаючи водокористувачів, у складанні та поновленні планів управління річковим басейном;

сприяння відтворювальному використанню води;

сприяти зменшенню наслідків від паводків та посухи. [1,2]

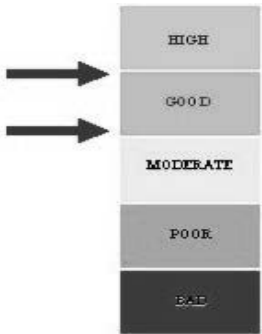
Директива визначає річковий басейн в якості основної природної одиниці в області охорони водного річкового середовища. [1,2] Інформація щодо річкового басейну повинна бути доступною для включення в географічну інформаційну систему (ГІС). ГІС мають необхідний інструментальний для зберігання, пошуку та аналізу різних типів даних для управління природними ресурсами. Крім того, слід відмітити можливість ГІС спростувати роботу з систематичної обробки даних.

ВРД також надає рекомендації щодо подання державами результатів моніторингу для району річкового басейну, яка ілюструє класифікацію екологічного стану для кожного водного об'єкту, розфарбовану відповідно до колірного кодування (таблиця 1).

Нижче розглянемо картографічні моделі якості поверхневих вод транскордонної р. Сіверський Донець, з дотримання вимог ВРД, щодо відображення класифікації екологічного стану водного об'єкту.

Аналіз вивченості екологічного стану басейну р. Сіверський Донець за показниками хімічного складу, як одного з найбільш техногенно-навантажених регіонів, свідчить про стійкі незворотні зміни в якісному та кількісному складі поверхневих вод басейну.

Таблиця 1.

	Класифікація екологічного стану колірне кодування Відмінний / Блакитний Добрий / Зелений Задовільний/ Жовтий Поганий /Оранжевий Дуже поганий/Червоний

Вихідними даними для побудови бази геоданих водокористувачів та водних ресурсів були дані з форм державної статистичної звітності № 2–ТП (водгосп) Держводгоспу України та дані гідрохімічних щорічників Гідрометеорологічної служби України.

На основі баз геоданих побудовано карту з локалізацією постів Держгідромету та карту локалізації підприємств, що звітуються за формою № 2–ТП (водгосп) в межах басейну р. Сіверського Дінця.

Окрім статистичних даних для оцінки стану поверхневих вод у басейні р. Сіверський Донець були використані і космічні знімки. Результати дешифрування космічних знімків інтегровані у базу геоданих факторів впливу на клас якості води басейну р. Сіверський Донець, що була підключена у ГІС, та проведений комплексний просторовий аналіз за базами класів якості басейну річки.

Оцінку якості поверхневих вод здійснено згідно Методики з розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України. [3] Враховуючи переваги цієї методики з однієї сторони та потужні можливості сучасного інструментарію ГІС технологій з іншої сторони, отримана можливість автоматизувати процес розрахунку якості води.

Для доповнення картографічної моделі виконано розрахунки антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України у середовищі ГІС-пакету ArcGIS.

Отримано класи якості води в кожному з пунктів спостереження (рис. 1).

Отримані результати дозволяють оцінити стан водного об'єкту тільки в місцях відбору проб. В умовах постійного скорочення кількості пунктів спостереження та періодичності відбору проб складно оцінити та прийняти рішення. Тому бажано знати рівень забруднення в будь-якій точці басейну річки. Вирішити цю проблему дозволяє детальний аналіз із застосуванням ГІС-технологій.



Рис 1. Екологічна класифікація якості поверхневих вод р. Сіверський Донець по пунктах Держгидромету України за 2003 р.

За допомогою модуля Geostatistical Analyst, проведено геостатистичний аналіз, в результаті якого була отримана інтерполяційна поверхня рівня забруднення басейну (рис.2).

Отримані результати відображені на картографічних моделях з дотриманням рекомендованого ВРД ЄС колірного кодування.

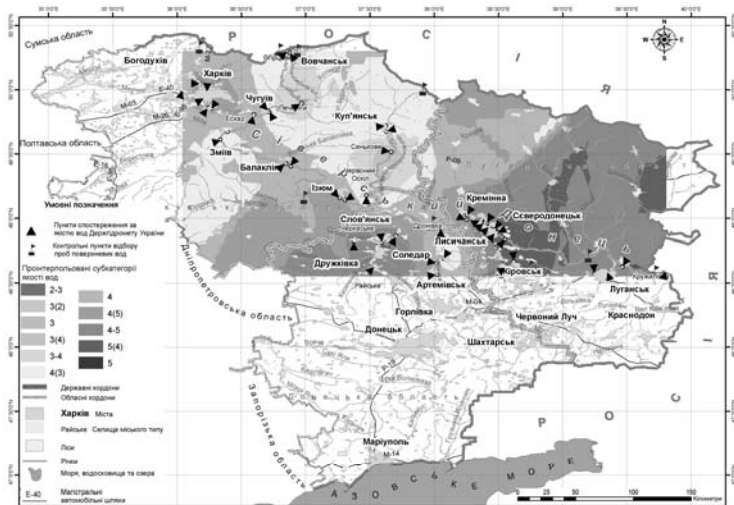


Рис. 2. Карта інтерпольованих значень рівня забруднення басейну р. Сіверський Донець.

Таким чином, картографічні моделі якості поверхневих вод річкового басейну Сіверського Дінця, можна розглядати як приклад наближеності українського водного законодавства до законодавства ЄС.

Оскільки на сьогодні питання адаптації законодавства України до законодавства ЄС залишається нагальним, зазначені вище картографічні моделі можуть слугувати прикладом для побудови інших аналогічних моделей басейнів річок України.

Літературні джерела

1. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy // Official Journal of the European Communities - Official Journal L 327. 22.12.2000. – 72 pp.
2. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС Основні терміни та їх визначення EU Water Framework Directive 2000/60/EC Definitions of Main Terms – Електрон. Дані. - К.: 2006. – Режим доступу: <http://www.dbuvr.od.ua/documents/vrdua.pdf> (дата звернення 05.08.2013). - Назва з екрана

3. Методика по розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України / УНДІВЕР, 2-ге видання перепоблене та доповнене. – К.: Полімед, 2007. – 71с.

**Методика получения оценки изменений экологического
состояния озера Сиваш по данным ДЗЗ**

*Савинская А.А., Бутенко О.С., Березина С.И.
(Национальный аэрокосмический университет им.
Н.Е. Жуковского «ХАИ»)*

Озеро Сиваш является уникальной экологической системой, равновесие которой поддерживается стабильностью гидрологического и гидрохимического режимов [1]. Но в последнее время из-за наблюдающейся тенденции использования ресурсов озера химическими предприятиями и загрязнения отходами производства, а также чрезмерным выловом рыбы различными структурами и частными лицами, она претерпела значительные изменения. Наиболее существенные изменения связаны с опреснением водоема. Одной из основных причин является интенсификация орошаемого земледелия и выброс большого количества минеральных удобрений и пестицидов. Вследствие этого значительная часть организмов, которые были адаптированы к высокой солености, оказались не приспособлены к новым экологическим условиям. В целом проблемы, обусловленным изменением экологического состояния озера Сиваш можно охарактеризовать как проблемы, вызванные изменением гидрологического режима, загрязнение поверхностных и подземных вод и эвтрофикация водоемов. Следствием влияния группы факторов, характеризующих первую проблему, есть два главных эффекта, это - поднятие уровня грунтовых вод и появление большого числа небольших пресноводных водоемов [1]. Загрязнение вод озера происходит преимущественно за счет пестицидов и ядохимикатов, применяемых в сельском хозяйстве, особенно при выращивании риса, а также за счет бытовых и промышленных стоков. В свою очередь

эвтрофикация водоемов приводит к «цветению» и заболачиванию водоема [1].

Развитие индустрии отдыха, а также воздействие иных антропогенных факторов также внесло свою лепту в негативные изменения экологического состояния озера и природных прибрежных экосистем Присивашья и привело к трансформации наземных экосистем [1].

Учитывая сложившуюся ситуацию относительно экологической обстановки озера Сиваш, особо остро ставится проблема оперативного получения данных об уровне минерализации. Глубокий анализ данных мониторинга позволит своевременно принимать решения о предупреждении негативных последствий, вызванных изменением экологического состояния исследуемой территории.

Как известно, процесс получения данных контактных исследований о состоянии какого-либо объекта достаточно дорогостоящий и длительный [2]. Выводы о текущем состоянии объекта, сделанные только на основе данных дистанционных аэрокосмических исследований, как правило, не позволяют достигнуть желаемой точности. В этом случае для анализа наиболее целесообразным представляется комплексирование разнородных разновременных данных, что позволит повысить информативность априорной информации.

В статье показан пример комплексного анализа статистических данных и данных ДЗЗ за временной период с 2008г. по 2011г.

Для проведения мониторинга изменений уровня минерализации озера Сиваш за анализируемый временной ряд на основе космоснимков рассматривались изменения площади «засоленных» участков [3]. Для определения количественной характеристики изменения площади анализировалось количество пикселей, которые окрашены в желтый цвет, принятый на снимке за «соль» (светлый тон на рис. 1).

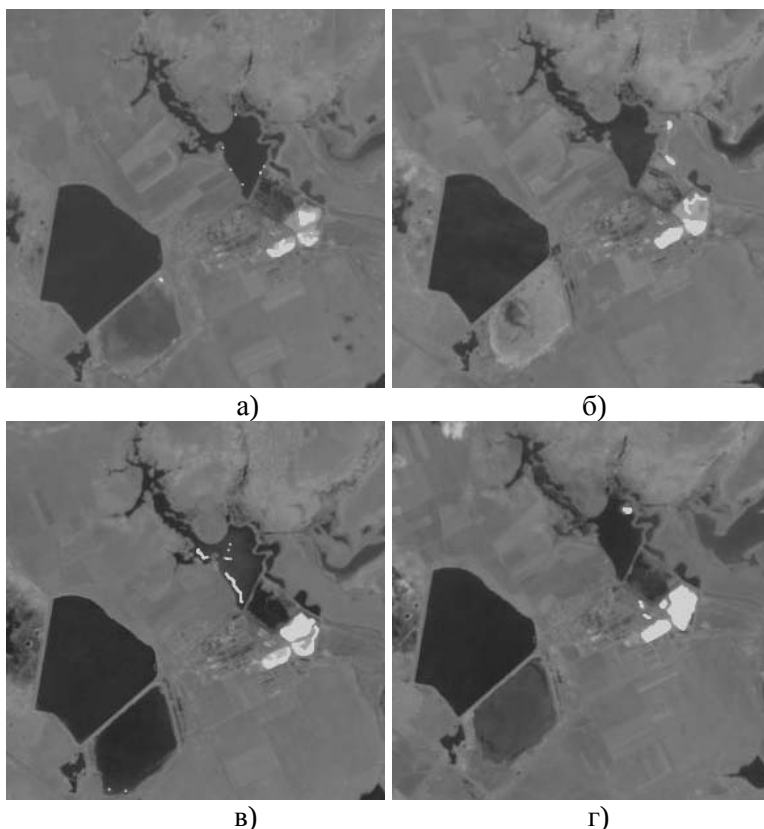


Рисунок 1 – «Засоленные» участки окрашены желтым цветом (светлый тон) за период: а) 2008 г., б) 2009 г., в) 2010 г., г) 2011 г.

Результаты, проведенных вычислений количества «соленых» пикселей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Статистика количества пикселей «соли» за 2008 – 2011 гг.

Год	2008	2009	2010	2011
Количество пикселей	186	198	333	358

На основе представленных в таблице 1 данных был построен график изменения площади «засоленных» участков озера Сиваш за временной ряд 2008 -2011 года (рис.2).



Рисунок 2 - График изменения уровня минерализации озера Сиваш

Для получения комплексной оценки экологического состояния бассейна озера Сиваш проводился совместный анализ данных контактных наблюдений и дистанционного зондирования Земли [4]. Анализ проводился по следующей методике. Методом «исторической аналогии» определялись параметры наибольшего влияния на изменение уровня минерализации, а затем на основе экспертных оценок определялись коэффициенты для каждого из основных параметров, непосредственно влияющих изменение концентрации солености. В результате полученных количественных оценок о площади «засоленных» участков и результатов анализа статистических данных вводились шкалы соответствия по степени влияния каждого параметра на уровень солености. При этом были приняты следующие обозначения:

- средняя температура – t ;
- количество осадков – Os ;
- ветер (направление + скорость) – $V=N+S$;
- влажность – VI ;
- время года (сезон + подземные воды) – $Vg = Sez*Wod$;

3) вводились шкалы соответствия по степени влияния каждого параметра на уровень солености:

- средняя температура – $k(t)$: $k(t)=0 - \min$, $k(t)=0,5 - \minmax$, $k(t)=1 - \max$, $k(t)>=>>$ уровень солености;
- количество осадков – $k(Os)$: $k(Os)=0 - \min$; $k(Os)=0,5 - \minmax$, $k(t)=1 - \max$, $1- k(Os)>=>>$ уровень солености;

- ветер (направление + скорость) – $k(V)=k(N)+k(S)$:
 $k(N)=0$ (С, СВ) – min, $k(N)=0,5$ (Ю, ЮЗ) – max; $k(S)=0$ – min,
 $k(S)=1$ – max; $k(V)=>>$ уровень солености;
- влажность – $k(VI)$: $k(VI)=0$ – min; $k(VI)=1$ – max; $1-k(VI)=>>$ уровень солености;
- время года – $k(Vg)$: $k(Vg)=k(Sez)*k(Wod)$; $k(Sez)=0$
(зима) – min, $k(Sez)=1$ (лето) – max; $k(Wod)=0$ (зима) – min,
 $k(Wod)=1$ (весна) – max;

Для определения итоговой оценки, характеризующей степень концентрации соли за весь временной ряд была получена следующая аналитическая зависимость: определения по каждому снимку:

$$K_{\Sigma} = \sum_{j=1}^n K_{soli}^j = \sum_{j=1}^n [k(t) \pm (1 - k(Os)) \pm k(V) \pm (1 - k(VI))] \times k(V_g) \cdot V_{Spic}$$

где S_{pic} – количество пикселей, представленных в таблице 1.

Рассмотренные в статье основные моменты методики получения комплексной оценки определения уровня минерализации озера Сиваш показывают целесообразность ее использования для формирования вектора параметров при прогнозировании дальнейших изменений площади анализируемых участков местности в условиях неполного набора априорных данных и вызванной этим неопределенности. Такой подход позволяет повысить оперативность принятия решений о предупреждении негативных последствий в результате изменения уровня концентрации солевых отложений [4].

Список литературы

1. Марушевский Г. Б., Костюшин В. А., Сιοхин В. Д. Сиваш: природа и люди. – Киев: Черноморская программа Ветландс Интернешнл, 2005. – 80 с.
2. Бондур В.Г. Мониторинг и прогнозирование природных катастроф / В.Г. Бондур, В.Ф. Крапивин, В.П. Савиных. — М.: Научный мир, 2009. — 696 с.
3. Сайт: <http://earthexplorer.usgs.gov>.

4. Бутенко О.С. Сценарий альтернатив развития изменения состояния аномальных экологических объектов при комплексном воздействии возмущений /О.С. Бутенко // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. научн. трудов Нац. аэрокосм. ун-та «ХАИ». — Вып. 46. — Х.: 2010. — С. 225 — 237.

Математические модели для вязких слоистых течений

Черний Д.И.

(Институт телекоммуникаций и глобального информационного пространства НАН Украины; Киевский национальный университет им. Т.Г.Шевченко, Украина)

Сформулированы новые постановки задач определяющие модели для вязких слоистых течений параллельных плоскости. Новые аналитические решения получаются интегрированием уравнений Навье-Стокса и методом разделения переменных.

Течения вязкой несжимаемой жидкости описываются уравнениями Навье-Стокса:

$$\frac{\partial \vec{V}}{\partial t} + (\vec{V} \nabla) \vec{V} = -\frac{\nabla p}{\rho} + \vec{F} + \frac{\mu}{\rho} \Delta \vec{V} \quad (1)$$

$$\nabla \vec{V} = 0, \quad (2)$$

При рассмотрении вязких слоистых нестационарных течений параллельных плоскости OXY , компонента скорости W вдоль оси OZ (перпендикулярная плоскости OXY) обычно полагается равной нулю: $w(x, y, z, t) \equiv 0$.

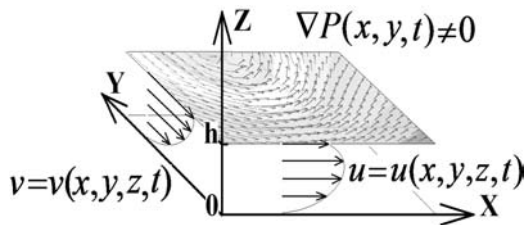


Рис.1

Предполагается, что для консервативного поля внешних сил существует $U = U(x, y, z)$ такая, что $\vec{F} = \nabla U$. Также, предполагается, что при любых z и t существует непрерывно дифференцируемая функция $\varphi = \varphi(x, y, z, t)$ такая, что для компонент скорости $u(x, y, z, t)$ и $v(x, y, z, t)$ справедливо:

$$u(x, y, z, t) = \frac{\partial}{\partial x} \varphi(x, y, z, t), \quad v(x, y, z, t) = \frac{\partial}{\partial y} \varphi(x, y, z, t). \quad (3)$$

В этом случае для уравнения Навье-Стокса (1), с учетом уравнения неразрывности (2) получается интегральное представление в виде:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} \varphi(x, y, z, t) + \frac{1}{2} \left(\left(\frac{\partial}{\partial x} \varphi(x, y, z, t) \right)^2 + \left(\frac{\partial}{\partial y} \varphi(x, y, z, t) \right)^2 \right) + \\ + \frac{P(x, y, t)}{\rho} - \frac{\mu}{\rho} \frac{\partial^2}{\partial z^2} \varphi(x, y, z, t) = q(z, t) \end{aligned} \quad (4)$$

Представление (4) может быть использовано для постановки начально-краевой задачи относительно функции $\varphi = \varphi(x, y, z, t)$ (например, модели течения со свободной границей):

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = \frac{\mu}{\rho} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} - \left\{ \frac{1}{2} \left(\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y} \right)^2 \right) + \frac{P(x, y, t)}{\rho} - q(z, t) \right\} \quad (5)$$

С краевыми условиями (при $z = 0; h$):

$$\varphi(x, y, 0, t) = \Phi_0(x, y, t), \quad (6)$$

$$\varphi(x, y, h, t) = \Phi_h(x, y, t), \quad (7)$$

И с начальными условиями, при $t = 0$:

$$\varphi(x, y, z, 0) = \Phi(x, y, z). \quad (8)$$

Так, после дифференцирования по пространственным координатам $\nabla_{xy} = \left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y} \right)$, решение (4) может быть использовано и для постановки начально-краевой задачи для функции скорости $\vec{V}(x, y, z, t) = \left(\frac{\partial}{\partial x} \varphi(x, y, z, t), \frac{\partial}{\partial y} \varphi(x, y, z, t), 0 \right)$, что более физично:

$$\frac{\partial \vec{V}}{\partial t} = \frac{\mu}{\rho} \frac{\partial^2 \vec{V}}{\partial z^2} - \nabla_{xy} \left\{ \frac{1}{2} \left(\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y} \right)^2 \right) + \frac{P(x, y, t)}{\rho} - q(z, t) \right\} \quad (9)$$

С краевыми условиями (при $z = 0; h$):

$$(u, v)|_{z=0} = \nabla_{xy} \varphi(x, y, 0, t) = V_0(x, y, t), \quad (10)$$

$$(u, v)|_{z=h} = \nabla_{xy} \varphi(x, y, h, t) = \vec{V}_h(x, y, t), \quad (11)$$

и с начальными условиями, при $t = 0$:

$$\vec{V}(x, y, z, 0) = \vec{V}(x, y, z). \quad (12)$$

Если предположить, что выражение в скобках, присутствующее в (5) и (9) соответствует константе интеграла Бернулли (которая определяется для каждого слоя, зависящего только от переменной z и не зависит от переменных x и y), то задача (9)-(12) существенно упрощается:

$$\frac{\partial \vec{V}}{\partial t} = \frac{\mu}{\rho} \frac{\partial^2 \vec{V}}{\partial z^2} \quad (13)$$

С краевыми условиями (при $z = 0; h$):

$$(u, v)|_{z=0} = \nabla_{xy} \varphi(x, y, 0, t) = V_0(x, y, t), \quad (14)$$

$$(u, v)|_{z=h} = \nabla_{xy} \varphi(x, y, h, t) = \vec{V}_h(x, y, t), \quad (15)$$

и с начальными условиями, при $t = 0$:

$$\vec{V}(x, y, z, 0) = \vec{V}(x, y, z). \quad (16)$$

Если рассматривать переменные x и y , как параметры, то аналитические решения задач (5)-(8),(9)-(12),(13)-(16) в переменных (z, t) , определяющие изменение φ и $\vec{V}$ по z в зависимости от времени t получается классическим методом разделения переменных (методом Фурье).

ЛИТЕРАТУРА

1. Седов Л.И. Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики. – М.: Наука, 1981.–448с.
2. Stanislav A. Dovgiy, Dmytro I. Cherniy A Circulation Flow in Sea Strait Simulation// Тези науково-практичної конференції «Комп'ютерна гідромеханіка», м. Київ, 30 вересня - 01 жовтня 2008р., Інститут гідромеханіки НАН України, с.20-21.
3. Cherniy D.I., Dovgiy S.A. The vortex model of circulation flow in sea channel // “150 Year of Vortex Dynamics”, IUTAM Symposium, Lyngby & Copenhagen, Denmark Technical University, Oktober 12-16, 2008.
4. Довгий С.А., Черний Д.И. Вихревые модели циркуляционных течений в проливах. // VIII Международная школа-семинар “МОДЕЛИ И МЕТОДЫ АЭРОДИНАМИКИ” посвященная 90-летию Центрального аэрогидродинамического института имени профессора Н.Е. Жуковского (Крым-Евпатория, 4-13 июня 2008), Москва «МЦНМО» 2008, с.53-54.
5. Черний Д.И. Аналитические решения для вязких слоистых течений. // Труды XVI Международного симпозиума «Методы дискретных особенностей в задачах математической физики» МДОЗМФ-2013, Харьков-Херсон, 10-15 июня 2013, с.386-388.

Моделювання та аналіз гіпотетичних сценаріїв двох нетипових аварій на гідроенергетичних об'єктах

К.Г. Романчук

(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ)

Виконано імовірнісне моделювання та аналіз двох нетипових аварій, одна з яких відбулася на ГАЕС Таум Саук в США, штат Міссурі, в 2005 р., інша – на Саяно-Шушенській ГЕС в 2009 р. в Росії, перебіг яких супроводжувався відмовами автоматичних засобів контролю та регулювання, оснащених сучасною комп'ютерною технікою. Встановлено критичне значення ймовірності відмови систем автоматичного регулювання, при збільшенні якого вплив цих засобів на ймовірність розвитку подібних аварій починає стрімко зростати.

Ключові слова: аварія, автоматичні засоби контролю та регулювання, апріорна ймовірність, апостеріорна ймовірність, гідроенергетичний об'єкт, гіпотетичний сценарій, ймовірність відмови, повна група подій, система, теорема Байєса

Modeling and analysis of hypothetical scenarios of two untypical accidents occurred at hydropower plants

© K.G. Romanchuk

Probabilistic modeling and analysis of two accidents caused by failures of automatic techniques has been realized. The first accident occurred at the Taum Sauk pumped storage plant at 2005 in USA, Missouri, the second was the Sayano-Shushenskaya hydroelectric power station accident occurred at 2009 in Russia. The critical value of failure probability of automatic techniques when probabilities of accidents like these begin to arise has been obtained.

Моделирование и анализ гипотетических сценариев двух нетипичных аварий на гидроэнергетических объектах

© К.Г. Романчук

Осуществлено вероятностное моделирование и анализ аварии, происшедшей на ГАЭС Таум Саук в США, штат

Миссури, в 2005 г., и аварии на Саяно-Шушенской ГЭС в 2009 г. в России, связанных с отказами автоматических средств контроля и регулирования, оснащенных современной компьютерной техникой. Установлено критическое значение вероятности отказа систем автоматического регулирования, при увеличении которого влияние этих средств на вероятность подобных аварий начинает стремительно возрастать.

Вступ. За останнє десятиліття на гідроенергетичних об'єктах сталися дві серйозні аварії, які можна назвати нетиповими, оскільки, в минулому, подібні аварії ще не траплялися. Перебіг цих аварій супроводжувався відмовами автоматичних засобів контролю та регулювання, оснащених сучасною комп'ютерною технікою.

Одна з аварій відбулася 14 грудня 2005 р. на гідроакумуючій гідроелектростанції (ГАЕС) Таум Саук (Taum Sauk, штат Міссурі, США). Було встановлено, що причиною руйнування дамби огороження верхового басейну ГАЕС було його переповнення та перелив води через її гребінь внаслідок збою в комп'ютерній програмі системи автоматичного регулювання рівня води в басейні [1, 2].

Інша аварія сталася 17 серпня 2009 року на Саяно-Шушенській гідроелектростанції (ГЕС) (Росія, Хакасія) в результаті руйнування гідроагрегату. Аварія розвинулася до катастрофічних масштабів внаслідок відмови автоматики, що не спрацювала в режимі перекриття напірних трактів аварійно-ремонтними затворами [3, 4].

В обох випадках аварії носили складний системний характер, із залученням в механізми виникнення й розвитку аварій автоматичних засобів забезпечення надійності й безпеки гідроенергетичних об'єктів.

Характеристика об'єктів досліджень. ГАЕС Таум Саук розташована в гірському районі штату Міссурі на відстані 140 км на південь від м. Сент Луїс поблизу містечка Лестервіль. ГАЕС Таум Саук, яка знаходиться в підпорядкуванні електричної компанії AmerenUE, була запроектована з метою покриття щоденних пікових навантажень. Її будівництво велося з 1960 по 1963 р. Перепад висот розташування верхового и

низового басейнів ГАЕС Таум Саук складає біля 240 м. Басейни сполучаються тунелем, протяжністю 2,1 км. Після модернізації, проведеної в 1999 р., на станції були встановлені два оборотні гідроагрегати потужністю 225 МВт кожний. Загальний об'єм верхового басейну ГАЕС (рис. 1 а) при нормальному підпірному рівні (НПУ) досягав 5,4 млн. м³.



а)

б)

Рис. 1 — Верховий басейн ГАЕС Таум Саук (США) до (а) та після аварії (б) 2005 р.

Вранці 14 грудня 2005 р. внаслідок збою комп'ютерної програми в системі автоматичного регулювання рівня води відбулося переповнення верхового басейну та переливання води через дамбу на ділянці з її північно-західної сторони (рис. 1 б). Через утворений в тілі дамби проран протягом 12 хвилин з басейну вилилося понад 5 млн. м³ води. Висота гребеня хвилі прориву, яка пронеслася у напрямку р. Блек Рівер, досягала 7 м.

Саяно-Шушенська ГЕС, яка розташована в верхній течії р. Єнісей в Хакасії, має встановлену потужність 6400 МВт. Це найпотужніша електростанція Росії і шоста за потужністю ГЕС у світі. До аварії 2009 р. Саяно-Шушенська ГЕС виробляла майже 15% електроенергії, яку виробляють всі гідроелектростанції ВАТ «РусГідро», і до 2% загального об'єму електроенергії, що виробляють всі електростанції Росії. Напір на ГЕС утворює унікальна арково-гравітаційна гребля максимальною висотою 245 м, довжиною по гребеню 1066 м, шириною по основі 110 м і по гребеню 25 м [5, 6].

Перший з десяти агрегатів Саяно-Шушенської ГЕС був введений в експлуатацію в 1978р. Перше наповнення

водосховища ГЕС до НПУ відбулося в 1990 р. В постійну експлуатацію ГЕС була прийнята лише в 2000 р. (рис. 2 а).

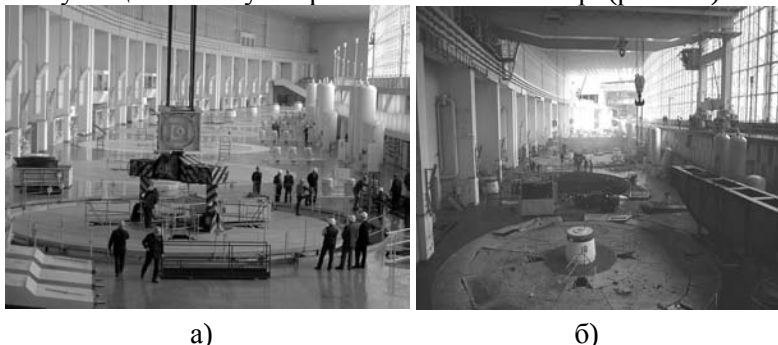


Рис. 2 — Машинний зал Саяно-Шушенської ГЕС до (а) та після аварії (б) 2009 р.

На момент аварії, що сталася 17 серпня 2009 р., на Саяно-Шушенській ГЕС у штатному режимі працювали 9 з 10 гідроагрегатів. Вранці, в 8:13 за місцевим часом, відбулося катастрофічне руйнування агрегату №2 зі зривом турбінної кришки, розгерметизацією напірного тракту й надходженням через шахту гідроагрегата під великим напором значних об'ємів води. Руйнувань і пошкоджень зазнали дев'ять з десяти гідроагрегатів (рис. 2 б), були повністю зруйновані стіни та перекриття машинного залу в районі розташування агрегатів №2, 3, 4, загинуло 75 працівників ГЕС.

В результаті аварії відбулося повне скидання навантаження ГЕС і знеструмлення систем станції, пропали оперативний зв'язок, освітлення, відмовили системи автоматики й сигналізації. Автоматичні системи, що зупиняють агрегати, спрацювали лише на агрегаті №5, направляючий апарат якого було автоматично закрито. Затвори на водоводах до інших агрегатів залишалися відкритими, вода продовжувала поступати на турбіни, що посилювало аварію. Затвори довелося закривати вручну, на що знадобилося біля однієї години.

Незважаючи на те, що безпосередніми причинами аварії на агрегаті №2 були визнані надлишкові динамічні навантаження й вібрації, пошкодження й руйнування вузлів кріплення

агрегату та турбінної кришки, що, в результаті, й призвело до зриву кришки й розгерметизації напірного водоводу агрегату №2, можна стверджувати, що наслідки аварії були б значно меншими за умови спрацювання систем автоматики, що відповідала за перекриття направляючих апаратів уцілілих агрегатів та напірних водоводів аварійно-ремонтними затворами.

Мета та задачі досліджень. Дослідження проводились з метою встановлення ролі автоматичних засобів контролю та регулювання в перебігу аварій на ГАЕС Таум Саук (2005 р.) та на Саяно-Шушенській ГЕС (2009 р.). Було проведено імовірнісне моделювання гіпотетичних сценаріїв розвитку аварій, отримано залежності для оцінки їх ймовірностей з врахуванням відмов систем автоматики та здійснено розрахунки ймовірностей аварій при різних значеннях ймовірностей відмов автоматичних пристроїв.

Моделювання та аналіз аварії на ГАЕС Таум-Саук. При моделюванні аварії на ГАЕС Таум Саук та оцінці апостеріорної ймовірності її виникнення розглядалася система $S_{1,a} = \{s_d, s_a\}$ у складі огорожувальної дамби верхового басейну (підсистема s_d) та системи автоматичного регулювання рівня (підсистема s_a).

Нехай $P(s_d)$ – ймовірність руйнування дамби за незалежних від роботи автоматики причин (ймовірність незалежної відмови підсистеми s_d); $P(s_a)$ – ймовірність відмови системи автоматичного регулювання рівня (ймовірність відмови підсистеми s_a).

Аварія на верховому басейні ГАЕС Таум Саук могла б і не відбутися, якби, наприклад, на випадок відмови автоматики було передбачено облаштування аварійного водозливу. Його відсутність моделювалася умовою θ , за якої ймовірність руйнування дамби (у випадку відмови системи автоматичного регулювання рівня) нехай буде $P(s_{d,\theta})$.

Позначимо через $\bar{\theta}$ умову безвідмовної роботи автоматики в системі $S_{1,a} = \{s_d, s_a\}$; $(S_{1,a}, \bar{\theta})$ – аварійну подію в системі $S_{1,a}$ за умови $\bar{\theta}$, $(S_{1,a}, \theta)$ – аварійну подію в системі $S_{1,a}$ за умови θ . Оскільки умови θ , $\bar{\theta}$, за визначенням, формують повну групу подій, то події $(S_{1,a}, \bar{\theta})$, $(S_{1,a}, \theta)$ – несумісні, і повна ймовірність аварії в системі $S_{1,a}$ буде:

$$P(S_{1,a}) = P(S_{1,a}, \bar{\theta}) + P(S_{1,a}, \theta), \quad (1)$$

де $P(S_{1,a}, \bar{\theta})$, $P(S_{1,a}, \theta)$ – ймовірності подій $(S_{1,a}, \bar{\theta})$, $(S_{1,a}, \theta)$ в системі $S_{1,a}$, відповідно.

Ймовірність події $(S_{1,a}, \bar{\theta})$ можна визначити через ймовірності $P(s_d)$ та $P(s_a)$:

$$P(S_{1,a}, \bar{\theta}) = P(s_d) \cdot (1 - P(s_a)). \quad (2)$$

У випадку події $(S_{1,a}, \theta)$ має відбутися відмова автоматики (s_a) і має відмовити підсистема s_d . Нехай $P(s_a)^*$ – ймовірність того, що відмова підсистеми s_a відбудеться раніше, ніж відмовить підсистема s_d . Тоді [7] повна ймовірність

$$P(S_{1,a}, \theta) = 2 \cdot P(s_a)^* \cdot P(s_d, \theta). \quad (3)$$

Нехай $P(s_a \cup s_d)$ – ймовірність того, що відмовить підсистема s_a або підсистема s_d ; $P(s_a | s_a \cup s_d)$ – умовна ймовірність відмови автоматики (s_a) в ситуації $s_a \cup s_d$. Маємо

$$P(s_a)^* = P(s_a | s_a \cup s_d) \cdot P(s_a \cup s_d). \quad (4)$$

Згідно з теоремою Байєса, для повної групи подій,

$$P(s_a | s_a \cup s_d) = \frac{P(s_a \cup s_d | s_a) \cdot P(s_a)}{P(s_a \cup s_d)}, \quad (5)$$

де $P(s_a \cup s_d | s_a)$ – умовна ймовірність події $(s_a \cup s_d)$ при відмові автоматики (s_a) , якщо дотримуються умови повної групи. З врахуванням нормування [8] маємо:

$$P(s_a \cup s_d | s_a) = \frac{P(s_a)}{P(s_a) + P(s_{d,\theta})}, \quad (6)$$

$$P(s_a)^* = \frac{2 \cdot P(s_a)^2}{P(s_a) + P(s_{d,\theta})}, \quad P(s_{1,a}, \theta)^* = \frac{2 \cdot P(s_a)^2 \cdot P(s_{d,\theta})}{P(s_a) + P(s_{d,\theta})}. \quad (7)$$

Звідки повна ймовірність виникнення аварії в системі $S_{1,a}$ буде:

$$P(S_{1,a}) = P(s_d) \cdot (1 - P(s_a)) + \frac{2 \cdot P(s_a)^2 \cdot P(s_{d,\theta})}{P(s_a) + P(s_{d,\theta})}. \quad (8)$$

На рис. 3 наведено графіки залежності ймовірності виникнення аварії в системі $S_{1,a}$ від ймовірності відмови підсистеми s_a (системи автоматичного регулювання рівня води в верховому басейні ГАЕС) при різних значеннях ймовірностей відмов підсистеми s_d (ймовірностей руйнування дамби огороження басейну за незалежних від роботи автоматики причин): 1 – $P(s_d) = 5 \cdot 10^{-3}$, рік⁻¹; 2 – $P(s_d) = 10^{-3}$, рік⁻¹; 3 – $P(s_d) = 5 \cdot 10^{-4}$, рік⁻¹; 4 – $P(s_d) = 10^{-4}$, рік⁻¹; 5 – $P(s_d) = 5 \cdot 10^{-5}$, рік⁻¹. Ймовірність $P(s_{d,\theta})$ руйнування дамби у випадку відмови системи автоматичного регулювання рівня s_a приймалася рівною одиниці.

Встановлено, що у випадку, коли ймовірність відмови системи автоматичного регулювання рівня води в верховому басейні ГАЕС починає перевищувати величину близьку до 10^{-2} , рік⁻¹, ймовірність аварії в системі $S_{1,a}$ стрімко зростає вже при незначних змінах ймовірності відмови автоматики в сторону збільшення. При цьому ймовірність $P(S_{1,a})$ поступово перестає залежати від надійності підсистеми s_d (надійності дамби).

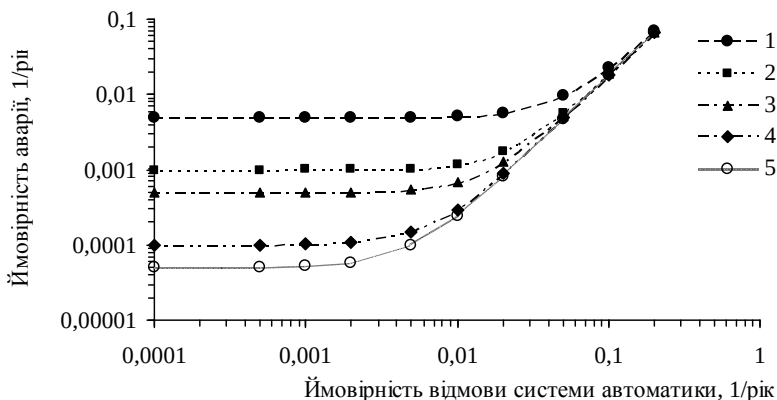


Рис. 3 — Графіки залежності ймовірності виникнення аварії в системі $S_{1,a}$ від ймовірності відмови підсистеми s_a

Моделювання та аналіз аварії на Саяно-Шушенській ГЕС. При моделюванні перебігу аварії 2009 р. на Саяно-Шушенській ГЕС розглядалася система $S_{2,a} = \{s_1, a_{1,2}, s_2\}$ у складі: агрегат ГЕС – основна підсистема (s_1); аварійний затвор – підсистема, що перебуває в «холодному» резерві (s_2); автоматичний перемикач на резерв ($a_{1,2}$). Припускалося, що підсистема s_2 має вмикатися в роботу автоматичним перемикачем у разі відмови основної підсистеми й попереджувати подальший розвиток аварії.

Враховувалися два можливі, несумісні, сценарії розвитку аварії: сценарій A_1 – при працездатному автоматичному перемикачеві на резерв відмовляють основна s_1 та резервна s_2 підсистеми; сценарій A_2 – спочатку відмовляє автоматичний перемикач на резерв $a_{1,2}$, а потім відмовляє s_1 [9].

Несумісність сценаріїв A_1 і A_2 дає змогу при оцінці ймовірності аварії в системі $S_{2,a}$ скористатись формулою повної ймовірності

$$P(S_{2,a}) = P(A_1) + P(A_2), \quad (9)$$

де $P(A_1)$, $P(A_2)$ – ймовірності реалізації сценаріїв A_1 і A_2 , відповідно.

Ймовірність $P(A_1)$ визначимо за умови, що автоматичний перемикач $a_{1,2}$ безпосередньо при відмові підсистеми s_1 , що резервується, знаходиться в працездатному стані (позначимо цю умову θ_1); ймовірність $P(A_2)$ – за умови, що $a_{1,2}$ переходить в непрацездатний стан ще при працездатній підсистемі, що резервується (нехай це буде умова θ_2).

Умови θ_1 та θ_2 , за визначенням, формують повну групу подій. Оскільки сума ймовірностей умов θ_1 і θ_2 має дорівнювати одиниці, то для того щоб задати ймовірності реалізації цих умов достатньо визначити з якою ймовірністю відмовить пристрій $a_{1,2}$ до того, як відмовить підсистема s_1 .

Для оцінки ймовірності відмови пристрою $a_{1,2}$ до того, як відмовить підсистема s_1 , виділимо зі складу системи $S_{2,a}$ деяку умовну систему $S_{1,a}^{ir}$, що формується підсистемою s_1 та автоматичним перемикачем на резерв $a_{1,2}$.

Вважатимемо систему $S_{1,a}^{ir}$ (індекс ir означає «без надмірності») працездатною, якщо працездатні як підсистема s_1 , так і автоматичний перемикач на резерв $a_{1,2}$, та непрацездатною, якщо відмовить s_1 або $a_{1,2}$. Покладемо також, що між відмовами підсистеми s_1 та автоматичного перемикача на резерв $a_{1,2}$ стохастичний зв'язок відсутній, тобто s_1 і $a_{1,2}$ відмовляють з власних, незалежних, внутрішніх, причин.

Тоді ймовірність відмови пристрою $a_{1,2}$ до того, як відмовить основна підсистема s_1 , може бути визначена як ймовірність відмови системи $S_{1,a}^{ir}$ внаслідок виходу з ладу $a_{1,2}$.

Сформуємо повну групу подій, як і у випадку системних відмов A_1 і A_2 , і скориставшись формулою повної ймовірності, будемо мати:

$$P(S_{1,a}^{ir}) = P(S_{1,a}^{ir}, s_1) + P(S_{1,a}^{ir}, a_{1,2}), \quad (10)$$

$$P(S_{1,a}^{ir}, s_1) = P(S_{1,a}^{ir} | s_1) \cdot P(s_1), \quad P(S_{1,a}^{ir}, a_{1,2}) = P(S_{1,a}^{ir} | a_{1,2}) \cdot P(a_{1,2}) \quad (11)$$

В формулах (10), (11) $P(S_{1,a}^{ir}, s_1)$, $P(S_{1,a}^{ir}, a_{1,2})$ – безумовні ймовірності, $P(S_{1,a}^{ir} | s_1)$, $P(S_{1,a}^{ir} | a_{1,2})$ – умовні (байєсівські) ймовірності відмови системи $S_{1,a}^{ir}$ внаслідок відмов підсистеми s_1 і пристрою $a_{1,2}$, відповідно.

Оскільки, за визначенням, для відповідних подій-відмов справедливо, що

$$\begin{aligned} (S_{1,a}^{ir} | s_1) \cup (S_{1,a}^{ir} | a_{1,2}) &= \Omega, \quad P(\Omega) = 1, \\ (S_{1,a}^{ir} | s_1) \cap (S_{1,a}^{ir} | a_{1,2}) &= \emptyset, \end{aligned} \quad (12)$$

то ймовірності

$$P(S_{1,a}^{ir} | s_1) = \frac{P(s_1)}{P(s_1) + P(a_{1,2})}, \quad P(S_{1,a}^{ir} | a_{1,2}) = \frac{P(a_{1,2})}{P(s_1) + P(a_{1,2})}, \quad (13)$$

$$P(S_{1,a}^{ir}, a_{1,2}) = \frac{P^2(a_{1,2})}{P(s_1) + P(a_{1,2})}, \quad (14)$$

$$P(\theta_2) = \frac{P^2(a_{1,2})}{P(s_1) + P(a_{1,2})}, \quad P(\theta_1) = 1 - \frac{P^2(a_{1,2})}{P(s_1) + P(a_{1,2})}, \quad (15)$$

$$P(A_1) = P(s_1) \cdot P(s_2) \cdot \left[1 - \frac{P^2(a_{1,2})}{P(s_1) + P(a_{1,2})} \right], \quad (16)$$

$$P(A_2) = P(s_1) \cdot \frac{P^2(a_{1,2})}{P(s_1) + P(a_{1,2})}$$

$$P(S_{2,a}) = P(s_1) \cdot \left[P(s_2) + \frac{P^2(a_{1,2})}{P(s_1) + P(a_{1,2})} (1 - P(s_2)) \right], \quad (17)$$

де $P(s_1)$, $P(a_{1,2})$, $P(s_2)$ – ймовірності відмов підсистем s_1 , $a_{1,2}$, s_2 , відповідно.

На рис. 4 наведено графіки залежності ймовірності виникнення аварії в системі $S_{2,a}$ від ймовірності відмови автоматичного перемикача на резерв $a_{1,2}$ при різних значеннях ймовірностей відмов підсистеми s_1 (ймовірностей руйнування гідроагрегата через незалежні від роботи автоматики причини): 1 – $P(s_1) = 10^{-1}$, рік $^{-1}$; 2 – $P(s_1) = 5 \cdot 10^{-2}$, рік $^{-1}$; 3 – $P(s_1) = 10^{-2}$, рік $^{-1}$; 4 – $P(s_1) = 5 \cdot 10^{-3}$, рік $^{-1}$; 5 – $P(s_1) = 10^{-3}$, рік $^{-1}$. Ймовірність $P(s_2)$ відмови аварійно-ремонтного затвору (підсистеми s_2) приймалася згідно зі статистичними даними рівною $P(s_2) = 10^{-2}$, рік $^{-1}$ [10].

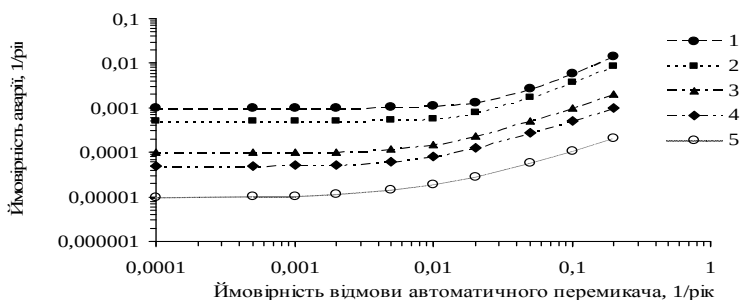


Рис. 4 — Графіки залежності ймовірності виникнення аварії в системі $S_{2,a}$ від ймовірності відмови автоматичного перемикача на резерв $a_{1,2}$ при різних значеннях ймовірностей руйнування гідроагрегату

Додатково було проаналізовано вплив надійності аварійно-ремонтного затвору на ймовірність відмови системи $S_{2,a}$. На рис. 5 наведено графіки залежності ймовірності виникнення аварії в системі $S_{2,a}$ від ймовірності відмови автоматичного

перемикача на резерв $a_{1,2}$ при різних значеннях ймовірностей відмов аварійно-ремонтного затвору (підсистеми s_2): 1 – $P(s_2) = 10^{-1}$, рік $^{-1}$; 2 – $P(s_2) = 5 \cdot 10^{-2}$, рік $^{-1}$; 3 – $P(s_2) = 10^{-2}$, рік $^{-1}$; 4 – $P(s_2) = 5 \cdot 10^{-3}$, рік $^{-1}$; 5 – $P(s_2) = 10^{-3}$, рік $^{-1}$. Ймовірність $P(s_2)$ руйнування гідроагрегата в результаті незалежних від роботи автоматики причин (відмови підсистеми s_1) приймалася рівною $P(s_1) = 5 \cdot 10^{-2}$, рік $^{-1}$, яка визначає 95% його надійність.

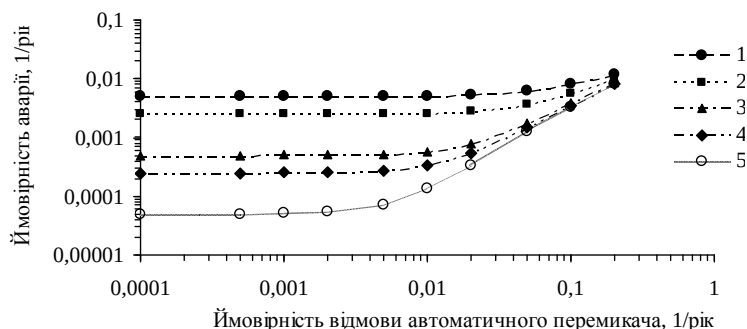


Рис. 5 — Графіки залежності ймовірності виникнення аварії в системі $S_{2,a}$ від ймовірності відмови автоматичного перемикача на резерв $a_{1,2}$ при різних значеннях ймовірності відмови аварійно-ремонтного затвору

Встановлено, що коли ймовірність відмови автоматичного перемикача на резерв $a_{1,2}$ перевищує величину близьку до 10^{-2} , рік $^{-1}$, ймовірність аварії в системі $S_{2,a}$ починає стрімко зростати навіть при незначних змінах ймовірності відмови автоматики в сторону збільшення.

Висновок. Недостатня надійність систем автоматики на гідроенергетичних об'єктах може призводити до ініціювання можливих аварій, а у випадку їх виникнення – сприяти негативному їх перебігу в катастрофічному напрямку. Критичним значенням ймовірності відмов засобів автоматичного регулювання, яке, з досвіду аварій на ГАЕС Таум Саук і Саяно-Шушенській ГЕС, не слід перевищувати,

можна вважати оцінку 10^{-2} , рік⁻¹. При ймовірності відмов 10^{-3} , рік⁻¹, і менше, вплив можливих відмов засобів автоматики на аварійність гідроенергетичних об'єктів практично зникає.

Список використаної літератури

1. режим доступу: <http://www.ferc.gov/industries/hydropower/safety/projects/taum-sauk/staff-rpt.asp>.
2. режим доступу: <http://www.ferc.gov/industries/hydropower/safety/projects/taum-sauk/ipoc-rpt/full-rpt.pdf>.
3. режим доступу: <http://ru.wikisource.org/wiki/>
4. режим доступу: http://www.powermag.com/issues/features/Investigating-the-Sayano-Shushenskaya-Hydro-Power-Plant-Disaster_3229.html.
5. Брызгалов В.И. Из опыта создания и освоения Красноярской и Саяно-Шушенской гидроэлектростанций / В.И. Брызгалов. Красноярск: Сиб. изд. дом «Суриков» 1999. – 562 с.
6. Гидротехническое строительство. НТФ «Энергопрогресс». Ежемесячный научно-технический журнал. №11. 2008.
7. Стефанишин Д.В. Про граничні оцінки ймовірностей техногенних аварій внаслідок малоймовірних сполучень навантажень / Д.В. Стефанишин, К.Г. Романчук // Problems of decision making under uncertainties. Abstracts of XVI Int. Conf. Yalta, Ukraine, October 4-8, 2010. P.P. 128-129.
8. Стефанишин Д.В. Вибрані задачі оцінки ризику та прийняття рішень за умов стохастичної невизначеності / Д.В. Стефанишин. – К.: Азимут-Україна, 2009. – 104 с.
9. Стефанишин Д.В. Оцінка ймовірності відмови зарезервованої системи з автоматичним перемиканням на резерв / Д.В. Стефанишин, К.Г. Романчук // Вісник НУВГП. Зб. наук. праць. Вип. 4 (44). Рівне: НУВГП. 2008. – С. 334-340.
10. Lagerholm S. Safety and reliability of spillway gates / S. Lagerholm // Repair and upgrading of dams Symposium. – Stockholm: 1996. – P. P. 362-373.

Сучасні технології космічного моніторингу трофічного стану водойм

**Шумаков Ф.Т., **Азімов О.Т.*

*(*Харківський національний університет міського господарства, shumakov@ksame.kharkov.ua; **Науковий Центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України, azimov@casre.kiev.ua)*

У цей час для України виникла актуальна проблема збереження заповідних територій Шацького національного природного парку (ШНПП), що пов'язано з будівництвом Хотиславського кар'єру видобутку крейди й піску в Республіці Білорусь. У 1991 р. було виконане обґрунтування проекту будівництва цього кар'єру в Білорусі безпосередньо біля державного кордону з Україною (кар'єр розташований в 0,35 км від кордону між цими країнами). Будівництво кар'єру з видобутку будівельних матеріалів розпочато у 1994 р., але через економічні й фінансові труднощі не вдалося вивести його на повну потужність [В.П. Музикин и др., 2009]. Проектна площа кар'єру становитиме 240 га, а глибина – 45 м. На теперішній час у ньому добувають пісок будівельний (перша черга), а з 2015 р. планують видобуток крейди (друга черга розробки, яку припускають проводити до 2040 р.). Значні обсяги гірничовидобувних робіт, які запроектовані на Хотиславському родовищі, супроводжуватимуться потужним водовідливом (27,5 тис. м³/доба з розрахунку на кінцевий період розробки родовища), що, за прогнозами, слугуватиме причиною негативного впливу на заповідні території України. У цих прогнозах, зокрема, мова йде про те, що подальше поглиблення кар'єру (до 45 м) з метою видобутку крейди може порушити підземні водоносні системи, що живлять Шацьке та інші озера. Видобуток цієї гірської породи на більш ніж сорокаметровій глибині означатиме неминуче утворення депресійної воронки, в яку відкачуватиметься вода з прилеглих районів Західного Полісся. Повномасштабна розробка родовища може призвести до осушення на території України земель площею до 40 тис. га. Особливо актуальною проблемою

для ШНПП також є антропогенне евтрофування водних екосистем.

Вагомий інтерес для одержання оцінок впливу Хотиславського кар'єру на навколишнє середовище Полісся являють дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). В умовах необхідності забезпечення регулярного моніторингу матеріали супутникової зйомки є практично безальтернативним джерелом екологічних даних. Розроблення методів обробки матеріалів ДЗЗ для моніторингової оцінки характеру антропогенного впливу Хотиславського кар'єру та інших об'єктів господарської діяльності дозволить істотно підвищити точність і об'єктивність інформації про екологічний стан природних і антропогенних ландшафтів ШНПП.

Моніторинг зростання площі Хотиславського кар'єру здійснювався нами за сканерними супутниковими даними КА LANDSAT-5 (США) від 16.08.1989 р. та вказаними вище матеріалами космічного апарата (КА) LANDSAT-7, а також представленими на веб-сайті компанії Spot Image даними КА SPOT-5 (Франція) за 2007 р. та за матеріалами космозйомок, що репрезентовані на веб-сайтах компаній DG Nokia Satellite Recent і Bing maps (Virtual Earth). З цією метою використовувалася й аерознімальна 2009 р. "підкладка" кадастру Державного земельного агентства України.

Класифікація озер території ШНПП за індексами трофічного стану (ІТС) здійснювалася на підставі використання сканерних матеріалів багатозонального космічного знімання з КА LANDSAT-7 від 05.05.2001 р., 15.07.2001 р. і 29.10.2005 р. При цьому застосовувалися результати кореляційного й регресійного аналізу. Значення ІТС озер розраховувалися за формулою (1):

$$ІТС_{Хла} = 82.02 - 31.88 \frac{TM1}{TM2} + 1.13 TM4, \quad (1)$$

Аналіз характеру і рівень змін природних і антропогенних ландшафтів ШНПП та прилеглих до нього районів виконувався за зазначеними даними супутників LANDSAT-5/7. Дослідження особливостей рельєфу поверхні Землі проводилося за

сканерними матеріалами космічних спостережень з КА Shuttle (США), що виконані у С-діапазоні радіохвиль (5,7–6,1 см).

У результаті досліджень встановлено:

1. Тематична обробка аерокосмічних знімків району піщано-крейдового Хотиславського кар'єру за період 2009–2011 рр. показала, що після поновлення будівництва цієї гірничої споруди площа її збільшилася з 19,076 га до 39,365 га, а за період 2011–2013 рр. – ще у більш ніж два рази. За новітніми матеріалами космічного знімання LANDSAT-8 від 06.06.2013 р. вона оцінена у приблизно 90 га.

2. При подальшій експлуатації Хотиславського кар'єру відбудеться трансформація підземного стоку, яка призведе до того, що стік поверхневих вод у Чорне море збільшиться, а стік поверхневих вод у Балтійське море зменшиться. Це призведе до затримки водного обміну в озерах і до зростання впливу комолексу природних і антропогенних факторів на, власне, антропогенне евтрофування озер території ШНПП.

3. Визначено, що діапазон зміни ІТС озер ШНПП і прилеглих до нього районів коливається в таких межах (для конкретних дат знімання): 26,896–73,87 (05.05.2001 р.), 41,3417–86,3673 (15.07.2001 р.), 28,1739–77,2514 (29.10.2005 р.). Матеріали трофічної класифікації дають можливість оцінювати характер і масштаби впливу Хотиславського піщано-крейдового кар'єру та інших чинників на антропогенне евтрофування озер території ШНПП.

Определение зон подтоплений по данным контактных и дистанционных методов на примере пгт. Лиман (Харьковская область)

Бутенко О.С., Горелик С.И.

(Национальный аэрокосмический университет Имени М.Е. Жуковского «ХАИ», os-b@bk.ru, stas_gor@ukr.net)

Проблема подтопления грунтовыми водами населенных пунктов увеличивается с каждым годом. Подъем уровня подземных вод к поверхности земли приводит к изменению их химического состава, засоления почв, увеличению

коррозионных свойств грунтов и грунтовых вод по отношению к бетону и металлам, просадке и деформации конструкций зданий и сооружений, ухудшению санитарно-эпидемиологической ситуации и др. [1].

Подтопление на территории Харьковской области обусловлено различными факторами. Оно зависит от положения в рельефе, геологического строения, гидрогеологических особенностей района.

Исследуемый участок расположен в центральной части Харьковской области, в 10 км на юго-восток от г. Змиев, на левом берегу р. Северский Донец в районе пгт. Лиман. В геоморфологическом отношении территория расположена в пределах 4-ой (прилукско-удайской) надпойменной террасы. Рельеф низменный (абс. отм. 85-95 м) с преобладанием болот и западин [2]. Гидрогеологическое строение района характеризуется распространением аллювиального верхнечетвертичного водоносного горизонта, представленного разнородным песком с прослоями супеси и суглинка. Водоупором служат обуховские глины и алевролиты. Режим водоносного горизонта тесно связан с атмосферными осадками и уровневый режим рек и имеет четко выраженную сезонность. В районе пгт. Лиман водоносный горизонт имеет дополнительное техногенное питание.

В 1980^х-90^х была пробурена сеть наблюдательных скважин для мониторинга загрязнения и уровней подземных вод в районе Змиевской ГРЭС. Обработанные данные за последние годы позволили построить карту уровней грунтовых вод (рис. 1).

На территории района преобладает неглубокое залегание грунтовых вод. Их разгрузка происходит в оз. Лиман, Чайка и урочище Камышеватое.

Согласно контактными данным [3] подтоплению подвержена территория между изогипсами 2 м, в которую входит южная часть пгт. Лиман. На участке, где уровни грунтовых вод расположены на глубине до 1 м наблюдаются процессы заболачивания.



Рис. 1. Карта уровней первого от поверхности водоносного горизонта в районе пгт. Лиман (белыми линиями показаны изогипсы грунтовых вод с указанием их глубины в м)

Дистанционными методами были выделены зоны с неглубоким залеганием подземных вод с использованием визуальных дешифровочных признаков подтопления (рис. 2). Наличие темно-зеленых участков с овальной формой и пятнистой текстурой свидетельствует о распространении заболоченных участков. Более зеленый оттенок растительности, по сравнению с соседними зонами, также свидетельствует о наличии процессов подтопления [4].

На рис. 3 показан синтез контактных и дистанционных методов. Данные методы показывают близкие результаты. Выделенная зона подтопления по дистанционным данным практически совпадает с изогипсой – 2 м. Расхождение границ наблюдается на восточной окраине пгт. Лиман. Данное несоответствие объясняется наличием балки с неглубоким залеганием подземных вод, которое невозможно учесть при интерполяции соседних скважин.

Зоны подтоплений следует выделять, по-возможности, совместно контактными и дистанционными методами, что позволит более точно проводить границы. В данном случае из-

за недостаточной густоты наблюдательной сети границу целесообразно проводить по космоснимку.



Рис. 2. Схема неглубокого залегания подземных вод по дистанционным данным в районе пгт. Лиман (пунктирной линией выделены границы подтопленных зон; замкнутыми сплошными линиями обозначены болота, штрихпунктирным - золоотвал).



Рис. 3. Схема, изображающая результат синтеза дистанционных и контактных данных.

Литература

1. Подтопление в населенных пунктах Харьковской области / Г.Г. Стрижельчик, Ю.П. Соколов, И.А. Гольдфельд, А.Ю. Чебанов, Н.С. Николаенко. – Х. : 2003. – 160 с.
2. Атлас Харьковской области. – К.: ГУГКиК, 1993. - 46 с.
3. Геолого-економічна оцінка експлуатаційних запасів питних підземних вод на ділянці Бишкінська та ділянці Куплевата родовища «Зміївська ТЕС» / В.Д. Ліщина, В.В. Яковлев, Л.Н. Терехова, В.М. Мандрика, С.І. Горелик. – Х., 2011 – 247 с.
4. Кронберг П. Дистанционное изучение земли / П. Кронберг. – М. : Мир, 1988. – 343 с.

УДК 504.61

Моделювання природно-технічної системи гідроресурсів Західної України

В. Триснюк

(Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України)

Резюме. В роботі обґрунтовано методологію і методи оцінки гідроекологічної безпеки природно- техногенних екосистем та запропонована модель взаємозв'язку гідроекосистеми і природних ресурсів . Розроблені показники оцінки стану природно-техногенної гідроекосистеми залежно від конфігурації остаточного компоновального рішення і міри порушеності басейнових ландшафтів. Для визначення комплексного критерію гідроекологічної безпеки використовується моделювання природно-технічної системи для формалізації взаємодії техногенних і екологічних процесів.

Ключові слова. моделювання, гідроресурси, екологічна безпека, інтегральна оцінка, картосхема, екосистема.

Simulation of natural design systems hydro resources of Western Ukraine

V. Trysnyuk

Summary. The paper based methodology and evaluation methods hydro safety of natural and industrial ecosystems and the

model of the relationship hydro and natural resources. Developed performance assessment of natural and man-made hydro depending on the configuration of the final layout solutions and measure disturbance Basin landscapes. To determine the integrated test hydro ecological security modeling using natural and technical systems for formalizing the interaction of technological and ecological processes.

Keywords. *modeling, water resources, environmental safety, integrated assessment, The Map, ecosystem.*

Постановка проблеми. Використання гідроресурсів передбачає техногенне навантаження на гідроекологічне середовище. Шлях до вирішення проблеми екологічної безпеки гідроекосистем повинен ґрунтуватись на концепції стійкого розвитку, яка передбачає економічне зростання за рахунок впровадження комплексних екологічно чистих технологій, формування природно-техногенних гідроекосистем, в яких не виникає складних екологічних проблем пов'язаних з інгредієнтним та тепловим забрудненням.

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 поверхневих та 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.

Аналіз останніх 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 Адаменка О. М, Трофимчука О.М., Волошина І.М., Архипової Л.М., Гуцуляка В.М. та багатьох інших дослідників.

Метою роботи є моделювання і оцінка природно-технічної системи гідроресурсів для обґрунтування стратегічних напрямків екологічної безпеки гідроекологічного середовища.

Виклад основного матеріалу. В сучасних умовах інтегральна оцінка еколого-гідрологічних 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 природного 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. 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[1].

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(рис. 1).

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[2]. Роботи з прогнозування проникнення хімічних елементів та радіонуклідів у підземні води Дністровського каньйону виконуються нами під керівництвом професора Адаменко О.М. в межах полігонів, розташованих у Тернопільській області[3,4].

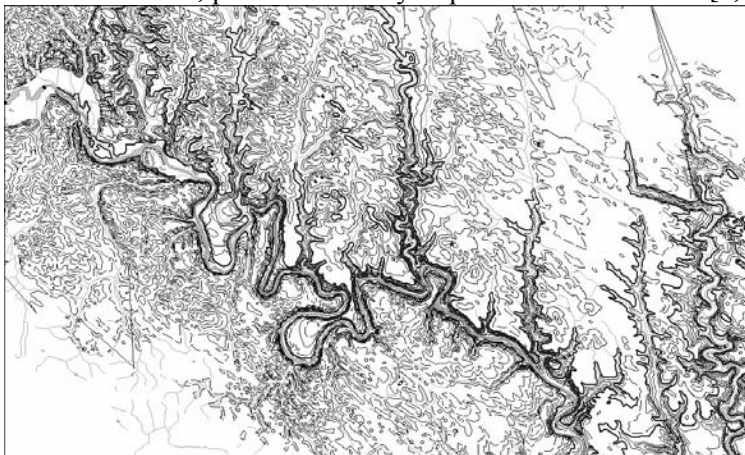


***Рисунок 1. Картохема літологічних порід та гідрологія
Дністровського каньйону.***

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 (рис. 2)..

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.

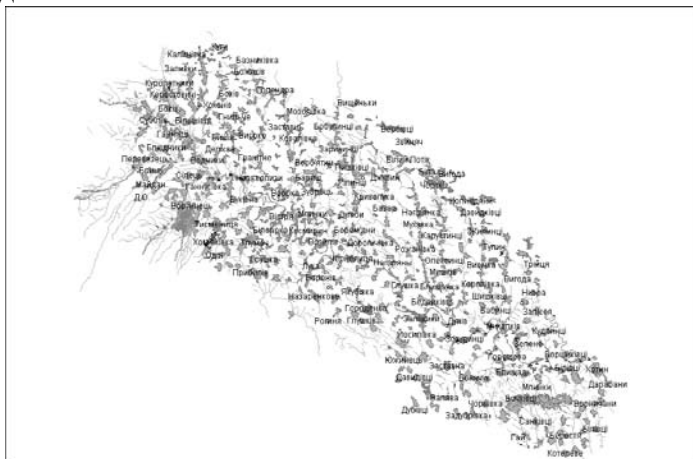


Рисунок 2. Картохсхема гідроресурсів Дністровського каньйону.

Для розрахунку часу проникнення були використані інформаційний шар літологічних різновидів зони аерації та шар

інформаційних потужностей зони аерації. Для кожного виділеного таксону, залежно від будови його розрізу, обчислення виконувалося за відповідними формулами. В залежності від розрахункового часу можливого проникнення виділяємо 5 його градацій: <50 діб; 50-250 діб; 250-1000 діб; 1000-3000 діб; >3000 діб (рис. 3).



Рисунок 3. Карта фактичного матеріалу Дністровського каньйону

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.

Природно-техногенна гідроекосистема керується за рахунок запасу та обміну інформацією, яка надходить від екологічного моніторингу. Стосовно саме таких систем може

бути сформульований принцип техногенної екологічної безпеки - стан, при якому забезпечується стійка взаємодія людини і природи.

На нашу думку техногенна екологічна безпека використання гідроресурсів і гідроекосистем в цілому повинна базуватись на гідроекосистемній концепції збалансованого природокористування, а саме:

1. довіллю притаманна гідроекосистемна ієрархія;
2. гідроекосистеми є частиною гідроекологічного середовища;
3. гідроекосистеми характеризуються "організаційністю";
4. в межах гідроекосистем нерозривно взаємопов'язані природні умови та господарська діяльність;
5. гідроекосистеми - оптимальні територіальні одиниці моніторингу природного середовища;
6. використання картографічного та імітаційного математичного моделювання гідроекосистем - основа прогнозування та оптимізації стану гідроекосистем.

Алгоритм аналізу та моделювання екстремальних паводків включає: побудову серії гідрографів найбільших паводків і графіків характерних рівнів води, оцінку особливостей проходження паводків, формування бази даних про морфометрію русла і стан протипаводкових об'єктів, створення гідрологічно коректної цифрової моделі рельєфу, оглядової ГІС-моделі, яка визначає межі зон ризику підтоплення при заданих рівнях води, побудову детальніших (великомасштабних) моделей ризику затоплення паводками для ключових ділянок річкової долини.

Основою методики збору та систематизації інформації є обробка картографічного матеріалу шляхом векторизації. При складанні бази даних враховувались характерні особливості природних об'єктів та їх взаємодія. Ще однією методикою отримання інформації, що використовувалася нами при побудові моделей басейнової системи, було опрацювання даних дистанційного зондування Землі, яке дозволило скласти карту землекористування досліджуваного басейну. Враховуючи важливе значення даних дистанційного зондування для визначення ступеня антропогенного впливу на довкілля, нами

були використані різночасові космознімки таких джерел, як „СІЧ-2”, LANDSAT.

Можливості традиційних методів досліджень причинно-наслідкових закономірностей формування якості поверхневих вод, суттєво розширюються при використанні матеріалів дистанційного зондування водних об'єктів та їх поверхневих водозборів. Сучасні технічні засоби дистанційного зондування дозволяють отримати достатньо різноманітну інформацію про властивості земної поверхні у видимій (0,3-0,8 мкм), ближній (1,8-5,3 мкм) і дальній (7-14 мкм) ІЧ- областях спектру, а також в діапазоні НВЧ (3-100 см). Спеціальними методами обробки різних видів цієї інформації вивчаються закономірності просторово-часових розподілів водних мас, які відрізняються вмістом розчинених або зв'язаних речовин природного та антропогенного походження. Для практичного використання в системі Органів Прийняття Водоохоронних Рішень (ОПВР) вказані оцінки та закономірності для зручності представляються у вигляді картографічних моделей. Колориметричні параметри обумовлені варіаціями гідрооптичних, гідроелектричних, гідротеплових характеристик водних мас з різними концентраціями розчинених та зв'язаних речовин [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 „СІЧ-2” і LANDSAT 5 із роздільною здатністю 10 і 30 м відповідно (рис. 4). 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

[illegible]

Кінцевою метою моделювання природно-технічної системи є управління технологічними і екологічними процесами в інтересах її стабілізації або розвитку. Відповідно до цієї мети можна виділити три етапи моделювання: інформаційне забезпечення, імітаційне моделювання, управлінське моделювання.

Перший етап моделювання пов'язаний з формуванням банку інформації за трьома напрямками:

3. генерування інформації, якої недостатньо як вихідної, наприклад, за аналогічними басейновими гідроекосистемами або природними умовами. Метод аналогій доцільно використовувати для прогнозу природних передумов і екологічних наслідків антропогенного навантаження (наприклад, розташування МГЕС) в межах басейнових екосистем досліджуваного регіону.

Другий етап моделювання ставить собі за мету розробку імітаційних моделей для формалізації взаємодії техногенних і екологічних процесів. Найбільш загальною формою моделі природно-техногенного процесу є багатofакторні моделі у вигляді регресійних залежностей[5]. Імітаційні моделі є вихідними для визначення прогнозних ситуацій, які оцінюють вірогідні екологічні ситуації. Така оцінка проводиться на третьому етапі модельних досліджень. Залежно від результату що прогнозується, приймаються рішення щодо управління системи на основі багатокритеріального аналізу (3 етап).

Висновки. 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 прогнозну оцінку закономірностей і динаміки негативних змін екологічного стану ґрунтових вод.

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.

Використання запропонованих підходів при наявності достатньої кількості матеріалів детальних крупномасштабних досліджень з визначення потужності і літологічних різновидів порід зони аерації дозволяють оперативно здійснювати

прогнозування та швидко реагувати у разі виникнення надзвичайних екологічних ситуацій.

Література

1. Адаменко О.М., Міщенко Л.В. Екологічний аудит територій: Підручник / О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко. – Івано-Франківськ: ФАКЕЛ, 2000. – 241с
2. Рудько Г.І. Ресурси геологічного середовища і екологічна безпека техноприродних геосистем: Монографія / Г.І. Рудько. - К.: ЗАТ «Нічлава», 2006. - 480 с.
3. Триснюк В. М. Екологія Гусятинського району / В. М. Триснюк. – Тернопіль. Тернограф. 2004. -219с
4. Триснюк В. М. Географічна, туристична та екологічна навчальні практики у Дністровському каньйоні. / Заставецька О.В., Зорін Д.О., Триснюк В. М. Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. м.Тернопіль. Терно-граф.2010р -198с.
5. Архипова Л.М. Методи оцінки екологічної небезпеки природно-технічних систем в районах нафтогазовидобутку / Л.М.Архипова // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. - №3(29), 2011. - С. 29-33

Побудова ядер інтегральних рівнянь за допомогою реологічних тіл високого рангу

Бицань Є.М.

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

В доповіді розглядається задача про побудову ядер і резольвент інтегральних рівнянь Вольтерра 2-го роду, що описують процеси післядії в непружних середовищах, і записуються таким чином [1 - 3]:

$$\varepsilon(t) = \frac{1}{E} [\sigma(t) + \int_0^t K(t-\tau) \sigma(\tau) d\tau], \quad (1)$$

$$\sigma(t) = E[\varepsilon(t) - \int_0^t R(t-\tau) \varepsilon(\tau) d\tau], \quad (2)$$

де $K(t-\tau)$ – ядро інтегрального рівняння (1), а $R(t-\tau)$ – його резольвента, так що вираз (2) є розв’язком рівняння (1), і навпаки – вираз (1) буде розв’язком рівняння (2).

Приведемо деякі дані про структуру реологічних тіл (РТ) і про метод побудови РТ високого порядку [4].

РТ n - го рангу діляться на чотири типи. Їхні реологічні рівняння (РР) у стандартному виді записуються таким чином:

$$\begin{aligned}
 & (1 + a_1 D + \dots a_{n-1} D^{n-1}) \sigma = \\
 & = H_n^R D (1 + b_1 D + \dots b_{n-1} D^{n-1}) \varepsilon, (N_{2n-1}) \\
 & (1 + a_1 D + \dots a_n D^n) \sigma = \\
 & = H_n^R D (1 + b_1 D + \dots b_{n-1} D^{n-1}) \varepsilon, \dots (N_{2n}) \\
 & (1 + a_1 D + \dots a_{n-1} D^{n-1}) \sigma = \\
 & = E_n^R (1 + b_1 D + \dots b_n D^n) \varepsilon, (H_{2n}) \\
 & (1 + a_1 D + \dots a_n D^n) \sigma = \\
 & = E_n^R (1 + b_1 D + \dots b_n D^n) \varepsilon, (H_{2n+1})
 \end{aligned} \tag{3}$$

де $D = \partial / \partial t$, H й N – квазіпружні та квазів’язкі РТ, E^R і H^R – релаксуючі пружні і в’язкі модулі відповідно, нижній індекс вказує на число елементів у невиродженому РТ, а n – його ранг.

Ядро інтегрального рівняння (1) визначається через швидкість функції повзучості $\dot{\varepsilon} = v$ так [1]:

$$K(t) = \frac{E}{\sigma_0} \dot{\varepsilon}, \tag{4}$$

звідки випливає, що для побудови швидкості деформації доцільно брати квазів’язке реологічне тіло, реологічне рівняння якого запишеться таким чином:

$$(1 + a_1 D + \dots a_n D^n) \sigma = H_n^R (1 + b_1 D + \dots b_{n-1} D^{n-1}) \dot{\varepsilon}, \tag{5}$$

і в випадку, коли $\sigma = \sigma_0 = const$, для швидкості деформації (функції швидкості повзучості) $\dot{\varepsilon} = v$ одержимо з рівняння (5) наступне диференціальне рівняння:

$$v^{(n)} + c_1 v^{(n-1)} + \dots + c_{n-1} \dot{v} + v = \sigma_0 / (E_n^R c_n), \quad (6)$$

де $c_i = b_{n-i} / b_n$. Його загальний розв'язок запишеться таким чином:

$$v = \sum_{i=1}^n d_i \exp(\lambda_i t) + \dot{\varepsilon}, \quad (7)$$

де $\dot{\varepsilon} = \sigma_0 / (E_n^R b_n)$ – частковий розв'язок рівняння (6), $\lambda_i = -1/\nu_i$ – часи релаксації деформації при постійній напрузі, ν_i – корені характеристичного рівняння, породженого диференціальним рівнянням (6):

$$v^n + c_1 v^{n-1} + c_2 v^{n-2} + \dots + c_n = 0.$$

Функція швидкості повзучості, записана згідно рівняння (7), є по суті розкладом швидкості деформації в ряд по експонентах. Якщо маємо експериментально отриману функцію швидкості повзучості, то її можна розкласти в ряд по експонентах, які можна розглядати як базис, і по цьому розкладанню отримати спектр часів післядії, за допомогою яких можна будувати реологічні тіла. Зауважимо, що розкладання функції повзучості буде тим точнішим, чим більша кількість експонент в виразі (7), а це означає, що для кращої апроксимації функції повзучості треба брати ранг реологічного тіла, за допомогою якого апроксимуються непружні процеси в фізичних середовищах, якомога більшим. Побудова РТ високого рангу проводиться шляхом об'єднання РТ меншого порядку. При паралельному об'єднанні двох РТ, РР яких мають такий вид:

$$P_1 \sigma_1 = Q_1 \varepsilon_1, P_2 \sigma_2 = Q_2 \varepsilon_2,$$

одержимо РТ, РР якого запишеться так:

$$P_1 P_2 \sigma = (P_1 Q_2 + P_2 Q_1) \varepsilon,$$

а при послідовному об'єднанні для РР буде мати місце такий запис:

$$(P_1 Q_2 + P_2 Q_1) \sigma = Q_1 Q_2 \varepsilon.$$

Підставимо в рівняння (4) значення функції швидкості повзучості, підрахованої за допомогою рівняння (6), і одержимо для ядра $K(t - \tau)$ інтегрального рівняння (1) такий вираз:

$$K(t) = \frac{E}{\sigma_0} \sum_{i=1}^n [d_i e^{-t/\tau_i} + \varepsilon]. \quad (8)$$

В випадку, коли швидкість функції повзучості не має адитивної константи, функцію повзучості знаходимо за допомогою любого з квазіпружних РТ n -го рангу з системи (1). Для випадку, коли $\sigma = \sigma_0 = const$, для деформації (функції повзучості) ε одержимо наступне диференціальне рівняння:

$$\varepsilon^{(n)} + c_1 \varepsilon^{(n-1)} + \dots + c_{n-1} \varepsilon + \varepsilon / b_n = \sigma_0 / (E_n^R b_n), \quad (9)$$

де $c_i = b_{n-i} / b_n$. Його загальний розв'язок запишеться таким чином:

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^n d_i \exp(\lambda_i t) + \hat{\varepsilon}, \quad (10)$$

де $\hat{\varepsilon} = \sigma_0 / (E_n^R b_n)$ – частковий розв'язок рівняння (9), $\lambda_i = -1/\nu_i$ – корені характеристичного рівняння, породженого диференціальним рівнянням (9):

$$\nu^n + c_1 \nu^{n-1} + c_2 \nu^{n-2} + \dots + 1/b_n = 0, \quad (11)$$

ν_i – часи релаксації деформацій при постійній напрузі (часи післядії або часи повзучості), а d_i – сталі інтегрування, що визначаються з початкових умов.

Підставимо в рівняння (4) значення функції повзучості, підрахованої за допомогою рівняння (10), й одержимо для ядра $K(t)$ інтегрального рівняння (1) такий вираз:

$$K(t) = \frac{E}{\sigma_0} \sum_{i=1}^n \left[-\frac{1}{\tau_i} c_i e^{-t/\tau_i} \right]. \quad (12)$$

Далі побудуємо резольвенту $R(t)$ рівняння (1). Вона виражається через функцію релаксації $\sigma(t)$, яка описує процес релаксації напруг в середовищі при постійній деформації ε_0 таким чином [1]:

$$R(t) = \dot{\sigma}(t) / \varepsilon_0. \quad (13)$$

Функція релаксації $\sigma(t)$ знаходиться з реологічних рівнянь квазіпружних реологічних тіл. Для випадку, коли $\varepsilon = \varepsilon_0 = \text{const}$, для напруги (функції релаксації) σ одержимо таке диференціальне рівняння:

$$\sigma^{(n)} + c_1 \sigma^{(n-1)} + \dots + c_{n-1} \dot{\sigma} + c_n \sigma = \varepsilon_0 / (E_n^R c_n), \quad (14)$$

де $c_i = b_{n-i} / b_n$. Його загальний розв'язок запишеться таким чином:

$$\sigma = \sum_{i=1}^n d_i \exp(\lambda_i t) + \hat{\sigma}, \quad (15)$$

де $\hat{\sigma}_0 = \varepsilon_0 / (E_n^R b_n)$ – частковий розв'язок рівняння (14), $\lambda_i = -1/\nu_i$ – корені характеристичного рівняння, породженого диференціальним рівнянням (14):

$$\nu^n + c_1 \nu^{n-1} + c_2 \nu^{n-2} + \dots + c_n = 0, \quad (16)$$

ν_i – часи релаксації напруг при постійній деформації (часи релаксації), а d_i – сталі інтегрування, що визначаються з початкових умов.

Підставимо з рівняння (11) вираз для функції релаксації в рівняння (8) і одержимо такий вираз для резольвенти інтегрального рівняння (1):

$$R(t) = \left[\sum_{i=1}^n d_i \lambda_i \exp(\lambda_i t) \right] / \varepsilon_0. \quad (17)$$

Список літератури:

1. Колтунов М.А. Ползучесть и релаксация. – Москва: Высшая школа, 1976. – 277с.
2. Рейнер М. Реология. – Москва: Наука, 1965. – 294с.
3. Ржаницын А.Р. Теория ползучести. – Москва: Госстройиздат, 1968. – 416с.

Применение теории графов для разработки алгоритмов эффективной мобилизации транспортных средств при возникновении лесных пожаров и оптимизации сети дорог

*В.В. Богомолов, А.В. Остапчик, А.В. Борисенко,
Т.А. Кочнева, О.А. Куценко, Л.В. Алексеева*

*(Украинский научно-исследовательский институт лесного
хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н.Высоцкого,
LabNit@Rambler.ru)*

Проблема защиты лесов от пожаров – одна из важнейших и актуальнейших проблем лесного хозяйства. Оперативное обнаружение пожаров, реагирование и максимально быстрая доставка всего необходимого для ликвидации лесного пожара может эффективно быть реализовано использованием электронных карт дорог и поиском кратчайшего пути из пункта отправки (пожарная часть и т.д.) до места пожара.

Этой проблемой занимаются во многих странах и в разных аспектах, например в Российской Федерации, обладающей очень протяжёнными лесными массивами, при этом большее значение придаётся учёту рельефа местности, достижимости участков леса, поражённых пожарами, прогнозам распространения пожаров. [3] [4] [5]. Спецификой лесного хозяйства Украины является весьма большая сеть дорог,

обработка которой требует оптимизированных алгоритмов маршрутизации путей.

В работе используется математический аппарат теории графов, топологические отношения между элементами графа и алгоритмы работы с графами.

Сеть дорог моделируется планарным графом, в котором перекрёстки дорог являются узлами, а участки дорог между двумя перекрёстками его рёбрами. Разработаны методы оптимизации сети дорог с целью улучшения доступности к участкам леса.

Задача состоит из трёх частей:

1) – создание правильного статического планарного графа для всего рассматриваемого в данном регионе множества дорог для дальнейшего применения алгоритмов поиска и построения оптимальных путей движения между начальным и конечным пунктами назначения.

2) – собственно использование классических алгоритмов поиска минимальных по времени движения путей между узлами графа, если искомым путь должен проходить через несколько промежуточных пунктов, то выбор наиболее выгодной по времени последовательности посещения этих пунктов.

3) – привязка к графу дорог пунктов начала движения, промежуточных пунктов посещения и пункта назначения, которые лежат на плоскости произвольно относительно дорог.

Для решения задачи была построена математическая модель. Дороги представлены на карте полилиниями состоящими из вершин соединённых отрезками прямых, при этом предполагаются следующие допущения:

а) если две полилинии пересекаются, то точка пересечения является перекрёстком, то есть узлом графа;

б) ребро графа соединяет два узла – это дорога от перекрёстка до перекрёстка, либо до границы участка дороги с данным типом покрытия («ложный» узел графа, в котором соединяются только два ребра. Ребру присваиваются характеристики: длина и максимальная скорость движения по данной дороге(ребру), направленность (двустороннее или

одностороннее движение). Время движения и есть присваиваемый ребру графа вес;

в) пункт отправления, промежуточные пункты посещения (гаражи, заправочные станции, склады, водозаборы и т.д.) и пункт назначения представляются точками на плоскости и характеризуются своими координатами. Эти пункты обычно имеют подъездные пути, но в этой работе они либо интерпретируются как дороги и входят в граф дорог, либо отождествляются с самим точечным объектом при малой протяжённости;

г) лесной пожар, в отличие от точечных объектов является случайно расположенным произвольно относительно сети дорог площадным объектом и возможно затрагивающим сами дороги и перекрёстки, пункт назначения выбирается указанием точки, куда необходимо доставить необходимые средства пожаротушения.

Дороги по бумажной карте или аэрофотоснимку оцифровываются и преобразуются в правильный планарный граф ранее разработанными программами [6] [7], при этом создаются все необходимые топологические связи между узлами и рёбрами графа.

Для оперативного реагирования на ситуации, когда некоторые дороги вдруг стали недоступными разработаны методы коррекции графа дорог для расчёта пути.

Наиболее удобный для практического применения на статическом графе поиск минимального по времени движения пути между двумя узлами есть алгоритм Флойда – Уоршелла, для которого строится матрица достижимости, каждый элемент которой содержит вес кратчайшего по весу пути между двумя узлами или метку о том, что такого пути не существует вовсе и матрицу узлов этих путей, по которой и воссоздаётся искомый путь. Поскольку алгоритм Флойда – Уоршелла вычисляет предварительно кратчайшие пути между всеми возможными парами узлов (от каждого перекрёстка до каждого), то использование его даёт наиболее быстрый результат.

К сожалению, этим методом можно пользоваться только на неизменном графе, в противном случае, если часть дорог вдруг

стала недоступна от пожара, завала, других причин необходимо либо тратить очень много времени на перестройку графа, либо использовать другой метод не требующий построения матриц. Этим методом может быть алгоритм Дейкстры или алгоритм Форда [8] [9] [10], при использовании которых можно отметить недоступные рёбра графа и таким образом получить кратчайший путь без перестройки всего графа и матриц, правда время отклика будет значительно больше, нежели у алгоритма Флойда.

Третья часть задачи наиболее громоздка. Классические алгоритмы поиска путей на взвешенном графе дают решение только для узлов, то есть путь от узла к узлу а выше определённые точечные объекты расположены произвольным образом относительно графа, что значительно усложняет задачу поиска путей, так как необходимо найти именно те узлы графа, путь до которых плюс путь между этими узлами является кратчайшим.

Эта задача легко поддаётся принципиальному решению, если расширить граф, соединив точечные объекты кратчайшими по длине отрезками со всеми непосредственно видимыми из этих точек полилиниями, создания на этих полилиниях новых узлов (перекрёстков) и перестроив весь граф. В этом случае все пункты – отправки, промежуточные, назначения явно включаются в граф и алгоритм поиска путей найдёт минимальный по времени движения путь из одного пункта к другому.

Однако практического значения такое точное решения не имеет, так как требует полной перестройки графа, полного пересоздания необходимых матриц и применения весьма расточительного алгоритма сшивки пунктов отправки, промежуточных и назначения к графу. Для каждого точечного пункта необходимо:

а) обнаружить все рёбра, до которых можно дотянуться не пересекая другие рёбра, в том числе и те которые частично закрываются другими рёбрами, то есть все непосредственно, частично или полностью достижимые рёбра;

б) построить кратчайшие отрезки к достижимым рёбрам, при этом учесть, что кратчайший путь определяется или самой близкой вершиной или перпендикуляром к сегментам полилинии;

в) в найденных точках кратчайшего расстояния до достижимых рёбер создать новые узлы, и от каждого нового узла дойти до двух смежных с ним (посчитав время движения от нового узла до двух смежных;

г) для пары точек (пункт отправки – пункт прибытия) мы получаем ($N \times M$) возможных путей, где N и M – это количество достижимых узлов графа из первой и второй точки, из них приплюсовав веса вновь образованных рёбер можно выбрать путь с минимальным весом, то есть наибо́льшего достижения цели.

Громоздкость этой последовательности действий и объём вычислений заставляет отказаться от от полностью автоматической привязки точечного к графу.

Компромисс возможен только при внесении в решение эмпирических факторов не математического характера, - участие человека, а именно:

а) для пунктов отправки, посещения и назначения, необходимо поставить маркеры (точки) вблизи желаемого места въезда на дорогу, тогда эта дорога(ребро) будет отмечена как единственная ближайшая и именно она будет использована в поиске пути;

б) для установленных маркеров найти ближайшие точки на графе дорог(выбраном ребре) и определить узлы этого ребра;

в) таким образом для каждого пункта посещения мы получаем два узла графа, при этом граф не изменяется и не перестраивается, из $2 \times 2 = 4$ путей выбирается минимальный с учётом весов кусков рёбер от маркеров до узлов графа, между которыми определяется минимальный путь.

Существующая сеть дорог не всегда даёт возможность быстрого реагирования в случае лесных пожаров, так как могут быть участки леса труднодоступные, лежащие далеко от всех дорог или недоступные из-за оврагов, ручьёв и т.д. В работе предложен метод анализа доступности лесных массивов для

средств пожаротушения. Метод использует разбиение плоскости на геометрические пиксели (обычно размером равным геометрической точности оцифровки), вычисление минимального расстояния от каждого пикселя до сети дорог, в зависимости от расстояния раскраска пикселей в красный цвет, причём тем более интенсивного тона, чем дальше его расположение от сети дорог. Полученная визуальная картина показывает доступность от сети дорог разных участков леса. Если провести в интерактивном режиме «виртуальную» дорогу, пересчитать расстояние пикселей только до проведенной линии, заменить старое значение на новое, если оно меньше и перекрасить пиксели станет видно как меняется общий вид доступности лесных участков. Повторяя эти операции произвольное число раз можно добиться равномерной окраски плоскости, то есть исключить труднодоступные места и, таким образом дать рекомендации, где целесообразно проложить новые дороги.

Для более полного анализа пожарной опасности, эффективной борьбы с лесными пожарами и моделирования «виртуальных» дорог необходимо учитывать рельеф местности, который восстанавливается в данной работе по линиям уровня (изолиниям). Они оцифровываются, строятся как полигоны, для которых определяется отношение вложенности и каждому присваивается значение высоты. Как и в методе прогнозирования новых дорог используется с матрица геометрических пикселей, каждый из которых попадает либо на линию уровня либо между границами двух полигонов находящихся в отношении непосредственной вложенности. Вычислив минимальное расстояние до этих двух изолиний и интерполируя два значения высоты пропорционально расстояниям до изолиний получим высоту пикселя. После раскраски пикселей цветами принятыми на физических картах получается картину рельефа местности проектирование «виртуальных» дорог.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Препарата, Шеймос Вычислительная геометрия.-М.: Мир 1989. – с.43-56.
2. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход.- М.: Мир 1989. – с.81-116.
3. Ушанов С.В. Оптимальная маршрутизация при управлении борьбой с лесными пожарами / С.В. Ушанов,
4. Дорогов А.Ю. Алгоритмы оптимального движения мобильных объектов по пересеченной местности и транспортной сети / А.Ю. Дорогов, В.Ю. Лесных , И.В. Раков, Г.С. Титов // ААЭКС, 2009, №1, - С. 138-146.
5. Данилкин Ф.А. Трассировка маршрута движения по цифровым картам местности / Ф.А. Данилкин, Д.С. Наумов // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университетаю. Вып. 31. – Рязань: РГРТУ. – 2010. - № 1. - С.86-88.
6. Кочкарь Д.А., Богомолов В.В., Остапчик А.В. Алгоритм формирования планарного графа при подготовке цифровых лесных карт / Кочкарь Д.А., Богомолов В.В., Остапчик А.В // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2008. – № 6 (33). – с. 34-39.
7. Кочкарь Д.А., Богомолов В.В., Остапчик А.В., Орехов А.А. Формирование топологических отношений между геометрическими объектами цифровой лесной карты на основе анализа планарного графа / Кочкарь Д.А., Богомолов В.В., Остапчик А.В // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2009. – № 7 (41). – с. 95-99.
8. Алгоритм Беллмана — Форда [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Алгоритм Беллмана — Форда](http://ru.wikipedia.org/wiki/Алгоритм_Беллмана_—_Форда)
9. Алгоритм Дейкстры [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Алгоритм Дейкстры](http://ru.wikipedia.org/wiki/Алгоритм_Дейкстры)
10. Алгоритм Флойда — Уоршелла [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Алгоритм Флойда — Уоршелла](http://ru.wikipedia.org/wiki/Алгоритм_Флойда_—_Уоршелла)

Еколого-мікрокліматичне районування Київської урботериторії (з використанням багатозональних аерокосмічних зйомок)

Ліщенко Л.П., Терemenko O.M.

*(ДУ Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі
ІГН НАН України, Lischenko.lp@gmail.com)*

Значна ландшафтно-функціональна неоднорідність території та інтенсивний розвиток інфраструктури міста, поява нових житлових масивів викликали необхідність провести еколого-мікрокліматичне районування Київської урботериторії з врахуванням кліматичних передумов і екологічних чинників. Це необхідно для вирішення ряду задач містобудування, діяльності промислових і комунальних підприємств, транспортної мережі, умов життєдіяльності людини та інших екологічних питань. Різноманітність функціональних зон урботериторії в тій чи іншій мірі впливає на формування еколого-мікрокліматичних умов.

Для успішного виконання поставлених задач на площі 840 км² зі складною ландшафтно-функціональною структурою необхідне широке використання матеріалів космічних зйомок. Це забезпечує оперативне одержання матеріалів зйомки у вузьких діапазонах спектра та охоплення всієї території дослідження одночасно. Такі параметри необхідні для успішного дослідження еколого-мікрокліматичних складових урботериторії - районування території за ландшафтно-функціональними ознаками, аналіз цифрової моделі рельєфу, для розрахунку аномалій температур у теплових діапазонах та визначення вегетаційних індексів.

Домінуюче значення на рівень забруднення атмосферного повітря в місті має автотранспорт - 83,4 % усіх викидів в атмосферу. Ареалами максимального забруднення повітря автотранспортом за даними Гідрофізичної обсерваторії у 2011 році були: Бесарабська площа, Ленінградська площа, Московська площа, проспект Перемоги в районі метро «Святошин», площа Лесі Українки, район метро «Шулявська»,

Харківська площа, район Поштової площі, перетин вулиць Саперно-Слобідська та Кіквідзе.

У Києві діє понад тисячу промислових об'єктів. Основними забруднювачами міської атмосфери (у порядку зменшення об'ємів викидів) є: ТЕЦ-5, ТЕЦ-6, Дарницька ТЕЦ, завод «Енергія», Корчуватівський комбінат будматеріалів, Будівельний трест -1, Будівельний трест -2, фармкомбінат «Борщагівка», Дарницький вагоноремонтний завод, Київський вагоноремонтний завод, Київський м'ясокомбінат, Бортницька станція аерації.

Слід відзначити, що в місті зменшується пряма сонячна радіація і зростає частка розсіяної у її сумарному потоці. Нині має місце зменшення аерозольних викидів в атмосферу у зв'язку зі скороченням промислового виробництва та відповідних відходів

Характерною особливістю мікроклімату Києва є різниця в температурі між центром міста та його околицями, яка може складати понад 5° [1]. Це відбувається не стільки внаслідок діяльності підприємств, як за відсутності значних зелених зон та розповсюдження ділянок вкритих асфальтом та бетоном – вони сильніше нагрівають приземний шар атмосфери в центрі столиці. Житлові будинки та втрати тепломереж сприяють підвищенню температури приземних шарів та впливають на вітровий режим районів міста. Будинки, як правило, зменшують швидкість вітру. А висока щільність автомагістралей, напрям яких не завжди сприяє провітрюванню і переносу в приземному шарі атмосфери викликає інтенсивну загазованість та забруднення повітря. Отже в межах міста відбувається суттєва диференціація метеорологічних показників.

Еколого-мікрокліматичне районування урботериторії базується на поєднанні кліматичних мезорайонів та мікрозон з екологічними особливостями території у приземному шарі атмосфери. Цілий ряд екологічних чинників впевнено встановлюються і фіксуються за допомогою космічної зйомки, а саме – характер рельєфу поверхні; ландшафтно-функціональне використання території; щільність забудови;

наявність водойм, лісів; джерел забруднення; місць викидів відходів; розповсюдження несприятливих процесів.

З урахуванням вище зазначених чинників, взявши за основу вже існуюче мікрокліматичне районування, виконане в Гідрометеорологічному інституті ще у 90 роках минулого сторіччя [2], рельєф місцевості, (а саме цифрову модель та геоморфологічну карту), карту техногенного навантаження та дані про забруднення приземного шару атмосфери, а також використавши космічні знімки середнього та високого розрізнення (ASTER, LANDSAT-TM, ICONOS, QUICK BIRD) нами проведене еколого-мікрокліматичне районування території Київської урботериторії (рис.1).



Рис.1. Еколого-мікрокліматичне районування Київської урботериторії (основа КЗ ASTER)

Умовні позначення:

I. Правобережжя

1 Північно-західна зона:

1 а) район Вітряні гори і Виноградар;

1 б) район Нивок і Святошин.

2 Подільсько-Куренівська зона:

2 а) район Подолу та Рибальського острова;

2 б) район Східної Куренівки та Пріорки.

3. Заплава Дніпра:

3 а) техногенно утворений житловий район Оболонь;

3 б) промисловий район (Телички);

3 в) рекреаційний район (Жуків Острів, Конча-Заспа).

4. Західна зона:

4 а) західний промисловий район;

4 б) район житлової забудови Борщагівка.

5. Центральна зона міста:

5 а) підвищена горбиста Центральна зона;

5 б) долина річок Либідь і Совка.

6 Південна зона:

6 а). Демієвсько-Голосієвський житловий район;

6 б) район Голосієвського лісу, Багринової та Лисої гір.

II Лівобережжя.

7. Дніпровські острови та заплавні території рекреаційного призначення;

7 а) північна частина заплави Дніпра (о. Муромець, Труханів острів, Русанівські сади);

7 б) південна частина заплави Дніпра (Осокорки, Нижні Сади).

8. Північно-східна зона житлової забудови (Троєщина, Воскресенка).

9. Східна зона житлово-промислової забудови (Дарниця, Лісовий, ДВРЗ)

10. Південно-східна зона житлової забудови:

10 а) район масивів Русанівки та Березняків;

10 б) район масивів Харківського, Поздняків, Осокорків;

10 в) район Бортничів.

Над містом формується «острів тепла», температурні характеристики якого змінюються протягом доби, місяця і року.

Різноманітність міських ландшафтів істотно впливає на особливості формування підвищеного фону температури повітря над містом та диференціацію значень по його площі

У міських умовах помітно зменшується швидкість вітру, що пов'язано зі збільшенням шорсткості підстильної поверхні. Проте, за певних умов, спостерігається відносно збільшення швидкості вітру на окремих вулицях і масивах на околицях міста.

У місті «сухіше», ніж за його межами. Відносна вологість повітря (за винятком паркових зон та прилеглих водних поверхонь) нижча, ніж на околицях. Це зумовлено специфічними умовами випаровування та підвищеним температурним фоном.

Збільшення концентрації аерозолів над містом призводить до збільшення кількості опадів. Іншим чинником інтенсифікації процесів утворення дощових ситуацій над містом є значна шорсткість підстильної поверхні порівняно із заміською територією. Деяка інерційність формування умов, за яких випадають опади, є причиною того, що найбільший вплив міста на зростання їх кількості може проявлятися у підвітряному секторі, вже за межами міста [2].

За останнє двадцятиріччя внаслідок екологічних проблем мікрокліматичні показники різних районів Києва збільшують свою амплітуду [3].

Комплексування різнобічної інформації стосовно мікрокліматичних відмінностей та екологічних чинників, застосування даних багатозональних космічних знімів, відповідні програмні продукти та сучасні методичні засади дали можливість виконати еколого-мікрокліматичне районування Київської урботериторії.

Література

1. Климат Киева. под ред Осадчего В.И. /К.: Ніка-Центр – 2010 – 320 с.
2. Климат Киева. под ред. Сакали Л.И./ Ленинград:Гидрометиздат – 1980 – 288 с.
3. Екологічний атлас Києва. К. Агенство Інтермедіа – 2003 – 60 с.

Індикативна оцінка сталості технологічного розвитку
Полумієнко С.К., Рибаків Л.О.
(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного
простору НАН України, serge_pol@ukr.net)

Сталий технологічний розвиток

Наприкінці минулого тисячоліття була прийнята нова парадигма розвитку цивілізації - парадигма сталого розвитку [1], яка на сьогодні не має іншої альтернативи. Відповідно до неї, розвиток людства має базуватися на забезпеченні балансу соціальних та економічних потреб з ресурсами планети. Водночас, ці принципи сталого розвитку містять тільки вербальні установки та не пропонують конкретних рішень або моделей для забезпечення його сталості, включаючи й знаходження стратегічно ефективних планів.

Аналіз підходів до вирішення проблеми сталого розвитку показав, що в більшості його моделей домінує екологічна складова, відсуваючи на другий план проблему збалансованості спільного розвитку інших складових цього процесу. Найчастіше сталий розвиток прирівнюється до екологічно сталого розвитку. Співставлення зростаючої активності людини з природними можливостями стало підґрунтям систем індикаторів, де пріоритетними є індикатори стану середовища. Так у вихідній системі індикаторів, розробленій КСР, зі 134 індикаторів 77 (57%) прямо або опосередковано характеризують екологічні аспекти сталого розвитку у його економічних, соціальних, інституціональних і природних проявах [2].

Надання першорядного значення екологічним показникам при формуванні системи індикаторів сталого розвитку [3] - важливий, але не єдиний його фактор. Таке визначення стратегії сталого розвитку тільки підсилює протиріччя між збереженням навколишнього середовища в стані придатному для здорового, благополучного життя та розвитком економіки, який веде до зростання антропогенного тиску.

З іншої сторони, зведення дослідження процесу досягнення сталості до проблеми збереження природи обґрунтовується

необхідністю спрощення складної для аналізу оцінок трьохфакторної моделі. Але, при її перетворенні в однофакторну штучно ігноруються потреби суспільства, зокрема, в нових робочих місцях, у підвищенні добробуту. Адже тільки збереження та зміцнення природного потенціалу не є достатньою умовою для задоволення потреб людини.

Виходом із цього протиріччя можуть стати двохфакторні моделі, що дозволяють проводити співставлення рівня навантаження на природу з певним інтегральним рівнем соціально-економічного розвитку для визначення їх спільного розвитку. Тобто, проблема зводиться до визначення фактора, що може адекватно замінити соціальні та економічні впливи з трьохфакторної моделі.

Кілько десятиліть тому таким фактором міг бути рівень економічного розвитку. Однак, зараз жодна економічна модель не дозволяє виявляти довгострокові тенденції розвитку системи «виробництво - населення - природа» [4].

У ХХІ столітті фактором, що інтегрує рівень соціального та економічного розвитку держави та визначає її ефективність, є рівень технологічного розвитку. Сьогодні перевагу одержує та держава, що широко використовує нові вискоєфективні технології. Використання певного набору таких технологій у всіх сферах життєдіяльності забезпечує поступальний та гармонічний розвиток країни. Використання цього фактору, фактору технологічного розвитку в двохфакторній моделі сталого розвитку й може служити основою для його моніторингу та відпрацювання відповідних стратегій.

Вплив технологічного розвитку на трансформацію суспільства особливо помітний зараз, коли суспільство стало інформаційним. При переході до нього різних країн використовувалися шість основних моделей технологічного розвитку: інноваційне середовище, інноваційний лідер, державний протекціонізм, конкурентний протекціонізм, військова перевага, інноваційне співробітництво [5]. В Україні, з певними обмовками, використовується четверта та остання модель.

Від виду моделі залежать широта, глибина та швидкість технологічної трансформації суспільства. Через цю особливість виникають методологічні труднощі для одержання порівняльних оцінок поточного технологічного рівня інформаційного суспільства. Відповідно стає ускладненим і його моніторинг, необхідний для своєчасного виявлення тенденцій технологічного розвитку країни та знаходження адекватних реаліям стратегій.

Виникає проблема співставлення рівня технологічного розвитку з рівнем пригнічення навколишнього середовища з метою знаходження такого співвідношення між ними, що забезпечувало б сталий розвиток держави.

Визнаючи за навколишнім середовищем одну з головних ролей у технологічному розвитку та маючи уяву про основні фактори (ресурсні, демографічні, культурологічні, екологічні), через які воно впливає на державу, проте, неможливо встановити чітку залежність між станом середовища та рівнем розвитку технологій [6]. знаходиться в самому характері впливу технологій на середовище. Вони можуть навіть протиставлятися один одному, породжуючи суперечливі ситуації знаходиться в самому характері впливу технологій на середовище. Непередбачуваність зовнішніх впливів також природна, як і непредбачуваність появи технологій, що виникають як реакція на зміни оточення.

При технологічному розвитку відбуваються як протидія середовищу, так і пристосування до нього. Ці дії, протилежні по своїй суті, націлені на те саме - забезпечення життєстійкості держави.

Сталість внутрішньої впорядкованості або стійкість у розвитку зберігається доти, доки лабільність функцій дозволяє державі продуктивно діяти в деякому відносно стабільному оточенні. Але, як тільки функціональні корекції перестають давати бажаний результат, держава починає реформуватися, змінюючи не тільки склад та кількість структурних елементів (частин), але й відносини між ними. Це веде до ускладнення або спрощення його структури та появи нових технологій. Як це будуть технології, залежить від того, наскільки рівень

технологічного розвитку відповідає рівню пригніченості середовища, в якому держава перебуває.

Таким чином, сталий технологічний розвиток - це здатність модифікувати діючі технології або своє оточення, коли відбуваються несприятливі зміни, щоб не допустити зниження ефективності держави або відновити її. Завдяки сталому технологічному розвитку держава, існуючи в динамічному оточенні, може тривалий час зберігати свою життєдіяльність.

Тобто, рівень технологічного розвитку держави та рівень пригнічення навколишнього середовища, перебувають у залежності один від одного. Залежність цих показників від багатьох різнорідних факторів, у сполученні з непередбачуваністю значень, не дозволяє провести їх оцінку та узагальнення на формальному рівня без попередньої структуризації їх складу та знаходження кількісних характеристик. Встановлення рівня відповідності технологічного розвитку стану навколишнього середовища є комплексною проблемою, яка вимагає вирішення наступних задач: оцінку рівня технологічного розвитку країни; оцінку техногенного пригнічення навколишнього середовища; співставлення цих оцінок.

Теоретично можна допустити, що рівень пригніченості навколишнього середовища, проявляється через якісні та кількісні впливи, що генеруються ним. Одержати точну формальну оцінку кількості впливів, їх зміст і синхронність, які визначають рівень пригніченості оточення та ступінь їх впливу на сталість розвитку держави, проблематично. Можна лише говорити про їх приблизні індикативні оцінки.

Зараз сучасні технології, при всій їх величезній розмаїтості, мають одну характерну рису - в усіх використовуються різноманітні інформаційні технології (ІТ), які значною мірою й визначають ефективність різних за функціональним призначенням виробничих, управлінських та інших галузевих технологій. Тобто, спостерігається стійка тенденція «зчеплення» будь-якого скільки-небудь значимого технологічного нововведення з ІТ, які в остаточному підсумку й визначають його успіх [7-9].

Тому ступінь використання сучасних ІТ є інтегральним показником, що відображає рівень технологічного розвитку окремих галузей і країни в цілому. Вимірявши глибину й широту включення інформаційних технологій у життєдіяльність інформаційного суспільства, можна судити про ступінь розвитку нових взаємин між державним апаратом, ринком і сумою технологій, тим самим - одержати оцінку рівня технологічного розвитку країни, а, отже, - її благополуччя [10, 11].

Інакше кажучи, оцінка рівня технологічного розвитку може бути знайдена шляхом визначення ІТ-проекції різнобічних галузей діяльності людини. У загальному вигляді ІТ-проекція – є виділення на деякій функціональній множині фрейму, утвореного інформаційно-технологічною інфраструктурою та її користувачами.

Моніторинг технологічного розвитку через ІТ-проекцію відповідає наступним семи принципам прогнозування технологічного розвитку [12]: врахування світового технологічного імперативу; цільова спрямованість; порівнянність оцінок; вимірність результатів; системність оцінок; адресність результатів; сприйнятність оцінок.

Індикативна оцінка сталості технологічного розвитку

Оцінка міри сталості технологічного розвитку країни **SUTED** (Sustainable TEchnological Development), визначається шляхом порівняння середньозважених значень досягнутих регіональних рівнів технологічного розвитку та існуючих регіональних рівнів техногенного пригнічення навколишнього середовища, які оцінюються через два відповідних індекси:

- індекс технологічного розвитку регіону - **TEDR_i** (TEchnological Development of the Region);
- індекс техногенного пригнічення середовища - **ETO_i** (Environment Technogenic Oppression).

Індекси будуються за ієрархічною схемою у відповідності з загальним підходом до формування композитних індексів (див., зокрема, [13, 10, 14]), який застосовувався авторами й в

Національній системі індикаторів розвитку інформаційного суспільства [15.].

Композитний індекс технологічного розвитку регіону - **TEDR**, розраховується (див. рис. 1), як середнє арифметичне значень регіонального індексу **TAR** технологічного застосування ІТ (Technological Application in the Region) та регіонального індексу **TIR** рівня технологічного впливу на життєдіяльність (Technological Impact on the Region), які базуються на субіндексах загального розвитку та використання інформаційно-телекомунікаційної інфраструктури, розвитку промисловості, технологічного рівня енергопостачальних та енергоємних підприємств в регіоні, рівня науково-інформаційного забезпечення технологічного розвитку.

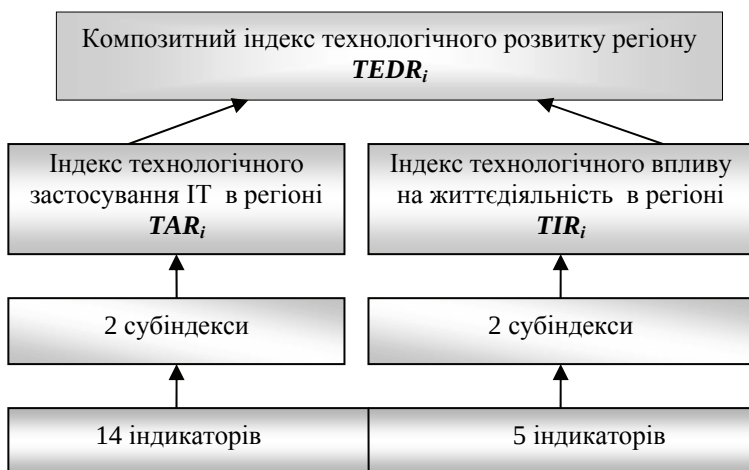


Рис.1 - Структура індексу TEDR

Для обчислення **TEDR** використовуються 19 індикаторів, які базуються на Національній системі індикаторів розвитку інформаційного суспільства України та використовуються в рейтинговій системі оцінки стану інформаційного розвитку регіонів.

Процедура обчислення індексу **ETO** аналогічна процедурі обчислення індексу **TEDR**, але базується на обчисленні

субіндексів рівня техногенного навантаження на довкілля **TL** та рівня техногенного забруднення довкілля **TP**.

Для обчислення цього індексу використовується 16 індикаторів, які базуються на інформації з екологічних паспортів областей України, розміщених на сайті Міністерства екології та природних ресурсів України, та, у випадку, коли бракує офіційних статистичних даних, - на інформації, визначеній за допомогою експертних методів.

Середньозважене значення індексів **TEDR_i** та **ETO_i** по регіонах України обчислюється за формулами:

$$TD = \frac{w_1 TEDR_1 + \dots + w_n TEDR_n}{w_1 + \dots + w_n};$$

$$EO = \frac{w_1 ETO_1 + \dots + w_n ETO_n}{w_1 + \dots + w_n},$$

де **TD** – середньозважене значення індексів **TEDR_i**, **EO** – середньозважене значення індексів **ETO_i** по всіх регіонах України, $i = 1, \dots, n$, $n = 27$, w_i – вага i -го регіону, яка визначається експертним шляхом та залежить від відношення площі регіону до загальної площі країни, його впливу на життєдіяльність країни та інших факторів (зауважимо, що вага регіону не є результатом простого ділення відповідних площ, їх сума також не дорівнює одиниці, водночас чим більше відсоток площі регіону, тим вище його вага);

Для визначення міри сталості технологічного розвитку країни **SUTED** через співставлення рівня технологічного розвитку країни з рівнем техногенного пригнічення її довкілля використовується експоненціальна функція:

$$SUTED = e^{-x^2} \cdot k,$$

де **SUTED** – міра сталості технологічного розвитку країни;

$$x = (TD - EO)^2 \cdot c,$$

k та **c** - масштабні коефіцієнти.

Значення **SUTED** досягає максимуму, якщо **TD** дорівнює **EO**. У цьому випадку, ресурсний потенціал забезпечує сталий

технологічний розвиток, який, у свою чергу, знижує антропогенний вплив на середовище через використання високоефективних технологій. В результаті, регіон добре адаптується до внутрішніх і зовнішніх змін, його технологічні та екологічні процеси перебувають у стані рівноваги, відхилення від якого не вигідне з обох точок зору.

Інакше кажучи, будь-які дії спрямовані на підвищення значення індексу **TEDR** не можуть проводитися без аналізу їх впливу на індекс **ЕТО**, також як і протилежні дії, спрямовані на зниження значення індексу **ЕТО** без урахування впливу на індекс **TEDR**.

Природно, що рівноважна ситуація, коли **TD** дорівнює **ЕО**, є теоретичною. У реальному житті сталий розвиток держави (регіону) має місце, коли рівень його технологічного розвитку близький до рівня пригнічення навколишнього середовища, але не дорівнює йому. Тобто, коли держава перебуває в слабко рівноважній області, яка визначається, як «кордон ефективного розвитку». У цьому випадку, ресурсний потенціал середовища забезпечує стійкий технологічний розвиток, яке, у свою чергу, знижує антропогенний вплив на середовище за рахунок застосування сучасних високоефективних технологій.

Перебуваючи у прикордонній області (значення **SUTED** знаходиться біля точок перегину експоненти), процеси технологічного розвитку, хоча і відхиляються від рівноваги, але не настільки, щоб під впливом оточення почати деградувати. Вони тільки видозмінюють свою спрямованість і зменшують силу впливу на інші процеси життєдіяльності.

Якщо рівень технологічного розвитку значно відрізняється від рівня пригнічення навколишнього середовища (значення індексу сталості знаходиться нижче точок перегину), то це говорить про те, що держава не може ефективно використовувати ресурсний потенціал оточення (при **TD < ЕО**) або адаптуватися до нього (при **TD > ЕО**). У першому випадку технологічний розвиток не приносить бажаного результату, оскільки надмірно пригнічується навколишнє середовище, скорочуючи ресурсний потенціал, тобто потенційні можливості технологій повною мірою не використовуються, що

перешкоджає подальшому розвитку. У другому випадку, розвиток технологій йде без урахування реального ресурсного потенціалу навколишнього середовища, не адаптується до середовища. Технології розвиваються самі по собі, не спрямовуються на забезпечення кооперативних дій з досягнення загальнодержавних цілей. Довкілля, вже не маючи потрібного ресурсного потенціалу, не може забезпечити сталий технологічний розвиток. В обох випадках, при низькому ступені стійкості, держава, через якийсь час, перетинає «кордон ефективного розвитку» і потрапляє в область стагнації, що несе в собі загрозу її існуванню.

Викладена концепція індикативної оцінки сталості технологічного розвитку базується на його головних факторах та параметрах, виключаючи певні характеристики. Звісно, це обмежує систему оцінок і проблеми, які вона вирішує. Проте, використання індикативних оцінок створює об'єктивні вихідні параметри для розробки стратегії забезпечення сталості технологічного розвитку країни, яка вимагає інших засобів, насамперед, знаходження збалансованого спільного розвитку всіх елементів зазначених вище концептуальних трьох та чотирьохфакторних моделей життєдіяльності суспільства. Ці засоби базуються на використанні теоретико-ігрових евристичних моделей складних систем та знаходяться на стадії дослідження.

Література

1. Устойчивость окружающей среды и цели тысячелетия в области развития. UNDP, <http://www.undp.sk>
2. Indicators of sustainable Development, UN Publication, 1996.
3. Захаров В. М. Здоровье среды: концепция.— М.: Изд-во Центра экологической политики России, 2000
4. Трофимова В.В. Регіональні інноваційні комплекси в глобальній економіці: монографія — Сімферополь: ВіТроПрінт, 2009
5. Борисов. Типология основных моделей инновационного развития; <http://socarchive.narod.ru/rasn/proba401.htm>

6. Powering Development with Renewable Energy Technologies. Technology and innovation report 2011 United Nations conference on trade and Development. Geneva, 2011.
7. Передумови становлення інформаційного суспільства в Україні. – К.: Азімут-Україна, 2011.
8. ICTs as an Enabler for Private Sector Development. Information economy report 2011 / United Nations conference on trade and development. New York and Geneva, 2011.
9. Шауэр Т. Влияние технологий информационного общества на устойчивое развитие // <http://www.new.e-ukraine.org.ua/publications/is/Schauer%20-%20impact%20of%20IS>
10. Полумієнко С.К., Рибаків Л.О., Грінченко Т.О. ІТ-проекція технологічного розвитку України. К.: Азімут-Україна, 2008.
11. Christoph Stork Sustainable Development and ICT Indicators. International Institute for Sustainable Development. Winnipeg, Manitoba Canada 2007. <http://www.iisd.org>.
12. Малинецкий Г.Г. Принципы прогнозирования технологического развития. <http://spkurdyumov.narod.ru>.
13. P. Hardi, L. Pinter Models and Methods of measuring sustainable development performance. International Institute for Sustainable Development Winnipeg, Manitoba CANADA, 1995.
14. Полумієнко С.К., Рибаків Л.О. Про рівень розвитку інформаційного суспільства в Україні // Наука та інновації. – 2012. – Т. 8, № 6. – С. 84 - 89.
15. Постанова Кабінету Міністрів України № 1134 від 28.11.2012р. «Про запровадження Національної системи індикаторів розвитку інформаційного суспільства». - <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1134-2012-%D0%BF>.

Технологія моніторингу екологічно-небезпечних об'єктів сусідніх держав

*Кухарський І.А., Подліпаєв В.О., Шумейко В.О.,
Атрасевич О.В, Кожухов Д.М.
(в/ч А0747, Інститут телекомунікацій і глобального
інформаційного простору НАН України)*

Екологічно-небезпечний об'єкт (ЕНО)- об'єкт народного господарства, оборонний або природний об'єкт, стан або функціонування якого призводить або може призвести до негативного впливу на людей, флору та фауну, на навколишнє природне середовище або її окремі компоненти.

На сьогоднішній день на території України проводиться контроль за станом ЕНО та моніторинг їх діяльності (закон України №45/95-ВР "Про екологічну експертизу" від 9 лютого 1995 року).

Постановою Кабінету Міністрів України №554 від 27 липня 1995 р. "Про перелік видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку" визначено основні види та об'єкти на території України, що становлять підвищену екологічну небезпеку.

Крім власних ЕНО, небезпеку для України становлять ЕНО сусідніх держав, які можуть впливати на екологію держави через транскордонне забруднення. У разі аварій ЕНО у мирний час або руйнування їх звичайною зброєю в ході диверсій або військових дій, як це було в Перській затоці в 1991 р. і в Югославії в 1999 р., "вивільняються" надпотужні сили - вторинні вражаючі фактори у вигляді пожеж, вибухів, затоплень, зон хімічного або радіоактивного зараження.

Актуальною задачею являється створення технології моніторингу ЕНО сусідніх держав. Проблемаю в цьому є обмеження доступу до інформації про ці об'єкти через їх особливий статус. Рішенням даної проблеми – є проведення геопросторового аналізу з використанням даних ДЗЗ.

Технологія моніторингу ЕНО сусідніх держав:

1. Визначення переліку ЕНО, які можуть впливати на екологію України;

2. Створення бази геоданих ЕНО та постійне її оновлення;
3. Детальне дешифрування ЕНО (визначення їх основних елементів);
4. Порівняльна характеристика різночасових даних;
5. Моделювання можливих аварій та оцінка їх наслідків;
6. Створення геоінформаційної системи (ГІС) моніторингу ЕНО сусідніх держав (створення геопорталу).

1. Перелік ЕНО, які можуть впливати на екологію України:

1. Атомна енергетика і атомна промисловість (у тому числі видобування і збагачення руди, виготовлення тепловиділяючих елементів для атомних електростанцій, регенерація відпрацьованого ядерного палива, зберігання чи утилізація радіоактивних відходів).
2. Біохімічне, біотехнічне і фармацевтичне виробництво.
3. Збір, обробка, зберігання, поховання, знешкодження і утилізація всіх видів промислових і побутових відходів.
4. Видобування нафти, нафтохімія і нафтопереробка (включаючи всі види продуктопроводів).
5. Хімічна промисловість.
6. Металургія (чорна і кольорова).
7. Виробництво, зберігання, утилізація і знищення боєприпасів усіх видів, вибухових речовин і ракетного палива.
8. Будівництво гідроенергетичних та гідротехнічних споруд меліоративних систем, включаючи хвостосховища та шламонакопичувачі.

2. Створення бази геоданих ЕНО:

- Визначення координат ЕНО (рис. 1).

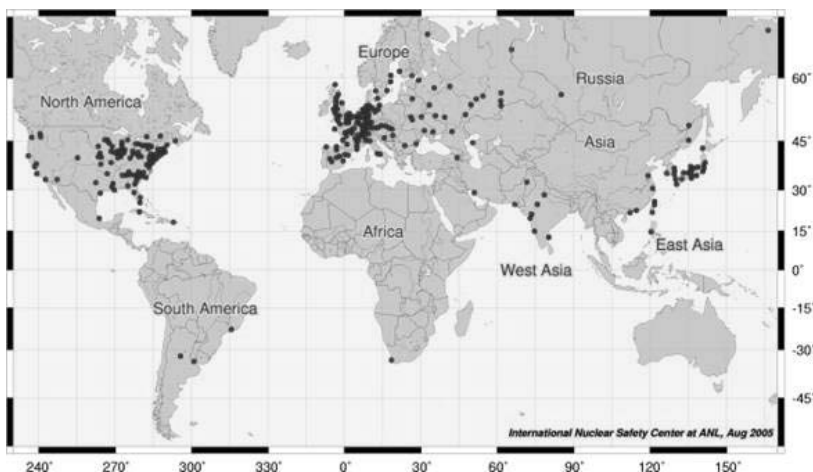


Рис. 1. Карта АЕС Світу

- Пошук інформації (графічної, текстової) (Таблиця 1).

Таблиця 1 - Характеристики АЕС сусідніх держав

Країна	АЕС поблизу України	Назва АЕС	Потужність МВт	Блоків
 Росія	4	Курська	5000	5
		Ростовська	2140	2
		Смоленська	3000	3
		Нововоронежська	1834	3
 Румунія	1	Чернавода	1300	2
 Угорщина	1	Пакш	1889	4
 Словаччина	2	Богуніце	904	2
		Моховце	880	2

- Розробка структури бази геоданих (рис. 2).



- 148

- інтегрувати просторові дані з іншими базами даних.
- проводити моделювання різних процесів.
- Чим більше різноманітної інформації про об'єкт буде знаходитися в базі геоданих, тим більш детальніші висновки будуть про його стан.

3. Детальне дешифрування за даними ДЗЗ ЕНО (визначення їх основних елементів).

Дешифрування ЕНО проводиться у декілька етапів:

- Визначення меж ЕНО.
- Визначення основних функціональних зон ЕНО.
- Детальне дешифрування об'єктів у функціональних зонах (рис. 3).



Рис.3. Дешифрування ЕНО (зліва – космічний знімок з межами ЕНО, справа – векторна карта ЕНО)

4. Порівняльна характеристика різночасових даних.

- Для формулювання висновків, щодо діяльності ЕНО (розширення (скорочення) або переоснащення (модернізації)) необхідно провести аналіз (порівняння) даних ДЗЗ за різні роки (рис. 4).



*Рис.4. Порівняння даних ДЗЗ за різні роки
(зліва – космічний знімок 2011 р., справа – 2013 р.)*

5. Моделювання можливих аварій та оцінка їх наслідків.

Моделювання можливих аварій дозволить провести розрахунки зон ураження та визначити ступінь ризику для України в результаті аварій на ЕНО, спланувати організаційні та технічні заходи для його мінімізації (рис. 5).

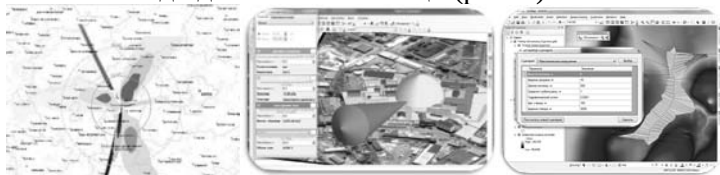


Рис.5. Моделювання аварій та оцінка їх наслідків

6. Створення ГІС моніторингу ЕНО сусідніх держав (створення геопорталу).

ГІС моніторингу ЕНО сусідніх держав призначена для вирішення завдань контролю екологічного стану на ЕНО сусідніх держав.

Необхідність створення ГІС моніторингу ЕНО:

- наглядність і зручність відображення;
- оперативне отримання інформації про ЕНО (рис. 6);
- постійне доповнення інформації різноманітними користувачами;
- створення авторизованого доступу до інформації;

- моделювання різних ситуацій.



Рис.6. 3D-моделювання ПНО та створення геопорталу

ЛІТЕРАТУРА

1. Аковецкий В.И. Дешифрирование снимков. Учебник для вузов. – м.Недра, 1983. – 374 с.
2. Болобан С.І. Дешифрування аерокосмічних знімків. Ч. 1: навчальний посібник / С.І. Болобан, О.Є. Горшенін. – Житомир: ЖВІНАУ, 2009. – 292 с.
3. Карпович И.Н. Военное дешифрирование аэроснимков / И.Н.Карпович. – М.: Военное издательство, 1990. – 544 с.
4. Бигеев А.М. Основы металлургических заводов / А.М. Бигеев. – М.: Металлургия, 1989.
5. http://www.introgis.ru/products/risk_chs/
6. <http://resources.arcgis.com/ru/>

УДК 379.85

Перспективи розбудови єдиної системи заповідних об'єктів Тернопілля

Триснюк Т.В.

*(Тернопільський національний технічний університет імені
Івана Пулюя)*

Перспективи розбудови єдиної системи заповідних об'єктів Тернопілля. В статті зроблено аналіз досліджень системи природо-заповідного фонду та рекреаційно – туристичного потенціалу Тернопілля, розглянуто можливості створення єдиної системи заповідних об'єктів. Це допоможе зберегти ландшафтне й біологічне різноманіття, об'єднає зусилля людей на відбудову природних пам'яток, допоможе вирішити ряд проблем розбудови національних екомереж України.

T. Trysnyuk. Prospects of re-erecting of the unique system of the protected objects of Ternopillya. In the article the analysis of researches of the system is done prirodo-commandment to the fund and rekreaciyno – tourist potential of Ternopillya, possibilities of creation of the unique system of the protected objects are considered. It will help to save a landscape and biological variety, will combine effort people on renewal of natural sights, will help to decide the row of problems of re-erecting of national ekomerezh Ukraine.

Актуальність дослідження зумовлено наявністю існуючої системи природно-заповідного фонду рекреаційно-туристичного потенціалу Тернопілля. Заповідні об'єкти за своєю різноманітністю розділені і відповідно вивчаються і фінансуються за двома значеннями: державні і місцеві. Доцільність такого поділу уже зараз викликає сумніви особливо з кризовими явищами та зменшеним фінансуванням місцевого бюджету.

Мета. Розглянути можливості створення єдиної системи заповідних об'єктів в межах Тернопільської області.

Аналіз попередніх досліджень. Дослідженнями Тернопілля займалися К.Геренчук, Л. Царик, О.Заставецька, О. Адаменко, Г.Оліяр та інші. В результаті досліджень недосконалість існуючої системи природно-заповідного фонду помітна менше, проте на місцевому вона заважає в подальшому розвитку.

Враховуючи це, кафедра туризму Галицького інституту імені В'ячеслава Чорновола розпочала дослідження зі створення єдиної системи заповідних об'єктів на Тернопіллі та Західній Україні.

Проблемне створення єдиної системи заповідних об'єктів як регіонального так і державного рівня піднята вперше в кінці XX століття, що дало змогу проаналізувати існуючу систему природно-заповідного фонду. З аналізу видно, що заповідні об'єкти не поділені за генезисом на натуральні і антропогенні. Відповідно і принципи і методи їх охорони не відрізняються між собою.

За багатовіковий період господарського освоєння Тернопілля натуральні компоненти природи і ландшафтні комплекси зазнають докорінних змін. На теперішній час антропогенні ландшафти займають більше 60% території. Упродовж віків людина не лише знищувала і докорінно змінювала натуральні природні об'єкти, вона створювала нові, оригінальні, але слабо вивчені антропогенні комплекси, які сьогодні потребують охорони. Це можна зробити лише в єдиній системі природоохоронних об'єктів, яка органічно поєднує тісно взаємозв'язані між собою комплекси різного походження. Така система повинна включати в себе натуральні та антропогенні об'єкти. Всі вони природні, різні за генезисом і повинні охоронятися державою.

Антропогенні охоронні об'єкти - це об'єкти, які взяті під охорону і вже сьогодні мають значну наукову, естетичну, пізнавальну, виховну цінність. Їх можна класифікувати:

Літолого- геоморфологічні.

Створюються в процесі розробок корисних копалин, різних видів будівництва. Яскравий приклад виникнення в кар'єрах унікальних стінок, які можуть стати еталонами геологічних розрізів не лише району розробок, але й прилеглих територій. До таких відносяться стінки кар'єрів в Скалі-Подільській, силурійські відклади біля Чорткова, розрізи лесу і глини на Гусятинщині та багато інших.

Сьогодні ще немає проектів рекультивації кар'єрів у заповідних геологічних об'єктах, проте в майбутньому вони стануть основним джерелом поповнення цієї групи.

Гідрологічні.

Вивчають оригінальні водосховища, ставки, озера, покинуті канали, а також окремі водні комплекси.

Штучні водойми – основа багатьох унікальних пам'яток садово-паркової культури. Ще в недалекому минулому хороший режим річок, особливо лісостепу підтримувався саме раціональним використанням та охороною створених водойм. Необхідність взяття під охорону окремих антропогенних водних об'єктів диктує також розвиток рекреації. Це зокрема мінерали та лікувальні води типу «Нафтуся» та «Друскінентай»

на Гусятинщині, також водоймище «Тернопільський став», Джуринський водоспад, басейни річок Дністер та Збруч та інші. Цікавими об'єктами на річках Тернопілля є окремі малі гідроелектростанції. Зокрема в Бучачі, Чортківському районі, на Збручі біля села Красне. Сюди можна віднести оригінальні кам'яні споруди (гатин, дамби, заставки), які регулювали воду в річках, оберігали береги від розливу та повеней. Ці проблеми повинні спільно вирішувати історики, техніки, ландшафтознавці.

Важливе значення мають «водні млини», які були майже в кожному селі. Будувалися в основному на річці або на спеціально відведеному каналі. Біля млинів існували невеликі водойми та греблі. На прилеглих ділянках висаджувались верба, тополя, калина. Млини були окрасою села, регулювали воду в річках. Тепер діючих млинів та подібних об'єктів є мало, частину з них разом з прилеглими ділянками землі і водоймами необхідно взяти під охорону і створити музеї.

Натуральні охоронні об'єкти.

В межах Тернопільщини вони займають більше 20% території. Перспективи розвитку їх кількості та площ практично відсутні.

До натуральних віднесемо рекреаційний потенціал та природні пам'ятки. На Тернопільщині нараховується 542 пам'ятки природи. Це п'ята частина усіх пам'яток природи що є в Україні.

Територією Тернопільщини протікає одна з найкрасивіших річок у Європі і друга за величиною в Україні після Дніпра - Дністер. Його загальна протяжність 1365 км. Найкрасивішими берегами цієї річки є Дністровський каньйон, який увійшов в сім чудес України. Цей каньйон є унікальним, але не єдиним в області. На півдні регіону майже кожна річка й потічок має свої особливості, свій каньйон. Найбільш унікальними є каньйони річок Збруч, Серет, Стрипа, Циганка. На півночі області розтяглися Кременецькі гори. Вони займають територію Кременецького та Шумського районів майже 20 тисяч гектарів. Звичайно, Кременецькі гори не менш мальовничі ніж Карати і в них можна розвивати як літній так і зимовий туризм. У них

активний відпочинок поєднується з культурним, адже поряд унікальні міста Кременець, Почаїв, Збараж. Розпорядженням Президента України в 2008 році їм надано статус Національного парку.

Тернопільщина багата на горбисті пасма Опілля, що простягнулися в Бережанському, Підгаєцькому та Монастирському районах з чудовим княжим лісом та буковими масивами.

Серед безмежних ланів простягнувся дивовижний Товаровий кряж – гори Медобори з густими лісами, наповнені медом та рідкісними рослинами. Саме тут розміщений унікальний природний комплекс генофонду рослинного і тваринного світу і в 1990 році створений природний державний заповідник площею 9455 га. Заповідний режим передбачає заборону в ньому будь-якої діяльності, що порушує природну рівновагу.

Товтрова гряда це залишок бар'єрного рифу, який існував у прибережних водах Сарматського моря 15-20 млн. років тому. Загалом у Медоборах проростає 120 видів рослин, з яких 29 занесені до Червоної книги України.

Багата територія заповідника історичними пам'ятниками. На горі Бохіт знаходиться святилище, де стояв знаменитий Збруцький ідол (Святовид) – Бог давньоруських слов'ян, визначна пам'ятка культури, скульптурне зображення якого знайдено на річці Збруч 150 років тому і сьогодні знаходиться в Краківському музеї.

Тернопільщина – це край де існує два світи: наземний і підземний. Підземний світ – це світ печер. У світі поки що не відкрито таких великих горизонтальних печер із специфічною будовою. Розташовані вони від 10-60 метрів під землею. В області яка територіально є найменшою в Україні сьогодні налічується їх більше сотні. Але спелеологи і туристи тепер відкривають нові печери. В центрі Європи на початку ХХІ століття ще можливі географічні та геологічні відкриття. Більше того існує думка, що в області відкрито лише 20% печер, а ще 80% чекають на своїх першовідкривачів. Печера Оптимістична (довжина розвіданих ходів становить 214 км.)

занесена в книгу рекордів Гінеса, як найбільша в світі гіпсова печера і як друга в світі серед вапнякових.

Печера Вертеба, що біля села Більче-Золоте відома в світі як перша печера де створюється перший на планеті музей печер, музей археології і трипільської культури, музей епохи неоліту.

Історико-географічні центри міст і містечок, будувалися на вигідних у військовому і економічному (торговому, господарському) відношеннях цілих здебільшого приурочені до оригінальних природних об'єктів (річок, мисів, крутих або горбистих схилів), а тому і сьогодні їх старовинна архітектура, вузькі вулиці вимощені каменем мають неабияке значення у формуванні ландшафтів Тернопілля.

На сьогодні точно відомо, що більша третина всіх українських замків та їх руїн зосередженні на Тернопіллі. Найбільш збережений палацово-замковий комплекс у Збаражі. Вражає своєю неприступністю замкова гора Бона у Кременці. Унікальними є комплекси у Вишнівцях, Скалі-Подільській, Сидорові, Кривчому, Теребовлі, Микулинцях, Чорткові та ін.

Серед архітектурних пам'яток найцікавішими є центральні частини міст Бережани, Кременець, Бучач. Унікальним є палац та ландшафтні гори у Вишнівцях та Бережанах.

На Тернопіллі діють два Державних історико-архітектурних заповідники з десяти, що є в Україні - Кременецько-Почаївський та Бережанський, один Національний історико-архітектурний заповідник з чотирьох – це «Замки Тернопільщини» з центром у Збаражі.

Релігійні споруди із земельними ділянками навколо них.

Для будівництва церков, костьолів, монастирів в селах і містах Тернопілля завжди вибиралися найкрасивіші в природному відношенні ділянки землі. Це пагорби або незначні підвищення, які добре помітні звідусіль, рівнинні ділянки в центрі.

Область давно стала маленьким Єрусалимом для паломників різних конфесій.

Свято-Успенська Почаївська Лавра належить до ряду найбільших православних святинь світу.

Марійський духовний центр в Зарваниці для греко-католиків всього світу є найважливішою святиною. Цей комплекс визнано кращим архітектурним комплексом України в 2004 році.

В Гусятині знаходиться унікальна пам'ятка – синагога. Особливо привабливими є дерев'яна архітектура.

В області збереглося більше сотні дерев'яних церков. Вік деяких з них сягає в глибину 14-16 століття. Ці об'єкти потрібно охороняти спеціальним законом.

Висновок.

Створення єдиної системи заповідних об'єктів Тернопілля та інших регіонів України загалом є потребою часу. Перехід від наявної до нової (єдиної) системи повинен проходити поступово й потребує сумісних зусиль географів (ландшафтознавців) археологів, геологів, істориків, архітекторів, екологів та інших фахівців.

Це допоможе зберегти ландшафтне й біологічне різноманіття, об'єднає зусилля людей на відбудову природних пам'яток, допоможе вирішити ряд проблем розбудови національних екомереж України.

Необхідно розробити нові або удосконалити старі природоохоронні проекти для створення єдиної системи.

Література

1. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Тернопільській області за 2012р. – Тернопіль, 2012.-75с.
2. Огляд туристичної галузі в Україні та напрямків її розвитку / експертно-аналітичний центр «Соціум». – К.: 2005. – 15с.
3. Заставецька О.В. Туризм як одна із галузей активізації соціально-економічного розвитку депресивних регіонів. / Вісник наукових досліджень Галицького інституту імені В'ячеслава Чорновола. Серія: туризм. Випуск1, Тернопіль 2006. – 16-18 с.

Можливості застосування ГІС і ДЗЗ для оцінки потенційних еколого-економічних збитків від місць видалення відходів

Новохацька Н.А., Рогожин О.Г., Трофимчук В.О.

(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, olexarog@gmail.com)

Постановка проблеми і аналіз останніх досліджень.

Місця видалення відходів (МВВ), як обладнані полігони, так і самочинні звалища промислових та твердих побутових відходів (ТПВ), суттєво забруднюють навколишнє середовище і є потенційно небезпечними об'єктами (ПНО) щодо виникнення надзвичайних ситуацій (НС). Тому вони розглядаються як важливий об'єкт екологічного моніторингу із застосуванням аерокосмічних методів.

При цьому здебільшого вирішуються задачі локалізації і визначення меж МВВ, їх ділянок, де відбувається поточне складування відходів, відпрацьованих, закритих шаром ґрунту ділянок, компонентів інженерного обладнання (водойм для збору фільтрату, каналів і обвалування, під'їзних шляхів тощо). Меншою мірою – задачі визначення контурів зон негативного впливу МВВ на довкілля: підтоплених ділянок, де застоюються забруднені води; димових шлейфів від вогнищ горіння; ареалів забруднення атмосфери і ґрунтів; активізації екзогенних процесів (зсувів, яроутворення, просадок і заболочування тощо) [1; 2, с. 166; 3, с. 99].

Ці завдання вирішуються на основі дешифрування кольорових і спектрально-зональних космічних знімків із роздільною здатністю 0,6 – 5 м за спектрометричними характеристиками і текстурою зображення із наступним їх порівнянням засобами ГІС, наприклад, програмних пакетів ERDAS IMAGINE та ArcGIS від ESRI [4, с. 144].

Прикладні програми, розроблені для реалізації цих завдань, можуть бути інтегровані у систему підтримки прийняття рішень (СППР) в сфері поводження з відходами. Доцільність створення такої СППР в Україні обґрунтована, наприклад, у [5, с. 156], де зазначено, що її основою мають стати програмні модулі, що реалізують математичні моделі прогнозування

наслідків впливу можливих аварій на об'єктах МВВ на навколишнє середовище та здоров'я населення.

У такій постановці одним з основних критеріїв для прийняття рішень у сфері поводження з відходами має бути величина потенційних еколого-економічних збитків від імовірних НС на МВВ [6]. Це актуалізує питання створення програмного модулю оцінки таких збитків на об'єктовому рівні МВВ. У його складі процедури екологічного моніторингу МВВ та прогнозування наслідків їхнього впливу на довкілля мають бути обумовлені потребами оцінки еколого-економічних збитків.

Метою цієї статті є визначення напрямів інтегрування засобів ГІС і ДЗЗ у програмний модуль оцінки потенційних збитків від імовірних НС на рівні окремих МВВ.

Виклад основного матеріалу

Алгоритмічну основу для реалізації оцінки збитків від НС, зокрема у МВВ, задає відповідна методика МНС [7], якою послуговується й нинішня Державна служба України з надзвичайних ситуацій (ДСНС). Ця методика, орієнтована на встановлення збитків за фактом настання негативних наслідків НС, лише частково придатна для оцінки потенційної шкоди. Все ж, наведені у ній формули, за певних припущень та модифікацій, можуть бути використані для розрахунку потенційних еколого-економічних збитків від фонового та аварійного забруднення ґрунтових вод, водойм, ґрунтів (фільтратами та стоками). Ці об'єкти є основними реципієнтами негативного впливу МВВ, особливо за відсутності вогнищ горіння відходів, яких зазвичай не допускають на обладнаних полігонах.

Тому наймасштабнішим за негативними наслідками видом НС у МВВ може бути залповий скид забруднених стоків з його території (змив) та/або з водойм-накопичувачів фільтрата (перелив через греблю чи її прорив) із токсичним та бактеріологічним забрудненням водойм, сільськогосподарських і рекреаційних угідь, ґрунтів та ґрунтових вод, що використовуються для водопостачання. Викиди в атмосферу з

МВВ матимуть значні негативні наслідки лише в разі тривалого горіння за умови високої токсичності спалюваних відходів.

Сценарії формування негативних наслідків (аварійного збитку) від НС у МВВ досліджені нами на прикладі Тарасівського полігону ТПВ (проектна потужність 1,65 млн. т., 15 га) Києво-Святошинського району. Він має інженерне обладнання (обвалування, канави, ставок-накопичувач фільтрату, відпрацьовані ділянки засипають ґрунтом) і належить до відносно вдало розміщених з екологічної точки зору МВВ – у балці не менш ніж за 1,6 км від населених пунктів, у більш ніж 1 км від ставка (рибогосподарського-рекреаційного призначення) і р. Сіверка, що перехоплює підземний стік з його території. Понад 10 років на цьому полігоні не фіксувалося горіння відходів, його вплив на атмосферу обмежується пилінням (у межах санітарно-захисної зони) та неприємним запахом (досягає населених пунктів за вітром). За таких умов імовірним сценарієм негативних наслідків НС залишається *аварійний збиток від залпового скиду забруднених стоків* із ставка-накопичувача фільтрату. Перелив через його греблю можливий або навесні під час аномально високої повені (швидкого танення великих снігів), або влітку-восени через аномально високі зливові опади.

Внаслідок цього очікуються еколого-економічні збитки від: забруднення поверхні землі і ґрунтів не сільськогосподарського призначення (заболочених угідь між ставком-накопичувачем і рибогосподарським ставком); погіршення здоров'я населення у зоні забруднення (через забруднення питної води шахтних колодязів, свердловин та місць відпочинку; забруднення водойми (ставка рибогосподарського призначення).

Для оцінки збитків від аварійного забруднення ґрунтів (угідь) та ґрунтових вод стоками методика МНС використовує такі параметри навколишнього середовища: маса аварійного скиду i -ої забруднюючої речовини, кг (M_{ai}); площа зони аварійного забруднення, m^2 (F_a), середня потужність забрудненої частини водоносного горизонту (m_a), активна пористість водонасиченої товщі (n_a), коефіцієнт природної захищеності підземних вод (ґрунтові води – $L=1$). Причому

добуток $F_a \cdot m_a \cdot n_a$ задає об'єм аварійно забруднених ґрунтових вод, м³.

Визначення площі зони та маси аварійного скиду потребує виключення доаварійного рівня забруднення – площі зони фонового забруднення (F_ϕ) і фонових концентрацій забруднюючих речовин у ґрунтових і поверхневих водах. Концентрації можуть бути встановлені лише за даними наземних натурних вимірювань, тоді як потужність забруднених частин водоносного горизонту (m_ϕ та m_a) і площа зон забруднення (F_ϕ та F_a) – також розрахунково за певних припущень або на основі дешифрування ареалів підтоплення від МВВ на аерокосмічних знімках.

Розрахункове визначення маси забруднюючих речовин, що потрапили у ґрунтові води за період фонового забруднення, потребує даних щодо їх середньої концентрації у фільтраті МВВ (натурні вимірювання, мг/дм³) та об'єму утвореного за цей період фільтрату (тис. м³). Оцінка об'єму фільтрату може бути здійснена на основі даних найближчої метеостанції як добуток площі, що займають складовані відходи, і суми опадів за період (з коефіцієнтами, що враховують випаровування і стікання опадів без просочування у відходи, зокрема на закритих ґрунтом ділянках). Ареали складованих у МВВ відходів, відкритих і закритих ґрунтом, надійно дешифруються на аерокосмічних знімках.

Згідно з методикою МНС, оцінка збитків від аварійного забруднення водойм потребує визначення маси аварійного скиду i -ої забруднюючої речовини (M_{ai}). Її величину знаходять з концентрації забруднюючої речовини (C_{ai} , грам/м³) у воді аварійного скиду та об'єму цього скиду ($Q_e = Q_{(t)} \cdot T$, м³), де: $Q_{(t)}$ – витрата забруднених стоків, м³/год; T – тривалість скидання (годин). Концентрації забруднень у воді аварійного скиду важко визначити за даними натурних спостережень під час аномальних погодних явищ, що викликають перелив фільтрату через дамбу ставка накопичувача. Їх доцільно припустити рівними середнім концентраціям у фільтраті, зібраному у ставку-накопичувачі.

Розрахунок об'єму аварійного скиду передбачає визначення площі водозбору ставка-накопичувача, площі і середньої глибини ставка до НС та максимально припустимої (фактичний і резервний об'єми ставка), інтенсивності (мм/сек) і тривалості опадів, інтенсивності просочування, висоти снігового покриву, інтенсивності і тривалості сніготанення тощо. Встановлення площі водозбору вимагає морфометричного аналізу, однак у першому наближенні вона може бути апроксимована площею складування відходів або загальною площею MBV.

Для Тарасівського полігону нами здійснено оцінку потенційного об'єму аварійного скиду на основі кліматичного параметру найбільших сумарних опадів за одну зливу у теплий період (квітень-листопад), що дорівнює 130 мм. Тривалість зливи прийнята у 0,5 годин (прирівняна до тривалості скидання забруднених стоків). Водозбірна площа ставка-накопичувача задана проектною площею полігону (15 га). Тоді максимальний об'єм аварійного стоку забруднених вод у ставок-накопичувач дорівнюватиме сумі стоку з полігону за цей час: $Q_1 \approx 19500 \text{ м}^3$ ($Q_{(t)} \approx 39 \text{ тис. м}^3/\text{год}$). Обсяг фільтрату до початку НС знайдено із його приблизних геометричних параметрів влітку 2011 р. (довжина 100, ширина – 20, середня глибина – 2 м.), тобто $\approx 4000 \text{ м}^3$. Резервний об'єм ставка (Q_2) прийнято у 30% від накопиченого обсягу фільтрату $\approx 1200 \text{ м}^3$. Тоді максимальний об'єм аварійного скиду забруднених стоків у балку нижче території полігону становитиме: $Q_e = Q_1 - Q_2 \approx 18300 \text{ м}^3$.

Впродовж руху приблизно у 1 км до рибогосподарського ставка (фронтом шириною до 200 м) хвиля поверхневого стоку забрудненого скиду зазнаватиме розбавлення відносно чистою водою (об'ємом $Q_3 = Q_{sv} + Q_{ds}$), а також просочування (приймаємо його максимальний обсяг у 10%, оскільки хвиля йтиме майже на 100% обводненими заболоченими луками і чагарниками). $Q_{sv} \approx 23400 \text{ м}^3$, це – зливі опади з урахуванням просочування ($k_{np} = 0,1$) над площею, якою пройшла хвиля (добуток фронту хвилі на довжину шляху, сумарні опади і коефіцієнт просочування). Q_{ds} – додатковий зливовий стік з не забруднених площ, з урахуванням просочування (приймаємо

$Q_{ds} = 0,2 \cdot Q_{sv} \approx 4680 \text{ м}^3$). За наведених припущень об'єм надходження відносно чистої води становитиме $Q_3 \approx 28080 \text{ м}^3$ і загальний об'єм стоків, що досягне рибогосподарського ставка, становитиме: $Q = Q_e + Q_3 \approx 46340 \text{ м}^3$; причому: $Q_e : Q \approx 39 : 100$. Обернено до цієї пропорції зменшиться концентрація забруднюючих речовин у аварійному стоці, що досягне рибогосподарського ставка.

СППР у сфері поводження з відходами потребує точнішої, ніж у першому наближенні, оцінки потенційного аварійного скиду та визначення імовірної зони затоплення (підтоплення) нижче за течією від ставка-накопичувача на основі морфометричного аналізу. Це завдання зводиться до задачі математичного моделювання контурів потенційної зони затоплення хвилею паводка у випадку прориву (переливу) дамб та/або поверхневого паводкового і повеневого стоку [4, с. 333; 8; 9]. Моделювання для кожного з МБВ імовірних (на певному рівні забезпечення) зон затоплення паводком та динаміки його витрат може здійснюватися у середовищі ГІС [10], що потребує створення цифрової моделі рельєфу (ЦМР) з метою визначення показників крутості, ухилу, довжини схилів та тальвегів, контурів і площі водозборів на основі оцифрованих топографічних карт і планів не дрібніше 1:10000, наприклад, засобами ArcINFO/ArcGIS з модулями Spatial Analyst та ArcScene/3DAnalyst [1].

Висновки

1. Найімовірнішим сценарієм формування негативних наслідків НС на обладнаних МБВ (полігонах зберігання відходів) в Україні є аварійний збиток від залпового скиду забруднених стоків.

2. Оцінка потенційних еколого-економічних збитків від таких НС, зокрема потребує: визначення геометричних характеристик фактичних і імовірних зон фонового та аварійного забруднення ґрунтів, ґрунтових вод і водойм (зон фонового та аварійного підтоплення і затоплення), об'ємів і витрат імовірного паводкового та повеневого стоку.

3. Ці задачі можуть бути виконані засобами ГІС на основі адаптації наявного досвіду просторового моделювання зон затоплення (підтоплення) і прогнозування витрат паводкового стоку до умов МБВ, а саме: порівняно невеликих витрат і площ зон забруднення, необхідності використання крупномасштабної топооснови та ЦМР.

4. У складі програмного модуля оцінки потенційних збитків від імовірних НС на рівні окремих МБВ має бути блок, що математично реалізує таке моделювання із прив'язкою до топооснови даних натурних наземних спостережень та ДЗЗ, здійснюваних в рамках екологічного моніторингу за станом МБВ.

5. На аерокосмічних знімках території МБВ та зон їх негативного впливу мають дешифруватися: контури, площі та інші геометричні характеристики складованих відходів, відкритих і закритих ґрунтом ділянок, ставків-накопичувачів фільтрату, ареалів виходу ґрунтових вод із затопленням і підтопленням, ареалів загибелі рослинності тощо.

6. Перспективним, але недостатньо вивченим напрямом використання ГІС є також створення просторових цифрових моделей водоносних горизонтів, гідрологічно пов'язаних з МБВ, та прогнозування забруднення ґрунтових вод на цій основі.

Список використаних джерел

1. Готинян В.С., Арістов М.В., Томченко О.В., Миколенко Л.І. Геодинамічне районування території Київської області з використанням космічних знімків (для аналізу розміщення полігонів захоронення відходів). – К.: ДНВЦ „Природа”. – Режим доступу: <http://www.pryroda.gov.ua/ua/index.php?newsid=719>
2. Новохацька Н.А. Ефективні технології поводження з твердими побутовими відходами / Н.А. Новохацька // Зб. наук. праць XI Міжнар. наук.-практ. конф. «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях» – Київ – Харків – АР Крим, 2012. – с.163-166.

3. Греков Д.Л. Космічний моніторинг забруднення земель техногенним пилом / Л.Д. Греков, Г.Я. Красовський, О.М. Трофимчук. – К.: Наук. думка, 2007. – 123 с.
4. Красовський Г.Я. Космічний моніторинг безпеки водних екосистем із застосуванням геоінформаційних технологій / Г.Я. Красовський. – К.: Інтертехнологія, 2008. – 480 с.
5. Бірюков Д.С., Махно М.Ф. Про розробку гео-інформаційної складової для системи підтримки прийняття рішень в сфері поводження з відходами / Д.С. Бірюков, М.Ф. Махно // 36. наук. праць XI Міжнар. наук.-практ. конф. «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природо-користуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях» – Київ – Харків – АР Крим, 2012. – с. 154-157.
6. Трофимчук В.О. Оцінка потенційних еколого-економічних збитків від складування твердих відходів: регіональний рівень / В.О. Трофимчук // Економічні проблеми сталого розвитку: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої пам'яті проф. О.Ф. Балацького (Суми, 24-26 квітня 2013 р.) : у 4 т. – Суми: СумДУ, 2013. – Т.1. – с. 265-267.
7. Методика оцінки збитків від надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру (Затверджена Постановами Кабінету Міністрів України № 175 від 15.02.2002 р. та № 862 від 04.06.2003 р.).
8. Лук'янець О.І., Сусідко М.М. Комплексна басейнова система прогнозування паводків у Закарпатті: методична та технологічна база її складових / О.І.Лук'янець, М.М.Сусідко // Наук. праці УкрНДГМІ, Вип. № 253, 2004. – с. 234-249.
9. Захарова М.В. Просторова модель для розрахунків гідрографів паводкового стоку води, хімічних речовин на наносів з малих водозборів Українських Карпат 2006 года. Автореф. дис... канд. геогр. наук: 11.00.07 / М.В. Захарова; Одес. держ. екол. ун-т. — О., 2006. — 20 с.
10. Мельник Т.П. Застосування ГІС для потреби попередження стихійних гідрологічних явищ / Т.П. Мельник // Вісник Харківського національного університету. Вип. № 1037, 2012. – с. 125-132.

Управління земельними ресурсами

А.Л. Прокопенко, А.С. Олінович

(Університет новітніх технологій, oangelina@ukr.net)

Проблема управління земельними ресурсами була, є і буде актуальною, оскільки земля є базисом та основою не тільки для розміщення, а і засобом будь-якого виробництва. Особливо гостро проблема ефективного управління та раціонального використання земельних ресурсів показала себе в ринкових умовах. Введення землі в ринковий обіг призвело до збільшення чисельності суб'єктів господарювання на землі потягло за собою розширення кола учасників земельних відносин, а відтак загострились екологічні проблеми довкілля.

Державне управління є способом організації діяльності державних органів з метою забезпечити виконання правових норм і впорядкування суспільних відносин у тій чи іншій сфері. Управління у галузі використання та охорони земель є різновидом, складовою управління природокористуванням та охороною довкілля. Метою управління земельними ресурсами є вирішення проблем раціонального використання та охорони земель шляхом організованої, цілеспрямованої діяльності суб'єкта управління. Головною ознакою, за якою цей різновид виділяють як самостійний, є земля - основне національне багатство, що перебуває під особливою охороною держави. [1]

Управління у сфері використання та охорони земель слід розглядати як організаційно-правову діяльність уповноважених органів із забезпечення раціональної та ефективної експлуатації земель усіма суб'єктами господарювання у межах, визначених земельним законодавством України. [2]

Разом з тим за умов ринкової економіки та роздержавлення права власності на землю важливим є поєднання економічного стимулювання раціонального використання та охорони земель з методами адміністративного впливу на суб'єктів земельних правовідносин. За цих умов важливого значення набувають відповідні функції управління у галузі використання та охорони земель.

Функції управління - це відносно відокремлені напрями управлінської діяльності, які дають можливість здійснювати певний вплив на об'єкт управління з метою вирішення поставленого завдання, це також напрями управлінської діяльності, що мають правостановлюючий, правозабезпечуючий чи правоохоронний характер.

Визначення змісту функцій управління та їх чітка класифікація необхідні для розробки раціональних основ системи управління. Функції державного управління у відповідній сфері розрізняють за критеріями: за органами, що їх здійснюють; місцем і значенням в управлінському процесі; юридичними наслідками, які тягнуть за собою їх здійснення, тощо. В. В. Горлачук поділяє функції управління на основні і спеціальні.[3]

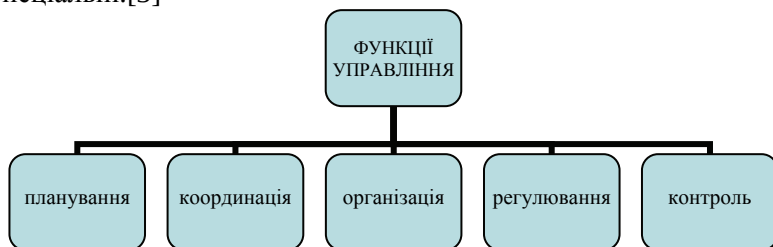


Рис. 1. Функції управління земельними ресурсами

Контроль за використанням та охороною земель є однією з важливих функцій державного управління у зазначеній сфері суспільних відносин. Його завдання полягають у забезпеченні додержання органами державної влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, установами, організаціями і громадянами вимог земельного законодавства України. Варто звернути увагу на те, що контроль здійснюється:

- а) за усіма без винятку суб'єктами земельних відносин, а не лише за юридичними і фізичними особами;
- б) стосується всіх земель незалежно від форм власності;
- в) стосується всіх категорій земель.

Як функція управління земельними ресурсами та землекористуванням нормування у сфері землеустрою являє собою обмеження негативного впливу на земельні ресурси та

довкілля через встановлення обов'язкових правових, екологічних, землевпорядних нормативів такого впливу. [4]

Державний контроль за використанням і охороною земель являє собою діяльність компетентних органів держави, спрямовану на додержання вимог земельного законодавства, забезпечення гарантій реалізації земельно-правових норм та утвердження законності у земельних відносинах. Він дає можливість не лише виявляти й усувати наслідки земельних правопорушень, а й застосовувати у разі потреби до порушників земельного законодавства заходи відповідальності, Цей контроль охоплює усі категорії земель незалежно від форм власності та видів землекористування і поширюється на всіх суб'єктів земельних відносин.

Метою контролю за використанням та охороною земель повисне бути задоволення справедливих соціальних, економічних, екологічних потреб нинішнього і майбутнього поколінь у сфері розвитку і охорони навколишнього природного середовища. Його конкретні цілі визначаються основними формами діяльності у сфері використання й охорони земель, якими перш за все є: забезпечення екологічної безпеки людини.

Література

1. Земельний кодекс України, 2001 р.
2. Корнєєв Ю.В., Земельне право. – К.: Пролісок. – 2011 – 87 с.
3. Горлачук В.В., В'юн В.Г., Песчанська І.М. Управління земельними ресурсами. – Л.: Магнолія 2006. – 2008 – 74 с.
4. Третяк А., Друга В., Калганова І. Стандартизація та нормування у землеустрої: інновації навчальної програми.// Землевпорядний вісник. - 2013. № 2. С. 45-49.

Создание базы геоданных космического мониторинга терриконов Донбасса

Сергеева Е.Л.

(ГВУЗ «Национальный горный университет», sergieieva@i.ua)

Продукты горения терриконов угольно-промышленных регионов являются существенным фактором ухудшения качества окружающей природной среды. В Украине для изучения состояния терриконов используются наземные методы, которые по территориальному охвату, финансовым и временным затратам существенно уступают методам обработки имеющихся в свободном доступе данных дистанционного зондирования Земли из космоса. Анализ современного состояния проблемы систематизации результатов мониторинга терриконов показал отсутствие отечественных исследований, опирающихся на материалы космических съемок.

Целью работы является создание базы геоданных наземного и космического мониторинга терриконов участка Донецкого угольного бассейна средствами ГИС ArcGIS и разработка программного инструментария визуализации растрово-векторных данных о расположении терриконов с использованием Internet-технологий.

Процесс создания базы геоданных содержит этапы сбора и систематизации данных наземных и космических наблюдений, а также предварительной и тематической обработки разновременных мультиспектральных данных космических съемок (рис. 1).

Предварительная обработка

Растровые цифровые картографические данные и космические изображения высокого пространственного разрешения Internet-сервиса Google позволяют определить точное расположение терриконов и векторизовать их контуры. На этапе предварительной обработки выполнена геометрическая коррекция – перевод растров в поперечно-цилиндрическую проекцию UTM (Universal Transverse Mercator) и географическая привязка к трехмерной системе координат World Geodetic System 1984.

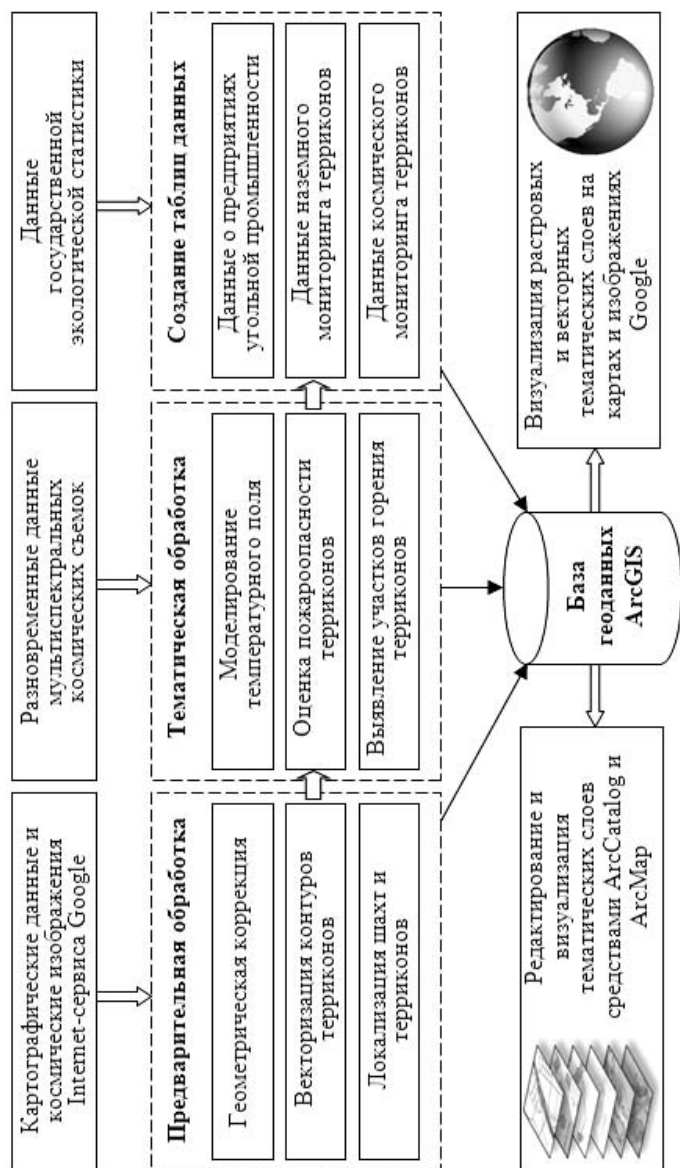


Рисунок 1. Схема процесса создания базы геоданных

По данным топографических карт 1980-1990гг. участка Донбасса размером 220×150 км и площадью 33 тыс. км² выполнена локализация 1343 объектов –590 шахт и 753 терриконов. На основе космических изображений Google выполнена векторизация контуров 115 терриконов города Донецк.

Тематическая обработка

В качестве исходных данных для оценки теплового состояния терриконов использованы архивные материалы разновременных мультиспектральных космических съемок Landsat-TM (15 сцен, зарегистрированных с 1985 по 2012 гг.), представленные на сайте Научного центра по исследованию природных ресурсов (Earth Resources Observation and Science Center, EROS) Американского географического сообщества и доступные при помощи глобального выювера USGS Global Visualization Viewer [1].

Тематическая обработка изображений Landsat-TM базировалась на разработанной геоинформационной технологии, включающей этапы моделирования температурного поля, оценки пожароопасности терриконов и выявления устойчивых пространственно-временных структур – участков горения терриконов по разновременным данным космических съемок в тепловом диапазоне электромагнитного спектра (канал 6 Landsat-TM, спектральный диапазон – 10,4-12,5 мкм) [2].

Моделирование температурного поля терриконов на основе дифференциальных операторов первого и второго порядка позволило выявить источник и выполнить оценку пространственно-временной динамики изменения поля температур.

Коэффициент пожароопасности определяет склонность терриконов к возгоранию. Оценка пожароопасности производилась на основе построения системы нечеткого логического вывода с учетом сведений о яркостной температуре, состоянии растительного покрова и влажности поверхности терриконов.

Выявление участков продолжительного горения терриконов осуществлялось на основе модифицированного метода объективной пространственно-временной кластеризации [3].

Создание таблиц данных

По имеющимся сведениям на начало 2012 года на территории Донецкой и Луганской областей насчитывалось 48 угледобывающих объединений, в состав которых входило 140 шахт [4]. Для систематизации сведений о предприятиях угольной промышленности Донбасса созданы таблицы, содержащие поля: условный идентификатор, наименование предприятия, почтовый индекс, область, город, юридический адрес, ФИО руководителя, контактный телефон, адрес электронной почты.

Согласно данным Государственного управления охраны окружающей природной среды в Донецкой области, на территории Донецка в настоящее время насчитывается около 130 терриконов, треть из которых – горящие [5]. Из них контуры 115 терриконов возможно идентифицировать на изображениях высокого пространственного разрешения Internet-сервиса Google. Данные о состоянии отдельных терриконов систематизированы и сведены в таблицу, общая структура которой представлена в табл. 1.

Результаты тематической обработки разновременных мультиспектральных космических изображений занесены в таблицу, содержащую данные о расположении источника температурного поля, сведения о пожароопасности терриконов, сведения о присутствии температурных аномалий для разновременных выборок данных тепловых космических съемок, данные о расположении участков горения и некоторые дополнительные характеристики теплового состояния терриконов.

Таблица 1

Данные наземного мониторинга терриконов Донецка

№ террикона	№ шахты	Название террикона	Район	Координата X центра террикона, м	Координата Y центра террикона, м	Площадь основания, тыс. м ²	Высота, м	Объем отходов, тыс. м ³	Количество отходов, тыс. т.	Форма террикона	Состояние террикона
1	7	Шахта № 6	Петровский	391201,3	5310409,5	16	57	280	504	конус	потухший, не действующий
2	12	Шахта Трудовская № 1	Петровский	391167,1	5312093,4	290	47	10000	18000	плоский	горящий, действующий
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
115	3	ЦОФ "Чумаковская" главный	Пролетарский	417642,9	5309704,3	605	60	17100	30780	плоский	горящий, действующий

При работе с базой геоданных использован инструментарий ArcCatalog и ArcMap. Функциональные средства ArcCatalog предназначены для создания и модификации структуры базы геоданных, ArcMap – для редактирования, анализа ее содержимого и отображения в виде тематических слоев.

Визуализация растровых и векторных тематических слоев

Для визуализации содержимого базы геоданных на картах и космических снимках высокого пространственного разрешения разработано веб-приложение на основе сервиса Google Maps JavaScript API, обеспечивающего возможность добавлять точечные и полигональные векторные объекты и растры, выполнять перемещение и масштабирование графических элементов. Пример визуализации пространственных данных о терриконах на снимках Google представлен на рис. 2.



Рисунок 2. Наложение снимка Landsat-TM (комбинация каналов 4-3-2, дата съемки: 09.09.2009г.) и векторного слоя терриконов на космический снимок высокого пространственного разрешения Internet-сервиса Google (г. Донецк и окрестности)

Выводы

В работе предложена и реализована последовательность этапов сбора, тематической обработки, систематизации и визуализации пространственных и атрибутивных данных о терриконах Донбасса с использованием инструментария ГИС ArcGIS и Google Maps JavaScript API. Создана база геоданных, содержащая информацию о шахтах и терриконах Донбасса в табличном, растровом и векторном виде. Особенностью разработанной базы геоданных является использование в ее структуре результатов тематической обработки разновременных данных мультиспектральных космических съемок Landsat-TM. Для визуализации информации о пространственном расположении терриконов на картах и снимках Internet-сервиса Google разработано веб-приложение на базе служебных программ Google Javascript API.

Предложенные решения предназначены для использования в задачах выявления и мониторинга пожароопасных терриконов, а также создания электронного кадастра шахт и терриконов Донбасса.

Библиографический список

1. USGS Global Visualization Viewer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://glovis.usgs.gov>. – 26.07.2013.
2. Сергеева Е.Л. Информационная технология интеллектуального анализа материалов космических съемок / Е.Л. Сергеева // материалы международной научной конференции «Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта (ISDMCI'2011)». – 16-20 мая 2011 г., Евпатория. – С. 307 – 311.
3. Сарычева Л.В. Пространственно-временной подход в задачах кластеризации / Л.В. Сарычева // Искусственный интеллект. – 2006. – № 3. – С. 644-653.
4. Министерство угольной промышленности Украины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mvp.gov.ua>. – 20.01.2012.
5. Аппаратно-программный комплекс экологического мониторинга атмосферного воздуха Управления экологической безопасности донецкого городского совета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://akiam.org.ua/akiam3>. – 21.07.2013.

**Необхідність модернізації системи управління
матеріально-технічним забезпеченням АПК
в сучасних ринкових відносинах**

Снігур І.І.

*(Національний університет біоресурсів та
природокористування України, sniguri@ukr.net)*

Матеріально-технічне забезпечення аграрного сектору України в сучасних умовах не відповідає в повній мірі ринковим відносинам. Більшість аграрних підприємств не мають у своєму розпорядженні достатньої кількості матеріально-технічних засобів (техніки та запасних частин до неї; паливно-енергетичних, земельних і водних ресурсів; мінеральних і органічних добрив; засобів, які використовуються в тваринництві та рослинництві для отримання підвищеної кількості сільськогосподарської продукції, тощо). Наслідок цього – порушення технології виробництва продукції агропромислового комплексу, неможливість забезпечення її якості та безпеки, недостатній об'єм виробництва, зменшення родючості ґрунтів і поголів'я сільськогосподарських тварин, нераціональне використання водних ресурсів для рибогосподарства та ін..

Матеріально-технічне забезпечення – це один з найважливіших чинників створення матеріальних умов ефективного функціонування АПК. В економічній науці не має єдиного визначення цього поняття. Його визначення у спеціальних виданнях включає: процес створення і розподілу засобів виробництва між суб'єктами господарювання на основі товарно-грошових відносин [1]; систему принципів, форм, методів, важелів і структур, які визначають виробництво, розподіл і постачання технічних засобів, а також організацій та органів, які регулюють відносини у цій сфері; підприємства виробництва і переробки продукції АПК різної форми власності [2]; сукупність урегульованих нормативними актами і договорами відносин по забезпеченню матеріально-технічними ресурсами, необхідними для своєчасного і безперебійного проведення всього циклу виробництва, переробки і реалізації продукції АПК, а також для виконання економічних та інших

завдань для задоволення потреб в харчових продуктах та сировині [3] тощо.

Мабуть, на даний час найбільш вдалим є наступне визначення поняття матеріально-технічне забезпечення [4, з деякими уточненнями]: матеріально-технічне забезпечення – це формування і використання матеріально-технічних засобів суб'єктами сфери АПК в системі, де відбувається вільне споживання цих засобів шляхом використання послуг підприємств – виробників таких засобів сервісних установ, що здійснюють їх постачання та обслуговування. Таке матеріально-технічне забезпечення розвивається, в першу чергу, під впливом виниклих ринкових економічних відносин в АПК, які базуються на інтересах кожного з учасників системи матеріально-технічного забезпечення виробництва сільськогосподарської продукції.

Суттєве значення в розвитку матеріально-технічного забезпечення має його фінансове забезпечення. Інвестиції в АПК в Україні надаються різними установами: банками, лізинговими компаніями, кредитними спілками, страховими компаніями, за рахунок фінансування державних програм розвитку АПК та ін., а також за власні кошти. Перспективним є розширення видів і форм лізингу (сьогодні в Україні діють тільки фінансовий, оперативний, пайовий і міжнародний лізинг), що відкриває користувачам широкий доступ до передової техніки та технологій.

Підвищення рівня платоспроможності виробників сільськогосподарської продукції – надзвичайно важливе завдання, яке залежить від багатьох чинників, насамперед від ступеню регулювання аграрного ринку і цін на аграрну продукцію, зниження вартості кредитних ресурсів, в тому числі на сьогодні і за рахунок коштів державного бюджету, тощо.

В даний час актуальним питання в АПК є не тільки кординальне поліпшення матеріально-технічного забезпечення, раціонального використання існуючих і створення нових з матеріально-технічних засобів (техніки та науково обґрунтованих технологій використання ресурсів сільського господарства, тощо), але і розробка високоефективної системи управління цим забезпеченням. Управління – це загальна

функція складних організованих систем, спрямована на досягнення належного стану в самій системі та в навколишньому середовищі. Основна його ціль – це повноємне і безперерйне забезпечення підприємств АПК необхідними засобами виробництва; створення економічно обґрунтованих запасів матеріальних ресурсів та системи маневрування ними; раціональне використання матеріально-технічних засобів; оптимізація господарських зв'язків між підприємствами АПК та постачальниками технічних засобів, паливно-енергетичних ресурсів та ін.; забезпечення інтенсифікації та підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва на основі впровадження науково-технічних досягнень і новітніх технологій; сприяння підвищенню ефективності отримання, як основної продукції АПК та безпечної сільськогосподарської продукції за рахунок своєчасного забезпечення підприємств сировиною, обладнанням, висококваліфікованими кадрами; підвищення платоспроможності виробників продукції АПК; ліквідація виниклої диспропорції; дефіциту та інших негативних явищ в сфері АПК; мінімізації кількості посередників між виробниками матеріально-технічними засобів і послуг та їх споживачами, що дозволить скоротити витрати на їх придбання і використання тощо.

Розробка та впровадження моделі управління розвитком матеріально-технічним забезпечення АПК в умовах виниклих ринкових відносин і різних форм власності потребує вдосконалення законодавчої бази в сфері АПК, як і в будь які іншій, виступає регулятором виниклих суспільних відносин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Посилання з дисертації Остапенко Т.М. №104.
2. Посилання з дисертації Остапенко Т.М. №103
3. Посилання з дисертації Остапенко Т.М. №71
4. Остапенко Т.М. «Формування матеріально-технічного забезпечення сільськогосподарських підприємств». Автореферат дисертації на здобуття ступеня канд. екон. наук : спеціальність 08.00.04 Луганськ : В-во ЛНАУ, 2008 – 21с.

**Податкове забезпечення сталого розвитку як невід’ємна
складова механізмів податкового регулювання
використання та охорони природних ресурсів**

Гамзіна О. М.

*(ДУ «Інститут економіки природокористування та сталого
розвитку» м. Київ, vovchik_om@ukr.net)*

В останній час екологічні проблеми через існуючі соціально-економічні негаразди відійшли на другий план. Україна навіть в теперішній період, незважаючи на падіння виробництва, серед європейських держав має найвищий інтегральний показник негативних антропогенних навантажень на навколишнє природне середовище практично на всій її території.

Ряд природоохоронних заходів перебуває у полі зору нинішньої податкової політики. Найважливіші з них спрямовані на дотримання взятого на екологічному саміті у Кіото зобов’язання країн ЄС скоротити вуглецеві викиди на 8%. З 17% до 5% був скорочений податок на додану вартість на енергозберігаючі матеріали. Вводиться диференційованість дорожнього податку, чим буде заохочуватися використання більш екологічних автомобілів. Значно підвищуються ціни на паливо. У ряді заходів, спрямованих на охорону довкілля, можна виділити введення нового механізму сплати податку за викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин пересувними джерелами забруднення, завдяки якому розширено коло платників податку, значно спрощено процес адміністрування цього податку та порядок його сплати до бюджету.

На відміну від розвинутих країн світу Україна поки що залишається державою, де зберігаються екстенсивні методи розвитку економіки, що неминуче призводить до нерационального природокористування і неефективної податкової політики. Для країни характерні глибинні диспропорції загальнодержавних і регіональних економічних інтересів, невідповідність між розміщенням природно-ресурсного та соціально-економічного потенціалів, зростаюча науково-технічна і технологічна відсталість. При таких умовах стає очевидною необхідність вирішення складної системи

завдань, пов'язаних з вимогами оптимізації природокористування, оздоровлення стану природного середовища і податкового забезпечення сталого розвитку [1, с. 220].

Формування якісно нового етапу суспільного розвитку, обумовленого ступенем задоволення потреб населення, в тому числі в фінансовому забезпеченні, вимагає здійснення структурних змін в економіці держави й нового підходу до використання природних ресурсів, гострий дефіцит яких найчастіше стає фактором, що лімітує економічний розвиток. Перехід України до формування новітньої національної екологічної політики складний і довготривалий. Це багатоетапний процес досягнення збалансованості між соціально-економічним прогресом та потребами збереження довкілля, пов'язаний з проблемами довгострокового розвитку країни, послідовним практичним упровадженням принципів сталого розвитку, питаннями зміни структури споживання, збереження, невиснажливого використання і відтворення природних ресурсів, екологічної безпеки і регіональної політики, а також зовнішньополітичними аспектами.

На думку науковців Державної установи «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку Національної академії наук України», в Україні на першому етапі формування національної стратегії сталого розвитку у сфері гарантування екологічної безпеки необхідне вирішення екологічних проблем, спричинених порушенням нині існуючих норм природокористування. На другому - обов'язкова екологізація виробництва й мінімізація ресурсокористування, приведена до гранично допустимих норм, на третьому етапі – гармонізація екологічних і демографічних проблем. Засобом досягнення екологічної безпеки є система еколого-економічних інструментів, серед яких особливу роль повинні відігравати:

1. плата за забруднення навколишнього природного середовища. Цей інструмент раціоналізації природокористування покликаний компенсувати еколого-економічний збиток, нанесений підприємствами й організаціями у процесі їхньої діяльності;

2. плата за використання природних ресурсів, що практично призначена для власника цих ресурсів, заснована на вилученні абсолютної ренти і певною мірою є аналогом екологічного податку;
3. система економічного стимулювання природоохоронної діяльності, яка сприяє формуванню екологодоцільного поведіння виробника й споживача. Стимулювання оптимального природокористування включає оподаткування, субсидіювання, пільгове кредитування природоохоронної діяльності, прискорену амортизацію природоохоронних фондів та інші заходи, більшість із яких довела свою екологічну ефективність у низці країн світу;
4. екологізація ціноутворення, тобто воно повинне враховувати рівень екологічної безпеки продукції. Екологічна чиста продукція має нижчу ціну і є кращою для споживача порівняно з тією, виробництво якої пов'язане з негативним впливом на навколишнє середовище;
5. створення екологічних фондів, головна мета яких полягає у формуванні централізованого джерела фінансування природоохоронних потреб незалежно від державного бюджету. Ці фонди відіграють роль підтримуючої фінансової структури, що доповнює державні витрати на екологічні цілі;
6. екологічне програмування, що являє собою пов'язані ресурсами, виконавцями і строками комплекси заходів, спрямовані на ефективне вирішення екологічних проблем. Залежно від мети реалізація екологічних програм здійснюється на міжнародному, національному й регіональному рівні;
7. екологічне страхування, економічним інструментом якого є запобігання або пом'якшення наслідків аварій, технологічних збоїв чи стихійних лих, що призводять до забруднення навколишнього середовища. Діяльність страхових компаній дає змогу компенсувати збитки, економічно стимулювати запобігання аварій за рахунок збільшення протиаварійних витрат з боку страхової компанії [2, с. 58-59].

На нашу думку ці еколого-економічні інструменти є невід’ємною складовою механізмів податкового регулювання використання та охорони природних ресурсів. Тому вважаємо, що українська практика демонструє очевидний дефіцит механізмів податкового регулювання сприяння раціонального використання та охорони природних ресурсів. У формуванні стратегічного потенціалу сталого розвитку у сфері екологізації податкової системи пріоритетна увага має надаватися сталому управлінню природокористуванням, створенню відповідного організаційно-фінансового забезпечення.

Список використаної літератури.

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2010 році. – К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2011. – 254 с.
2. Національна парадигма сталого розвитку України / за заг. ред. академіка НАН України, д.т.н., проф., засл. Діяча науки і техніки України Б. Є. Патона. – К.: Державна установа «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку Національної академії наук України», 2012. – 72 с.

Интеграция данных дистанционного зондирования земли и полевых исследований для оценки экологического значения пространственной изменчивости твердости почвы в условиях интенсивного и природного земледелия

**Жуков А.В., **Кунах О. Н.*

*(Днепропетровский государственный аграрный университет, Zhukov_dnepr@rambler.ru; **Днепропетровский национальный университет имени Олеса Гончара)*

Целью нашего исследования было определение пространственной организации чернозема обыкновенного при использовании технологии природного земледелия по данным полевых исследований твердости почвы и данным дистанционного зондирования земли.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- исследовать твердость чернозема обыкновенного на полях, обрабатываемых в соответствии с технологиями традиционного и природного земледелия;

- классифицировать полученные данные по твердости;
- определить динамику формирования во времени биологической продуктивности исследованных полей с помощью нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI), полученного путем анализа космических снимков;
- построить цифровую модель рельефа, полученную путем анализа космических снимков;
- выяснить зависимость между твердостью почвы, рельефом и биологической продуктивностью исследованных полей.

Исследования проведены в 2012 году. Два смежных поля расположены на расстоянии 5 км на север от г. Синельниково (Днепропетровской области). На одном поле (находится восточней) с 2008 г. в практике сельскохозяйственного производства отказались от применения пестицидов и минеральных удобрений. Соседнее поле возделывается по интенсивной технологии с применением пестицидов и минеральных удобрений. На обоих полях в 2012 г. возделывался семенной подсолнечник.

25 сентября и 2 октября были проведены полевые исследования. В 90 точках на поле природного земледелия (25 сентября) и в 92 точках на поле интенсивного земледелия (2 октября) была измерена твердость и электропроводность почвы, а также отобраны почвенные образцы из верхнего 10-см горизонта. Точки расположены в виде 6 трансект по 15 точек в каждой (на поле интенсивного земледелия первые две трансекты представлены 16 точками). Ориентировочно, расстояние между точками в трансекте составляло 75 м. Точные координаты мест отбора фиксировались с помощью GPS-навигатора. Расстояние между трансектами на поле природного земледелия ориентировочно составило 50–70 м.

Измерение твердости почв производились в полевых условиях с помощью ручного пенетрометра Eijkelkamp на глубину до 50 см с интервалом 5 см.

В работе проведен анализ снимков, сделанных 16 апреля, 2 и 11 мая, 12 и 19 июня, 14 и 30 июля и 6 и 22 августа 2012 г. Таким образом, временной диапазон снимков охватывает

основную часть вегетационного периода. Снимки получены с сервера Earthexplorer (<http://earthexplorer.usgs.gov/>).

В результате проведенного исследования установлено, что средние значения твердости почвы опытных полей закономерно повышаются с глубиной от 1,96 МПа в верхнем 15-сантиметровом слое до 4,02 на глубине 45-50 см. Распределение показателей твердости наиболее отлично от нормального на глубине 15-30 см от поверхности.

Результаты кластерного анализа позволили выделить четыре кластера сайтов. В пространстве каждый кластер представлен некоторым количеством четко обособленных образований, однородных по формированию профиля по твердости. Основным отличием между кластерами является скорость, с которой увеличивается твердость с глубиной.

Горизонты, которые регулярно подвергаются вспашке (0-25 см), в конце вегетационного сезона характеризуются твердостью, изменчивость которой в пространстве обусловлена геоморфологическими детерминантами. Регулярная вспашка выравнивает механические свойства почвы, вследствие чего локальные пространственные образования на уровне педонов разрушаются, а структурные уровни педон-полипедон объединяются в один. В подпахотном горизонте педонная структура почвы имеет достаточно времени для восстановления после очередной глубокой вспашки, поэтому на глубине 35-50 см наблюдаются пространственные структуры размером 45-100 м в диаметре.

Выделенные кластеры детерминируют производительность агроэкосистемы вследствие особенностей профильного изменения твердости почвы. Наиболее благоприятные условия для продуктивности формируются в пределах кластера 1. Наихудшие условия для первичной продукции отмечены для кластера 2; кластеры 3 и 4 занимают промежуточное положение по значению NDVI.

Кластер 1 на территории представлен фрагментарными локусами – максимальный по площади из которых составляет 37,79% от территории, которую занимает кластер. Кластер 2 представляет собой практически целостное образование – 90,37% от площади кластера занимает самый большой локус.

Аналогичные показатели для кластеров 3 и 4 составляют 44,28 и 63,78% соответственно. Сплошной характер расположения кластера 2, в рамках которого сформировались неблагоприятные условия для выращивания культур по твердости, предполагает возможность локального проведения глубокой вспашки для оптимизации физических свойств почвы.

**Інформаційні технології для екологічного моніторингу
водно-болотних екосистем Українського Полісся**

Загородня С.А., Охарєв В.О., Попова М.А., Радчук І.В.

*(Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного
простору НАН України, okhariev.vo@gmail.com,
igor.radchuk.v@gmail.com)*

Актуальність теми. Водно-болотні екосистеми та лімнологічні об'єкти як їх складова є важливими компонентами життєдіяльності навколишнього середовища в Українському Поліссі з причини великої кількості озер та їх пов'язаності з великими річковими басейнами, зокрема, басейном р. Прип'ять. Це свідчить про важливість показників якості води в контексті задач водокористування. Дослідження водних ресурсів даного регіону також є актуальним з точки зору вивчення закономірностей функціонування озерних екосистем в рамках стійкого антропогенного навантаження, враховуючи інтенсивність сільськогосподарської меліорації на території Полісся. Це неодмінно призводить до змін водного режиму озер та гідробіологічних характеристик води (зокрема, масштабів евтрофікації). Враховуючи вищеперераховані аспекти, можна вважати озеро Нобель (Зарічненський р-н Рівненської області) еталонним об'єктом, на прикладі якого можна дослідити причинно-наслідкові зв'язки в антропогенно навантажених лімнологічних екосистемах регіону. Додатковим фактором є невисока щільність населення в районі Нобельської акваторії та наявність поруч територій, що належать до природно-заповідного фонду України (національний природний парк «Прип'ять-Стохід»). Відповідно, результати даного дослідження можуть бути використані також для удосконалення системи екологічного моніторингу на заповідних територіях.

Мета дослідження. Уточнення даних про екологічний стан досліджуваної території, отриманих за результатами аналізу космічних знімків, шляхом проведення наземних досліджень із залученням актуальних інформаційних технологій та створення паспорту оз. Нобель на основі використання онтологічного підходу до представлення розподілених різноформатних інформаційних ресурсів.

Хід роботи. Під час попередніх досліджень [1, 2] для аналізу техногенного навантаження на акваторію озера Нобель та прибережну зону використовувались знімки високої роздільної здатності - Spot, GeoEye, DigitalGlobe, Сіс-2 різних діапазонів. Ареали техногенного забруднення можна детермінувати за допомогою виявлення температурних аномалій. Застосовуючи контактні методи досліджень, за допомогою гідролокаційного пристрою, була проведена зйомка глибин та побудована векторна модель акваторії озера Нобель – в тому числі, в форматі 3D.

За результатами наведених досліджень зроблено наступні висновки про характер екологічних проблем екосистеми озера Нобель:

- спостерігається інтенсивна евтрофікація поверхні озера Нобель, що пов'язана зі зміною хімічного складу води (підвищеним вмістом азоту та фосфору), спричиненою зливом мінеральних добрив із сільськогосподарських земель;
- внаслідок меліораційних заходів поступово змінюється водний режим озера, що, враховуючи його проточність, може спричинити зміни гідроекологічного стану басейну р. Прип'ять.

Можна констатувати, що рівень антропогенної порушеності досліджуваної озерної екосистеми є порівняно невисоким, що спричинено в першу чергу її географічним розташуванням на території з низькою щільністю населення, і, як наслідок, невисокою інтенсивністю господарського та рекреаційного навантаження.

Одним із завдань даного дослідження було проведення забору проб донних відкладів для їх подальшого аналізу на мінералізацію та вміст біогенних речовин (таких, як сапропель).

Відклади були відібрані за допомогою геологічної трубки в декількох точках акваторії озера Нобель.

Продовжуючи дослідження інших лімнологічних об'єктів, що відносяться до басейну Прип'яті – Стоходу, слід звернути особливу увагу на озеро Омит, що знаходиться в 3 км північніше оз. Нобель. Омит – це невеликий (площа водного дзеркала – 59,6 га) лімнологічний об'єкт, що є класичним представником заплавних озер, знаходиться в заплаві р. Прип'ять (космічний знімок заплави – рис. 1). За допомогою ехолокаційного пристрою була побудована карта глибин оз. Омит, аналогічна створеній [1,2] карті глибин оз. Нобель.



Рис. 1 Космічний знімок водно-болотних угідь в заплаві Прип'яті (територія між озерами Нобель та Омит)

До задач екологічного моніторингу водно-болотних екосистем Українського Полісся відносяться задачі, пов'язані з моделюванням і прогнозуванням процесів антропогенного навантаження, а також їх можливих наслідків. Швидкість, зручність, продуктивність і надійність дослідницької діяльності вимагають розробки і створення нових інформаційних моделей підтримки прийняття рішень.

Тому актуальним є створення інформаційно-аналітичного середовища з використанням класифікації, систематизації та візуалізації логіко-ієрархічних зв'язків між поняттями

предметної області досліджуваного об'єкту, що надасть можливість виявляти принципово нові раніше невідомі взаємозв'язки, інтегрувати різноформатні інформаційні ресурси, що сприятиме активному аналізу проблематики і пошуку найефективніших рішень [4].

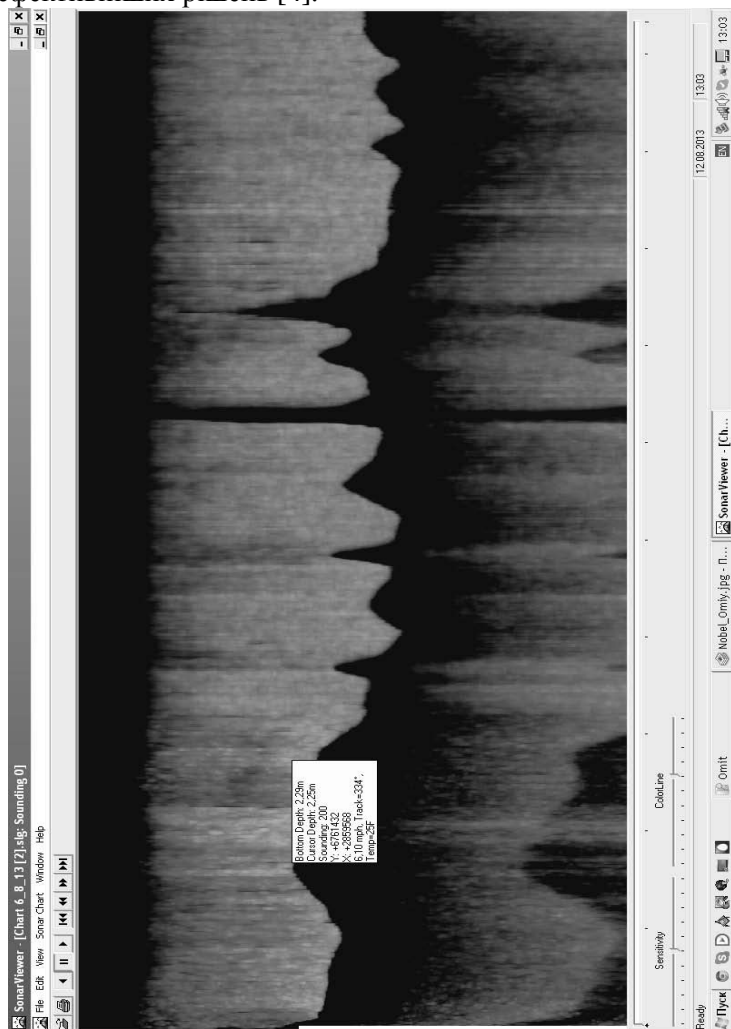


Рис. 2 Приклад ехограми рельєфу донної поверхні озера Омит

Прикладом інформаційно-аналітичного середовища такого роду під час дослідження екологічних проблем водно-болотних екосистем Українського Полісся може бути онтологічна модель паспорту озера Нобель.

Атрибутивна інформація про об'єкт онтології, необхідна для ґрунтовного ознайомлення з ним чи для порівняння з іншим об'єктом даної/іншої онтології, наведена в вершинах графу (у вигляді тексту, фото-, відео-, аудіофайлів, гіперпосилань на локальні файли чи зовнішні джерела тощо) та може поповнюватися в процесі дослідження.

В геоінформаційних системах класи об'єктів онтології складають шари тематичної карти, а самі об'єкти, які входять до відповідного класу, є об'єктами шару [3].

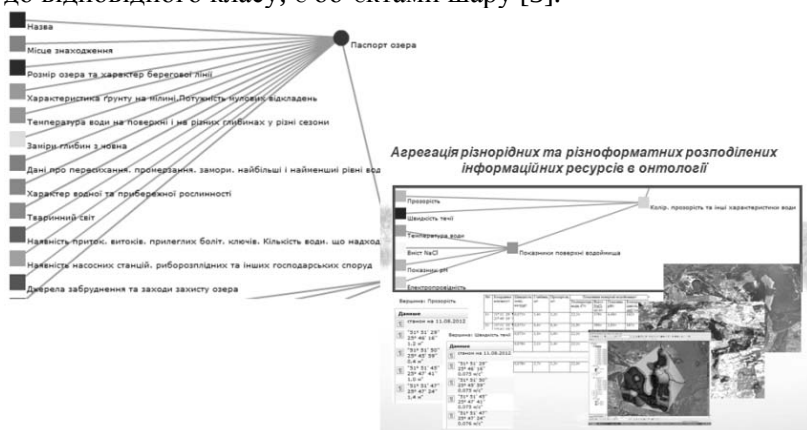


Рис. 3. Фрагмент паспорту оз. Нобель з вкладеними результатами дослідження

ВИСНОВКИ

Проведено комплекс досліджень екологічного стану лімнологічних об'єктів в басейні р. Прип'ять. Для адекватного представлення даних екологічного моніторингу запропоновано використання онтологічного підходу до візуалізації інтеграції розподілених інформаційних моделей та систем, що дає можливість робити висновки про відповідність запланованої чи здійснюваної антропогенної діяльності нормам і вимогам законодавства про охорону навколишнього природного

середовища, раціональне використання і відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки.

Література:

1. Радчук І.В. Космічний моніторинг лімнологічних екосистем Західного Полісся / І.В. Радчук, В.І. Клименко, Д.Л. Крета, Н.А. Новохацька, В.О. Охарєв, В.Ю. Вишняков // Збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням та заходами в надзвичайних ситуаціях»
2. Вишняков В.Ю. Реалізації геоінформаційних технологій підтримки рішень для управління водокористуванням та екологічною безпекою водних екосистем / В.Ю. Вишняков, В.О. Охарєв, І.В. Радчук, В.І. Шумейко // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. – 2013. – Т. 26 (65). – № 1 – с. 49-54.
3. Попова М. А. Онтологический интерфейс как средство представления информационных ресурсов в ГИС-среде / М.А. Попова, А.Е. Стрижак // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. – 2013. – Т. 26 (65). – № 1– С. 127-135.
4. Стрижак О.Є. Засоби онтологічної інтеграції і супроводу розподілених просторових та семантичних інформаційних ресурсів. - Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., НАН України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору; редкол.: О.С. Волошкіна, О.М. Трофимчук (голов. ред.) [та ін.]. — К., 2013. — Вип. 12. — 1988 с.: іл. — Бібліогр. в кінці ст.

**Методика оцінювання природних та антропогенних
факторів ушкодження гідротехнічних споруд:
системний підхід**

Агаркова Н.В., Качинський А.Б.

*(Національний інститут стратегічних досліджень; Інститут
телекомунікацій та глобального інформаційного простору
НАН України)*

Розглядається структурний аналіз теорії зв'язності систем (Q-аналіз) для дослідження системи функціонування гідротехнічних споруд (ГТС). Представлено основні принципи побудови моделі зв'язності системи забезпечення безпеки ГТС на прикладі двох множин: множини загроз і множини заходів по попередженню руйнування гідротехнічних гребель, досліджується зв'язність елементів системи, розраховуються числові значення ексцентриситетів, р-дірок та аналізуються міри складності комплексу елементів системи.

ВСТУП

Світова статистика свідчить про те, що кожного року у світі з різних причин на греблях відбувається більше 3000 аварій, нерідко зі значними матеріальним збитком та загибеллю людей.

Встановлено, що причинами руйнування гідротехнічних споруд (гребель) можуть бути як природні явища: землетруси та «збуджена сейсмічність», зсуви, обвали, селі, снігові лавини, урагани, снігопади, зливи, повені, смерчі, тайфуни, шторми, зміни клімату та глобальне потепління, так і техногенні чинники: хвилі прориву у нижніх б'єфах пошкоджених ГТС, відмова у роботі затворних механізмів ГТС, людський фактор (непрофесійність, некомпетентність та безвідповідальність), воєнні дії, терористичні акти.

Більшість з перерахованих природних факторів ризику у свою чергу зумовлені кліматичними процесами, що проявляються у вигляді короткочасних і небезпечних метеорологічних явищ (ураганів, зливів, снігопадів, смерчів тощо), а також у вигляді періодично повторюваних або однонаправлених, довготривалих змін клімату.

Прояви багатьох природних факторів бувають пов'язані зі складними, що важко прогнозуються геофізичними та атмосферними процесами. Тому перераховані спонтанні процеси невизначені в часі, неоднорідні за наслідками та важко прогнозовані. Але загальними для них є охоплення значної території, негативний вплив на людину, довкілля та господарські об'єкти, включаючи й гідроспоруди.

З розвитком науки і техніки суспільство стає все більш залежним від природи, і хоча кількість жертв від стихійних лих зменшується, загальний збиток від них продовжує зростати. Стихійні процеси проявляються нерідко як катастрофічні при зіткненні з господарською діяльністю, у зв'язку з цим термін «катастрофічний» має не стільки природний, скільки соціально-економічний відтінок [4].

Наряду зі стихійними, антропогенні фактори можуть бути причинами ушкоджень господарських об'єктів, у т.ч. гідроспоруд. Основними антропогенними факторами ушкодження або руйнування гребель є екстремальні, понад розрахункові витрати води, недостатня пропускну здатність водоскидних споруд, несправність механічного обладнання, порушення міцності (сталості) споруд, порушення фільтраційної міцності різних частин гідровузлів, значні втрати на фільтрацію. Безпосередніми причинами ушкоджень та порушень можуть бути як випадкові відхилення від розрахункових значень, так і помилки у прогнозах та розрахунках при проектуванні, будівництві та експлуатації споруд, а також не розрахункові ситуації, що викликані спонтанними явищами природи та навмисними чи ненавмисними діями людей.

Збільшення уразливості людства від різного роду катастроф, зростання при цьому матеріальних збитків, змусили міжнародну спільноту звернути особливу увагу на дані проблеми та посилити співробітництво у сфері захисту від стихійних лих. Так, в останні роки підвищена увага у світі приділяється проблемі безпеки гребель. Акцент при цьому робиться не лише на розробці заходів по пом'якшенню та усуненню наслідків їх руйнувань, а в основному на комплексі

заходів по попередженню катастроф та захисних і профілактичних заходів [3].

Так, в умовах формування системи забезпечення природно-техногенної безпеки ГТС важливого значення набуває математичний апарат оцінки ефективності її діяльності з урахуванням впливу всіх екологічних чинників на зміну умов функціонування безпечного середовища з точки зору структурних характеристик кожного окремого її елемента.

Метод оцінки структурної зв'язності, що базується на математичному апараті Q-аналізу, здатний у значній мірі прискорити розв'язання зазначених вище задач [2].

Аналіз зв'язності системи ГТС

Система в цілому описується як сукупність взаємодіючих з певною метою елементів. З цього визначення випливає, що найважливіші властивості системи визначаються взаємозв'язками її елементів. При цьому важливо кількісно визначити, як сильно зв'язані між собою елементи, оскільки це впливає на ступінь взаємодії між елементами.

У системному аналізі поширені графічні методи аналізу. Ці методи зручні тим, що дозволяють аналізувати структуру системи без розкриття суті кожного окремого елемента [8].

Множину необхідних і достатніх відношень між елементами системи гідротехнічних споруд назовемо структурою системи ГТС.

У загальному випадку, беручи до уваги системний характер безпеки та її органічну кореляцію з усіма чинниками, можна зробити припущення, що елементи двох множин системи ГТС Σ - *множини загроз* і *множини заходів по попередженню руйнування гідротехнічних гребель* - взаємопов'язані та становлять основу безпеки системи ГТС.

Задамо відношення λ між цими двома множинами елементів системи ГТС Y і X як підмножину декартового добутку $X \times Y$, де $\lambda \subset Y \times X$. Тут X - *множина загроз* руйнування гідротехнічних гребель є об'єднанням елементів:

$$X = \{X_1, X_2, \dots, X_{17}\},$$

де:

X_1 - землетруси та «збуджена» сейсмічність;

X_2 - зсуви;
 X_3 - обвали у водосховища масивів нестійких гірських порід);
 X_4 - селі;
 X_5 – снігові лавини;
 X_6 - урагани;
 X_7 - снігопади;
 X_8 - зливи;
 X_9 - повені;
 X_{10} - смерчі;
 X_{11} - тайфуни, шторми;
 X_{12} - хвилі прориву у нижніх б'єфах пошкоджених ГТС;
 X_{13} - відмова у роботі затворних механізмів управління ГТС;
 X_{14} - людський фактор (непрофесійність, некомпетентність і безвідповідальність);
 X_{15} - воєнні дії;
 X_{16} - терористичні акти;
 X_{17} - зміни клімату та глобальне потепління.

Y - множина механізмів (заходів по попередженню руйнування гідротехнічних гребель), спрямованих на ліквідацію відповідних загроз та їх запобігання. Y є об'єднанням елементів множини, а саме:

$$Y = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_{12}\},$$

де:

Y_1 - розробка сучасних методів оперативного прогнозування геодинамічних, геофізичних та атмосферних процесів;

Y_2 - усунення недоліків гідрологічного й інженерно-геологічного обґрунтування проєктів;

Y_3 - оповіщення центральних і регіональних органів влади про можливі загрози;

Y_4 - встановлення сейсмостійкого технологічного обладнання;

Y_5 - дотримання будівельних норм і правил експлуатації споруд;

Y_6 - розробка сценаріїв гіпотетичних аварій та розрахунок їх наслідків (оцінка ризику);

Y_7 - підвищення надійності роботи механізмів управління затворами водозборів;

Y_8 - систематичний перегляд розрахункових параметрів стоку (водозбірних витрат);

Y_9 - систематичне здійснення інженерно-геологічних робіт, пов'язаних з укріпленням берегів і масивів нестійких гірських порід;

Y_{10} - заключення Міжнародної конвенції про охорону напірних ГТС;

Y_{11} - удосконалення нормативно-правової бази щодо культури безпеки на ГТС;

Y_{12} - посилення охорони гідроспоруд.

Множина механізмів безпеки $Y = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_{12}\}$ пов'язана відношенням λ з множиною загроз $X = \{X_1, X_2, \dots, X_{17}\}$, якщо на запитання (чи спроможний даний механізм (захід) Y_i вплинути на запобігання або нейтралізацію посталої загрози X_j ?), для кожної пари цілих чисел (i, j) , де $i = 1, 2, \dots, 12$, $j = 1, 2, \dots, 17$, можна дати однозначну відповідь. Тоді пара $(Y_i, X_j) \in \lambda$ і елемент множини механізмів безпеки Y_i знаходиться у відношенні λ до X_k , де $\lambda_{ij} = 1$ у разі позитивної відповіді на запитання і $\lambda_{ij} = 0$ - негативної відповіді.

Відношення між множинами елементів системи екологічної та природно-техногенної безпеки було подано за допомогою *матриці інцидентності безпеки* $\Delta = (\lambda_{ik})$, де

$$\lambda_{ik} = 1, \text{ якщо } (Y_i, X_k) \in \lambda,$$

$$\lambda_{ik} = 0, \text{ якщо } (Y_i, X_k) \notin \lambda.$$

Відзначимо, що питання про ранжування множин елементів системи на даному етапі роботи не порушувалося (вони приймалися рівнозначними): лише «так» чи «ні».

Відношення λ породжує *симплексний комплекс системи безпеки ГТС*, що позначається через $K_Y(X; \lambda)$.

Симплекційний комплекс складається із множини вершин X та множини симплексів Y , що утворені з цих вершин у відповідності із заданим бінарним відношенням λ . Симплекційний комплекс $K_Y(X; \lambda)$ утворений множиною симплексів Y , зв'язаних спільними гранями, тобто через спільні вершини. Зазначимо, що n -симплекс складається з $n+1$ вершин і його розмірність на одиницю менша числа вершин.

Взагалі, комплекс $K_Y(X; \lambda)$ визначається таким чином [6]:

1. $K_Y(X; \lambda)$ є множиною симплексів $\{\sigma_p; p = 0, 1, \dots, N\}$;
2. Кожний симплекс $\sigma_p \in K$ однозначно визначається деякою підмножиною з $(p+1)$ різних X_k , для нього існує принаймні одне $Y_n \in Y$, таке, що $(Y_n, X_k) \in \lambda$ для кожного з $(p+1)$ значень i .

3. Симплекс σ_0^i отожднюється з $X_k, i=1, \dots, n$ (n – кількість елементів множини X);

4. Кожна підмножина симплекса σ_p , що визначається його $q+1$ вершинами ($q < p$), називається q -гранню симплекса σ_p і утворює $\sigma_p \in K$ (записується $\sigma_q < \sigma_p$).

Число N з пункту 1 називається *розмірністю* комплексу K і записується як $\dim K$. Воно означає найбільшу розмірність для будь-яких $\sigma_p \in K$. Множина X також називається *множиною вершин* комплексу $K_Y(X; \lambda)$.

Взагалі кажучи, p -симплекс σ_p представляється випуклим багатогранником з вершинами в евклідовому просторі E^p , а комплекс $K_Y(X; \lambda)$ – сукупністю таких багатогранників в евклідовому просторі E^α відповідної розмірності.

Відношення λ^{-1} між X і Y існує тоді і тільки тоді, коли між y_i і x_j існує відношення λ . Зазначимо, що у даному випадку матрицею інцидентності для λ^{-1} є матриця Δ^T , яку можна дістати за допомогою операції транспортування Δ .

Q-аналіз системи безпеки ГТС

Оскільки симплекційний комплекс є множиною симплексів, з'єднаних між собою за допомогою спільних граней, то за характеристику зв'язку можна брати величину грані, спільної для двох симплексів. Але інтерес представляє комплекс у цілому, тому доцільніше використати при цьому поняття *ланцюга зв'язку*, який відображає той факт, що два симплекси можуть і не мати спільної грані, але можуть бути зв'язані за допомогою послідовності проміжних симплексів.

Враховуючи наведене вище, поняття q -зв'язку може бути визначено таким чином.

Вважається, що задана пара симплексів $\sigma_p, \sigma_r \in K$ зв'язана у ланцюг, коли існує скінчена послідовність симплексів $\sigma_{a_1}, \sigma_{a_2}, \dots, \sigma_{a_h}$, що:

1. σ_{a_1} - грань симплекса σ_p ;
2. σ_{a_h} - грань симплекса σ_r ;
3. σ_{a_1} і σ_{a_h} - відокремлені спільною гранню, наприклад, σ_{β_i} , для $i = 1, \dots, (h-1)$.

Будемо вважати, що цей ланцюг зв'язку є q -зв'язком, якщо q є найменшим з цілих чисел

$$\{a_1, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{h-1}, a_h\}.$$

Алгоритм знаходження значень q для спільних граней усіх пар симплексів природно-техногенної безпеки у K і алгоритм одержання значень Q_q використовує матрицю інцидентності Δ , що визначає K [2].

Очевидно, якщо множини Y і X мають m і n елементів відповідно, то матриця Δ є матрицею розміром $(m \times n)$, що складається з нулів і одиниць. Добуток $\Delta \Delta^T$ - число, що стоїть на місці (i, j) - є скалярним добутком рядків i та j матриці Δ . Воно дорівнює числу одиниць, що знаходяться на одних і тих самих місцях у рядках i та j матриці Δ і відповідає значенню $(q+1)$, де q - розмірність спільної грані симплексів σ_p і σ_r , заданих рядками i та j .

Таким чином, суть алгоритму наступна: для знаходження q -спільних граней усіх пар Y -симплексів у $K_Y(X; \lambda)$ необхідно:

1. Скласти матрицю $\Delta\Delta^T$ розміром $(m \times m)$.
2. Оцінити $\Delta\Delta^T - \Omega$, де $\Omega = (\varpi_{ij})$, а $\varpi_{ij} = 1$ для $i, j = 1, 2, \dots, m$.

Цілі числа на діагоналі є розмірностями симплексів Y , а Q -аналіз здійснюється перевіркою інших комбінацій стовпчиків та рядків.

Для комплексу $K_Y(X; \lambda)$ поставленої задачі маємо $\dim K_X = 7$, оскільки X_{12} - симплекс найбільшої розмірності 7. Для комплексу $K_X(Y; \lambda^{-1})$ маємо $\dim K_Y = 13$, оскільки, Y_3 та Y_6 - симплекси розмірності 13.

Оскільки індивідуальні властивості симплексів можуть мати важливе значення для вирішення поставленої задачі, необхідно визначити міру інтегрованості кожного окремого симплексу в структурі всього комплексу системи. Для цього введемо поняття *ексцентриситету*, яке відображає ступінь ізоляції симплексів один від одного. Це поняття відображає як відносну важливість даного симплексу для комплексу в цілому (через його розмірність), так і його значимість як зв'язуючої ланки (через максимальне число його вершин, що належать також будь-якому іншому симплексу). Іншими словами, ексцентриситет дозволяє побачити і оцінити, наскільки "щільно" кожен симплекс вкладений в комплекс.

Ексцентриситет симплекса σ визначається наступною формулою, яке відображає ступінь ізоляції симплексів один від одного [5]:

$$\text{Есс}(\sigma) = \frac{\hat{q} - \check{q}}{\check{q} + 1}$$

де верхнє значення q для P_i , тобто $\hat{q} = \dim P_i$ у K . Нижнє значення q для P_i , тобто $\check{q}$ = найбільшому значенню q , при якому P_i стає зв'язаним з будь-яким окремим P_j .

Розраховані значення ексцентриситетів для багатомірних симплексів комплексу множини загроз руйнування

гідротехнічних гребель також дають можливість визначити їх важливість. Найвпливовішими серед них виявилися: хвилі прориву у нижніх б'єсах пошкоджених ГТС; *терористичні акти; зміни клімату та глобальне потепління.*

Розрахунки ексцентриситетів множини механізмів (заходів по попередженню руйнування гідротехнічних гребель) показали, що серед них найбільшу величину мають *оповіщення центральних і регіональних органів влади про можливі загрози; розробка сценаріїв гіпотетичних аварій та розрахунок їх наслідків (оцінка ризику).*

Порівнюючи значення ексцентриситетів множини загроз X та множини механізмів Y , можна відзначити, що симплекси Y_5 (дотримання будівельних норм і правил експлуатації споруд), Y_{11} (удосконалення нормативно-правової бази щодо культури безпеки на ГТС) та симплекси X_{13} (відмова у роботі затворних механізмів управління ГТС), X_{15} (воєнні дії) даного комплексу повністю ізольовані від інших, тобто для будь-яких $i, j \in \text{Есс} = \infty$. Аналіз свідчить, що множина X за ступенем неоднорідності дещо перевищує множину Y . Це означає, що серед обох множин існують елементи, відносно стійкі до змін всередині множин цих елементів. Але серед елементів множини загроз цей показник дещо вищий. Причиною цього може бути більша чисельність X (17 проти 12), або більш якісний склад елементів множини.

Q -аналіз симплеційного комплексу надає інформацію про багатовимірні ланцюги зв'язків симплексів, що становлять комплекс K . Однак особливий інтерес викликає питання про структуру, яка створюється цими ланцюгами. Можна уявити собі комплекс K у вигляді уявного багатомірного швейцарського сиру з ланцюгами q -зв'язків, які формуються його вмістом. У цьому випадку задача зводиться до дослідження структури дірок у такій структурі [5].

Дірки та перешкоди у системі

Для відношення між двома скінченними множинами X і Y , а саме $\lambda \subset Y \times X$ та $\lambda^* \subset X \times Y$ обидва комплекси $K_Y(X; \lambda)$ та $K_X(Y; \lambda^{-1})$ мають скінченну розмірність і скінченне число симплексів.

Розглянемо комплекс $K_Y(X; \lambda)$ з $\dim K = n$. Припустимо, що на K задана орієнтація, індукована впорядкуванням множини вершин X , тобто задана нумерація вершин $(x_1, \dots, x_i, \dots, x_{k-1}, x_k)$, де $k \geq n$. Для будь-якого цілого числа p , такого, що $0 \leq p \leq n$, будемо позначати симплекс розмірності p через σ_p^i , $i = 1, 2, 3, \dots, h_p$, а число всіх p -симплексів в K - через h_p .

Утворимо формальні лінійні суми цих p -симплексів, допускаючи кратність для будь-якого σ_p^i . Будь-яку таку комбінацію назовемо p -ланцюгом [6]. Позначимо сімейство всіх p -ланцюгів через C_p , а будь-який елемент ланцюга C_p - через c_p . Тоді типовий p -ланцюг має вигляд

$$c_p = m_1 s_p^1 + m_2 s_p^2 + \dots + m_{h_p} s_p^{h_p}$$

де кожне $m_i \in J$, а J - вільна абелева група. Тепер можна розглядати множину C_p як абелеву групу відносно операції «+» у припущенні, що

$$c_p + c'_p = (m_1 + m'_1) \sigma_p^1 + \dots + (m_{h_p} + m'_{h_p}) \sigma_p^{h_p}.$$

Кожному p -ланцюгу (c_p) співставимо деякий $(p-1)$ -ланцюг, який позначимо як $\hat{c}_p$ і назовемо *границею*. Визначимо $\hat{c}_p$ за допомогою $\hat{c}_p$ -симплексів, лінійна комбінація яких утворює ланцюг c_p , якщо $c_p = \sum_i m_i \sigma_p^i$, то $\hat{c}_p = \sum_i m_i \partial \sigma_p^i$. Іншими словами, вимагаємо, щоб ∂ був геоморфізмом із C_p в C_{p-1} . Для будь-якого симплекса $\sigma_p = \langle x_1 x_2 \dots x_{p+1} \rangle$ можна визначити $\partial \sigma_p$ так:

$$\partial \sigma_p = \partial \langle x_1 x_2 \dots x_{p+1} \rangle = \sum_i (-1)^{i+1} \langle x_1 x_2 \dots \hat{x}_i \dots x_{p+1} \rangle$$

де $\hat{x}$ означає, що вершина x_i пропущена.

Границю будь-якого ланцюга можна розглядати як образ цього ланцюга відносно оператора ∂ , який задає відображення $\partial: C_p \rightarrow C_{p-1}$ для $p = 1, \dots, n$. Оператор ∂ не тільки гомоморфний (він зберігає аддитивну структуру), але й нільпотентний, так як $\partial(\partial C_p) = 0$ в C_{p-2} , або, що те ж саме, $\partial^2 = 0$ (тривіальне відображення).

Назвемо p -циклами ті ланцюги $c_p \in C_p$, у яких границі зникають (тобто $(\partial c_p) = 0$). Такі ланцюги утворюють підгрупу групи C_p , яка позначається символом Z_p і є ядром гомеоморфізму ∂ . Очевидно, що елементи B_p , або, що те ж саме, ∂C_{p+1} , є циклами і, очевидно, $B_p \subset Z_p$. Фактично ж B_p є підгрупою Z_p . Елементи B_p називаються *граничними циклами* (вони не є циклами в звичайному або тривіальному розумінні). Ті елементи Z_p , які не є елементами B_p , можна ототожнювати з елементами фактор-групи Z_p/B_p . Будь-який елемент цієї фактор-групи має вигляд $z_p + B_p$, і якщо вибрати один представник, наприклад z_p , з цього класу еквівалентності, то його можна позначити через $[z_p]$.

Фактор-група Z_p/B_p називається p -групою гомологій і позначається як

$$H_p = Z_p/B_p, \quad p = 0, 1, \dots, n.$$

Якщо врахувати, що група Z_p - це ядро гомоморфізму $\partial (Z_p = \ker \partial)$, то групу гомологій можна представити так:

$$H_p = \ker \partial / \text{im } \partial.$$

Число складових (число вільних складових H_p) називають p -числом Бетті комплексу K та позначають β_p [2].

В алгебраїчній топології числа Бетті застосовуються, щоб розрізнати топологічні простори. Кожному простору X відповідає якась послідовність чисел Бетті. Перше число Бетті інтуїтивно являє собою максимальне число розрізів цього простору, які можна зробити без збільшення числа компонент зв'язності. Число Бетті є натуральним числом. Для скінченного простору (наприклад, скінченного симплекційного комплексу), всі числа Бетті скінченні й, починаючи з деякого номера, дорівнюють нулю. Наявність p -дірок (та відповідних чисел Бетті), очевидно, означає, що при певних розмірностях існує деякий вид циркуляції між елементами відповідних множин [5].

З геометричної точки зору, числа Бетті показують число наскрізних (від краю до краю) розрізів, яке витримує фігура, не розпадаючись на частини, а зберігаючи суцільну структуру [7].

Всередині комплексу $K_Y(X; \lambda)$ для розмірності $q = 1$ маємо 3 симплекси $\sigma_8, \sigma_{10}, \sigma_{12}$ і ланцюг $\sigma_8 + \sigma_{10} - \sigma_{12}$ є граничним циклом комплексу і $\beta_i = 1$ для $i = 8, 10, 12$ і $\beta_i = 0$ для $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11$. Для розмірності $q = 3$ маємо 2 симплекси σ_4, σ_9 і ланцюг $\sigma_4 + \sigma_9$ є граничним циклом і $\beta_i = 1$ для $i = 4, 9$ та $\beta_i = 0$ для всіх інших i ; для розмірності $q = 11$ маємо 1 симплекс σ_2 і для розмірності $q = 12$ маємо 1 симплекс σ_1 , тобто $\beta_i = 0$ для всіх інших i (в загальному випадку $i = \overline{0, \dim K}$).

Всередині комплексу $K_X(Y; \lambda^{-1})$ для розмірності $q = 3$ маємо 5 симплексів $\sigma_4, \sigma_5, \sigma_6, \sigma_7, \sigma_8$ і ланцюг $\sigma_4 + \sigma_5 - \sigma_6 - \sigma_7 + \sigma_8$ є граничним циклом комплексу і $\beta_i = 1$ для $i = 4, 5, 6, 7, 8$ та $\beta_i = 0$ для $i = 1, 2, 3, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17$. Для розмірності $q = 4$ маємо 2 симплекси σ_9, σ_{10} і ланцюг $\sigma_9 + \sigma_{10}$ є граничним циклом і $\beta_i = 1$ для $i = 9, 10$ та $\beta_i = 0$ для всіх інших i ; для розмірності $q = 6$ маємо 2 симплекси σ_1, σ_2 і ланцюг $\sigma_1 - \sigma_2$ є граничним циклом і $\beta_i = 1$ для $i = 1, 2$ та $\beta_i = 0$ для всіх інших i .

Для решти симплексів не виявлено ланцюгів, які можуть претендувати на граничні цикли, оскільки там не існує більше двох симплексів однієї розмірності.

Наявність дірок, очевидно, означає, що при певних розмірностях існує деякий вид циркуляції між елементами відповідних множин.

Таким чином, на даних відношеннях $KY(X; \lambda)$ та $KX(Y; \lambda^{-1})$, що найповніше відображають структуру відношень у системі безпеки ГТС, можна побачити, як ланцюги зв'язку з'єднують механізми (заходи по попередженню руйнування гідротехнічних гребель) Y_i та X_j – загрози.

По-перше, вивчення глобальної структури зв'язності комплексів системи звелося до вивчення класів q -еквівалентності.

По-друге, для цих відношень величини q мають високі значення. Так, для відношення $KY(X; \lambda)$ $\dim K = 13$, а для відношення $KX(Y; \lambda^{-1})$ $\dim K = 7$. Причому, якщо окремі елементи цих множин не є 13-, 12-зв'язними, то вони входять до однієї і тієї самої компоненти при менших значеннях q . Відношення q -зв'язків множини механізмів має вищу зв'язаність порівняно з аналогічними відношеннями множини загроз.

По-третє, для кожного значення розмірності $q = 0, 1, \dots, \dim K$ отримали число різних класів еквівалентності Q_q . Структурний вектор відношення механізмів системи безпеки ГТС має вигляд

$$Q_{\text{мех}} = \{0; 3; 0; 2; 1; 0; 0; 0; 0; 0; 1; 1; 2\},$$

а для відношення загроз структурний вектор має такий вигляд:

$$Q_{\text{загр}} = \{0; 2; 0; 4; 1; 1; 1; 1\}.$$

По-четверте, за допомогою цих структурних векторів можна отримати і порівняти міру (числове значення) складності комплексів цих відношень. Для цього необхідно скористатися формулою [2]:

$$\phi(K) = \frac{2 \left[\sum_{i=0}^N (i+1) Q_i \right]}{(N+1)(N+2)}$$

де $N = \dim K$ – розмірність комплексу K ; Q_i – i -та компонента структурного вектора Q , здобутого за допомогою Q -аналізу.

Таким чином, $\phi_{\text{механізми}} = 0,55$, а $\phi_{\text{загрози}} = 1,28$, що свідчить про більшу «складність» загроз системи ГТС. Зауважимо, що таке визначення складності висвітлює лише статичну складність системи безпеки [1].

По-п'яте, інформація, що міститься у Q , пояснює глобальну структуру комплексу K . Так, наведені вище дані однозначно свідчать про те, що система безпеки ГТС повинна мати надзвичайно високий рівень комплексності. Адже, для того, щоб два симплекси з множини загроз чи механізмів їх запобігання належали до однієї q -зв'язної компоненти комплексу K , необхідна наявність ланцюга проміжних симплексів, що зв'язують їх [8]. Отже, «найслабший» з них повинен мати розмірність більшу або рівну q . Як уже зазначалося, з q -зв'язність загроз менша, ніж механізмів їхнього запобігання, а це означає, що дану загрозу не зможе нейтралізувати певний механізм запобігання, а вирішення посталої проблеми можливе шляхом системного поєднання заходів по попередженню руйнування гідротехнічних гребель.

Система безпеки ГТС має розроблятися і функціонувати у відповідності до цих особливостей. Тобто органи, уповноважені управляти безпекою ГТС повинні бути готовими за допомогою технічних, економічних, нормативних та силових механізмів до ліквідації низки загроз, що можуть спричинити одна одну.

ВИСНОВКИ

Запропонована методика аналізу структурної зв'язності системи ГТС, що базується на математичному апараті Q -аналізу, передбачає виділення з досліджуваної системи окремих сильно зв'язних комплексів на кожному рівні зв'язності та визначення низки параметрів, що характеризують структурні топологічні властивості схеми основної системи. Отримані в результаті аналізу характеристики зв'язності – структурні

вектори, ексцентриситети множини системи, наявність та кількість чисел Бетті визначають реакцію нинішньої системи ГТС на зміни умов існування та функціонування даної системи.

Математичний апарат Q-аналізу принципово дозволяє здійснювати дослідження топологічних, інформаційних та функціональних властивостей системи. На основі дослідження структурної зв'язності великої системи з'являється можливість провести формальну оцінку рівня функціональності системи, що визначає її здатність до поглинання зовнішніх несприятливих чинників за рахунок внутрішніх ресурсів системи. Це дозволить ефективніше керувати процесом прийняття рішень, покращить управління існуючими слабкими зв'язками і, таким чином, надасть можливість обґрунтування того чи іншого варіанту розвитку системи на перспективу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Антонов Г. Н., Можаяев А. С. О новых подходах к построению логико-вероятностных моделей безопасности структурно-сложных систем // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – 1999. - №9. – С.14-27.
2. Касти Дж. Большие системы. Связность, сложность и катастрофы. - М. : Мир, 1982. - 216 с.
3. Малик Л. К. Возможное влияние глобального потепления климата на водные ресурсы и объекты энергетики // Гидротехническое строительство. – 2005. - № 5.
4. Малик Л. К. Факторы риска повреждения гидротехнических сооружений. - Проблемы безопасности. - М: Наука, 2005.- 354 с.
5. Нечипоренко В. И. Структурный анализ и методы построения надежных систем. – М., Сов. радио, 1968.- 255 с.
6. Эткин Р. Городская структура // Математическое моделирование / Под ред. Дж. Эндрюса. – М.: Мир, 1979. – С.234-238.
7. Рябинин И. А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. – СПб.: Политехника, 2000. – 248 с.
8. Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. – М.: Наука, 2000. – 431 с. (Серия «Кибернетика: неограниченные возможности и возможные ограничения».)

Системологія: ознаки та механізми системних перетворень

Буравльов Є.П., Зотова Л.В.

(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України)

Зростання чисельності населення планети у геометричній прогресії, бурхлива господарська діяльність із супутнім їй виснаженням біосфери, фантастична технологічна оснащеність техносфери просякнута комунікаційними мережами поєднали окремі території життєдіяльності людини у єдину глобальну систему. Така трансформація призводить до того, що ця система почала відгукуватися не завжди очікуваними системними проявами на окремі резонансні події. Тут йдеться про:

- відчутні наслідки від окремих природно-техногенних лих;*
- глобальний резонанс від регіональних та національних збурень;*
- розгортання світової фінансово-економічної кризи від подій на національному або регіональному рівні тощо.*

1. Глобальний вимір

Світовий розвиток на початку другої декади ХХІ сторіччя проходить під впливом двох глобальних протидіючих тенденцій. Перша – утримання світової монополярності за домінуванням розвинених західних держав на чолі зі США. Друга – це зростаюча притягальність економічного і соціально-політичного потенціалу нових регіональних держав-лідерів, які формуються з країн що розвиваються, зароджуючи таким чином окремі точки росту нової моделі багатополярного світу. Трансформації, що відбуваються у світі протікають на фоні загострення низки світових криз в економічній, політичній і соціальній сферах. І прогнози політтехнологів [1] відносно того, що світова економіка, яка на протязі ряду попередніх етапів, розвивалася стабільно зі зміною політекономічних циклів і сьогодні також має відновитися та подолати наслідки згаданих криз, здається не виправдаються.

Утворюється враження, що нині розвиток глобальної економічної системи буцімто «уперся» у мур загального дефіциту традиційних ресурсів розвитку. Це вже викликало

виснаження природної місткості біосфері, як відгук, - незворотні кліматичні зміни; вичерпання природних ресурсів для подальшого безпечного росту людства; неадекватність відтворених механізмів функціонування соціально-економічних систем сучасним економічним умовам з руйнівними наслідками щодо нестабільності валют, потрясінь на фондових ринках, цілими серіями вибухових банкрутств, дефіцитом робочих місць та соціальних збурень і протестів в «багатих» і «бідних країнах» тощо. А відтак, світова спільнота, що потрапила на досить тривалий період до епохи подолання дефіциту ресурсів розвитку, змушена буде здійснювати кропіткий пошук та розбудову адекватного політико-соціального і економіко-технологічного підґрунтя своєї подальшої життєдіяльності. Йдеться про пошук альтернативи нині пануючій на світовому просторі культурі постмодерну з її «глобалізаційним кістяком», в якості якого виступають транснаціональні корпорації, а «мозковим центром» фінансових, економічних, політичних і безпекових рішень - лідери промислово-розвинених країн (G-7, G-20 тощо).

З одного боку згаданий «мозковий центр» не здатен генерувати людству потрібні безпекові рішення. З іншого, саме людство ще не готове до зниження стандартів свого життєзабезпечення. Саме тому для забезпечення свого подальшого співіснування нині потрібно: чи то розбудовувати більш контрольовану та керовану спільнотою, і в той же час менш динамічну щодо використання наявного потенціалу самоорганізації (перший варіант); або піти більш демократичним шляхом, створивши умови для подальшої самоорганізації світової спільноти, сприяючи вдосконаленню національно-державної політики з обов'язковою пріоритетністю консенсусних рішень на світовому просторі (другий варіант).

У першому випадку («авторитарний варіант» - для уточнення [2] від фр. *autoritaire*— провладний) мали би надаватися виключні права «лідерським» рішенням. Йдеться про переважно раціональне розподілення та використання світових ресурсів розвитку, стимулювання технологічного оснащення та модернізацію регіональних виробничих

потужностей, визначення квот на продукування та збут товарів і послуг в межах глобальної економічної системи. Окрім того силами міжнародної спільноти мала б проводитися підтримка належного рівня міжнародної безпеки, боротьба з тероризмом, ліквідацією наслідків катастроф і надзвичайних ситуацій, викорінення бідності, наркоманії, небезпечних хвороб тощо.

У другому варіанті («демократичному») має посилюватися роль державно-національних утворень щодо розв'язання економічних, екологічних, модернізаційних, політичних, культурно-релігійних та інших проблем. Силами регіональних антикризових утворень мали б здійснюватися боротьба з тероризмом, наркоманією, бідністю, нелегальною міграцією, небезпечними хворобами тощо. Для реалізації цього варіанту мають бути оновлені функції нині діючих міжнародних структур ООН: Генеральної Асамблеї, Ради безпеки, Економічної і Соціальної Ради, Міжнародного суду тощо. У царині розв'язання міжнародних суперечок мав би використовуватися увесь діапазон можливостей від переговорів зі спірних питань і до процедури використання Міжнародного Суду.

Тут слід відзначити, що ставлення українських фахівців до сучасних процесів глобалізації все ще лишається недостатньо визначеним. Дехто з них і до нині вбачає у зовнішніх соціально-політичних трансформаціях лише штучно заподіяний «окремими силами» комплекс загроз життєвим інтересам України, її національній ідентичності, стабільності та виключну ворожість до окремих політичних сил. Системний аналіз дозволив авторам виокремити [3] позитивні і негативні наслідки глобалізації. Але з огляду на історичний досвід, слід констатувати, що головні загрози практично усім країнам носять не стільки зовнішні, скільки внутрішні небезпеки. Інколи джерелами цих небезпек дійсно стають зовнішні чинники, але без належної системної роботи державних інституцій, націленої ефективно розв'язувати безпекові проблеми в цілому, слід очікувати зростання ризиків щодо подальшого сталого розвитку країни. Адже не випадково в опублікованій доповіді «Глобальні ризики» (МВФ, лютий 2011 р.) першочергова увага звертається саме на нездатність

управляти ризиками, що виникають перед системами життєзабезпечення, отриманими сучасною спільнотою у спадок з попереднього, ХХ ст. Про це дуже красномовно свідчить загальний напружений політичний стан та нестабільність соціально-економічного середовища, що викликали події у Північній Африці та на Близькому Сході, а також хвиля безладів, що останнім часом прокотилася майже усіма промислово-розвиненими країнами світу.

Наші уявлення про довгі позитивні цикли соціально-економічного розвитку (хвилі Кондратьєва), за якими розвивається світова економіка і по згасанні яких та утворенням нових очікуються певні кризові явища, мають дещо змінитися. Адже в умовах критичного дефіциту ресурсів розвитку, викликаного деградацією навколишнього природного середовища – колиски сучасної цивілізації, самі політекономічні цикли або довгі позитивні хвилі соціально-економічного розвитку напевно будуть з часом zdeформовані перманентним кризовим станом. А відкрита світова економіка має фіксувати і реагувати на регіональні збурення економічної, екологічної і соціальної природи, що в силу їх потенціалу створюватимуть постійний негативний фон – кризовий стан. Мова йде про вже відомий «ефект метелика» рух крил якого розпочав (2008 р.) бурю у фінансово-економічному секторі, яка буяє і донині. До цього слід додати і вплив на світову економіку надпотужних землетрусів, буревіїв, повеней, посух і епідемій, а також демографічних «скачків», культурно-релігійного і соціально-економічного протистояння тощо.

Як наслідок, нині світова спільнота змушена досить напружено через низку міжнародних структур допомагати країнам, що потрапили під вплив економічної кризи і виру соціально-політичних протистоянь, а також зазнали лих від природної стихії тощо. Отже нинішній стан потребує від вчених бачення механізмів тих надзвичайно складних економічних, екологічних і соціально-політичних процесів, що охопили світ, та спроможності запропонувати шляхи подолання низки проблем, що виникають.

2. Ознаки та механізми системних перетворень

Сьогодні загально визнаним та науково підтвердженим фактом є те, що поведінка усіх природних систем, включаючи і ті що штучно утворені або утворюються в оточенні природного середовища та взаємодіють з ним, можуть описуватися положеннями загальної теорії систем. Система (для уточнення systema (гр.) – ціле, що складається з частин) ґрунтується на таких фундаментальних положеннях:

- системність визначається як сукупність взаємопов'язаних складових і повинна мати додаткові властивості;
- однакові системні властивості можуть бути у об'єктів чи процесів різної фізичної природи (неорганічних, органічних, соціальних) [4].

У свою чергу загальна теорія систем ґрунтується на фундаментальних положеннях термодинаміки, вивчаючи поведінку окремих частин (речовин, часток, сукупностей, предметів, явищ, поглядів, множин, принципів, знань тощо), закономірно пов'язаних одна з одною, представляючи собою певне цілісне утворення. В залежності від того, що за елементи складають систему і як вони між собою пов'язані та формують це цілісне утворення, і визначаються певні типи систем. За класичним поданням [5] безпосередньо в термодинаміці розглядають чотири класи систем, а саме:

- ізольовані - границі систем захищені від будь якого перенесення речовини та енергії;
- адіабатичні ізольовані – обмежене перенесення окремих видів енергії та речовини;
- закриті (замкнені) - обмеження ще слабші, надходить енергія але заборонене перенесення окремих видів речовини;
- відкриті - через границі допускається перенесення усіх видів енергії та речовини.

Зазначимо, що ізольованість і закритість не відповідають природному стану речей. Переважна більшість систем, які трапляються в природі, включаючи і ті, що є предметом розгляду статті, належать саме до класу відкритих систем. *Механізм функціонування та еволюційного розвитку відкритих систем природно відбувається шляхом флуктуативних*

переходів з попереднього рівня на наступний. Ці флуктуативні переходи виникають і відбуваються в *точці біфуркації* та протікають переважним чином під впливом *атракторів* – потенціалів тяжіння компонентів системи. Атрактори немов би магніти відривають систему від попереднього стану та «підтягують» її на новий, перспективний рівень та у подальшому утримують її вже у стабільному стані сталого розвитку. Притаманними відкритим системам ознаками розвитку та поведінки є *незворотність* і *неврівноваженість* еволюційних процесів, що відбуваються під час їх безпосереднього функціонування, а також, як вже згадувалося, їх *флуктуативність* в процесі трансформації. Розглянемо більш докладно зазначені ознаки.

Незворотність – властивість, яка дозволяє з цілого ряду показників «висіяти» найголовніші. Мова йде, в першу чергу, про спрямування, рушійного потенціалу, здатного трансформувати систему. Іншими словами, за допомогою цієї властивості саме і забезпечується «підтягування» на перспективний рівень до стабільного стану. Адже незворотній розвиток згаданих систем, як вже зазначалося, забезпечується вже згаданими атракторами. У попередніх дослідженнях було показано [6], що відносно розвитку соціально-економічних систем, як і економічних та екологічних, можливо розглядати чотири типи атракторів (Таблиця 1).

Як приклад, вітчизняна соціально-економічна система, на жаль, розвивається під впливом найпростішого («крапкового») атрактора. Причиною тому є негативні передумови щодо розвитку соціально-економічної системи, які призводять до підвищення рівня її закритості. Все це позбавляє підсистему «влада-суспільство» зворотного зв'язку, відсутність якого саме і гальмує перехід вітчизняної системи до наступного рівня розвитку, котрий утримується, наприклад, «циклічним» атрактором.

Керуючись знаннями відносно механізму функціонування відкритих систем та їх властивістю щодо незворотності надається можливість встановлювати величину і вектор спрямованості процесів, що здатні впливати на еволюційний розвиток, наприклад, суспільства.

Таблиця 1

Види та характеристики атракторів

Види атракторів	Характеристики атракторів
1. Крапковий	Найпростіший, що лінійно впорядковується, під його тяжінням забезпечується діяльність без передумов до подальшого еволюційного розвитку
2. Циклічний	Більш складний (забезпечує функціонування у подвійному вимірі), характеризується налагодженням в системі подвійного зв'язку
3. Торас	Ще більш складний, підтримує перерозподіл і циркуляцію компонентів відкритої системи, утворюючи щось подібне до гомеостазу (саморегулювання)
4. Дивний	Визначає поведінку системи в цілому, забезпечує її самоорганізацію та чутливість до початкових умов – «ефект метелика», а саме найменші зміни можуть призводити до надвеликого ефекту

Ефективне використання похідної інформації (в тому числі соціальної, економічної, екологічної і науково-технічної) в роботах з реалізації діяльності щодо трансформування соціально-економічної системи потребує попереднього і цілеспрямованого моделювання. Створені прогностичні моделі мають надавати можливість аналізувати ситуації, визначати вірогідні наслідки і здійснювати пошук механізмів щодо концентрації необхідних рішень в критичних областях, а також залучати усі існуючі ресурси та забезпечити їх ефективне використання. При цьому важлива роль належатиме не тільки напрацюванню оптимальних варіантів вирішення поточних питань, але і створення основи для прогнозування найбільш прийнятних законодавчих положень, а також запровадження механізмів реалізації ефективного зворотного зв'язку - основи надійного функціонування окремих підсистем та усієї системи взагалі. Необхідно також враховувати, що неповне та невірне вирішення основних задач як в законодавчій, так і виконавчій сферах (включаючи економічний, екологічний і науково-

технічній блоки) призведе, в силу принципів незворотності, не до повернення системи на вихідну позицію, а до небажаних (деструктивних) трансформацій з подальшою деградацією системи.

Неврівноваженість – у відкритих системах при їх функціонуванні відіграє ключову роль, адже ця властивість є «мотором еволюції». Вона в плані розвитку соціально-економічних систем визначається як різниця двох потенціальних можливостей. З одного боку, це наявний в країні потенціал розвитку людських, природно-кліматичних, матеріально-технологічних тощо ресурсів. З іншого тим потенційним здобуткам, на які здатна сама та надасть можливості реалізувати безпосередньо населенням в економічній, соціальній і політичній сферах виконавча влада країни.

Як відомо, в реальних відкритих системах процеси можуть відбуватися як в близьких до рівноваги, так і у віддалених від неї областях. Зростання віддаленості від стану рівноваги збільшує можливість флуктуативних перетворень і, одночасно, підвищує ризики щодо можливого виникнення нестабільності під час таких перетворень в системі. І навпаки, утримання системи в стані наближення до рівноваги підвищує загальну стабільність та знижує потенційні можливості щодо отримання значимих трансформаційних ефектів. Перевід же системи у врівноважений режим функціонування (переважним чином за рахунок авторитарного управління) сприятиме розвитку процесів деградації. Динаміка процесів щодо розвитку відкритих систем, як показали попередні дослідження [6], задовільно описується системою рівнянь Лоткі-Вольтера. Це стосується, зокрема, соціально-політичних процесів та розвитку господарських структур на базі загального сировинного ресурсу, а також можливого суперництва при конкурентній боротьбі за споживача чи ресурси, а також тих ситуацій, коли передбачається використовувати більш досконалі і ефективні технології. Вказаний критерій дозволяє виділяти допустимі для системи етапи її трансформації, виходячи із забезпеченості усіма необхідними ресурсами та підтримання прийнятного рівня ризиків.

Флуктуативність дозволяє підтримувати еволюційний розвиток у відкритих системах. Флуктуативні переходи, котрі виникають у точках біфуркації, саме і «транспортують» згадані системи із «теперішнього стану в майбутній» [7]. Такі переходи, наприклад, у соціально-економічних системах супроводжуються зміною цілого ряду «координат» в економічній, соціальній та політичній сферах. Найяскравішими прикладами реальних флуктуативних переходів стали «перестройка» СРСР, трансформування Чехословаччини в успішні країни Чехію та Словаччину, а також дуже складне об'єднання окремих країн Європи в найпотужніше міждержавне утворення - ЄС. Обов'язковою супутньою умовою флуктуації в соціально-економічній системі до нового якісного стану є наявність демократичних засад (відкритості системи) та атрактору – «тягової сили» флуктуації.

Флуктуативні переходи можуть носити не тільки стихійний характер, а і відбуватися передбачувано. В широкій демократичній практиці такі переходи спостерігаються, зокрема, у відкритих соціально-економічних системах під час виборчих процесів, що періодично відбуваються в країнах розвиненої демократії. Таким чином і відбувається переформатування очікувань в суспільстві та періодично поновлюється зворотній зв'язок в системі «суспільство-влада». Проведення недемократичних виборів та посилення ролі силових структур у підтриманні «штучної» стабільності призводитиме до:

- подальшого віддалення влади від суспільства з розривом зворотнього зв'язку між ними;
- поглиблення «розлому» в системі «суспільство-влада» та накопичення негативного (вибухонебезпечного) потенціалу в суспільстві тощо.

У підсумку слід констатувати, що точка біфуркації з подальшими флуктуативними переходами до нового стану може виникати під час соціальної напруги (неврівноваженості) і в наслідок випадкової події, а саме: смерті протестувальника, побиття студентів, арешт опозиційного лідера тощо. Однак такий стан подій, як правило, призводитиме до соціального вибуху. А в умовах, коли значна частина суспільства почне

керуватися силою тяжіння «стихийного» атрактора, надзвичайно велика вірогідність виникнення критичної ситуації з жорстким протистоянням в системі «суспільство-влада». Як вказує практика вже згадуваних подій у Південній Африці та на Близькому Сході така критична ситуація здатна викликати і кровопролиття.

3. Національний вимір

Спектр існуючих нині внутрішніх небезпек, здатних впливати на соціально-політичний клімат в Україні і суспільство в цілому, надзвичайно широкий. Мова може йти про джерела небезпек різної природи, починаючи з економічної та соціально-політичної і закінчуючи технологічною та природно-техногенною сферами. Не применшуючи значущість зовнішніх загроз все ж слід констатувати, що владою країни в силу відсутності традицій щодо забезпечення засад національної безпеки увага до джерел загроз внутрішнього походження була упродовж всього процесу державотворення не достатньою, а механізми їх подолання не ефективними.

Головною причиною є спадковість, що лишалася від «радянських часів» та традиційна неспроможність можновладців в силу власної ментальності до розбудови системних гармонійних відносин між утвореною системою влади та ще не зовсім сформованим громадянським суспільством. Адже із здобуттям незалежності усі ресурси країни були спрямовані на побудову типового пострадянського державного механізму і аж ніяк не на перетворення бувшої республіки Радянського Союзу на сучасну і незалежну європейську країну. Передусім мала б відбутися системна розбудова сучасного механізму, що забезпечує реалізацію актуальних національних потреб щодо відтворення заможного громадянського суспільства та конкурентоздатної інноваційної економіки з потужним внутрішнім ринку і все це за умов збереження та раціонального використання природних ресурсів.

Для запобігання загрозам державотворенню, ще на перших етапах по отриманні незалежності Україною, силами наукової інтелігенції було розпочато відтворення ядра державної системи науково-методичної та інформаційно-аналітичної

підтримки ефективних державних рішень і раціональної державної політики, передусім, у сфері розбудови гармонійних стосунків в системі «суспільство-держава». Йдеться про створення вже у грудні 1991 р. за ініціативою Президії НАН України Національного інституту стратегічних досліджень. На цю інституцію було покладено аналітико-прогнозне супроводження процесів державного управління та формування ефективної державної політики, а також розбудови засад сталого розвитку системи «суспільство-держава». Однак ця надзвичайно важлива справа щодо формування громадянського суспільства за умов посилення функцій держави в глобалізуючому світі не здобула успішної реалізації. Для подолання цієї проблеми у 1997 р. Президентом України Л.Д. Кучмою було створено спочатку Національний інститут українсько-російських відносин, котрий перетворився на Національний інститут проблем міжнародної безпеки, а згодом (2003 р.) Український інститут досліджень навколишнього середовища і ресурсів НАН України був трансформований у Інститут проблем національної безпеки при РНБО України. Ці дві установи мали б сконцентрувати свої зусилля на виявленні джерел загроз перспективам розвитку системи «суспільство-держава» та шляхам їх подолання, з одного боку у міжнародній сфері, з іншого – у внутрішній.

На жаль отримані вже на першому етапі науково-методичні та інформаційно-аналітичні напрацювання не знайшли свого втілення під час формування державних програм ефективного подолання загроз і, передусім, у забезпеченні гармонійних відносин в системі «суспільство-держава». Саме тому керівництво країни прийняло рішення, що під час заходів «по зміні влади» у 2004 р. (вибори Президента України) будуть сконцентровані зусилля та ресурси на реалізації політтехнологічного сценарію «авторитарного» типу, який мав би забезпечити передачу влади «із рук в руки». У підсумку це призвело до того, що на відміну від «авторитарного» сценарію почав реалізовуватися так званий «помаранчевий» політико-технологічний процес, за яким вже згадана частка розшарованого суспільства суттєво гомогенізувалася «суспільною метою». При цьому частка опозиційної

«політичної еліти» спільно з громадою «викристалізувала» контури національних інтересів. Це створило передумови для її (політичної еліти) можливого входження до складу більшої частини громадянського суспільства. У кінцевому підсумку країна, отримавши згуртовану частку більш активного суспільства, з часом таки ставала більш відкритою, а відповідно і демократичною.

Новим етапом у розбудові відкритого суспільства мали б стати демократичні парламентські вибори 2006 р. щодо закріплення задекларованої мети (атрактора) відносно подальшого розвитку країни з орієнтацією на розбудову відкритої та демократичної системи «суспільство-влада». Але ця мета внаслідок безсистемних дій провладних політиків швидко згасла, не лишивши в уяві пересічного українця відчуття того, що влада має чітку програму дій з приводу того, яким має стати життя хлібороба, шахтаря, вчителя, лікаря, інженера, вченого та яким мав би бути їх достаток і яке місце вони мали б зайняти у «розбудованій модерній державі». Натомість, відсутність не у пересічних громадян країни, а у представників так званої політичної еліти (за сумісництвом державних службовців) спільного та чіткого бачення щодо майбутнього держави призвело в решті решт до утворення у Верховній Раді України на не завжди легітимних принципах спочатку так званих «антикризової», а згодом і «демократичної коаліції». Ці обставини стали наслідком повного ігнорування владою раніш задекларованих цілей. Відбулася руйнація системного атрактора та підміна його сутності кланово-фінансовими інтересами.

У ситуації, що утворилася, почав пришвидшуватися процес зрощення влади з бізнесом. Це призвело до росту «потенціалу коруптованості» та його поширення з економічної сфери у державні інституції. Це викликало, з одного боку розбалансування взаємодії між усіма гілками влади, з іншого - зруйнувало ряд ключових політичних принципів. Згаданий потенціал коруптованості прискорив та поширив дію корупційних механізмів в ряду «економіка-політика-державні інституції», що викликало у системі «влада-суспільство» втрату зворотного зв'язку і «загасило» тяжіння системного атрактора

розвитку країни. Руйнація потужності атрактора, що «підтягував» до себе суспільство і забезпечував тим самим його еволюційний розвиток, стало причиною і втрати в суспільстві симпатій та довіри до політичної «еліти» і, передусім, до тієї частини, яка акумулювалася у владі. Усе це призвело до того, що діюча влада, втративши довіру та симпатії своїх виборців, програла на президентських виборах у 2010 р.

Після виборів у 2010 р. нова влада, прийшовши зі своєю програмою, позначила координати нового атрактору. В його декларативну основу було покладено 21 позицію, а ключовою метою стало реформування соціально-економічної сфери задля досягнення у підсумку сталого економічного розвитку, що мав би забезпечити входження України у двадцятку найрозвиненіших країн світу. Такий грандіозний план мав би передбачати підвищення майже втричі коефіцієнту корисної дії усіх складових національної соціально-економічної системи. Це стало б можливим лише за умов докорінної модернізації управлінського механізму, здатного швидко, ефективно та раціонально використати наявні ресурси техносфери та соціосфери, а також багаті поновлювані ресурси екосфери, не виснажуючи їх. В якості першочергових заходів мали б стати:

- надання «зеленої паузи» господарській сфері з одночасним переводом її багатовідхідних об'єктів на ресурсозаощадливий режим функціонування;
- покращення і оновлення сфери життєдіяльності населення та перехід економіки до сталого розвитку.

На противагу цьому запроваджені владою новації були повернуті обличчям лише до своїх представників великого бізнесу, з ігноруванням нагальних потреб щодо кардинальної модернізації усієї техносфери господарського комплексу та занепаoloї сфери життєдіяльності людини. Як вказує незалежний зовнішній моніторинг, вже частково реалізована програма реформаторських дій не тільки не покращила реальний стан, але і викликала певні негативні тенденції, які стали наслідком «включення» механізмів системного принципу Ле-Шательє-Брауна. Адже згідно з доповіддю Програми розвитку ООН (ПРОН) за 2011 р. «Сталий розвиток і рівність можливостей: краще майбутнє для всіх», за загальним індексом

розвитку людини Україна посідає лише 76 місце з 187 країн. Окрім того в опублікованому рейтингу умов для ведення бізнесу (Doing Business 2012) Україна в своїх показниках знизилася на 7 позицій і посіла 152 місце. Слід додати також і висновки Міжнародної фінансової корпорації (ІЕС) щодо рівня корупції в Україні, з яких видно що:

- за вирішення питань з представниками влади в 2008 р. приходилося надавати хабарі 35 % підприємців, то після 2010 р. вже 45%;

- подарунки представникам влади у 2008 р. дарували кожному п'ятому, то в 2010 р. вже кожному четвертому;

- середня частка доходів підприємств, витрачених на корупцію у 2008 р. становила 6%, то після 2010 р. – 10%.

Така ситуація робить квазірівноважений стан в системі «суспільство-влада» вкрай вразливим. Однак заходи з політичної технології, що були застосовані на поточному етапі, забезпечили бажаний ефект. Йдеться про досить вправну політику щодо роз'єднання опозиційних сил. Окрім того штучне утворення судовими процесами над лідерами опозиції елементів «штучного хаосу» показово «гасилися» силовими структурами, сприяючи локальному та контрольованому «випуску пари». Це на початку, безумовно, пом'якшує політичну напругу в суспільстві, однак вже на подальших етапах починає призводити до негативного відгуку. Адже внаслідок жорсткого та не дуже обґрунтованого переслідування згаданих лідерів, вони набули характерний для нашої ментальності образ «великомучеників», а усі святі є великомучениками.

Окрім того влада також втрачає підтримку інтелектуальної складової суспільства, і що найбільш важливо її наукової частки, яка завжди була досить консервативною. Окрім духовного несприйняття спрощеного підходу до духовних цінностей та національних інтересів владою на протигагу державним науковим та науково-технічним програмам, якими завжди опікувалися вчені країни, введено окремі несистемні «національні проекти». Таким чином наукова спільнота стала відстороненою від формування і реалізації вітчизняної науково-технологічної політики та питань модернізації країни.

Ще одним фактором впливу на стабільність системи «суспільство-влада» постала проблема виплати соціальних зобов'язань державою. Переважна більшість цих зобов'язань бралася ще за часів існування УРСР і була під силу республіканському бюджету. Але вже за часів незалежності, у тому числі і в наслідок передачі значної частини державних підприємств без врахування їх соціальних зобов'язань у приватну власність, проблема соціальних виплат почала загострюватися. Саме неналежний державний менеджмент та спеціальний пільговий режим основним бюджет утворюючим підприємствам (великому бізнесу) стають головною причиною у згаданий сфері. Адже і на сьогодні, понад двадцять років по тому, бюджет незалежної України ще в багатьох соціально значимих позиціях поступається бюджету колишньої УРСР.

4. Висновки

Беручи до уваги вище наведені тенденції щодо соціально-політичних перетворень та факторів здатних впливати на механізми цих перетворень в системі «суспільство-влада» слід зробити наступні висновки.

1 Критичним фактором на сьогодні стає втрата зворотнього зв'язку між суспільством і владою у спільній системі «суспільство-влада», що виключає між ними плідну взаємодію та ефективне подолання кризового стану, який утворився. На шляху подолання згаданого критичного фактору стоїть нинішня провладна політика, що порушує конституційні принципи рівності усіх громадян у правах, а у підсумку сприяє поглибленню прірви між найбіднішим та найбагатшим прошарками населення країни.

2 Тривожною обставиною сьогодні виступає нездатність влади до розбудови системного атрактора націленого на національні інтереси, який став би центром тяжіння і тією силою що спрямовувала б країну до подальшого еволюційного розвитку на шляху її євроінтеграції. Маючи підтримку суспільства та базове нормативно-правове забезпечення євроінтеграційним процесам, влада виявила неспроможність щодо усунення перешкод, які штучно утворюються окремими клановими інтересами.

3 Засади податкової, судової, адміністративної та антикорупційної реформ, у тому вигляді в якому вони запроваджуються, позбавляють систему «суспільство-влада» вище згадуваної «еволюційної неврівноваженості». А відтак у прийняті рішень все частіше починають переважати окремі бізнесові вигоди на шкоду досягненню національних інтересів [10].

4 Надмірне посилення за допомогою силового блоку повномасштабного тиску на суспільство виключає зародження в системі точок біфуркації і, як наслідок, її здатності до флуктуативності в бік еволюційного розвитку. У підсумку система має перейти від стадії свого еволюційного розвитку до деградації та накопичення протесаного потенціалу, коли випадкова подія (арешт авторитетного громадянина, побиття студента, смерть страйкаря тощо) може призвести до соціального вибуху.

5 На сучасному етапі надзвичайно важливим у світовому контексті розвитку стає загальний авторитет країни, її дотримання загальних цивілізаційних норм та стандартів життєпорядкування. Особливо це актуально для країн, котрі обирають статус «неприєднаної держави». Адже саме такі країни мають розраховувати на підтримку своєї незалежності силами усієї світової спільноти, що у повній мірі буде залежати від згаданого авторитету, послідовності політики та відданості цивілізаційним цінностям.

Джерела.

1. <http://polemika.com.ua/news-71860.html>
2. Современный словарь иностранных слов: СПб.: «Дуэт», 1994. – 752 с.
3. Буравльов Є.П. Глобалізація: проблеми безпеки. – К.: Ін-т пробл. нац. безпеки, 2007.- 160 с.
4. Крушанов А.А. От кибернетики - к глобальному еволюционизму. Экология и жизнь. 1 (30)., 2003., с. 12-18.
5. К. Денбіг. До питання про ентропію, безлад і дезорганізацію. Вісник НАН України, 2000, №9, с. 37-44.
6. Буравльов Є.П. Системологія: моніторинг і вектор розвитку/ Ін-т пробл. нац. безпеки. – К.:, 2008.- 260 с.

7. Пригожин И. От существующего к возникающему: Время и сложность в физических науках. – М.: Наука. 1985. 326 с.
8. Буравльов Є.П. Системний аналіз управління техносферою: проблеми та перспективи // Стратегічна панорама.- №4.- 2009.- С 13-21.
9. http://dt.ua/ECONOMICS/zamorozeniy_investklimat-90597.html
10. Закон України «Про основи національної безпеки» від 19.06.2003 №964-IV.

Моніторинг морських узбереж на основі дистанційного зондування Землі

**Демчишин М. Г., **Соковніна Н.Х., **Вдовиченко С. В.,
**Поломаний С.В., *Кріль Т.В.*

*(*ІГН НАН України, enggeolog@yandex.ru; **НДПІ
містобудування Мінрегіонбуду України, sokovnina@ukr.net)*

Морські узбережжя сформовані в результаті взаємодії суходолу і моря є найбільш динамічними зонами земної поверхні, на яких активно проявляються енде- та екзогенні геологічні процеси. Динамічність узбереж значною мірою підсилюється інтенсивною господарською діяльністю, частими аномальними проявами гідрометеорологічних процесів, що нерідко приводить до виникнення надзвичайних ситуацій – аварій та катастроф. З огляду на це, морські узбережжя потребують організації систем моніторингу стану і процесів геологічного середовища на глобальному, національному, регіональному та локальному рівнях. На сучасному етапі найбільш ефективними методами моніторингу геологічного середовища морських узбереж на всіх рівнях є дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) [1].

Загальна протяжність берегової смуги Чорного та Азовського морів в межах України від дельти Дунаю до коси Кривої на Азовському морі займає 2638 км., в тому числі Чорноморське узбережжя 1805 км [3], Азовське – 833 [6]. В геоструктурному відношенні узбережжя в межах України охоплюють низку геоструктур них областей Східно-Європейської платформи і Криму (Таблиця 1).

Табл. 1: Узбережжя Чорного і Азовського морів в межах України

№ п/п	Геоструктурна область	Протяжність, км	Максимальна висота, м	Геологічна будова надводної частини	Тип берега	Основні об'єкти
1	Преддобружський прогин	73	5	Q_{1-4}	аккумулятивний	дельта Дунаю, Вилкове
2	Причорноморська западина	1120	50	$Q - N$	абразійні, зсувні, обвальні	Одеса, Іллічівськ, Очаків
3	Скіфська плита	811	55	$Q - N$	абразійні, зсувні, обвальні	Євпаторія, Севастополь
4	Гірський Крим	261	1500	$(T_3 - J_1) \times J_{2-3}$	абразійні, зсувні	Велика Ялта, Алупка, Судак, Феодосія
5	Індоло-Кубанська западина	283	40	$Q_1 - P$	абразійні, зсувні	Керч
6	Схил Українського щита	90	55	$Q - N$	абразійні, зсувні	Бердянськ, Маріуполь

Морфологія, конфігурація і характер берега в цілому визначаються багатьма чинниками. Серед яких головними виступають геологічна будова, тектонічний режим, рівневий режим морського басейну, гідрологічний режим моря, положення і гідрологічний режим рік, що в нього впадають.

Сучасний вид узбереж Чорного та Азовського морів сформувалися в голоцені 4-5 тис. років тому в умовах трансгресивного ходу рівня басейну. На даний час поряд з загальною тенденцією підвищення рівня басейну відмічається його коливання об'ємного (пов'язані зі змінами об'єму води) і денівеляційного (пов'язані з переміщенням води) характеру. Денівеляція рівнів проходить в результаті згінно-нагінних явищ, тягунів і сейшів. Згони і нагони на Чорному морі спостерігаються частіше всього взимку в зв'язку з посиленою

діяльністю циклонів. Максимальний нагін спостерігається біля берегів Одеси в жовтні і становить 99 см. Максимальний згін – в листопаді, складає 157 см. Різниця коливань рівнів при згінно-нагінних явищ на Азовському морі складає для м. Керчі 200 см, м. Маріуполя – 242 см, Бердянська – 199 см, Генічеська – 412 см [4].

У будові рівнинної частини Чорного і Азовського морів беруть участь породи осадового чохла. Їх потужність змінюється від 300 до 6000 метрів. На узбережжі гірської частини Криму над рівнем моря в сфері хвильової дії знаходяться породи тріасу, юри і продукти їх вивітрювання, що утворилися в неогені і четвертинному періоді. Абразійні та абразійно-аккумулятивні ділянки узбереж, які включають абразивно-обвальний і абразивно-зсувні ділянки займають у межах України біля 537 км, в т.ч. на Чорноморському узбережжі – 412 км, на Азовському – 125 км. Рівнинно-абразійні ділянки узбереж складають 357 км, гірські (південний і південно-східний Крим) – 180 км [7].

Розподіл ділянок з різними схемами динаміки наносів контролюється головним чином тектонікою, наприклад, північне узбережжя Азовського моря в тектонічному плані представлено схилом Українського щита, розбитого субмеридіальними розломами на кілька блоків – грабенів і горстів. Підвищені абразійні ділянки узбережжя зазнають дії схилових гравітаційних процесів. З урахуванням профілю схилу, геологічної будови його надводної частини, гідрогеологічних умов і тектонічного режиму, виділяються характерні типи схилів. Розвиток гравітаційних процесів на схилах морських узбереж тісно пов'язаний з тектонічним режимом, який в основному визначає інтенсивність взаємодії моря та суходолу. Абразійне руйнування берегів, обвали і зсуви, які спостерігаються на даний час, є відображенням сучасної трансгресії Азово-Чорноморського морського басейну. Зв'язок і взаємодія між абразією, обвалами та зсувами визначається конкретними умовами геологічної будови, профілів підводної та надводної частини схилу, а також характером освоєння узбережжя. В цьому плані на узбережжі слід виділяти: забудовані частини, де розташовані великі та

малі міста, санаторно-курортні комплекси, закріплені ділянки берега та незначною мірою ділянки, де зберігаються природні ділянки узбережжя. Відмічаємо, що майже на всіх ділянках узбережжя не витримуються вимоги Водного кодексу України щодо розмірів і характеру використання захисних прибережних смуг [2].

Першочерговим завданням моніторингу морських узбереж є визначення стійкості схилів, інтенсивності абразійних процесів, ризиків та загроз виникнення надзвичайних ситуацій. Вивчення динаміки берегів на основі використання матеріалів ДЗЗ включає використання архівних матеріалів для проведення ретроспективного аналізу та введення періодичного моніторингу для відстеження ходу процесів і оцінки швидкості зміни берегів. Основними завданнями моніторингу геологічного середовища морських узбереж є:

- аналіз процесів взаємодії суходолу і моря на рівнинних ділянках узбережжя;
- аналіз процесів взаємодії суходолу і моря на гірських ділянках узбережжя;
- аналіз аномальних синоптичних ситуацій в акваторії морів (шторми, зливи, вітрові нагони).

Використання аерокосмічних матеріалів дозволяє отримувати періодичну інформацію про динаміку природних процесів та явищ одночасно на багатьох ділянках. Динаміка природних та антропогенних процесів на морських узбережжях визначає напрямки досліджень та методи їх виконання. Для багаторічних досліджень мінливості морського узбережжя достатньо проводити космічну зйомку приблизно один раз на рік. Для постійного моніторингу деформацій схилових ділянок необхідно мати більшу кількість знімків у різні сезони з частотою 1-2 рази на місяць.

Найефективніше моніторинг динаміки берегів здійснюється на основі ретроспективного аналізу різночасових високоточних знімків аерофотозйомки (АФЗ) або космічної зйомки (КЗ) протягом тривалого часу. Це дозволяє оцінити швидкість процесу абразії, прогнозувати його розвиток, давати науково-обґрунтовані рекомендації щодо керування процесами.

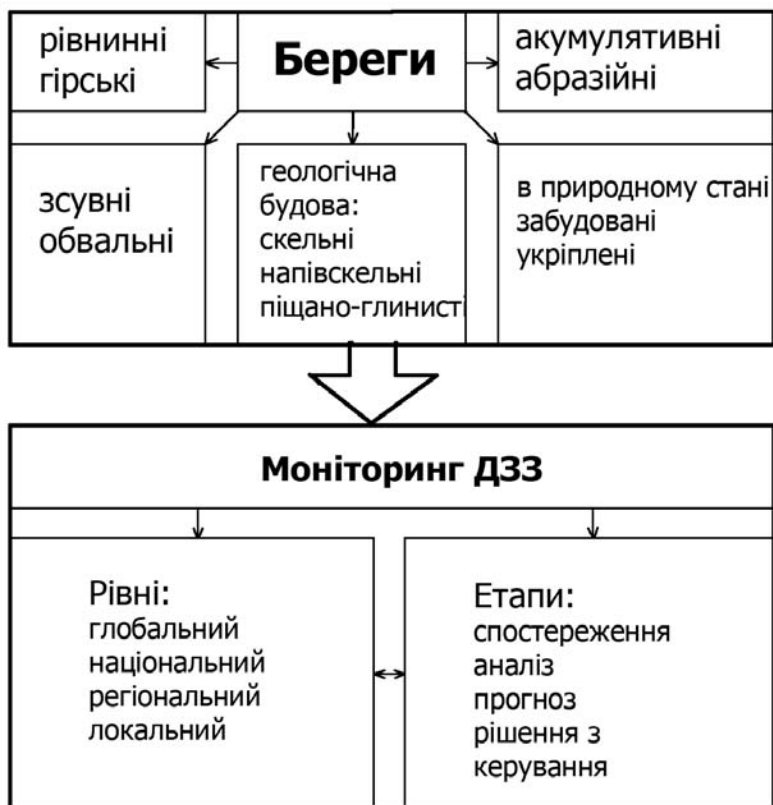


Рис. 1: Схема моніторингу морських узбереж

Для опрацювання матеріалів АФЗ і КЗ використовуються ГІС-пакети: Mapinfo, ArcView, Scanex Modius Processor, Multispeck. Таким чином, головним завданням моніторингу геологічного середовища у межах морських узбереж є вивчення та картування змін природних комплексів та ступеня техногенних впливів, що відображається відповідно на картах динаміки геологічного середовища. В основі методів створення таких карт покладено співставлення різних за часом космічних знімків, на яких фіксується стан досліджуваної ділянки узбережжя на різні дати. Комп'ютерна реалізація цих методів спрямована на забезпечення точного просторового

співставлення матеріалів та одержання з них інформації про динаміку.

У загальному випадку при використанні космічної інформації для вирішення прикладних завдань потрібно враховувати як технічні характеристики апаратури і фізичні основи формування сигналу, що реєструється на рівні штучних супутників Землі, так і регіональні особливості досліджуваних природних об'єктів. При цьому більшість прикладних завдань, пов'язаних з моніторингом об'єктів геологічного середовища, що знаходяться в береговій зоні, особливо тих з них, які мають на меті контроль діяльності користувачів (виконання ліцензійних угод, екологічних норм і правил, дотримання правил безпеки тощо), а також застосування економічних та юридичних санкцій, чим зумовлюється використання ДЗЗ високої і надвисокої роздільної здатності.

За результатами моніторингу геологічного середовища морських узбереж територій України:

- уточнюються класифікація та ранжування берегових зон;
- формуються основи мережі моніторингу з виділенням контрольних полігонів, ключових ділянок, опорних профілів, базових точок спостереження;
- розробляються методичні основи моніторингу на відповідних рівнях;
- ведеться оцінка контролю і прогнозів геологічних небезпек природного і техногенного характеру.

Використання даних ДЗЗ для моніторингу берегових процесів на регіональному і локальному рівнях забезпечується на основі співпраці з організаціями Комітету з надзвичайних ситуацій.

При співпраці з організаціями Міністерства навколишнього природного середовища забезпечується використання даних ДЗЗ в геологічних дослідженнях на морських узбережжях для геоecологічного картографування, інженерно-геологічного обґрунтування містобудівної документації, зокрема, створення та оновлення топографічних карт та планів і картографічної основи для генеральних планів населених пунктів розташованих на морських узбережжях а також вирішення екологічних проблем, створення геоінформаційних систем .

На основі моніторингу геологічного середовища морських узбереж з використанням методів дистанційного зондування Землі приймаються управлінські рішення щодо інженерної підготовки та інженерного захисту територій та об'єктів, які зазнають впливу небезпечних геологічних процесів.

Література

1. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / За ред.. В.І. Лялько, М.О.Попова – К.: Наук. думка. 2006. – 358 с.
2. Водний кодекс України. – <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/213/95> . 1995. – 39 с.
3. Генеральная схема противооползневых и берегозащитных мероприятий на Черноморском побережье Украинской ССР. – Одесса: Укрюжгипрокоммунстрой. 1978. – 78 с.
4. Демчишин М.Г. Современная динамика склонов на территории Украины. – К.:“Наук. думка”, 1992. – 256 с.
5. Словник із дистанційного зондування Землі. / За ред.. В.І. Лялько, М.О.Попова – К.: СМП АБЕРС 2004. – 170 с.
6. Схема размещения противооползневых и берегозащитных сооружений на Азовском побережье Украинской ССР. – Симферополь: УЮГКС. – 1980. – 94 с.
7. Шуйский Ю.Д. Процессы и скорости абразии на Украинских берегах Черного и Азовского морей. Изв.АН СССР, География – 1974 №6 – С.108 -117.

Моделирование процесса очистки водонасыщенного грунтового слоя от вредных примесей

Заводник В.В.

*(НУК Институт прикладного системного анализа НТУУ -
КПИИ, wwz2008@mail.ru)*

В докладе представлено комплексное решение задачи моделирования оценки экологического состояния подземного водонасыщенного слоя под промышленной площадной и прилегающей территорией, рис.1., от вредной, нерасщепляемой примеси, в примере – хлористый углеводород, и его очистки методом откачки, быстрой и эффективной, в условиях достаточной неопределенности исходной информации. Данная

работа является расчетной частью системы мониторинга и оперативного контроля экологического состояния вышеуказанного объекта.

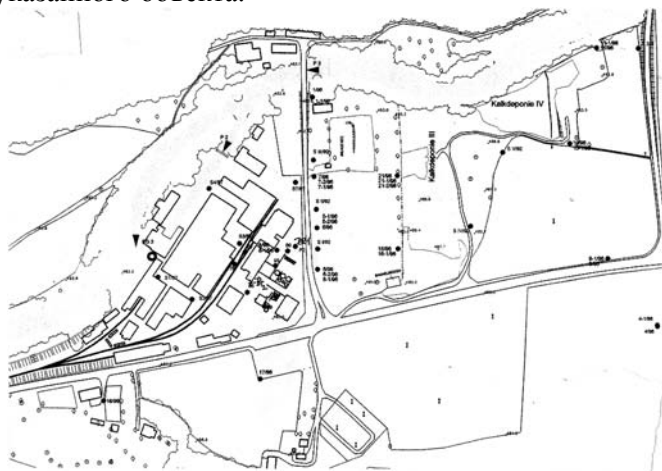


Рис. 1. Топографическая схема промышленной площадки над загрязненным водонасыщенным слоем

В качестве математической модели рассматриваемого процесса на основе известной физики данного явления и имеющейся априорной информации (подземный пласт вскрыт 30 скважинами до 100 м. глубиной: 11 измерительные, 19 добывающие и измерительные, на рис. 1. красный и синий цвет точек соответственно) выбрана трехмерная модель диффузии и переноса вредной примеси в подвижном подземном водонасыщенном слое с частично открытыми границами в детерминированной постановке [1]:

$$\frac{\partial Q(t, \mathbf{z})}{\partial t} = - \sum_{i=1}^3 \frac{\partial u Q(t, \mathbf{z})}{\partial z_i} + \sum_{i=1}^3 \frac{\partial}{\partial z_i} \left(\mu(t, \mathbf{z}) \frac{\partial Q(t, \mathbf{z})}{\partial z_i} \right) + \sum_{i=1}^N U_i^Q(t) \delta(\mathbf{z} - \mathbf{z}^i), \quad (1)$$

при начальных, получены в результате кусочно-линейной аппроксимации значений снятых в измерительных скважинах, рис.2.

$$Q(t, \mathbf{z}) \Big|_{t=0} = Q_0(\mathbf{z}), \quad (2)$$

и граничных условиях

$$\frac{\partial Q(t, \mathbf{z})}{\partial \mathbf{n}} = 0, \quad (3a)$$

на нижней и верхней границе водонасыщенного слоя;

$$\frac{\partial Q(t, \mathbf{z})}{\partial \mathbf{n}} = \lambda(Q_{out} - Q_{in}), \quad (3b)$$

на боковой границе водонасыщенного слоя.

Здесь $Q(t, \mathbf{z})$ - концентрация ингредиента в водонасыщенном слое, $\mathbf{z}=(x, y, z) \in \Omega$ трехмерное пространство; $\mathbf{u}=(u, v, \omega,)$ - вектор скорости движения жидкости в водонасыщенном слое, не подчиняющийся условию неразрывности (конвективный перенос, существенно неоднородное, нестационарное векторное поле, которое на глубине -50 м. представлено на рис.3.); μ - поле коэффициента турбулентной диффузии; N - общее количество добывающих скважин со своими координатами; $U_i^Q(t)$ - интенсивность добычи i -той скважины (по количеству ингредиента) расположенной в точке $\mathbf{z}^i$; $\mathbf{n}$ - нормаль к границе слоя; Q_{out} и Q_{in} - концентрации ингредиента за границей слоя и на границе соответственно; $\delta(\mathbf{z}-\mathbf{z}^i)$ дельта функция Дирака определяющая точку расположения скважины.

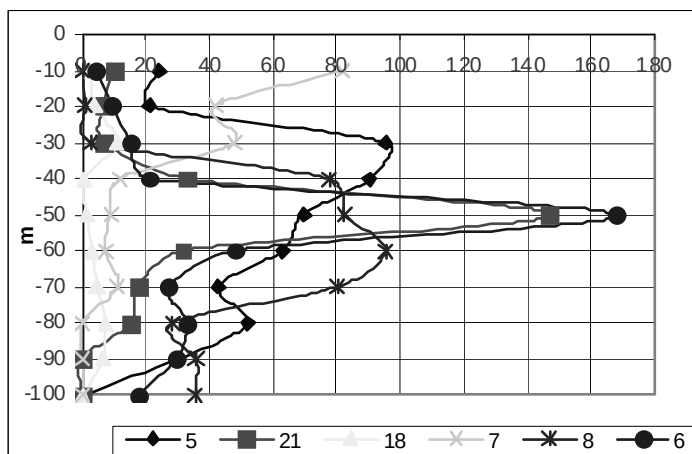


Рис.2. Распределение концентраций в скважинах по глубине залегания водонасыщенного слоя

Оба параметра массопереноса u и турбулентной диффузии μ невозможно измерить. Для того, чтобы одновременно не проводить совместной идентификации двух параметров, результаты которой весьма сомнительны, потому, что если даже удастся минимизировать критерий качества, получим значения, интегрально повлиявшие на результаты решения задачи минимизации, введем в рассмотрение еще одну модель - модель процесса динамики изменения пластового давления. Это позволит аналитически вычислить направление и скорость массопереноса по значению градиента поля давления в точках z . Задача идентификации поля турбулентной диффузии μ в докладе не рассматривается.

Вектор скорости движения масс в водонасыщенном слое рассчитывается как градиент давления жидкости $X(t,z)$, взятый с противоположным знаком.

$$u = -k \text{grad} X(t, z) \quad (4)$$

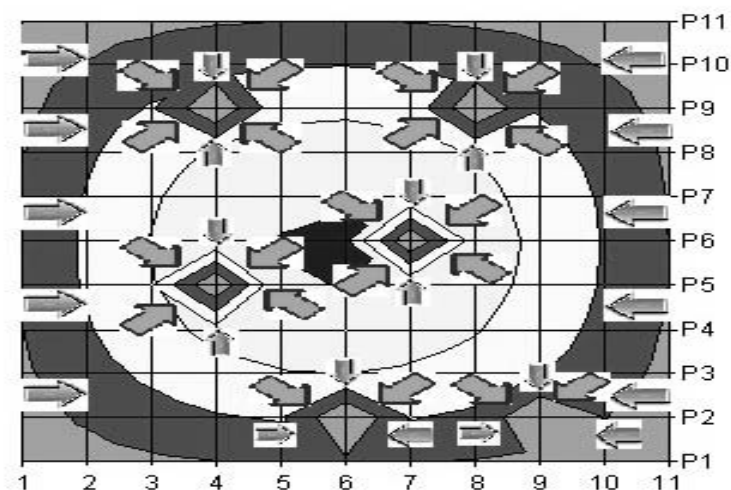


Рис. 3. Векторное поле конвективного переноса

Эволюционная модель поля давления $X(t,z)$ в той же трехмерной, детерминированной постановке, представлена следующим уравнением:

$$b(t, \mathbf{z}) \frac{\partial X(t, \mathbf{z})}{\partial t} = \sum_{i=1}^3 \frac{\partial}{\partial z_i} (k(t, \mathbf{z}) \frac{\partial X(t, \mathbf{z})}{\partial z_i}) + \sum_{i=1}^N U_i^X(t) \delta(\mathbf{z} - \mathbf{z}^i), \quad (5)$$

при начальных, получены - процедура та же

$$X(t, \mathbf{z})|_{t=0} = X_0(\mathbf{z}), \quad (6)$$

и граничных условиях

$$\frac{\partial X(t, \mathbf{z})}{\partial \mathbf{n}} = 0, \quad (7a)$$

на нижней и верхней границе водонасыщенного слоя;

$$\frac{\partial X(t, \mathbf{z})}{\partial \mathbf{n}} = \lambda(X_{out} - X_{in}), \quad (7b)$$

на боковой границе водонасыщенного слоя.

Здесь b и k - коэффициенты пористости и вязкой проницаемости породы соответственно; $U_i^X(t)$ - интенсивность добычи жидкости i -той скважины расположенной в точке $\mathbf{z}^i$; $\mathbf{n}$ - нормаль к границе слоя; X_{out} и X_{in} - давление за границей слоя и на границе соответственно.

Приводится численное решение, выше описанных моделей на базе использования методов расщепления и конечных разностей (явно-неявная схема Кранка-Николсона) с последующим решением полученных систем линейных уравнений большой размерности с разреженными матрицами коэффициентов итерационным методом с хранением только ненулевых элементов матриц коэффициентов. Для этого используются алгоритмы параллельных вычислений на многоядерных вычислительных системах.

Модель, описывающая процесс распространения хлористого углеводорода в водонасыщенных грунтовых пластах, в основу, которой положена теория уравнений математической физики, настроенная по результатам натурных измерений позволяет решать следующие задачи: - отслеживать изменение концентрации загрязнителя в интересующих временных интервалах; - проводить кратко и среднесрочное прогнозирование состояния процесса распространения

загрязнителя в среде; -- идентифицировать пространственно-распределенное поле параметров среды; - оптимально (в заданном количестве точек, интенсивность работы добывающих скважин) задавать режим откачки.

В масштабах данного доклада рассматриваются только некоторые из перечисленных задач.

Процедура расчета состоит из следующих этапов: - редукция математической модели процесса загрязнения методом расщепления и ее конечномерная аппроксимация; - применение методов параллельных вычислений на базе использования многоядерных вычислительных систем; - определение оптимального режима очистки водонасыщенного грунтового пласта.

Рассмотрен пример среднесрочного моделирования процесса очистки подземного водонасыщенного слоя от загрязнения хлористым углеводородом под промышленной площадкой.

Литература

1. Заводник В. В. Системный анализ экологически опасных процессов: дис. канд. техн. наук: /НТУУ "КПИ". УНК "ИПСА". - К., 2005. - 148 л.

Устройство и способ снятия информации с газового сенсора аммиака

**Кисиль А.В., **Давыденко В.А., *Коваль И.Ф.,*

**Луцевский О.В., *Соловьев В.Н.*

*(*Киевский национальный университет имени Тараса*

Шевченко, радиофизический ф-т, kis@univ.kiev.ua;

***НПФ «VD MAIS», г. Киев)*

Электрохимические сенсоры работают за счет реакции, которая проходит с целевым газом, в результате чего возникает электрический ток, пропорциональный концентрации газа. Типичный электрохимический сенсор состоит из чувствительного электрода (или рабочего электрода) и вспомогательного электрода, разделенных тонким слоем электролита.

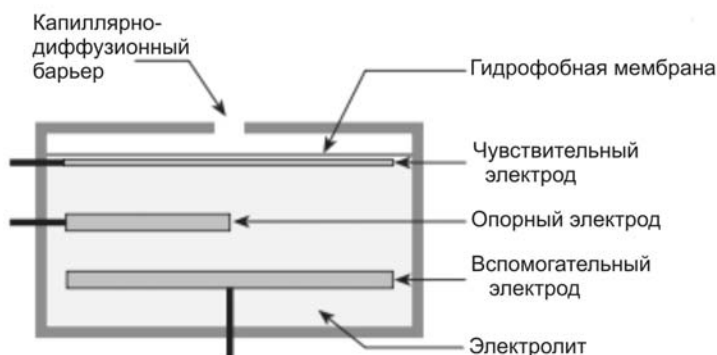


Рис 1. Конструкция трёхэлектродного электрохимического сенсора

Газ, который контактирует с сенсором, проходя через капилляр, диффундирует сквозь гидрофобный барьер и попадает на поверхность рабочего электрода. Такой подход используется для предотвращения насыщения чувствительного электрода газом, не допуская при этом потерь электролита из сенсора.

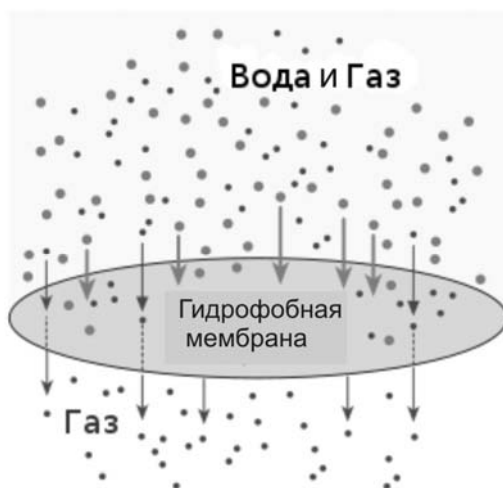


Рис 2. Иллюстрация работы мембраны

Газ, который диффундирует через барьер, вступает в реакцию на поверхности рабочего электрода и запускает механизм окисления или восстановления. Эти реакции катализируются материалами, специально нанесенными на рабочий электрод под целевой газ.

Ток, пропорциональный концентрации газа, протекает между анодом и катодом. Он может быть измерен.

Важно иметь стабильный и постоянный потенциал на рабочем электроде, поэтому при измерении нужно внешнее опорное напряжение. Потенциал на рабочем электроде не остается постоянным на протяжении непрерывной электрохимической реакции, которая происходит на поверхности электрода. Это вызывает ухудшение производительности сенсора на протяжении продолжительного периода использования. Для улучшения производительности сенсора в его состав был введен опорный электрод. Он размещается в непосредственной близости к рабочему электроду. Фиксированный стабильный потенциал прикладывается к рабочему электроду. Через опорный электрод ток не проходит. Молекулы газа вступают в реакцию с веществами на рабочем электроде и генерируемый при этом ток, протекающий через рабочий и вспомогательный электроды, измеряется. Концентрация газа линейно зависит от измеренного тока. Напряжение, которое прикладывается к опорному электроду, делает сенсор настроенным на целевой газ.

Не все сенсоры нуждаются во внешнем напряжении. Например, электрохимические сенсоры кислорода имеют анод, который поставляет электроны для преобразования кислорода на катоде. При окислении анода, высвобождаются электроны, которые проходят сквозь внешний контур и попадают на катод, где молекулы кислорода поглощают электроны.

В окислительном электролите:

- Окисление на аноде: $2\text{Pb} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Pb} + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$;
- Поглощение на катоде: $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$.

На базовом электролите:

- Окисление на аноде: $2\text{Pb} + 4\text{OH}^- \rightarrow 2\text{Pb} + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$;
- Поглощение на катоде : $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$.

Общая реакция в обоих случаях: $2\text{Pb} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{PbO}$. Такие сенсоры не нуждаются в опорном электроде.

Главные компоненты

Электрохимические сенсоры состоят из таких компонент:

А. Газо-проницаемая мембрана (также называется — гидрофобная мембрана). Она используется для покрытия рабочего электрода (катализатора) сенсора, а в некоторых случаях, чтобы контролировать количество молекул газа, которые попадают на поверхность рабочего электрода. Такие барьеры, как правило, изготовлены из тонкой низко пористой тефлоновой оболочки. Сенсоры с такими барьерами называют мембранными. Их рабочий электрод покрыт пористым тефлоном. Количеством молекул газа, которые достигают поверхности электрода, управляет капилляр. Такие сенсоры называются сенсорами капиллярного типа. Мембрана обеспечивает механическую защиту сенсора и выполняет функцию фильтра, который не пропускает нежелательные частички. Количество молекул газа, которые попадут в сенсор, зависит от размера капилляра и поры мембраны. Размер поры должен быть таким, чтобы обеспечить попадание необходимого количества газа на рабочий электрод. От размера поры также зависит утечка или скорость пересыхания электролита.

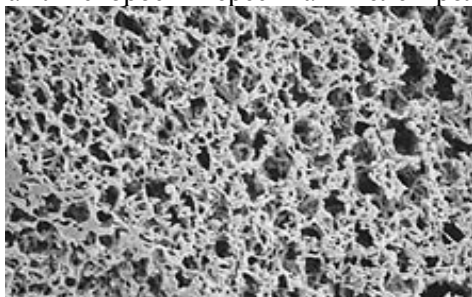


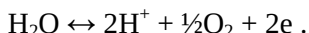
Рис 3. Увеличенный вид мембраны

Б. Электрод. Выбор материала для электрода очень важен. Как правило, электрод делается из благородных металлов, таких как платина или золото и катализаторов для активации реакции с молекулами газа. В зависимости от конструкции сенсора, все три электрода могут быть изготовлены из разных материалов.

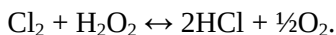
В. Электролит. Электролит должен эффективно переносить ионный заряд между электродами. Он должен также сформировать стабильный опорный потенциал и быть совместимым с материалами, которые используются в сенсоре.

Г. Фильтр. Иногда устанавливают фильтры на передней части сенсора для задерживания нежелательных газов. Существует ограниченный выбор фильтров с разными степенями эффективности. Чаще всего в качестве фильтрующего материала используется активированный уголь. Выбор фильтрующего материала зависит от целевого газа. Например, для хлора реакция будет выглядеть так: $\text{Cl}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} \leftrightarrow 2\text{HCl}$.

При поступлении хлора происходит его восстановление на рабочем электроде сенсора. В то время, на вспомогательном электроде, с помощью электролиза постоянным током, происходит разложение воды из раствора электролита:



Общая реакция на электродах выглядит так:



Электроны, которые возникли в результате электролиза, создают прямо пропорциональный концентрации ток.

Положительными аспектами использования электрохимических сенсоров являются:

- небольшая цена;
- высокая чувствительность;
- малая кросс-чувствительность;
- малые размеры;
- малое потребление энергии;
- линейная зависимость тока от концентрации;
- возможность непрерывного измерения;

К отрицательным аспектам следует отнести ограниченный срок службы (от шести месяцев до двух лет при нормальных условиях).

На рис. 4 приведена принципиальная электрическая схема подключения трёхэлектродного электрохимического сенсора аммиака к измерительному каналу. В данной схеме

используется электрохимический сенсор аммиака NH₃/CR-200 (Membrapor). Таким же способом измеряются концентрации в воздухе CO, H₂S, SO₂, H₂, HCl, NO₂, O₃.

Работает схема следующим образом. Ток, пропорциональный концентрации аммиака в воздухе, снимаемый с рабочего электрода сенсора, подаётся на вход преобразователя ток-напряжение D1, который построен на операционном усилителе OP97. Данная микросхема представляет собой недорогой прецизионный операционный усилитель с низким энергопотреблением. Микросхема потребляет всего 600 мкА, имеет ультранизкое напряжение смещения (25 мкВ) и его температурный дрейф (0,6 мкВ/С°). Следует также отметить низкий входной ток смещения усилителя, который составляет 250 пА во всём диапазоне рабочих температур (-40...+85 С°) и высокий коэффициент подавления синфазного сигнала (114 дБ).

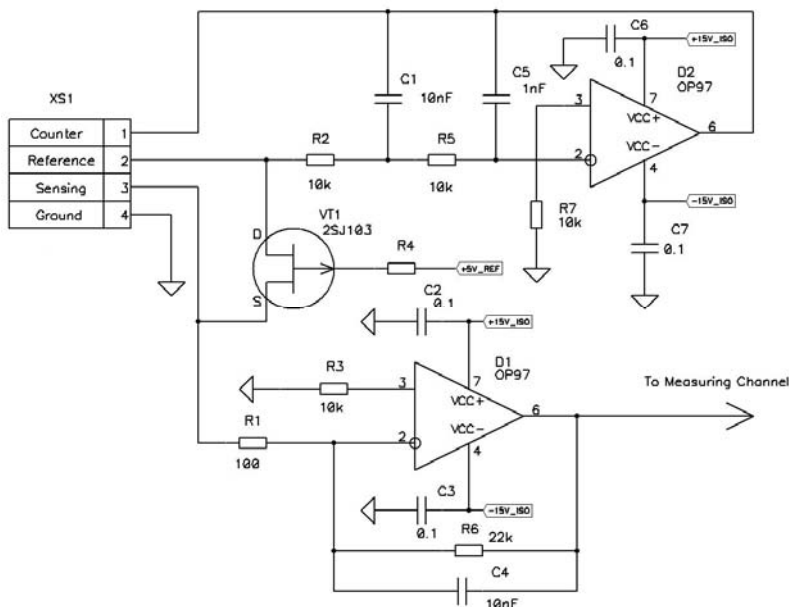


Рис 4. Принципиальная электрическая схема подключения трёхэлектродного электрохимического сенсора аммиака к измерительному каналу.

Резистор R3 установлен для уменьшения ошибки, обусловленной разницей входных токов усилителя. Конденсатор C4 препятствует самовозбуждению операционного усилителя D1. Рабочий режим сенсора обеспечивается схемой потенциостата. Эта схема поддерживает потенциал рабочего электрода близким к потенциалу аналоговой земли путём установки необходимого уровня напряжения на вспомогательном электроде. Она реализована на операционном усилителе D2 (OP97). Элементы R2, C1, R5, C5 представляют собой фильтр низких частот, который предотвращает самовозбуждение операционного усилителя D2. Полевой транзистор VT2 замыкает между собой рабочий и опорный электроды при отсутствии питания. Это продлевает срок службы сенсора.

Литература

1. Alphasense Limited. (Feb 2003). “AAN104: How Electrochemical Gas Sensors Work.” Apr 15, 2005. http://www.alphasense.com/pdf/AAN_104.pdf
2. Potentiostat Circuit for Electrochemical Cells. US Patent 5,466,356, Nov. 14, 1995.
3. Low Power, High Precision Operational Amplifier OP97, Analog Devices, Inc., 1997-2009, Rev. G, http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/OP97.pdf

Структура многоканальной системы газоанализа на электрохимических сенсорах

*Кисиль А.В., Коваль И.Ф., Луцевский О.В., Соловьев В.Н.
(Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко,
радиофизический ф-т, kis@univ.kiev.ua)*

С появлением на мировом рынке миниатюрных электрохимических сенсоров, начался массовый выпуск так называемых интеллектуальных датчиков, которые представляют собой законченные функциональные узлы с унифицированным, как правило, цифровым выходом. В качестве примера, на рис. 1. представлена обобщённая структурная схема интеллектуального датчика, работающего с

трёхэлектродным электрохимическим сенсором. Датчики такого типа применяются для определения концентрации заданного газа в воздухе.



Рисунок 1. Структурная схема интеллектуального датчика.

Интеллектуальный датчик состоит из электрохимического сенсора, потенциостата, схемы защиты сенсора, преобразователя ток-напряжение, инструментального усилителя, аналого-цифрового преобразователя (АЦП) с источником опорного напряжения, микроконтроллера и схемы интерфейса.

Потенциостат обеспечивает оптимальный режим работы газового сенсора. Схема защиты сенсора поддерживает замкнутыми электроды сенсора при отсутствии напряжения питания. Это продлевает срок службы сенсора. Преобразователь ток-напряжение преобразует токовый выходной сигнал трёхэлектродного сенсора в напряжение, пропорциональное входному току. Инструментальный усилитель согласует сигнал по уровню с масштабом АЦП. Аналого-цифровой преобразователь совместно с источником опорного напряжения осуществляет преобразование напряжения в код. Микроконтроллер выполняет следующие функции: обработка результатов измерения, хранение калибровочных коэффициентов, реализация унифицированного интерфейса. Схема интерфейса согласует на физическом уровне выходной код с приёмником сигнала.

Как правило, многоканальная система газоанализа представляет собой контроллер, содержащий в себе схемы

внешнего интерфейса, управления и индикации, к которому подключён набор интеллектуальных датчиков для решения конкретной задачи. Обобщённая структурная схема многоканальной системы газоанализа, построенной на интеллектуальных датчиках, приведена на рис. 2.

Такой способ построения многоканальной системы газоанализа имеет как достоинства, так и недостатки. К достоинствам следует отнести возможность применения серийно выпускаемых контроллеров. Простая компоновка и возможность быстрой модификации системы под конкретную задачу, путём изменения набора сенсоров, также является достоинством приведенной структуры. Недостаток данной системы – дублирование однотипных функциональных узлов в каждом интеллектуальном датчике, что приводит к неоправданному повышению стоимости всей системы (в состав каждого датчика входят такие достаточно дорогие компоненты, как инструментальный усилитель, аналого-цифровой преобразователь (АЦП), источник опорного напряжения и схемы внешнего интерфейса).

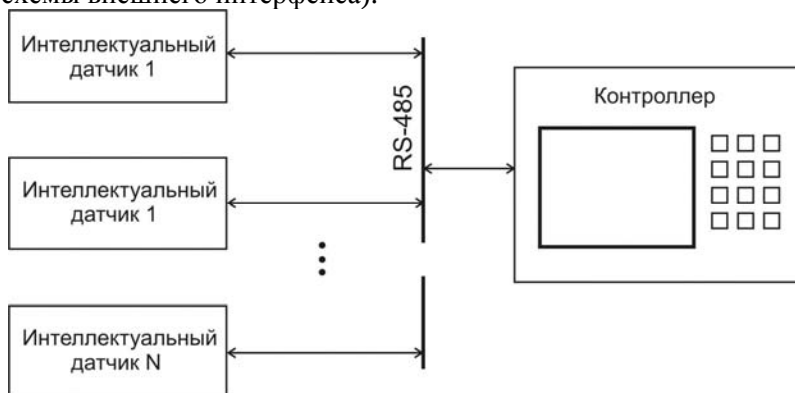


Рисунок 2. Структурная схема многоканальной системы газоанализа, построенной на интеллектуальных датчиках

В отличие от приведенной выше структуры многоканальных анализаторов, в предложенной структуре, приведенной на рис. 3, задачи обработки сигналов от сенсоров решаются иначе.

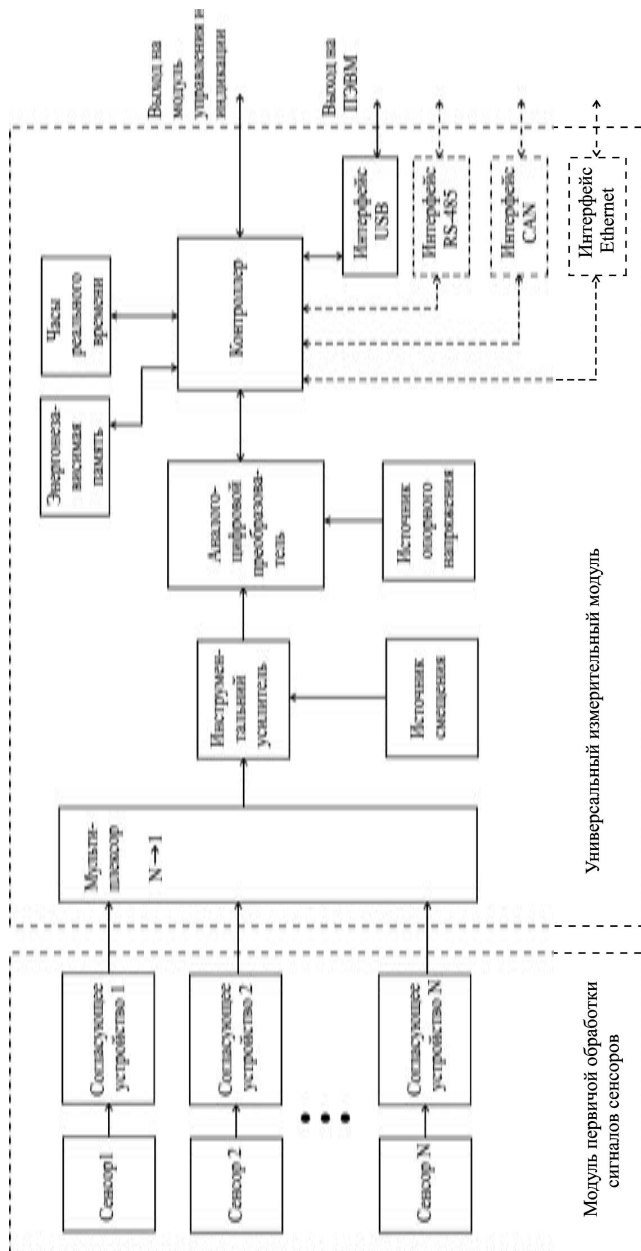


Рисунок 3. Структура многоканальной системы газоанализа.

Отдельно строится универсальный измерительный модуль, который состоит из аналогового мультиплексора $N > 1$, инструментального усилителя с источником смещения, дельта-сигма АЦП высокого разрешения с источником опорного напряжения, контроллера обработки результатов измерений с энергонезависимой памятью и часами реального времени и схем внешнего интерфейса. Каждый из сенсоров $1...N$ подключается к аналоговому мультиплексору через сравнительно несложное и недорогое устройство, которое осуществляет преобразование исходного сигнала от сенсора в уровень напряжения, находящийся в динамическом диапазоне измерительного канала.

Такая структура построения многоканального газоанализатора дает нам возможность существенно снизить себестоимость производства различных вариантов прибора в соответствии с конкретными техническими требованиями.

Значительную часть себестоимости и времени разработки прибора занимает процессы проектирования и изготовление печатных плат. Во всех вариантах исполнения прибора (количество сенсоров, место установки прибора, необходимые интерфейсы), измерительный модуль остается практически неизменным. Поэтому технически и экономически целесообразно реализовать измерительный и интерфейсные каналы в виде одной печатной платы (универсальный измерительный модуль). А затем, в зависимости от технических требований, устанавливать на печатную плату необходимые интерфейсные микросхемы.

Проектирование и изготовление печатной платы модуля первичной обработки сигналов сенсоров значительно проще и дешевле по сравнению с созданием универсального измерительного модуля. Возможны два варианта технической реализации: первый - изготовление универсальной печатной платы, рассчитанной на максимальное количество сенсоров и установка на нее необходимых элементов в соответствии с техническими требованиями. Второй вариант - проектирование и изготовление печатной платы модуля первичной обработки сигналов под конкретную задачу.

Предлагаемый подход к построению систем газоанализа имеет три преимущества: гибкость и сокращения срока проектирования, легкость модернизации системы, а также, снижение себестоимости проектирования и производства.

На наш взгляд, с помощью предложенной структуры построения многоканальной системы газоанализа, можно достигнуть следующих преимуществ в сравнении с существующими приборами:

- снижение себестоимости проектирования, производства и эксплуатации;
- сокращение сроков проектирования под конкретные технические требования;
- лёгкость монтажа и модернизации;
- возможность реализации различных вариантов конструктивного исполнения.

Реализация измерительного канала для системы газоанализа на современной элементной базе

**Кисиль А.В., **Давыденко В.А., *Данько В.П.,*

**Луцевский О.В., *Соловьев В.Н.*

(Киевский национальный университет имени Тараса*

Шевченко, радиофизический ф-т, kis@univ.kiev.ua;

***НПФ «VD MAIS», г. Киев)*

Появление в последнее время на рынке электронных компонентов широкого ассортимента интегральных схем (ИС) компании Analog Devices позволило пересмотреть некоторые принципы построения измерительного канала для систем газоанализа. Предлагаемые интегральные схемы обладают высокими эксплуатационными характеристиками, охватывают широкий функциональный набор и обладают оптимальным соотношением цена/качество. Кроме того, применение интегральных схем одного производителя облегчает процесс разработки и организации производства.

Предлагаемая нами структура измерительного канала, построенная на ИС Analog Devices, приведена на рис.1. Она состоит из 8-канального аналогового мультиплексора, инструментального усилителя с источником смещения, дельта-

сигма аналого-цифрового преобразователя (АЦП) высокой разрядности, источника опорного напряжения и микросхемы гальванической развязки цифровых сигналов.



Рисунок 1. Структурная схема измерительного канала.

Набор сенсоров (от 1 до 8) подключается ко входам аналогового мультиплексора через соответствующие согласующие устройства. Мультиплексор коммутирует сигналы как положительной, так и отрицательной полярности. Это даёт возможность унифицировать измерительный канал. В качестве мультиплексора применена ИС ADG1408 с технологией iCMOS, которая имеет сопротивление открытого канала 4,7 Ом, токи утечки каналов не превышают $\pm 0,6$ нА. Технология производства модулей iCMOS (промышленный КМОП) комбинирует высоковольтную КМОП (комплемментарная метал-оксид-полупроводник) и биполярную технологии. В отличие от аналоговых ИС со стандартной технологией КМОП, компоненты иКМОП поддерживают высокие питающие напряжения, обеспечивая улучшенные рабочие характеристики, существенно сниженное энергопотребление и уменьшенный размер корпуса. Ультранизкое сопротивление открытого канала и его стабильность у данных мультиплексоров делает их идеальным решением при сборе данных [1]. С выхода мультиплексора сигнал поступает на вход инструментального усилителя AD622, который обладает высокой линейностью коэффициента усиления (10 ppm), а также, достаточно низким током смещения (2 нА). AD622 – это полная схема усилителя разницы, которая также обладает превосходной линейностью и коэффициентом подавления синфазного сигнала благодаря встроенным прецизионным резисторам с лазерной подгонкой

[2]. Особенностью данного усилителя является наличие входа смещения, что важно для реализации предлагаемого нами способа измерения. Коэффициент усиления устанавливается с помощью внешнего резистора в диапазоне от 1 до 1000. Смещение выходного сигнала инструментального усилителя осуществляется с помощью источника опорного напряжения ADR03BR, который формирует напряжение смещения +2,5 В с температурным коэффициентом 3 ppm/°C. ADR03 – это компактный источник опорного напряжения, основанный на принципе ширины запрещённой зоны полупроводника. Имеет малый дрейф и обеспечивает отличную стабильность выходного напряжения в широком диапазоне напряжений питания [3]. С выхода инструментального усилителя сигнал через резистивный делитель подаётся на прямой вход АЦП; на инверсный вход подаётся напряжение с источника смещения. Такой способ измерения даёт нам три преимущества:

- возможность точного измерения сигналов малой амплитуды;
- возможность измерения биполярных сигналов;
- высокое входное сопротивление при измерении сигналов во всём динамическом диапазоне (от долей милливольт до 10 вольт).

Все описанные функции достигаются при применении недорогого униполярного АЦП (AD7787). Микросхема AD7787 представляет собой полное устройство предварительной обработки данных для применения в измерениях низкочастотных сигналов. Она содержит малошумящий 24-битный дельта-сигма АЦП с одним дифференциальным и одним несимметричным входами с возможностью входной буферизации. Микросхема работает от внутреннего источника тактового сигнала, поэтому пользователю нет необходимости подсоединять к ней внешние источники синхронизации. Скорость передачи выходных данных задаётся программно от 9,5 Гц до 120 Гц. Среднеквадратическое значение напряжения шума при наименьшей скорости составляет 1,1 мкВ. Частота внутреннего источника тактового сигнала может быть поделена на 2, 4 и 8, что даёт возможность, при необходимости, снижать энергопотребление. Частота обновления, частота среза и время установления также изменяются вместе с тактовой частотой.

Микросхема питается однополярным напряжением в пределах от 2,5 до 5,5 В [4]. В ней предусмотрен последовательный синхронный трёхпроводный интерфейс SPI для обмена данными с микроконтроллером. Измерение биполярных сигналов с его помощью достигается благодаря наличию в нём биполярного режима, при котором половина шкалы отвечает нулю напряжения на дифференциальном входе. В качестве источника опорного напряжения АЦП применена ИС ADR03BR с напряжением +2.5 В.

Для гальванической изоляции выходных сигналов АЦП используется ИС ADUM1401, которая представляет собой четырёхканальный интегральный изолятор с прочностью диэлектрического барьера – 1 кВ. ADUM1401 построена по технологии iCoupler®. Объединяя в себе высокоскоростную КМОП технологию и технологию монолитных трансформаторов с воздушным сердечником, данные ИС обеспечивают значительно лучшие рабочие характеристики, чем у альтернативных устройств, например оптопар. Благодаря отходу от использования светодиодов и фотодиодов, устройства с технологией iCoupler® исключают сложности разработки, связанные с применением оптопар, а именно: разброс коэффициента усиления по току, нелинейность передаточной характеристики, температурные эффекты и эффекты, связанные с временем наработки. Эти проблемы можно решить, используя простые цифровые интерфейсы устройств iCoupler® со стабильными рабочими характеристиками. Также, применение данных ИС исключает использование драйверов и других дискретных устройств. Кроме того, ИС iCoupler® потребляют от одной десятой до одной шестой мощности, потребляемой оптопарами при сравнимых скоростях передачи [5]. Следует отметить, что для реализации устройства, построенного по структурной схеме, приведенной на рис.1, каждый функциональный узел реализован на отдельной ИС компании Analog Devices.

Можно предложить альтернативный вариант технической реализации измерительного канала с использованием одной из последних разработок компании Analog Devices – ИС ADuCM361. Эта микросхема содержит в себе практически все

Прибор для многоканального газоанализа, построенный на ИС ADuCM361 имеет хороший потенциал модернизации и развития.

Применение ИС компании Analog Devices дало возможность унифицировать структуру измерительного канала в составе системы газоанализа. Это позволяет существенно снизить суммарную стоимость разработки, производства и эксплуатации многоканального измерительного комплекса.

Литература

1. 4 Ω Ron, 4-/8-Channel ± 15 V/ ± 12 V/ ± 5 V iCMOS Multiplexers ADG1408/ADG1409, Analog Devices, Inc., 2006–2009, Rev. B, http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/ADG1408_1409.pdf
2. Low Cost Instrumentation Amplifier AD622, Analog Devices, Inc., 1996–2012, Rev. E, http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD622.pdf
3. Ultracompact, Precision 10.0 V/5.0 V/2.5 V/3.0 V Voltage References ADR01/ADR02/ADR03/ADR06, Analog Devices, Inc., 2002–2012, Rev. R, http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/ADR01_02_03_06.pdf
4. Low Power, 2-Channel 24-Bit Sigma-Delta ADC AD7787, Analog Devices, Inc., 2004, Rev. O, http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD7787.pdf
5. Quad-Channel Digital Isolators ADuM1400/ADuM1401/ADuM1402, Analog Devices, Inc., 2003–2012 Rev. H, http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/ADuM1400_1401_1402.pdf

Сенсор хвильового фронту на ефекті Талбота для визначення деформацій поверхні

Поданчук Д.В., Котов М.М.

*(Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, м. Київ)*

У теперішній час достатньо актуальною стала проблема безконтактного визначення характеристик просторово неоднорідних об'єктів. Серед методів оптичної діагностики особливе місце належить проведенню вимірів та аналізу хвильового фронту лазерного пучка, відбитого від досліджуваної поверхні. З цією метою широко використовується сенсор хвильового фронту Шека-Хартмана. Принцип його дії полягає у наступному. Лінзовий растр фокусує на CCD-камеру лазерний пучок, що відбивається від досліджуваного об'єкту. При цьому зуев кожної фокальної плями пропорційний локальному нахилу хвильового фронту. Матриця локальних нахилів перетворюється в набір коефіцієнтів при поліномах Церніке, що повністю описують аберації хвильового фронту та дозволяють кількісно відновити форму деформованого об'єкту. Значною перешкодою у застосуванні сенсорів для прецизійного моніторингу об'єктів є неузгодженість між чутливістю, просторовим розрізненням та кутовим динамічним діапазоном. Просторове розрізнення сенсора Шека-Хартмана визначається розміром мікролінз у растрі. Їх зменшення фактично призводить до зменшення фокальної відстані, а отже, до погіршення кутової чутливості сенсора.

Одним з можливих рішень цієї проблеми є використання для створення сенсорів хвильового фронту ефекту Талбота. Він полягає у тому, що зображення періодичного об'єкта, освітленого монохроматичною хвилею, без допомоги будь-якої оптичної системи самовідтворюється на деякій відстані, яка називається відстанню Талбота. Якщо падаюча хвиля має аберації, то зображення об'єкту спотворюється. За відмінністю викривленого зображення об'єкта від початкового можна відновити форму падаючої хвилі. Якщо у якості періодичного об'єкту взяти двовимірну періодичну структуру, то за методом вимірювання та обробки даних такий сенсор буде подібний до

сенсору Шека-Хартмана. При цьому сенсор заснований на ефекті Талбота має кращу просторову роздільну здатність та є більш простим у реалізації. Це пов'язано з тим, що у якості вхідного елементу можна використовувати бінарні ґратки із значно меншим періодом, ніж розмір мікролінзи в матриці, і вони значно простіші у виготовленні. В даній роботі проведено порівняльний аналіз сенсорів Шека-Хартмана та на ефекті Талбота для визначення деформацій хвильового фронту.

1. Основні співвідношення

Розглянемо формування зображення періодичної структури з нескінченною апертурою в області дифракції Френеля. Тоді пропускання періодичної структури (ґратки) $\tau(x, y)$ можна представити у вигляді добутку двох рядів Фур'є, відповідно по вісі x та y :

$$\tau(x, y) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} a_m \exp(i2\pi \frac{m}{d} x) \cdot \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n \exp(i2\pi \frac{n}{d} y), \quad (1)$$

де d – період ґратки, a_m, a_n - коефіцієнти ряду Фур'є, m, n – цілі числа. Якщо на ґратку у напрямку z падає плоска хвиля, то комплексну амплітуду поля у площині спостереження (x_0, y_0, z) можна записати за допомогою дифракційного інтеграла Френеля:

$$u(x_0, y_0, z) = \frac{\exp(i \frac{2\pi}{\lambda} z)}{i\lambda z} \iint_{-\infty}^{\infty} \tau(x, y) \cdot \exp\left\{\frac{i\pi}{\lambda z} [(x_0 - x)^2 + (y_0 - y)^2]\right\} dx dy \quad (2)$$

Після виконання деяких перетворювань і не приймаючи до уваги несуттєві фазові множники вираз (2) можна записати у наступному вигляді:

$$u(x_0, y_0, z) \cong \sum_{m=-\infty}^{\infty} a_m \exp(i2\pi \frac{m}{d} x) \exp(-i\pi \frac{m^2 \lambda z}{d^2})$$

$$\cdot \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n \exp(i2\pi \frac{n}{d}x) \exp(-i\pi \frac{n^2 \lambda z}{d^2}) \quad (3)$$

Як видно із (3) у випадку нескінченної апертури у площинах $z_T = \frac{2ld^2}{\lambda}$ (l – ціле число) поле за ґраткою буде пропорційне її функції пропускання $\tau(x, y)$, а у площинах $z_T^1 = \frac{(2l+1)d^2}{\lambda}$ – функції пропускання зсунутої на половину періоду $\tau(x + \frac{d}{2}, y + \frac{d}{2})$. Припустимо також, що на ґратку падає плоска хвиля одиничної амплітуди, фаза якої міняється лінійно з координатою x :

$$u(x) = \exp(-i2\pi \frac{\theta}{\lambda} x), \quad (4)$$

де θ – кут, під яким хвиля падає на ґратку, λ – довжина хвилі. У цьому випадку неважко показати, що поле за ґраткою у площинах $z_T = \frac{2ld^2}{\lambda}$ буде пропорційне зсунутої вздовж x її функції пропускання $\tau(x + z_T \cdot \theta, y)$. Це обумовлює можливість визначення кутів нахилу падаючого на ґратку хвильового фронту вимірюючи зсуви її зображення у відповідних площинах z_T .

2. Експериментальна частина

На рис. 1 показана оптична схема установки, на якій проведено порівняльний аналіз сенсорів Шека-Хартмана та на ефекті Талбота. У якості когерентного джерела світла використовується He-Ne лазер. Колімований лазерний пучок за допомогою напівпрозорого дзеркала НДП1 розділяється на два. Відбитий від НДП1 та дзеркала Д1 формує плоску опорну хвилю, а частина, що пройшла, використовується надалі для створення тестового хвильового фронту. Тестовий сферичний хвильовий фронт формується за допомогою об'єктиву Л1 та

дзеркала Д2, при цьому зміна кривизни хвильового фронту здійснюється повздовжнім зміщенням дзеркала Д2.

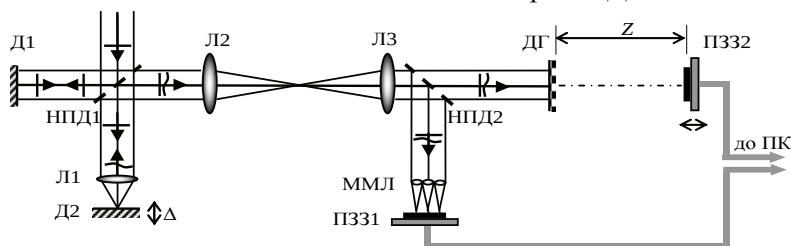


Рис.1

Телескопічна система об'єктивів Л2-Л3 за допомогою напівпрозорого дзеркала НПД2 одночасно переносить вихідну площину об'єктиву Л1 у вимірювальні площини, у яких знаходяться відповідно двовимірна дифракційна ґратка ДГ та матриця рефракційних мікролінз ММЛ. Діаметр мікролінз матриці складає 0.4 мм, фокусна відстань 24 мм. У фокальній площині матриці знаходиться фото приймальна камера ПЗ31. Таким чином, у цьому каналі ми маємо можливість вимірювати досліджуваний хвильовий фронт за допомогою сенсора Шека-Хартмана. Другий канал застосовується для реєстрування самозображення дифракційної ґратки ДГ на відстані Z_T , яке здійснюється за допомогою фото приймальної камери ПЗ32. В експерименті використовувалася бінарна ґратка з періодом 150мкм та розміром прозорої частини 75мкм, для якої $Z_T = 71.1\text{мм}$. На рис.2 представлені виміряні за допомогою сенсорів Шека-Хартмана та Талбота залежності кривизни сферичної хвилі від зміщення дзеркала Д2.

Як видно, діапазон зміни кривизни досліджуваного хвильового фронту становить від -1.7 м^{-1} до 1.2 м^{-1} .

Значення кривизни, що отримані за допомогою сенсора Талбота, практично співпадають з даними еталонного сенсора Шека-Хартмана. Відмінність у середньому складала не більше 0.8% ($1/R$).

Таким чином, сенсор Талбота може бути використаний для вимірювання аберацій лазерного пучка, що відбивається від досліджуваної поверхні, а значить для відновлення форми деформованого об'єкту.

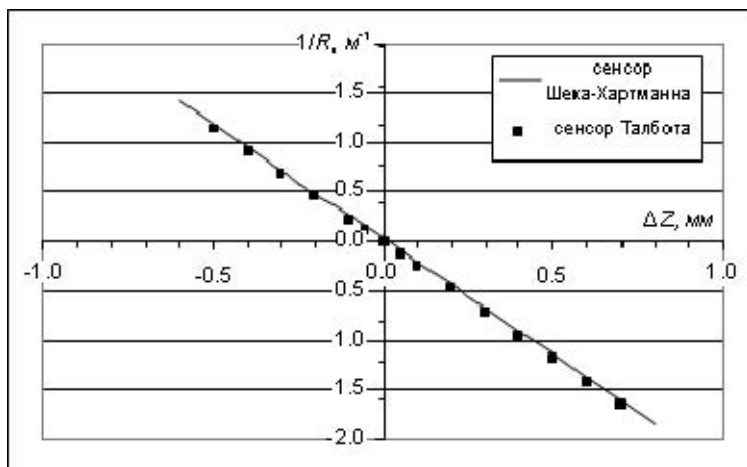


Рис.2

Слід звернути увагу на ті обставини, що в сенсорі Талбота можна використовувати ґратки із значно меншим періодом, ніж розмір мікролінзи в матриці. Це пов'язано з тим що в даному сенсорі відсутній механізм розмиття зображень за рахунок дифракції пучків. Просторове розрізнення дифракційного сенсора Талбота, яке було отримано у експерименті, складало 150мкм. Крім того, для цього сенсору не міняючи періоду ґратки є можливість розширювати динамічний діапазон у бік вимірювання малих кутів за рахунок збільшення бази для вимірювань працюючи на кратних чи полу цілих відстанях Талбота.

Характеристика сучасних засобів знезараження об'єктів навколишнього середовища

Таран В.В.

*(ДУ "Інститут гігієни та медичної екології НАМН України,
vttv@univ.kiev.ua)*

Одним із дієвих засобів профілактики та боротьби з інфекційними хворобами є якісна дезінфекція, що забезпечує переривання механізму передачі збудників інфекцій. На сьогодні в Україні зареєстровано близько 700 дезінфекційних засобів різної хімічної природи, які у кількісному і якісному

відношенні повністю забезпечують потреби дезінфекційної практики. Однак в умовах кількісного і якісного різноманіття постала проблема вибору найбільш придатних у кожному випадку засобів знезараження об'єктів навколишнього середовища.

Переважає більшість зареєстрованих в Україні дезінфектантів – це складні композиції, що складаються із однієї або кількох діючих речовин та функціональних домішок. Діючі речовини забезпечують специфічну біоцидну дію засобу, допоміжні речовини надають засобам мийних, очищувальних, антикорозійних властивостей, стабілізують необхідний рівень рН, поліпшують фізико-хімічні та органолептичні властивості засобів.

За діючою речовиною зареєстровані в Україні дезінфектанти належать до наступних груп хімічних сполук: хлоровмісні, спиртовмісні, засоби на основі четвертинних амонієвих сполук, полігуанідинів та третинних алкіламінів, альдегідовмісні, засоби на основі пероксисполук. В останні роки з'явилися засоби, одержані за допомогою нанотехнологій, що містять наночастки срібла і міді.

Серед препаративних форм зареєстрованих в Україні дезінфікуючих засобів переважають рідкі концентрати на основі альдегідів, алкіламінів, четвертинних амонієвих сполук, полігуанідинів, пероксикислот. Засоби на основі пероксикислот можуть випускатись у порошкоподібній формі з активатором, який додається до засобу в процесі приготування робочих розчинів з метою їх стабілізації. Спиртовмісні засоби для знезараження поверхонь випускають, в основному, у вигляді готових до застосування розчинів. Спиртовмісні засоби для дезінфекції рук – це також готові до застосування розчини, гелі, серветки, просякнуті розчином. Хлоровмісні засоби випускають у вигляді порошків, більш сучасні – у вигляді таблеток. Електроактивовані розчини (аноліти і католіти) виготовляються установками для електрохімічного синтезу.

Враховуючи те, що максимальний бактерицидний ефект дезінфікуючих засобів досягається при використанні їх у рідкому стані, найбільш прогресивною формою застосування є стабілізовані рідкі концентрати.

Аналіз методичних указівок із застосування офіційно зареєстрованих в Україні дезінфекційних засобів свідчить про те, що переважну більшість їх пропонується використовувати для дезінфекції практично однакового кола об'єктів без урахування спектру протимікробної дії, токсичності та шкідливого впливу на об'єкти знезараження. Отже, за більш ніж широкого асортименту дезінфекційних засобів маємо практику науково необґрунтованого нецільового застосування дезінфектантів.

Насправді ж сучасні дезінфектанти європейського виробництва мають визначене цільове призначення і за своїм складом найбільш повно відповідають потребам знезараження певного кола об'єктів.

Зокрема, засоби на основі альдегідів (глутарового, ортофталевого, сукцинальдегіду) мають виражені бактерицидні, віруліцидні, фунгіцидні та спороцидні властивості, завдяки чому переважаючою сферою їх застосування є дезінфекція та стерилізація виробів медичного призначення. Ці засоби є досить токсичними, тому застосування їх з метою дезінфекції різноманітних поверхонь має бути обмеженим.

Дезінфектантами вибору для дезінфекції поверхонь приміщень, предметів умеблювання, обладнання і апаратури є засоби на основі четвертинних амонієвих сполук, які мають бактерицидні, обмежено віруліцидні, фунгіцидні, а також мийні властивості, що дозволяє поєднувати процеси дезінфекції та миття/чищення об'єктів знезараження.

Дещо більшу сферу застосування мають засоби на основі алкіламінів завдяки широкому спектру протимікробної дії, сприятливим фізико-хімічним властивостям та тривалому терміну застосування до 5 років. Окрім дезінфекції поверхонь, це і дезінфекція та суміщення процесів дезінфекції і передстерилізаційного очищення виробів медичного призначення із різних матеріалів, складного високотехнологічного обладнання і апаратури.

Засоби на основі спиртів пропонується використовувати для дезінфекції невеликих за розмірами та важкодоступних ділянок поверхонь, обладнання та апаратури, предметів догляду хворих та особистої гігієни.

Незважаючи на широкий спектр протимікробної дії, несприятливі фізико-хімічні властивості, нестабільність при зберіганні хлоровмісних засобів та їх робочих розчинів обмежують їх застосування проведенням грубої дезінфекції певного кола об'єктів, які не піддаються шкідливому впливу, а також об'єктів у сільській місцевості, у зонах надзвичайних ситуацій.

Осучаснені хлоровмісні засоби, зокрема дихлорізоціанурати, пропонуються для дезінфекції широкого кола об'єктів при проведенні дезінфекції на комунальних об'єктах, у закладах громадського харчування і торгівлі, соціального забезпечення і пенітенціарної системи, на промислових об'єктах, а також для дезінфекції систем видалення сміття. Із хлоровмісних засобів найбільш придатними для застосування у лікарнях є засоби, виготовлені на основі галогенпохідних гідантоїнів. Це композиційні засоби з поліпшеними фізико-хімічними властивостями, завдяки чому вони можуть використовуватись для дезінфекції широкого кола об'єктів – різноманітних поверхонь, виробів медичного призначення; медичних приладів, апаратів, устаткування з гальванічним, лакофарбовим та полімерним покриттям; предметів догляду хворих; білизни; посуду; іграшок, виділень хворих.

Найбільш широку сферу застосування мають розчини, що виробляються установками для електрохімічного синтезу, окрім бактерицидних, віруліцидних та фунгіцидних, вони мають ще і спороцидні властивості, що дозволяє використовувати їх також для стерилізації корозійностійких виробів медичного призначення.

Засоби на основі пероксикислот діють на бактерії та їх спори, віруси, гриби, що дозволяє використовувати їх з метою дезінфекції та стерилізації виробів медичного призначення із корозійностійких металів, полімерних матеріалів, скла та гуми. Засоби цієї групи також широко використовують для знезараження поверхонь обладнання і апаратури у харчовій промисловості.

Засоби на основі гуанідинів мають бактерицидні, обмежені віруліцидні та фунгіцидні властивості. Монопрепарати на їх

основі є досить токсичними при застосуванні методом розпилення та утворюють плівку на поверхні об'єктів знезараження, яка важко видаляється, тому придатними для широкого використання в дезінфекції є композиційні засоби на їх основі, які містять четвертинно амонієві сполуки.

Отже, за наявності великої кількості дезінфектантів для проведення профілактичних та вогнищевих дезінфекційних заходів, що різняться між собою за хімічним складом та властивостями, при виборі найбільш придатного для використання у певній ситуації дезінфекційного засобу маємо враховувати специфічні біоцидні властивості засобу, його токсичність для теплокровних та безпечність для довкілля, фізико-хімічні властивості, терміни придатності та умови зберігання засобу і його робочих розчинів та відповідність зазначених характеристик дезінфектанту меті проведення дезінфекційних заходів у конкретних умовах.

**Критерії вибору та умови застосування засобів
знезараження об'єктів навколишнього середовища
при проведенні дезінфекційних заходів**

Євтушенко О.І., Таран В.В.

(ДУ "Інститут гігієни та медичної екології НАМН України,
vtv@univ.kiev.ua)

За результатами опрацювання даних щодо хімічної структури, спектру біоцидної дії, токсикологічних та фізико-хімічних властивостей, ефективних режимів застосування, цільового призначення дезінфекційних засобів встановлено, що режими застосування дезінфекційних засобів в процесі численних перереєстрацій переглядаються у бік зниження концентрацій, скорочення експозицій, введення мінімальних норм витрат, не обґрунтованого результатами досліджень подовження до 30 діб термінів використання робочих розчинів за можливості їх багаторазового застосування з метою дезінфекції об'єктів. В останні роки виникла проблема заздалегідь не ефективних режимів дезінфекції об'єктів навколишнього середовища, що становить небезпеку поширення інфекційних хвороб, особливо у літній період у рекреаційних зонах. Зазначене свідчить про неякісну санітарно-

епідеміологічну експертизу в процесі процедури реєстрації (перереєстрації) дезінфекційних засобів та недостатність нормативної бази в сфері регламентації їх застосування.

Наукову основу забезпечення сучасних дезінфектологічних технологій має складати епідеміологічне обґрунтування системи дезінфекційних заходів, а саме вид збудників і переносників, їх властивості, персистентність у навколишньому середовищі в умовах впливу різноманітних факторів з урахуванням шляхів передачі збудника.

Це означає, що вибір обсягу і спрямованості дезінфекційних заходів, методів, засобів та режимів знезараження об'єктів навколишнього середовища має бути епідеміологічно вмотивованим та диференційованим, тобто у кожному випадку має визначатись наступними чинниками:

- епідемічною ситуацією (рівнем захворюваності, шляхами та факторами передачі збудників, основними нозологічними формами інфекцій);
- видовим складом та біологічними властивостями штамів мікроорганізмів;
- рівнем мікробної контамінації та забруднення об'єктів знезараження речовинами
- органічного походження;
- функціональним призначенням приміщень;
- призначенням та конструктивними особливостями об'єктів знезараження.

За ступенем впливу на механізм передачі інфекційних захворювань з позицій кінцевого результату можна виокремити:

- стерилізацію – повне знищення всіх форм живих мікроорганізмів;
- дезінфекцію високого рівня, яка передбачає знищення всіх вегетативних форм мікроорганізмів та частини спорових форм;
- дезінфекцію проміжного рівня – знищення всіх вегетативних форм мікроорганізмів, включаючи мікобактерії, всіх грибів і більшості вірусів;

- дезінфекцію низького рівня – знищення вегетативних форм мікроорганізмів (за винятком мікобактерій туберкульозу), деяких вірусів та грибів.

Із сучасних дезінфектантів, що належать до різних груп хімічних сполук для стерилізації можуть застосовуватись альдегіди, пероксисполуки та стерилізуючі розчини, що виробляються установками для електрохімічного синтезу і містять хлорнуватисту кислоту, високоактивні кисневі сполуки хлору, вільні радикали хлору та кисню.

Для дезінфекції високого рівня придатні альдегіди та пероксисполуки. Галогеновмісні сполуки, третинні аміни, спирти рекомендується застосовувати для дезінфекції проміжного рівня. Для дезінфекції низького рівня рекомендується застосовувати ЧАС та гуанідини.

Значна кількість зареєстрованих останніми роками в Україні дезінфектантів поставила перед користувачами проблему оптимального вибору засобів знезараження, який має бути науково вмотивованим. При виборі дезінфектанту необхідно враховувати цілий ряд чинників, серед яких:

- спектр протимікробної дії, невеликий діапазон бактеріостатичних концентрацій;
- токсичність та безпечність для людини під час застосування;
- зручність у застосуванні за умов проведення дезінфекції способами протирання, зрошення, занурення;
- можливість забезпечувати необхідну знезаражуючу дію у межах переважно годинної експозиції;
- стійкість при зберіганні у вигляді концентратів та робочих розчинів;
- відсутність пошкоджувальної дії щодо різноманітних об'єктів знезараження;
- сприятливі фізико-хімічні властивості, зокрема відсутність неприємного запаху та здатності фіксувати забруднення органічного походження на поверхні виробів, хорошу розчинність у воді, сприятливий для об'єктів знезараження рівень pH;
- наявність мийних та очищувальних властивостей, здатність добре змиватись з поверхонь;
- безпечність для довкілля;

- доступність за ціною.

Визначальними із зазначених чинників є специфічна біологічна активність (спектр протимікробної дії) засобу, токсичність для теплокрівних, безпечність при застосуванні та цільове призначення.

Необхідними чинниками для забезпечення успішного проведення дезінфекційних заходів є:

- застосування дезінфектантів у вигляді водних розчинів, які швидко адсорбуються оболонкою мікробної клітини і проникають всередину її;
- використання рекомендованих способів дезінфекції щодо об'єктів знезараження із забезпеченням у кожному разі повного змочування поверхонь, заповнення порожнин і каналів об'єкту робочим розчином, особливої уваги потребує обробка важкодоступних місць медичного обладнання та апаратури;
- суворе дотримання передбачених методичними документами режимів дезінфекції об'єктів (концентрацій дезінфектантів, необхідних експозицій їх дії та рекомендованих норм витрат);
- використання спеціальних, наведених у методичних указівках, режимів для дезінфекції об'єктів за наявності на них забруднень органічного походження;
- недопущення необґрунтованого результатами досліджень багаторазового використання робочих розчинів дезінфектантів;
- дотримання термінів та умов зберігання дезінфектантів та їх робочих розчинів.

Дотримання наступних умов є запорукою ефективності дезінфекції об'єктів навколишнього середовища, контамінованих вегетативними та споровими формами бактерій, вірусами, грибами, із застосуванням обраного дезінфектанту

**Деякі механізми впливу етанолу на електро-механічне
спряження гладеньких м'язів шлунково-кишкового тракту
та сечоводу**

Пелюх П.Ф., Макаrchук М.Ю.

*(НДІ фізіології імені академіка Петра Богача, ННЦ «Інститут
біології», Київського національного університету імені Тараса
Шевченка, м. Київ, ppelyukh@yandex.ru)*

Вступ. Зміна ліпідного складу мембран, жирнокислотного складу фосфоліпідів та рівня холестерина в мембранах клітин при хронічному впливі етанолу приводить до збільшення жирності мембран. При цьому суттєво знижується здатність мембран до зв'язування етанолу, порушується взаємодія з рецепторами природніх агоністів. Зміни фізико-хімічних характеристик мембранного бішару відбивається і на властивостях мембраннозв'язаних білків. Через чотири неділі хронічного приймання етанолу щурами в гомогенатах їх головного мозку було виявлено значне підвищення активності Na^+/K^+ -АТФази, Ca^{2+} -АТФази, 5'-нуклеотидази, ацетилхолінестерази. В експериментах на еритроцитах людини було показано, що етанол *in vitro* здійснює значний вплив на різні Na^+ -транспортуючі системи: стимулює оубаїн – чутливий вхід натрію, Na^+/Li^+ обмін, витікання Na^+ [Johnson J.H., Crider B.P. 1989].

Деякі дослідники виявили, що етанол підвищує рівень цАМФ в клітинах, тому найбільш вірогідним механізмом вважається стимуляція етанолом аденілатциклази [Zawad J.S., Brown F.C., 1984], важливу роль при цьому відіграють гідрофобні властивості етанолу, які частково реалізуються на мембранах, в які вбудований фермент [Hoffman P.L., Luthin G., 1982]. Хоча в науковій літературі наводяться експериментальні результати, які дозволяють вважати, що ці ефекти етанолу реалізуються завдячуючи впливу етанолу на метаболізм ліпідів, частково на процеси метилювання мембранних фосфоліпідів і гідроліз фосфатидилінозиту [Magruder J.D. et al., 1985 /, що в подальшому відбивається на проникності мембран для Ca^{2+} , змінюється рівень внутрішньоклітинного Ca^{2+} і цАМФ, і таким чином на регуляцію цими вторинними месенджерами внутрішньоклітинних реакцій [Berridge M.J., 1982]. Перебудови

в роботі мембраннозв'язаних ферментів і іонних каналів при алкоголізмі приводять до дисбалансу в розподілі електролітів. Змінюються як позаклітинні так і внутрішньоклітинні концентрації кальцію, магнію, калію, натрію. На культурі гладком'язових клітин судин головного мозку собаки було показано, що етанол допомагає швидкому виснаженню внутрішньоклітинного вільного Mg^{2+} [Altura B.M. et al., 1995]. Введення Mg^{2+} -вміщуючих препаратів тваринам захищає їх від пошкоджень, обумовлених впливом високих доз етанолу. Так в дослідях на щурах було показано, що високі дози алкоголю (6,6 г/кг) приводить до швидкого (напротязі 3-5 хв) розвитку дефіциту вільного Mg^{2+} всередині всіх клітин мозку. Вслід за значним зниженням концентрації магнію відбувалось падіння внутрішньоклітинного рівня рН і співвідношення фосфокреатин/АТФ, що спричиняло смерть тварин, але введення щурам $MgCl_2$ за 30-45 хв до приймання етанолу захищало цих тварин від загибелі. На сьогоднішній день добре відомо той факт, що Mg^{2+} являється кофактором багатьох ферментативних реакцій, зокрема, для Na^+/K^+ -АТФази Mg^{2+} необхідний, так як з однієї сторони, він бере активну участь в утворенні субстрату, який являється Mg -АТФ, а з іншої сторони – прискорює перехід фермента із E_1P в E_2P форму [Болдырев А.А., Твердислов В.А., 1978]. За останні десятиліття було встановлено, що Mg^{2+} у фізіологічних концентраціях (1-2 мМ) являється блокатором нейрональних NmDA-рецепторів [Morrisett R.A. et al., 1991], які відіграють важливу роль в ініціюванні довготривалої потенції в мозку [Роуз С., 1995], Mg^{2+} і етанол являються неконкурентними інгібіторами NmDA-рецепторів [Michaelis M.L. Michaelis E.K., 1994]. При алкоголізмі за умови дефіциту цього катіону появляются такі симптоми, як дратівливість, тремтіння рук, тіла, судоми, підвищення артеріального тиску [Ураков И.Г., 1986]. Такі симптоми характерні для абстиненції, коли на фоні дефіциту Mg^{2+} в організмі знижується концентрація етанолу. Можливо, добре закупорювання абстинентного синдрому новою порцією етанолу, можна пояснити інгібуючим впливом спирту на NmDA-рецептори, котрі гіперактивуються за відсутності достатньої кількості Mg^{2+} , оскільки добре відомо, що

гіперактивація глутаматних рецепторів в нейронах мозку при несприятливих впливах – це один із механізмів, які спричиняють загибель нейронів [Роуз С., 1995]. Вплив алкоголізації організму на Ca^{2+} -гомеостаз складається із впливу етанолу і його метаболітів на різні системи контролю рівня цього катіону в клітині. Один із механізмів полягає в тому, що хронічний вплив етанолу викликає зменшення негативних зарядів на поверхні біомембран і їх діелектричної постійної. Від'ємний заряд на синаптосомальній мембрані визначається в основному, кількістю сіалових кислот, які експонуються на поверхні мембрани. Сіалова кислота являється компонентом ліпідів (гангліозидів) і протеїнів (глікопротеїнів). Сіалові кислоти мають високу спорідненість до іонів Ca^{2+} . По існуючим уявленням зменшення сіалових кислот на поверхні синаптосомальних мембран при дії етанолу приводить до різкої втрати зв'язаного з мембраною кальцію [Ross D.H., Garrett K.M., 1983]. Ca^{2+} , зв'язаний з сіаловою кислотою визначає стабільність (рухливість) мембрани та конформаційні зміни трансмембранних білків і цитоскелету на цитозольній поверхні мембрани. Зниження рівня мембранозв'язаного Ca^{2+} , обумовлене впливом етанолу, може бути викликано не тільки за рахунок втрати сіалових кислот на поверхні мембрани, але і виникаючі під впливом етанолу конформаційній експозиції залишків тирозину і триптофану, котрі слугують, також, в якості ділянок зв'язування кальцію на зовнішній поверхні плазмолем. Внаслідок зменшення Ca^{2+} - зв'язуючої здатності зовнішньої поверхні синаптосомальної мембрани, рівень позаклітинного іонізованого Ca^{2+} -різко збільшується. Хоча показано, що при цьому етанол різко знижує вхід Ca^{2+} всередину клітини, діючи як кальцій блокуючий агент [Lucch L., Govoni S., 1985; Vickers M.D., 1984]. Враховуючи ті обставини, що етанол, потрапивши в організм швидко метаболізується, то можна припустити, що його кальцій блокуючий ефект короточасний. В той час, як нейромінідаза, активована етанолом повертається до норми значно повільніше. Це дозволяє припустити, що наступним за седативним ефектом гострого впливу етанолу може наступити збуджувачий ефект, пов'язаний з підвищенням входу вільного Ca^{2+} всередину

клітини та запуском каскаду складних метаболічних реакцій (від нейросекреції до зміни каталізу), в яких Ca^{2+} виступає як вторинний мессенджер [Rasmussen H., 1975]. Етанол, впливаючи на метаболізм ліпідів може приводити до біологічно суттєвих змін функціонування мембранних білків, підвищенню їх чутливості до агоністів, збільшення входу Ca^{2+} та підвищенню активності багатьох Ca^{2+} і цАМФ- залежних внутрішньоклітинних процесів. На сьогоднішній день достименно встановлено, що при хронічній алкоголізації, рівень внутрішньоклітинного Ca^{2+} збільшується не тільки в клітинах мозку, але і в інших клітинах. Цілком вірогідно, що саме підвищення концентрації Ca^{2+} в клітині є причиною виникнення таких симптомів як аретмія, гіпертонія, підвищення викиду катехоламінів та інше.

Трансформація фосфоліпідного обміну в мембранах і підвищення вмістості внутрішньоклітинного Ca^{2+} при хронічній алкоголізації спричиняє активацію фосфоліпаз А і С. Показано, що при хронічній алкоголізації щурів, в тромбоцитах і лейкоцитах значно зростає рівень простагліцинів, тромбоксанів, простагландинів – дериватів арахідонової кислоти, котрі утворюються при гідролізі фосфоліпідів [Westcott J.J., Murphy R.C., 1985; Hoult J.R.S., Peers S.H., 1985]. Ці вазоактивні речовини не тільки порушують судинний тонус, але і змінюють проникність мембран для електролітів аж до детергентної агресії на мембрани. Порушується іонний гомеостаз, підсилюється втрата K^+ , що супроводжується притоком Na^+ і набряканням клітини, розвиваються дистрофічні зміни тканини [Beilin L.J., Puddey I.B., 1984]. При вивченні молекулярних механізмів хронічного впливу етанолу на організм і на структуру та функції мембран, необхідно враховувати те, що в організмі етанол легко метаболізується з утворенням високоактивного ацетальдегіда, котрий вносить значний вклад в структурнофункціональні зміни білкових молекул при алкоголізмі. Згідно останніх даних літератури, ацетальдегід *in vivo* здатен зв'язуватися з білками з утворенням хімічних аддуктів, що приводить до змін структури і функції білків та до пошкодження клітин [Niemela O., 1999; Worrall S. et al., 1998].

Хронічне споживання етанолу приводить до суттєвого гальмування акумуляції іонів Ca^{2+} у мітохондріях та ендоплазматичному ретикулумі міометрія щурів. Доведено, що як у контролі, так і за умов підгострого та гострого введення етанолу в організм, транспортна активність Ca^{2+} - акумулюючої системи мітохондрій значно домінує над такою що властива Ca^{2+} помпі ендоплазматичного ретикулума. Проте у разі хронічного споживання етанолу це домінування суттєво зменшується. При цьому, значно порушується Ca^{2+} - транспортуюча функція як мітохондрій, так і ендоплазматичного ретикулума, та втрачається чутливість Ca^{2+} -помпи ретикулума до інгібуючої дії утеротонічного пептидного гормону окситоцину [Борисова Л.А., 2000]. Етанол значно сильніше впливає на АТР-гідролазну активність, ніж на суперпреципітацію. Крім того, АТР-азу міозину міометрія щура в присутності етанолу характеризується однією активуючою та двома інактивуючими ділянками. Для визначення кореляції між ступенем чутливості АТРази актоміозину з міометрією у присутності етанолу та ступенем спорідненості актоміозину до Mg^{2+} , автор провів розрахунки кінетичних показників гідролізу АТР. Найбільший активуючий ефект етанолу на АТР-гідролазну активність актоміозинового комплексу в присутності 8% етанолу корелює зі збільшенням спорідненості актоміозину до магнію [Зганіч І.Г., 2002].

Низькі концентрації етанолу (до 0,5%) не впливають на динамічні параметри м'язового скорочення скелетного м'язу жаби. В той же час, результати досліджень вказують на необхідність врахування інгібаторної дії етилового спирту в концентраціях від 0,7% і вище та нерівномірного впливу спиртових розчинів зазначених концентрацій на різні часові ділянки титанічного скорочення [Мельничук О.М., 2006]. Досліджено динамічні параметри скорочення пучків волокон скелетного м'язу жаби *Rana temporaria* в ізотонічному режимі під впливом двокомпонентної модульованої стимуляції та етилового спирту. Показано, що концентрації спирту нижче 1% не викликають помітних змін протікання скоротливих процесів. За концентрації спирту 1% спостерігалися незначні прояви втомлюваності м'язових волокон. При збільшенні концентрації

спирту до 3% відбувалося значне пригнічення скоротливої діяльності пучків м'язових волокон [Абрамчук О.М. та ін., 2008].

Матеріали та методи. В проведених нами наукових експериментальних дослідженнях, вимірювальна система складалася з камери цукрозних проміжків, підсилювачів постійного струму та напруги, осцилографів (візуальний контроль – С1-18, реєструючий ПК та шлейфний осцилограф 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]. Камера подвійних цукрозних проміжків дозволяє одночасно з реєстрацією електричної активності гладеньких м'язів реєструвати також і скоротливу – механічну здатність при допомозі механотрону (механоелектричний перетворювач).

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 розчині хлористого калію і Кребса розміщують відвідні 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 багатোধодовий кран, котрий складався з двох плексигласових

пластин, одна з яких змішувалась відносно іншої. Важливим і досить тонким моментом являється зарядка камери таenia солі морської свинки.

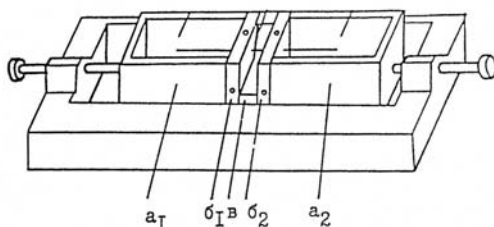


Рис.1 Камера цукрозних проміжків a_1, a_2 – КСІ секції, b_1, b_2 – цукрозні секції, в-тест секція.

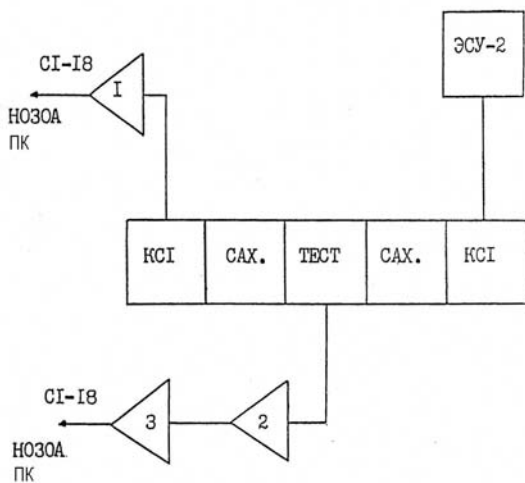


Рис.2 Блок-схема електронної частини установки.

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) – $\bar{M}$, вибірккову помилку середньої (m) амплітуди, швидкості наростання, тривалості потенціалів дії і скорочення м'язів *taenia coli* морської свинки. Оцінку різни між статистичними показниками електричної і скоротливої активності гладеньких м'язів, котрі знаходились в контрольному та досліджуваному розчинах, оцінювали по критерію Стюдента. Статистичні величини розраховувались за спеціальною програмою на пресональний обчислювальний машині. У наших дослідженнях використовували нормальний розчин Кребса такого складу, ммоль/л: NaCl – 120,4; NaH_2PO_4 – 1,2; NaHCO_3 – 15,5; KCl – 5,9; CaCl_2 – 2,5; MgCl_2 – 1,2; глюкоза – 11,5; pH – 7,3 $\pm$ 0,1, температура 37 $\pm$ 0,5 $^\circ\text{C}$. Питомий опір ізотонічного розчину сахарози у всіх дослідах перевищував 10 ^{5} Ом см ^{2} . Для приготування розчинів використовували хімічно чисті солі і бідистильовану чи деіонізовану воду. Усі розчини в дослідах аерирувались 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 Ca^{2+} іонами Mg^{2+} та прибавляли 0,5 – 1 ммоль/л ЕГТА чи LaCl_3 для зв'язування залишків позаклітинного кальцію. У гіперкальцієвому розчині NaCl повністю заміщувався хлористим калієм (120

ммоль/л). Розчини котрі вміщували тетраетиламмоній, кофеїн, Д-600, ніфедіпін готували шляхом заміни NaCl на ізоосматичну 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].

Гладком'язові клітини шлунка, кишечника та сечоводу морської свинки в нормальному розчині Кребса генерують складні потенціали дії котрі складаються з повільної електричної хвилі (вигляд синусоїди) на вершині котрої спостерігаються пікові потенціали дії – шлунок, кишечник (1-тип електричної активності), та швидкого пікового потенціалу з наступною фазою реполяризації-плато (2 -тип електричної активності) – сечовід.

Кожному такому електричному комплексу відповідає одинокі фазне скорочення. За класифікацією академіка П.Г. Богача 1-тип електричної активності властивий шлунково-кишковому тракту морських свинок, щурів, мишей. 2-тип електричної активності властивий шлунку собак, котів, сечоводу людини, поросят, собак та щурів.

У вступній частині з літературного огляду витікає, що у науковців є значний науковий інтерес по впливу етанолу на організм людини і тварин. В зв'язку з цим перед нами постало завдання дослідити вплив різних концентрацій етанолу на гладенькі м'язи шлунково-кишкового тракту та сечоводу морської свинки.

Досліди проводили на відрізках гладеньких м'язів шлунково-кишкового тракту та сечоводу, реєструючи електричну активність за допомогою методики подвійних цукрозних проміжків. Скоротливу активність реєстрували за допомогою механотрона 6MX1C і відповідною електронною апаратурою.

Етанол використовували в концентрації 0,1-3% на 100мл. нормального розчину Кребса. Етиловий спирт в концентраціях 0,1-0,5% достовірно не викликав змін в електричній та скоротливій активності гладеньких м'язів шлунково-кишкового тракту та сечоводу морської свинки. Його вплив починає

проявляться при концентрації 0,7-3% і більше. Тому пороговою концентрацією впливу етанолу на гладенькі м'язи шлунково-кишкового тракту та сечоводу можна вважати концентрацію 0,7%.

Етиловий спирт в концентраціях 0,7-3% викликає гіперполяризацію клітинної мембрани та зменшував опір останньої на 8,4-25,4%. Як показали проведені нами дослідження етанол викликав, також, зміни електричної та скоротливої активності гладеньких м'язів шлунка, кишечника та сечоводу. (Рис.3.)

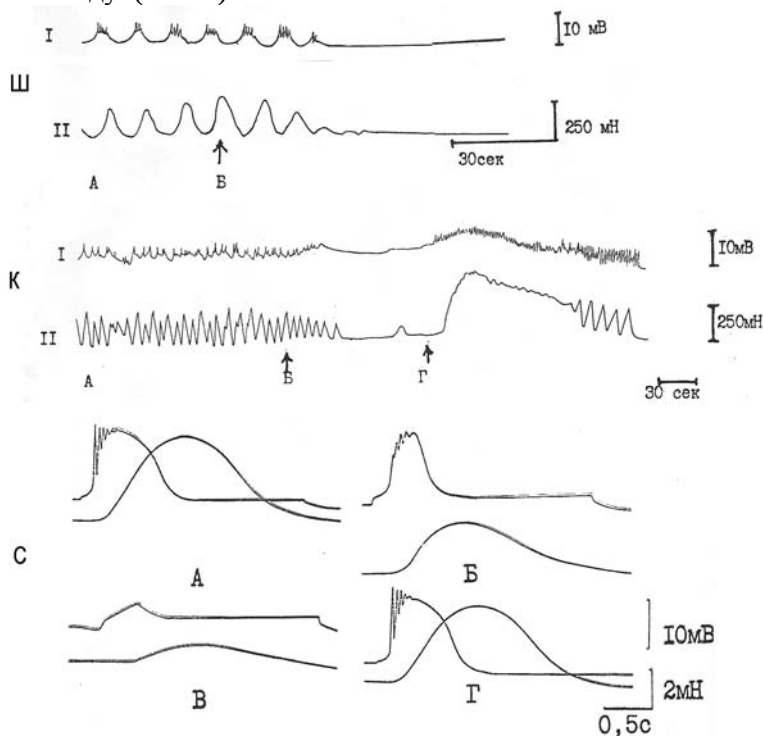


Рис.3. Вплив етанолу на електричну і скоротливу активність гладеньких м'язів шлунка (ш), кишечника (к) та сечоводу (с) морської свинки в концентрації 1 % 100 мл нормального розчину Кребса: А, Г – нормальний розчин Кребса; Ш, К – Б – початок впливу етанолу; С-Б – 5 хв; В – 15 хв. впливу етанолу

Оскільки гладенькі м'язи сечоводу працюють більш стабільно та чітко то ми, як приклад, будемо наводити кількісні зміни в основному по впливу етанолу на електричну та скоротливу активність гладеньких м'язів сечоводу. Амплітуда першого пікового потенціалу електричної активності сечоводу достовірно не змінювалась під впливом на гладенькі м'язи усіх досліджуваних концентрацій етанолу. В розчині Кребса, котрий вміщував етанол в концентраціях 0,8-1% тривалість потенціалів дії, котрі генеруються гладком'язовими клітинами зменшувалась на 12-18, а амплітуда скорочень на 10-21%. Збільшення концентрації етанолу в розчині Кребса до 1,5-2% викликало більш значне зменшення тривалості потенціалів дії та амплітуди скорочення відрізків гладеньких м'язів сечоводу.

Так на 5-й хв. дії розчину Кребса, котрий вміщує 1,5 % етанолу тривалість потенціалів дії складала $74,2 \pm 2,8$, а амплітуда м'язового скорочення - $91,2 \pm 6,3\%$ від відповідних величин цих параметрів в нормальному розчині Кребса прийнятих за 100% (Рис.4.). Ефект впливу етанолу при тривалому впливі не ослаблювався, тобто десенситизації препаратів гладеньких м'язів до дії етанолу ми не спостерігали. На 30 хв. дії розчину Кребса, котрий містив 1,5% етанолу тривалість потенціалів дії складала $57,1 \pm 4,3\%$, а амплітуда скорочення $51,7 \pm 2,4\%$. Достовірну різницю в ефектах впливу розчинів, котрі містили етанол в концентраціях 1,5-2% ми не спостерігали. Так на 20-й хв. дії розчину Кребса котрий містив 2% етанолу тривалість потенціалів дії була рівна $54,3 \pm 3,8\%$, а амплітуда скорочення $50,1 \pm 2,8\%$. Ефекти, викликані етанолом подібні з ефектами впливу на електричну та механічну активність гладеньких м'язів сечоводу гіпокальцієвих розчинів Кребса та кальцієвих блокаторів. Тому можна думати, що етанол зменшує надходження позаклітинного кальцію в гладком'язові клітини під час генерації потенціалів дії. Відмивання препаратів нормальним розчином Кребса після впливу етанолу у високих концентраціях та довготривалій дії не приводило до повного відновлення електричної та скоротливої активності. Етанол в концентрації 3% в нормальному розчині Кребса зменшував максимальну швидкість наростання потенціалів дії буквально з перших же хвилин ($66,2 \pm 1,5$)

тривалість потенціалів дії становила $67,3 \pm 2,5\%$, а амплітуда м'язового скорочення $63,1 \pm 1,4\%$ від вихідної величини в нормальному розчині Кребса.

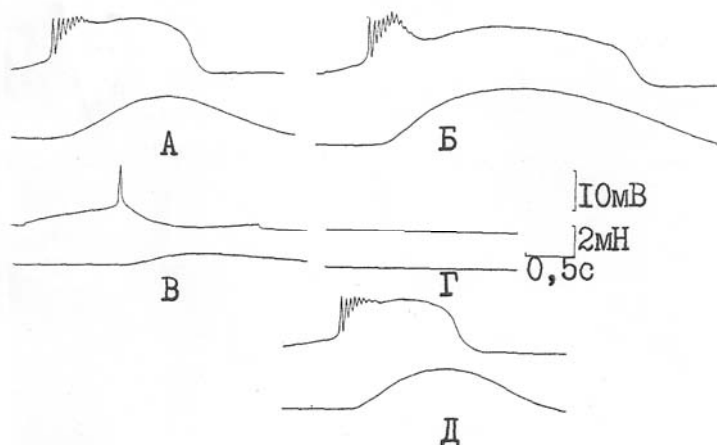


Рис.4. Вплив етанолу на електричну і скоротливу активність гладеньких м'язів сечоводу в концентрації 1,5 % в нормальному розчині Кребса в присутності ТЕА (5 мМ): А, Д – нормальний розчин Кребса, Б – 15 хв. впливу ТЕА, В – 15 хвилин впливу етанолу, Г – 30 хвилин впливу етанолу.

Без етанолу, на 5-й хв. дії максимальна швидкість наростання становила $15,4 \pm 1,1$ тривалість потенціалів дії – $25,4 \pm 1,9\%$, а амплітуда скорочення $19,1 \pm 2,3$ вихідної величини. Оскільки етанол викликав не тільки зменшення тривалості потенціалів дії, а й максимальної швидкості їх наростання, а також амплітуди скорочення, то можна думати, що при його додаванні вхідні кальцієві і натрієві струми під час генерації потенціалів дії зменшуються. Таке зменшення може бути зумовлене або безпосередньою дією на канали вхідного струму, або бути результатом більш значної та ранньої активації кальєвих каналів.

Тому ми досліджували вплив етанолу на електричну і скоротливу активність гладеньких м'язів на фоні блокатора кальєвих каналів – тетраетиламонію (ТЕА) в концентрації 5 ммоль/л. Додавання етанолу у розчин Кребса з ТЕА викликало

зменшення максимальної швидкості наростання, тривалості потенціалів дії і амплітуди м'язового скорочення. Так при дії етанолу у цьому ж розчині максимальна швидкість наростання потенціалів дії на 15хв становила $47,3 \pm 4,1\%$, тривалість потенціалів дії $27,4 \pm 3,2\%$, а амплітуда скорочення м'язів сечоводу – $25,7 \pm 2,4\%$ від вихідних величин у розчині з ТЕА без етанолу (Рис.4.). Оскільки ТЕА досить суттєво зменшує калієві іонні струми, то зменшення максимальної швидкості наростання і тривалості потенціалів дії та амплітуди скорочення, викликане етанолом за таких умов можна пояснити пригнічуючою дією етанолу на вхідні іонні струми, а не активацією вихідних калієвих струмів. Вхідні іонні струми можуть мати натрієву або кальцієву природу, тому вплив етанолу на гладенькі м'язи досліджували в безнатрієвому (весь натрій замінювали на Трис-НCl) розчині Кребса з ТЕА. Етанол в концентрації 3-5% в такому розчині Кребса, як і в нормальному розчині Кребса зменшував електричні та скоротливі показники гладеньких м'язів. Так на 25хв дії етанолу тривалість потенціалів дії – $59,2 \pm 1,2$, а амплітуда м'язового скорочення – $22,9 \pm 1,9\%$ від вихідних величин в безнатрієвому розчині з ТЕА без етанолу (Рис.5.).

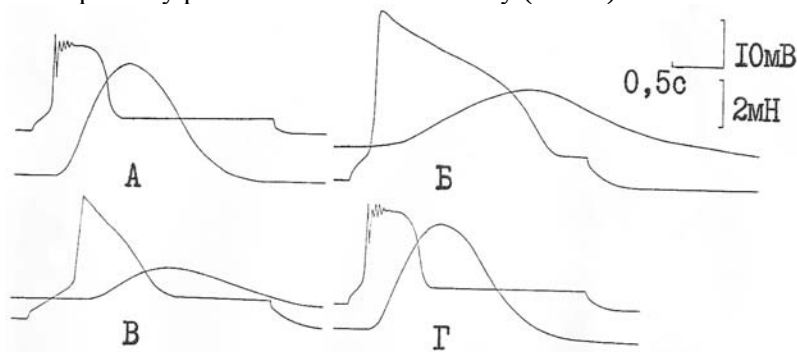


Рис. 5. Вплив етанолу (3 %) на електричну та скоротливу активність гладеньких м'язів сечоводу в безнатрієвому розчині Кребса з ТЕА (5 мМ): А,Г – нормальний розчин Кребса; Б – 15 хв впливу безнатрієвого розчину з ТЕА; В – 15 хв впливу етанолу в безнатрієвому розчині з ТЕА

Оскільки TEA – блокатор калієвих каналів, а іонів Na^+ в навколишньому середовищі не було, то зменшення максимальної швидкості наростання, тривалості потенціалів дії і амплітуди м'язового скорочення викликане етанолом за таких умов можна пояснити пригнічуючою дією етанолу на кальцієві іонні струми. У гладком'язових клітинах кишечника, шлунку та сечоводу гіперкалієвий розчин викликає різку деполяризацію клітинної мембрани, на початку якої виникають потенціали дії і скорочення, котре складається з початкової фазної і наступної тонічної складової. Фазну складову викликають потенціали дії, тонічну – стійка калієва деполяризація., амплітуда тонічної складової залежить від величини деполяризації клітини. При додаванні етанолу в гіперкалієвий розчин Кребса амплітуда тонічної складової скорочення зменшувалась. Такий ефект розглядається як наслідок зменшення кальцієвого вхідного струму, що тече по кальцієвим каналам, які не інактивуються згідно класифікації академіка Шуби М.Ф. Етанол у високих концентраціях зменшував амплітуду скорочення гіпонатрієвої контрактури подібно до кальцієвих блокаторів (Д-600, папаверін, верапаміл) (Рис.6.).

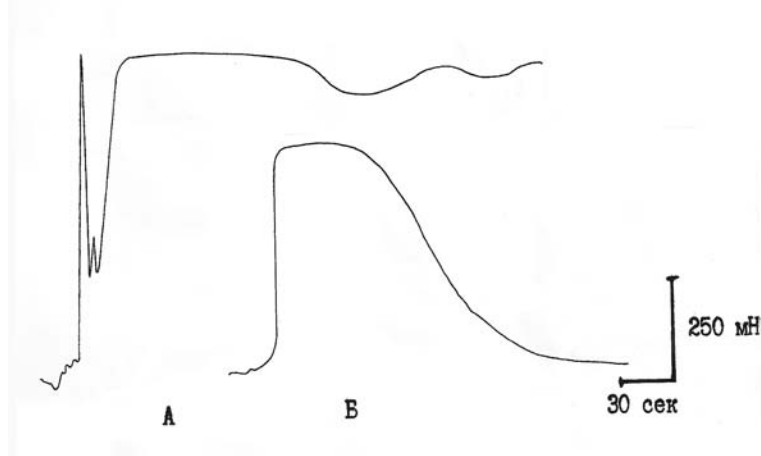


Рис. 6. Вплив етанолу (3 %) на скоротливу активність гладеньких м'язів кишечника в гіперкалієвому (120 мМ) розчині Кребса. А – вплив гіперкалієвого розчину, Б – вплив етанолу в гіперкалієвому розчині Кребса

Висновок. На основі отриманих результатів можна зробити висновок, що етанол зменшує електричні та скоротливі показники гладеньких м'язів антрума, кишечника та сечоводу морської свинки в основному за рахунок блокування надходження іонів кальцію всередину цих клітин та очевидну зміну проникності мембран для іонів K^+ та Na^+ .

Список літератури

1. Altura B.M., Gebrewold A., Altura B.T., Gupta R.K. Role of brain Mg^{2+} in alcohol-induced hemorrhagic stroke in a rat model: a ^{31}P -NMR in vivo study. // Alcohol. -1995- V.12, N2. P. 131 -136.
2. Beilin L.J., Puddey I.B. Alcohol and essential hypertension. // Ale. Ale. 1984. - V. 19, N3. - P. 191 -195.
3. Berger W., Barr L., Use of rubber membranes to improve sucrose-gap and other Electrical recording techniques // J.Appl. Physiol.-1969,-26, N3. P.378-382.
4. Berridge M.J. A novel cellular signal system based on the integration of phospholipid and calcium metabolism. // In: Calcium and cell function. 1982. - V. VIII. - P. 1-36.
5. Bora P.S., Farrar M.A., Miller D., Chaitman B.R., Guruge B.L. Myocardial cell damage by fatty acid ethyl esters. // J. Cardiovasc. Pharmacol. 1996. - V. 27. - P. 1-6.
6. Chin J.H., Goldstein D.B. Cholesterol blocks the disordering effects of ethanol in biomembranes. // Lipids. 1984. - V. 19, N12. -P. 929-935.
7. Chin J.H., Goldstein D.B. Drag tolerance in biomembranes: a spin label study of the effect of ethanol. // Science (Wash.DC). 1977. -V.196. - P. 684-685
8. Doyle, K.M., Bird, D.A., Al-Salihi, S., Hallaq, Y., Cluette-Brown, J.E., Goss, K.A. and Laposata, M. Fatty acid ethyl esters are present in human serum after ethanol ingestion. // J. Lipid Res. 1994. - V. 35. - P. 428-437.
9. Gorski, N.P., Nouraldin, H., Dube, D.M., Preffer, F.I., Dombrowski, D.M., Villa, E.M., Laposata, M. Fatty acid ethyl esters: Nonoxidative ethanol metabolites with emerging biological and clinical significance. // Lipids. 1999. - V. 34. - P. S281-S285.

10. Gubitosi-Klug R.A., Gross R.W. Fatty acid ethyl esters, nonoxidative metabolites of ethanol, accelerate the kinetics of activation of the human brain delayed rectifier K⁺ channel, Kv1.1. // J. Biol. Chem. 1996. - V.271. - P. 32519- 32522.
11. Hoffman P.L., Luthin G., Tabakoff B. Abstr. 1-st Congr. Int. Soc. Biomed. Res. On Alcoholism. Munich: Germany, 1982. - P. 74.
12. Hoult J.R.S., Peers S.H. Effects of ethanol and mepacrine on arachidonate mobilisation in trombin and A-23187-stimulated platelet phospholipids. // Brit.J.Pharm. 1985. - V. 84, suppl. - P. 153-154.
13. Lucch L., Govoni S., Batlaaini A. Ethanol administration in vivo alters calcium ions control in rat striatum. // Brain. Res. 1985. -V.333, N2. - P. 376-379.
14. Magruder J.D., Waid-Jones M., Peitz R.C. Ethanol-induced alterations in rat synaptosomal plasma membrane phospholipids. // Molec. Pharmacol. 1985. - V.27, N3. - P. 256-262.
15. Michaelis M.L. Michaelis E.K. Effects of ethanol on NMDA receptors in brain: possibilities for Mg²⁺-ethanol interactions. // Alcohol. Clin. Exp. Res. 1994. - V.18, N5. - P. 1069-1075.
16. Morrisett R.A. Martin D. Oetting T.A. Lewis D.V. Wilson W.A. Swartzwelder H.S. Ethanol and magnesium ions inhibit N-methyl-D-aspartate-mediated synaptic potentials in an interactive manner. // Neuropharm. 1991. - V. 30, N11. - P. 1173-1178.
17. Niemela O. Aldehyde-protein adducts in the liver as a result of ethanol-induced oxidative stress. // Front Biosci. 1999. - V.4. - D506-D513.
18. Niemela O.Worral S., de Jersey J, Wilce P.A., Seppa K., Sillanaukee P. Studies on the usefulness of acetaldehyde modified proteins and associated antibodies as markers of alcohol abuse. // Ale. Ale. -1994. Suppl., N2. - P. 503-507.
19. O.Johnson J.H., Crider B.P. Increases in Na,K-ATPase activity of erythrocytes and skeletal muscle after chronic ethanol consumption: Evidence for reduced efficiency of the enzyme. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1989. - V. 86. - P. 7857 - 7860.

20. Rasmussen H. Cyclic nucleotides and cellular calcium metabolism. // *Adv. Cycle. Nucl. Res.* 1975. - V. 5. - Ed. Drummond G.J., N.Y. - P. 26[^]42.
21. Reed D.J., Fariss M.W. Glutathion depletion and susceptibility. // *Pharmacol. Rev.* 1984. - V. 36, N2. - P. 25-33.
22. Ross D.H., Garrett K.M. Acute pharmacological actions of ethanol on the central nervous system. // In: *The Biology of Alcoholism.* -1983. V.7. - Plen.Press, N.Y., P. 57-75.
23. Vickers M.D. Drugs in anaesthetic practice. // *Sixth. Ed. Butterworths.* - 1984. - P. 390-392.
24. Westcott J.J., Murphy R.C. Effect of alcohols on arachidonic acid metabolism in murine mastocytoma cells and human polymorphonuclear leukocytes. // *Biochem. Biophys. Acta.* 1985. -V.833. - P. 262-271.
25. Zawad J.S., Brown F.C. Beta-adrenergic coupled phospholipid methylation. A possible role in withdrawal from chronic ethanol. // *Biochem. Pharmacol.* 1984. - V.33, N23. - P. 3799-3805.
26. Абрамчук О.М., Ноздренко Д.М., Мотузюк О.П. Вплив етилового спирту на динаміку скорочення скелетних м'язів в ізотонічному режимі. // *Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки.*, 2008. N.3, С.-14-16.
27. Болдырев А.А., Твердислов В.А. Молекулярная организация и механизм функционирования Na-Насоса. *Итоги науки и техники. Серия Биофизика.* М.: ВИНТИ, 1978. Т. 10. - 148 с.
28. Борисова Л.А. Кінетичні властивості Mg^{2+} , АТФ-залежного транспорту іонів Са у внутрішньоклітинних структурах міометрія та вплив етанолу на цей процес.// *Автореф. дис. канд. біол. наук, Київ,-2002. С.19.*
29. Зганіч І.Г.Вплив етанолу на кінетичні властивості актоміозину з гладенького м'яза.// *Наукові записки. Т.20 Біологія та екологія.* 2002 р., С. 43-46.
30. Мельничук О.М. Вплив рутину, кварцетину та їх комплексів з алюмінієм на динаміку скорочення скелетного м'язу жаби // *Автореф. дис. канд. біол. наук., Київ. 2006 р., С.20*

31. Роуз С. Устройство памяти. От молекул к сознанию.: Пер с англ. Ю.В.Морозова. М.: Мир, 1995. - 384 с.
32. Румянцев А.П., Тиунова Л.В., Остроумова Н.А. Метаболизм органических соединений жирного ряда. // Итоги науки и техники. Токсикология. М.: ВИНТИ, 1981. - Т.12. - С. 65-116.
33. Ураков И.Г. Алкоголь: личность и здоровье. М.: Медицина, 1986.

УДК 621.376.3

Влияние гидроген сульфида натрия на электрическую и сократительную активности гладких мышц *taenia coli* морской свинки

*Антонов О.И., Студницкий В.Б., Погудин Ю.А.,
Пелюх П.Ф., Медведев М.А.*

*(Сибирский государственный медицинский университет,
г. Томск, Россия; Киевский национальный университет имени
Тараса Шевченко, г.Киев, Украина.)*

Вступление

В настоящее время, наряду с NO и CO, гидроген сульфид (H_2S) признан новым газовым посредником, который вовлекается в регуляцию функций в тканях млекопитающих [4]. Он является потенциальным, реверсивным ингибитором цитохром C оксидазы на конце электронной транспортной цепи митохондрий.

Эндогенно сероводород синтезируется ферментативным и неферментативными путями. Субстратом для ферментативного синтеза сероводорода является серосодержащая аминокислота L-цистеин, которая служит источником наработки H_2S . Она может поступать в организм с пищей, образовываться в результате распада белков, и синтезироваться из L-метионина в процессе трансульфирования. Эндогенно-энзимотическая продукция H_2S в тканях млекопитающих освещена в ряде работ [1,5].

С помощью фермента цистатионина b-синтазы из гомоцистеина и цистеина образуется цистотионин с образованием гидроген сульфида. С помощью фермента

цистатинина g-лиазы происходит превращение цистеина в тиоцистин и пируват. Тиоцистин далее превращается в цистеин с образованием сероводорода.

Другим источником сероводорода, является неферментативное восстановление серы в сероводород во время окисления глюкозы. Все существенные компоненты этого неферментативного пути в норме присутствуют в естественных условиях, включая поставку серы. Ряд полученных экспериментальных данных свидетельствует о том, что H_2S в качестве посредника, может обеспечивать не только локальную, но и дистантную регуляцию в различных гладкомышечных образованиях [2].

В гладкой мышце млекопитающих H_2S вызывает концентрационно-зависимое расслабление в аорте, подвздошной кишке, портальной вене и *vas deferens*. [5,7]. Сердечно-сосудистые эффекты H_2S у млекопитающих заключаются в снижении кровяного давления. Некоторые эффекты действия H_2S на гладкие мышцы сосудов опосредуются через прямую активацию АТФ-чувствительных K^+ каналов [8]. С другой стороны H_2S -опосредованная вазорелаксация может вовлекать не-АТФ-ассоциированную повышенную проводимость АТФ-чувствительных K^+ каналов. В аорте крысы физиологические концентрации H_2S опосредуют либо сокращение, либо расслабление в зависимости от напряжения O_2 [3]. В сердечной мышце млекопитающих H_2S снижает сократимость *in vivo* и *in vitro*, оказывая прямое ингибирующее действие на L-тип кальциевых каналов кардиомиоцитов [6].

В отношении гладких мышц желудочно-кишечного тракта имеющиеся литературные данные не дают однозначного представления о механизме действия H_2S . В этой связи возникает необходимость изучения основных закономерностей и особенностей реализации сигнальной функции H_2S в гладкомышечных образованиях пищеварительного тракта.

Целью настоящего исследования явилось изучение влияния различных концентраций гидросульфида натрия на показатели электрической и сократительной активности гладкомышечных клеток *taenia coli* морской свинки.

Материалы и методы исследования.

Объектом исследования являлись гладкомышечные препараты (ГП) *taenia coli* морских свинок (массой 500-700 гр.) шириной 0,5- 0,7 мм и длиной 10-12 мм. Исследование электрофизиологических свойств гладких мышц проводили методом двойного «сахарозного мостика». Нормальный раствор Кребса, который использовался в опытах, имел следующий состав (мМ): NaCl – 120,4; KCL – 5,9; NaHCO₃ – 15,5; NaH₂PO₄ – 1,2; CaCl₂ – 2,5; глюкоза – 11,5.

В качестве экзогенного донора H₂S использовался гидродген сульфид натрия (NaHS).

Кислотность растворов поддерживали в пределах 7,35-7,4, температуру – в диапазоне 36,5-37,0 °С. Полученные экспериментальные данные обсчитывались и выражались, как в абсолютных единицах, так и в процентах по отношению к исходным показателям.

Результаты исследований.

В нормальном растворе Кребса полоски *taenia coli* морской свинки, как правило, обладали спонтанной электрической активностью, генерируя сложные потенциалы действия, состоящие из медленной волны, на гребне которой возникали пиковые потенциалы действия. Каждый такой электрический комплекс сопровождался сократительным ответом. Действие поляризующих прямоугольных импульсов электрического тока различной полярности сопровождалось развитием электротонических потенциалов. Гиперполяризующие импульсы тока приводили к формированию анэлектротонических потенциалов, по величине которых оценивалось сопротивление мембраны. Они характеризовались расслаблением ГМ полосок, величина которых зависела от силы тока. Действие деполяризующих импульсов тока приводило к генерации одного или нескольких потенциалов действия на плато катэлектротонических потенциалов и развитию фазного сокращения.

Применение NaHS в концентрации от 10⁻⁶М до 10⁻⁵М не оказывало существенного влияния на параметры электрической и сократительной активности ГМК *taenia coli*.

В концентрации 10^{-4} М NaHS вызывал подавление спонтанной электрической и сократительной активности, гиперполяризацию мембраны величиной 0,3-0,5 мВ и снижение величины сопротивления мембраны на $13,6 \pm 2,3\%$ ($n=6$, $p>0,05$), сила вызванных сокращений уменьшалась на $11,6 \pm 1,4\%$ ($n=6$, $p>0,05$). Одновременно с этим снижался тонус гладкомышечных препаратов. По мере действия препарата происходило постепенное восстановление величины мембранного потенциала, сопротивления мембраны, восстановление возбудимости и силы вызванных сокращений до исходных значений в нормальном растворе Кребса к 6-7 мин.

В концентрации 10^{-3} М гидроген сульфид натрия гиперполяризовал мембрану на 0,8-0,9 мВ, снижал сопротивление на $24,3 \pm 1,7\%$ ($n=6$, $p<0,05$), а сила вызванных сокращений уменьшалась на $42,7 \pm 2,3\%$ ($n=6$, $p<0,05$) от исходных значений в нормальном растворе Кребса. Данный эффект сохранялся в течение 10-12 мин.

В концентрации $4 \cdot 10^{-3}$ М NaHS вызывал гиперполяризацию мембраны величиной 1,2-1,3 мВ, снижение сопротивления мембраны на $32,6 \pm 1,2\%$ ($n=6$, $p<0,05$) и полное подавление вызванной электрической и сократительной активности. Данный эффект сохранялся в течение 12-13 мин. Окончание действия характеризовалось восстановлением величины мембранного потенциала и сопротивления, восстановлением вызванной и спонтанной электрической и сократительной активности ГП *taenia coli*.

Для изучения роли калиевой проводимости мембраны ГМК в эффектах NaHS использовался тетраэтиламмония (ТЭА), известный блокатор калиевых каналов, в концентрации 10^{-2} М. Считается, что в данной концентрации он вызывает ингибирование не только потенциалозависимых калиевых каналов, но и кальций-активируемых калиевых каналов [2].

Действие ТЭА характеризовалось гиперполяризацией мембраны ГМК, увеличением сопротивления, повышением параметров спонтанной и вызванной электрической и сократительной активности. На этом фоне, NaHS, в концентрации $4 \cdot 10^{-3}$ М, вызывал гиперполяризацию мембраны

на 0,4-0,5 мВ, снижение сопротивления на $15,6 \pm 1,2\%$ ($n=6$, $p<0,05$), а сила вызванных сокращений снижалась на $17,7 \pm 1,4\%$ ($n=6$, $p<0,05$). Данный эффект был кратковременным (3-4 мин.), а в дальнейшем происходило восстановление до исходных значений, вплоть до появления анодоразмыкательных ответов и спонтанной электрической и сократительной активности (Рис. 1).

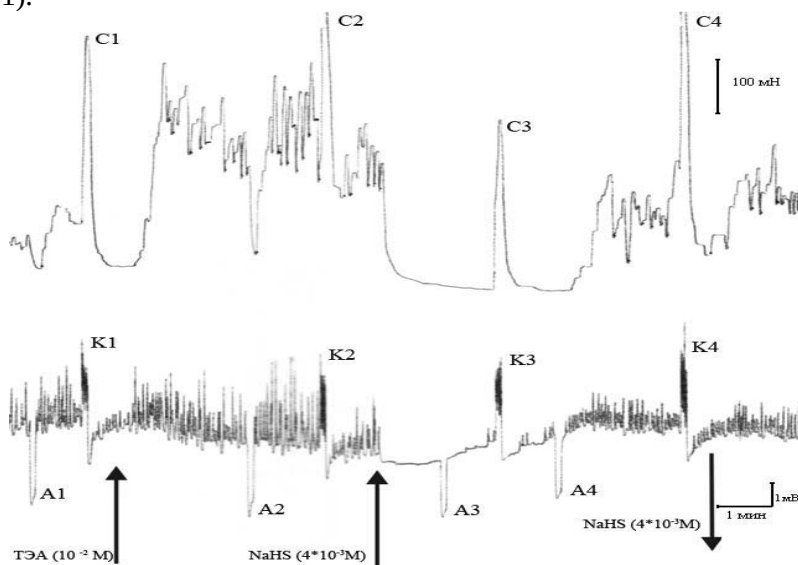


Рисунок 1. Влияние гидрогенсульфида натрия ($4 \cdot 10^{-3} M$) на электрические и сократительные свойства гладких мышц *t. coli* морской свинки на фоне действия тетраэтиламмония ($10^{-2} M$).

Регистрация записи проводилась на самопишущем потенциометре КСП-4. A1-A3 – анэлектротонические потенциалы; K1-K4 – катэлектротонические потенциалы; C1-C4 – сокращение; нижняя кривая – электрическая, верхняя – сократительная активность.

Выводы

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что гидроген сульфид приводит к подавлению параметров спонтанной и вызванной электрической и сократительной активности гладкомышечных клеток *taenia coli* морских свинок, что сопровождается развитием гиперполяризации и снижением

сопротивления мембраны. Этот эффект существенно предотвращается ТЭА, известным блокатором калиевой проводимости мембраны гладкомышечных клеток. По всей вероятности эффекты гидроген сульфида опосредуются не только через АТФ-зависимые калиевые каналы, подобно ГМК сосудов, но и через активацию потенциалозависимых калиевых каналов и кальций-активируемых калиевых каналов. Что требует дальнейших исследований.

Исследование проведено при поддержке ФЦП №02.740.11.5031 и № П445.

ЛИТЕРАТУРА

1. Abe K., and H. Kimura. The possible role of hydrogen sulfide as an endogenous neuromodulator. *J. Neurosci.* 1996. 16(3): 1066–1071.
2. Farrugia G, Irons WA, Rae JL, Sarr MG, Szurszewski JH. Activation of whole cell currents in isolated human jejunal circular smooth muscle cells by carbon monoxide. *Am J Physiol.* Jun. 1993. 264(6 Pt 1):G1184-9.
3. Jeffrey R. Koenitzer, T. Scott Isbell, Hetal D. Patel, Gloria A. Benavides, Dale A. Dickinson, Rakesh P. Patel, Victor M. Darley-Usmar, Jack R. Lancaster, Jr, Jeannette E. Doeller, and David W. Kraus. Hydrogen sulfide mediates vasoactivity in an O₂-dependent manner. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2007. 292: H1953-H1960.
4. Charles W. Leffler, Helena Parfenova, J.H. Jaggar, Rui Wang, Carbon monoxide and hydrogen sulfide: Gaseous messengers in cerebrovascular circulation, *J Appl Physiol.* 2006. 100: 1065-1076;
5. Hosoki, R., N. Matsuki, and H. Kimura. The possible role of hydrogen sulfide as an endogenous smooth muscle relaxant in synergy with nitric oxide. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 1997. 237: 527–531.
6. Ying-Gang Sun, Yin-Xiang Cao, Wen-Wei Wang, Shan-Feng Ma, Tai Yao and Yi-Chun Zhu. Hydrogen sulfide is an inhibitor of L-type calcium channels and mechanical contraction in rat cardiomyocytes. *Cardiovasc Res*, September 1, 2008; 79(4): 632-641

7. Sidhu, R., M. Singh, G. Samir, and R. J. Carson. L-cysteine and sodium hydrosulphide inhibit spontaneous contractility in isolated pregnant rat uterine strips *in vitro*. *Pharmacol. Toxicol.* 2001.88: 198–203
8. Zhao W, Wang R. H₂S-induced vasorelaxation and underlying cellular and molecular mechanisms. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2002. 283: H474–H480.

**Включення поживних мікрокомпонентів
в продукти харчування**

Мельничук С.Д., Гринчук Д.В., Войціцький В.М.

*(Національний університет біоресурсів і природокористування
України, dmtgryn@online.ua)*

Згідно з висновками Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) стан здоров'я людини визначається:

- 1) індивідуальним способом життя – 50% (в тому числі харчуванням 40% з них);
- 2) спадковістю - 20%;
- 3) довкіллям – 20%;
- 4) роботою органів охорони здоров'я - 10%.

Таким чином, харчування – це один з найбільш визначальних чинників, який визначає стан здоров'я людини.

Найчастіше термін «харчування» вживають для позначення акту приймання їжі. Але в більш широкому розумінні, харчування – це всі явища і процеси, які стосуються їжі та її споживання.

Їжа або харчові продукти – це всі об'єкти довкілля і продукти їх переробки, які використовуються людиною для харчування, як джерела поживних речовин і енергії. В свою чергу, харчові речовини або нутрієнти (лат. nutritio – харчування) – це хімічні речовини, які є складовими частинами харчових продуктів, що організм використовує для побудови, росту і оновлення тканин та органів, а також для отримання з них енергії для виконання всіх функцій організму.

Поряд з макронутрієнтами або основними харчовими речовинами (білками, вуглеводами, ліпідами і водою), які необхідні людині в кількостях, що вимірюються декількома десятками (сотнями) грамів, для життєдіяльності необхідні

також мікронутрієнти (вітаміни і мінеральні речовини), які необхідні людині в дуже малих кількостях – міліграмах або мікрограмах. Вони не є джерелами енергії, але приймають участь в її перетворенні, а також в регуляції функцій і процесах росту і розвитку організму.

Мікронутрієнти відносяться до незамінних (есенціальних) харчових речовин для людини (за винятком деякої кількості вітаміну D₃, який утворюється в шкірі людини під дією сонячного випромінювання, зокрема його ультрафіолетовою складовою).

В даний час відомо 13 вітамінів, які життєво необхідні людині. Організм зазнає потреби лише в невеликій їх кількості – від кількох мікрограм (вітамін B₁₂) до декількох десятків міліграм (вітамін C). Прийнято розрізняти водорозчинні і жиророзчинні вітаміни. До водорозчинних вітамінів належать: аскорбінова кислота (вітамін C), тіамін (вітамін B₁), рибофлавін (вітамін B₂), нікотинова кислота (вітамін PP, B₅), пантатенова кислота (вітамін B₃), піридоксин (вітамін B₆), біотин (вітамін H), фолієва кислота (вітамін B₁₀, B₁₁), кобаламін (вітамін B₁₂). До жиророзчинних вітамінів належать: A, D, E і K. Недостатнє потрапляння вітамінів, навіть таке, що не призводить до явних клінічних проявів – авітамінозів (наприклад при дефіциті вітаміну C – скорбути, вітаміну D – рахіту, вітаміну B₁ – хвороби бері-бері, вітаміну PP – пелагри, вітаміну B₁₂ – перніціозної анемії), негативно впливає на здоров'я людини. Основні прояви цього: погіршення самопочуття, зниження працездатності, опору інфекційним захворюванням; посилення негативного впливу на організм шкідливих чинників, умов праці та довкілля; посилення перебігу будь-яких хвороб, перешкоджання їх успішному лікуванню тощо.

Крім органогенних хімічних елементів, а саме: кисню (Оксисену), вуглецю (Карбону), водню (Гідрогену) та азоту (Нітрогену), частка яких складає майже 98% хімічного вмісту організму, існують також макроелементи – фосфор, калій, натрій, хлор, сірка (Сульфур), кальцій, магній (Магдан), залізо (Ферум), сумарна частка яких складає 1,9% і мікроелементи, яких понад 50 (йод, мідь, цинк, молібден, марганець, кобальт,

фтор, селен, нікель, кремній, хром, ванадій та ін.) індивідуальна частка яких складає від 10^{-3} до $10^{-12}\%$.

Мінеральні речовини через різні біохімічні і фізіологічні реакції приймають участь у різноманітних біологічних процесах живих організмів, зокрема, в рості та оновленні тканин і органів (пластична функція організму), підтриманні кислотно-лужної рівноваги, регуляції біохімічних реакцій, передачі нервових імпульсів, тощо.

Необхідно визнати, що той раціон, якого дотримується більшість мешканців розвинених країн, є цілком достатнім для забезпечення розвитку, росту і підтримування здоров'я людини. Це твердження підкріплюється великою різноманітністю і доступністю продуктів харчування, які споживаються. В той же час було з'ясовано, що деякі групи населення на тлі підвищеної калорійності їжі споживають менше вітамінів і мінеральних речовин, ніж це рекомендується нормами харчування.

Ця проблема гостро стоїть і перед Україною. В даний момент широко обговорюються і вже прийняті практичні заходи по створенню в Україні державної програми стосовно харчових продуктів з підвищеним вмістом мікронутрієнтів для забезпечення ними широких верств населення в кількостях, що рекомендовані добовими нормами (РДН) для кожної практично здорової людини. Залишається актуальним також питання профілактики і лікування специфічних захворювань, які пов'язані з дефіцитами вітамінів і мікроелементів. Важливими напрямками аліментарної профілактики захворюваності є додавання дефіцитних поживних харчових речовин у певні продукти, створення порід сільськогосподарських тварин і сортів рослин з підвищеним вмістом недостатніх компонентів їжі.

Сьогодні основна увага дослідників зосереджена на причинно-наслідкових взаємозв'язках між споживанням окремих компонентів харчування і виникненням захворювань, причому, особливий акцент робиться на споживанні вітамінів, мінеральних речовин і харчових волокон.

В організмі людини існують деякі запаси мінеральних і органічних макро- і мікронутрієнтів. Тривалість їх використання сильно різниться і визначається станом здоров'я,

віком, а також рівнем і способом життя. В табл. 1 наводяться терміни виснаження деяких з них.

Вичерпання в організмі людини запасів будь-якої речовини призводить до порушення функцій і розвитку аліментарно-залежної захворюваності.

Таблиця 1. Час виснаження запасів деяких макро- і мікронутрієнтів в організмі людини [1]

Мікрокомпонент їжі	Термін виснаження запасів (діб)
Натрій	2-3
Вітамін В ₁	30-50
Вітамін С	50-120
Вітамін РР	60-180
Вітамін В ₂	60-180
Вітамін А	90-360
Залізо:	
у жінок	125
у чоловіків	750
Йод	1000
Кальцій	2500

Ситуації, які призводять до цього у сучасному світі, - це, насамперед,:

1) голодування внаслідок військових дій, стихійного природного лиха, неврожаю тощо;

2) загальне недоїдання внаслідок захворювання або травми, коли їжі достатньо, але різко знижується апетит або немає можливості і сил для її споживання (такі ситуації трапляються з старими, немічними людьми, хворими з переломами щелепи, видаленим шлунком тощо);

3) стан дефіциту окремих харчових речовин внаслідок їх недостатнього індивідуального споживання при неправильному харчуванні;

4) існує ряд рідкісних вроджених (генетично обумовлених) захворювань, які викликають неспроможність до засвоєння і утилізації певних харчових речовин (целиакія, фенілкетонурія тощо).

Термінологія, яка використовується для приготування збагачених мікрокомпонентами продуктів харчування досить складна. Її пояснення наведено в харчовому кодексі [2] та багатьох публікаціях, зокрема [3]. В табл. 2 наведені узагальнення з точки зору тлумачення розуміння кожного терміну.

Таблиця 2. Визначення основних термінів, які вживаються для опису додавання поживних мікрокомпонентів до харчових продуктів [4].

Термін	Визначення
Відновлення (restoration)	Додавання до харчових продуктів поживного компоненту, який був втрачений в процесі зберігання або обробки сировини, в кількостях, що частково або цілковито відповідають рекомендованим нормативам
Збагачення (Enrichment)	Додавання поживного компоненту (або компонентів), які вже присутні в їжі, для збільшення його (їх) вмісту
Фортифікація, вітамінізація (fortification, vitaminization)	Додавання до харчових продуктів поживного компоненту незалежно від його вмісту в них з метою запобігання або корекції дефіциту одного або кількох поживних компонентів у населення в цілому або специфічних групах населення.
Стандартизація (Standardisation)	Додавання поживного компоненту з метою компенсації природних, наприклад, сезонних коливань його вмісту.
Заміщення (Substitution)	Додавання поживного компоненту до сурогатного продукту до того рівня, який міститься в імітованому продукті.

Термінологія нутріціології час від часу зазнає змін. Одні поняття переходять в інші, трансформуються, застарівають або зникають [5]. В наш час найбільш поширеними є поняття функціонального харчування і фортифікації продуктів

Існують різні взаємозв'язані шляхи вирішення проблеми споживання широкими верствами населення харчових

продуктів з включеними поживними мікрокомпонентами. Основні з них:

1) проведення широкої пояснювальної роботи серед населення про необхідність таких харчових продуктів з особливим акцентом на групи ризику;

2) відновлення, вітамінізація, збагачення, стандартизація і заміщення харчових продуктів (табл. 1.)

3) використання вітамінних і мінералізованих препаратів.

Вибір конкретного шляху повинен визначатися науковими дослідженнями, після яких необхідне корегування, в першу чергу, з міркувань безпеки, тому що надлишок мікрокомпонентів може бути причиною негативних наслідків для здоров'я людини [6]. Обумовлені цим ризики залежать від токсичної дії конкретних мікрокомпонентів харчових продуктів, кумулятивного і синергічного прояву цієї дії тощо. Ці та інші чинники необхідно враховувати, використовуючи багатий міжнародний досвід, при розробці відповідних державних програм і рекомендацій з оздоровлення населення [5].

Література

1. Мартинчик А.Н., Маев И.В., Петухов А.Б. Питание человека (основы нутрициологии). – М.: ГОУ ВУАМЦ МЗ РФ, 2002. – 576 с.
2. Codex Alimentarius Commision. General Principles for the addition of essential nutrients to foods. CAC/GL 09, 1987; Codex Alimentarius. Vol. 4, Rome.
3. Scientific consideration for the development of measures on the addition of essential nutrients to foods. SCOOP Task 7.1.1. Working Group. – 1997. – Р.
4. Пища и пищевые добавки / Под. Ред. Дж. Ренсли, Дж. Доннели, Н.Рида.–М: Мир, 2004. – 312 с.
5. Dietary Reference Intakes: Guiding Principles for Nutrition Labeling and Fortification. Committee on Use of Dietary Reference Intakes in Nutrition Labeling. National Academies Press (2003) 205 p.
6. 6.Кучеренко М.Є., Бабенюк Ю.Д., Васильєв О.М. та ін. Біохімія. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2002. – 480 с.

Профілактика деяких захворювань, які безпосередньо зв'язані з харчуванням

**Бабенюк Ю.Д., *Давиденко А.В.,*

**Кисіль О.О., **Войцицький В.М.*

*(*Київський національний університет імені Тараса Шевченка;*

***Національний університет біоресурсів і природокористування України, VolodymyrV1950@gmail.com)*

Для характеристики науково обґрунтованих принципів і правил харчування використовують декілька підходів, в основі яких лежить визначення понять «раціональне» і «здорове» харчування.

Раціональне харчування - це правильно організоване і своєчасне забезпечення організму оптимальною кількістю їжі, яка включає харчові речовини в необхідних кількостях і співвідношеннях для нормального життя. *Здорове харчування* - це таке, яке забезпечує потреби організму в харчових речовинах і енергії для нормального його функціонування, а також сприяє попередженню розвитку неінфекційних захворювань, збереженню здоров'я і довголіття. Таким чином, поняття «здорове харчування» включає в себе «раціональне харчування» і доповнює його тим, що їжа є ще фактором профілактики захворювань, які зв'язані з харчуванням (шлунково-кишкових, серцево-судинних, онкологічних, остеопорозу, діабету 2-го типу, ниркової хвороби та ін.). Слід відмітити, що незбалансована по компонентам їжа, а також та, яка містить токсичні речовини, є фактором ризику основних захворювань, в тому числі інфекційних. Для сучасного світу характерні два основних протилежних порушень харчування, які негативно впливають на здоров'я людей:

- 1) недостатність харчових речовин і енергії, харчування в цілому;
- 2) надлишкове вживання продуктів харчування при незбалансованості їх компонент.

Перша проблема у більшій ступені стосується країн, які розвиваються, хоча і у розвинутих країнах є соціально незабезпечені люди, а друга - розвинутих країн. Для України ці дві проблеми є однаково актуальними.

Надамо загальну оцінку деяких основних захворювань, які пов'язані з проблемою харчування.

1. Захворювання, які пов'язані з недостатністю харчування

Ріст економіки в цілому сприяє збільшенню доступності харчових речовин і енергії для населення. Рівень економічного розвитку і багатство країни визначає не тільки кількість, але і якість їжі, її різноманіття, що забезпечує повноцінне здорове харчування. Разом з тим, як вже відмічалось, існує проблема недостатності харчування, особливо в країнах, що розвиваються. Вона проявляється різноманітним чином - від голоду (а голодує зараз більше 800 млн. чоловік у світі), білкової недостатності до дефіциту окремих харчових речовин.

Наведемо загальну оцінку прояву недостатності деяких харчових продуктів, які мають епідеміологічне значення, та можливі засоби її зменшення.

Білково-енергетична недостатність. Епідеміологічні дослідження свідчать, що незважаючи на тенденцію збільшення темпів росту дітей, зменшення числа виснажених і зі затримкою розвитку дітей, швидкий ріст чисельності населення Африки і Південно-Східної Азії викликає збільшення загальної численності дітей з порушеннями, які пов'язані з харчуванням.

Відставання (затримка) в рості залишається широко розповсюдженим явищем у більшості країн, що розвиваються. Однією з основних причин цього явища є білково-енергетична недостатність, яка пов'язана, в першу чергу, з недостатністю споживання тваринних білків. Крім того, продукти харчування тваринного походження є джерелом вітамінів групи В, мікроелементів та ін. Існує зв'язок між споживанням продуктів харчування тваринного походження і покращенням фізичного і психологічного стану організму соціально незахищених (бідних) шарів населення багатьох країн. Споживання різних продуктів тваринного походження в помірній (раціональній) кількості відповідає принципу різноманітного харчування. Рекомендації щодо обмеження споживання жирів тваринного походження (насичених жирних кислот) ні в якій мірі не означають, що необхідно виключити або різко обмежити

споживання продуктів харчування тваринного походження тільки тому, що в них містяться тваринні жири.

Необхідно підкреслити, що в умовах повної вегетаріанської дієти, якій притаманне велике різноманіття харчових речовин, що доповнюють одна одну в плані харчової цінності, певні рослинні інгредієнти їжі можуть бути постачальником незамінних речовин, в тому числі і амінокислот.

Недостатність вітаміну А. Недостатність вітаміну А веде до розвитку ксерофтальмії - сухості сполучної оболонки очей і рогівки внаслідок порушення слюзовідділення і постачання харчових речовин до них, а іноді навіть до сліпоті. Крім того, недостатність цього вітаміну приводить до затримки росту дітей, підвищення чутливості до інфекційних хвороб внаслідок зниження імунітету тощо. Проблема втрати зору і навіть смертності у дітей існує в тих країнах, де за різними причинами обмежене споживання дітьми овочей і фруктів (бета-каротину) і молочних продуктів, яєць та інших продуктів тваринного походження (ретинолу).

Все ж таки в більшості країн, в тому числі Україні, проблема дефіциту вітаміну А не стоїть гостро в наслідок відносно достатнього споживання тваринних продуктів. Але серед бідних шарів населення при низькому споживанні продуктів тваринного походження разом з поєднуванням недостатності овочів і фруктів розвиток дефіциту вітаміну А цілком вірогідний.

Недостатність йоду. Йод входить до складу тироїдних гормонів щитоподібної залози, тому при його недостатності знижується функція цієї залози і розвивається *гіпотиреоз*. Ця хвороба характеризується порушенням росту тканин, біосинтезу білку, нормального розвитку головного мозку та ін. Якщо недостатність йоду виникає при внутрішньоутробному розвитку і у ранньому дитинстві, коли йде розвиток нервової системи і формуються розумові здібності, то виникає хвороба *кретинізм*, яка не виліковується. При недостатності йоду розвивається також *базедова хвороба* - збільшення щитоподібної залози. Помірна недостатність йоду спричинює фізичне і розумове відставання росту дітей, обмежує

інтелектуальні можливості та працездатність дорослих, загальне виживання.

В регіонах з йододефіцитом у світі проживає більше 1,5 млрд. людей. Кількість людей, які страждають базедовою хворобою оцінюється в 655 млн. чоловік, а тих, хто страждає явним кретинізмом - 11 млн. чоловік. Сприяє йододефіциту також споживання у їжу харчових продуктів, речовини яких сприяють уповільненню засвоювання і метаболізму йоду, наприклад, моніоки в Центральній Африці.

Основна причина дефіциту йоду у людини обумовлена недостатністю його у ґрунті і спричиненим цим малим його вмістом в місцевих продуктах харчування при тому, що населення цих районів не отримує додатково йод.

Недостатність йоду спостерігається практично на всій території України, найбільше в передгірських районах і гірській місцевості Карпат. Крім того, територія України постраждала від аварії на Чорнобильській АЕС і майже вся є ендемічною (грецьк. *endemos* - місцевий, притаманний даній місцевості) по базедовій хворобі. Дефіцит стабільного ізотопу йоду обумовлений підвищеним накопиченням радіоактивного. йоду в щитоподібній залозі, особливо у дітей на момент аварії (1986 р.).

Найпростіший шлях вирішення йододефіциту - це додавання йоду у продукти харчування, а основний метод - йодування кухонної солі. Один з ефективних способів йодування солі - це додавання до неї натурального органічного йоду, наприклад, який міститься в сушеній і подрібненій ламінарії. Крім того, якщо це морська натуральна харчова сіль, то вона збагачена макро- і мікроелементами (калієм, марганцем, кальцієм, магнієм, міддю, цинком та ін.).

Недостатність заліза. Основна частина заліза в організмі людини знаходиться у складі гемоглобіну еритроцитів, а також воно міститься у м'язовому білку міоглобіні, входить до складу цитохромів та ін. Залізодефіцитні стани, в тому числі *анемія* (зменшення кількості еритроцитів, вмісту в них гемоглобіну) являють собою серйозну проблему у багатьох країнах. Низьке споживання заліза і (або) його недостатнє всмоктування в кров з кишечника приводить до тяжких анемій, які обмежують

фізичну активність дітей і дорослих, розумовий розвиток дітей та ін.

Засвоювання заліза, яке потрапляє з їжею, визначається видом заліза - *гемове* (зв'язане з небілковою частиною гемоглобіну і міоглобіну, цитохромами), присутнє, в основному, в продуктах тваринного походження, і *негемове*, яке присутнє в рослинній їжі. Гемове залізо легко засвоюється, а для засвоювання негемового заліза необхідна присутність в раціоні інших сполук, зокрема вітаміну С. Перешкоджають всмоктуванню заліза поліфенольні сполуки, які містяться, зокрема в чаї (таніни), каві (кофеїн), в зерні і продуктах із зерна (фітати) та ін.

Недостатність фтору. Для росту і збереженню зубів та кісток необхідний фтор, основна кількість якого міститься у питній воді. Його недостатність викликає, в першу чергу, захворювання на *карієс*. Фтор зміцнює емаль зубів, ремінералізує (відновлює мінералізацію) ранні карієсні пошкодження та згубно діє на бактерії, що містяться в зубному нальоті, утворенню якого сприяють цукри (включаючи сахарозу - харчовий цукор).

Споживання фтору до оптимального рівня може бути підвищено завдяки фторируванню питної води в системах комунального водопостачання, додаванням фтору до кухонної солі, молока чи зубної пасти тощо.

Вище наведені основні наслідки недостатності харчових речовин, що вже відмічалось, мають епідеміологічне значення. Існують також ще серйозні прояви недостатності інших харчових речовин. Так, недостатність кальцію негативно впливає на формування скелету і зубів, порушення його засвоєння, (при дефіциті вітаміну D, який сприяє засвоєнню кальцію) викликає у дітей розвиток захворювання, що називається *рахіт*, недостатнє відкладання кальцію в кістках у дорослої людини приводить до розм'ягчення кісток, зниження їх щільності і прояву *остеопорозу*. Кальцій необхідний також для нормального функціонування нервової і м'язової систем, попередженню розвитку гіпертонії та ін. Дефіцит фолієвої кислоти, вітаміну B₁₂, як і заліза, сприяє прояву анемії та ін. Існує ще багато інших проявів нестачі харчових речовин.

2. Хронічні неінфекційні хвороби і харчування

Результати епідеміологічних і спеціальних клінічних досліджень свідчать про наявність взаємозв'язку між харчуванням та проявом хронічних неінфекційних захворювань.

Серцево-судинні захворювання. Найбільш розповсюдженими серцево-судинної системи є *атеросклеротичне ураження стінок судин та їх звуження, тромбоз артерій і гіпертонія*, у розвитку яких важливу роль відіграє харчування. Показником в цьому є вплив харчування на вміст ліпідів, ліпопротеїнів і холестеролу в крові, розвиток гіпертонії та ін.

Ішемічна хвороба серця (ІХС) сьогодні є головною причиною смертності серед дорослих людей. Ризик розвитку ІХС зростає при вмісті загального холестеролу в крові більше 125 мг/100 мл крові. їжа, яка багата жирами тваринного походження, містить велику кількість насичених жирних кислот і холестеролу, вона збіднена поліненасиченими жирними кислотами і харчовими волокнами. Це має суттєве значення в профілактиці атеросклерозу.

Встановлено, що зменшення споживання жирів з насиченими жирними кислотами і заміна їх на жири, які містять поліненасичені жирні кислоти, особливо лінолеву кислоту, знижує рівень холестеролу в крові, що приводить до зменшення частоти ІХС.

Холестерол, який міститься в харчових продуктах, проявляє менший ефект на його вміст в крові, ніж насичені жирні кислоти. Проте харчовий холестерол все ж таки проявляє незалежну дію на частоту ІХС, підвищує ризик виникнення цієї хвороби.

В більшості розвинутих країн жири з насиченими жирними кислотами забезпечують 15-20 % потреб в енергії (загальний жир - до 40 %). Вважається доцільним, щоби в раціоні людини поліненасичені жирні кислоти забезпечували не менше 3 % загальної калорійності їжі.

Алкоголь теж впливає на розвиток ІХС. Його мале і помірне споживання сприяє незначному знижені ІХС у порівнянні з тими, хто взагалі не споживає алкоголь. Але треба

мати на увазі те, що в групу людей, які не споживають алкоголь, як правило, включені люди, що припинили його споживання по різних причинах, в тому числі збереження здоров'я у даний період. Разом з тим, навіть помірне споживання алкоголю веде до підвищення артеріального тиску, розвитку гіпертонії, що збільшує ризик інфаркту міокарду та інсульту.

Ризик виникнення ІХС, як і інсульту, зростає з підвищенням артеріального тиску (прояву гіпертонії) - в діапазоні діастолічного (при розслабленні серцевого м'язу) тиску 40 мм рт.ст. ризик ІХС розрізняється у 5 разів, а інсульту - в 10 разів.

Збільшення маси тіла і споживання алкоголю у великій кількості проявляє сильний вплив на артеріальний тиск. Споживання кухонної солі (натрію хлориду) викликає більш слабкий, але все ж таки значний ефект на підвищення артеріального тиску з віком. Споживання 6 г кухонної солі на добу вважається верхньою безпечною межею для людини вагою 70 кг.

Інші мінеральні речовини, зокрема калій і магній, також можуть підвищувати артеріальний тиск, а кальцій, навпаки благотворно впливає на нього.

Слід відмітити, що у вегетаріанців показники кров'яного тиску нижчі, ніж у невегетаріанців, незалежно від маси тіла, віку, частоти пульсу та ін.

Для людей характерна індивідуальна схильність до гіпертонії. Разом з тим, для профілактики розвитку гіпертонії необхідно виконувати наступні рекомендації: 1) підтримувати нормальну масу тіла шляхом додержування дієти, яка включає тільки необхідну кількість жиру з насиченими жирними кислотами; 2) обмежити споживання кухонної солі та алкоголю. Збільшення фізичної активності при нормальному здоров'ї може приводити до зменшення кров'яного тиску незалежно від зниження маси тіла.

Онкозахворювання. Залежність виникнення онкозахворювань (раку) від специфічних факторів харчування не така однозначна, як прояв серцево-судинних захворювань, але вплив харчових речовин на розвиток цих захворювань все ж

таки значний. Вважається, що 30 - 40 % випадків онкозахворювань серед чоловіків і до 60 % у жінок обумовлені саме харчуванням.

Ризик розвитку раку *порожнини рота, глотки, стравоходу і верхнього відділу гортані* суттєво підвищується при палінні та вживанні алкоголю. Крім того, цим захворюванням порожнини рота і глотки сприяє поганий догляд за порожниною рота і зубами. Ризик розвитку раку стравоходу підвищується при: 1) низькому споживанні овочів, фруктів, тваринного білку, вітамінів А і С, рибофлавіну, нікотинової кислоти, кальцію, магнію, цинку, молібдену; 2) споживанні великої кількості солених і маринованих харчових продуктів, а також запліснявілих; 3) споживання дуже гарячої їжі і напоїв.

Рак шлунку пов'язаний зі споживанням великої кількості копчених, сильно зажарених і солених продуктів, малим вмістом в раціоні свіжих овочів і фруктів. Знижують ризик розвитку цієї хвороби овочі і фрукти (в тому числі заморожені), вітамін С (у фізіологічній кількості), каротиноїди, зелений чай, продукти з цільного зерна, можливо харчові волокна, часник, селен та ін.

Розвиток *раку товстої і прямої кишки* найбільше пов'язаний з вживанням харчових продуктів, які збагачені жиром (особливо насиченими жирними кислотами), що є, напевно, основною причиною, а також споживання червоного м'яса і алкоголю. Сприяє розвитку раку товстої і прямої кишки збільшення, у порівнянні з нормальною, маса тіла, високий ріст, надмірне споживання цукру, консервованого і сильно зажареного м'яса, яєць, насичених жирних кислот та ін. В той же час знижують розвиток раку товстої і прямої кишки овочі і фрукти, чай (у більшій мірі зелений), харчові волокна, каротиноїди і крохмаль, можливо (недостатньо даних) вітаміни С, Е і D, фолацин, метіонін, злакові.

Найбільш важливою причиною розвитку *раку легенів* є паління. Ризик його розвитку збільшується при роботі з певними речовинами, наприклад, азбестом, нікелем, хромом або з іонізуючим випромінюванням. Бета-каротин зменшує появу і розвиток раку легенів.

Ризик *раку молочної залози* у жінок підвищується при високому споживанні жирів, особливо з насиченими жирними кислотами, м'яса, при надлишковій масі тіла, швидкому рості в дитинстві, високому рості, споживанні надмірної кількості алкоголю, потраплянні у їжу хлорорганічних пестицидів та ін. Знижують ризик появи і розвитку раку молочної залози достатнє споживання у їжу овочів і фруктів, харчових волокон, зменшення споживання жирів з насиченими жирними кислотами, алкоголю, підтримування нормальної маси тіла при регулярній фізичній активності тощо.

Появу і розвиток *раку матки* сприяє надлишкова маса тіла (ожиріння). В основі прояву цього захворювання лежать гормональні механізми.

Рак *передміхурової залози*, ризик його розвитку, пов'язаний, як і інших видів раку, з надмірним споживанням жирів з насиченими жирними кислотами, надмірною масою тіла і ожирінням. Профілактичним засобом цього захворювання є достатнє споживання овочів і фруктів, зниження споживання жирів з насиченими жирними кислотами, м'яса, молока.

Інсулінонезалежний цукровий діабет (2-го типу). З порушенням процесів метаболізму і особливо здатності організмом засвоювати глюкозу пов'язане захворювання *цукровий діабет 2-го типу*. Воно тісно пов'язане з ІХС, рядом печінкових, неврологічних та інших захворювань.

Основним фактором ризику цукрового діабету 2-го типу є ожиріння, як його ступінь, так і тривалість. Крім того, цьому захворюванню сприяють стрес, сидячий спосіб праці, урбанізація і соціально-економічні фактори та ін.

Попередження ожиріння є найбільш раціональним підходом до профілактики цукрового діабету 2-го типу. Фізична активність не тільки покращує *толерантність* (лат. *tolerantia* - терпіння) до глюкози через зменшення надлишкової маси тіла, але і поліпшує метаболізм інсуліну. Крім того, багата рослинними продуктами харчування їжа сприяє зменшенню ризику цукрового діабету 2-го типу.

Частота захворювання *жовчокам'яної хвороби* у жінок вища ніж у чоловіків і збільшується з 5 % у зрілому віці до 30 % в старечому.

Каміння (холестеринове) утворюється в жовчному міхурі тоді, коли жовч набуває гіпернасичений характер, тобто тоді, коли в ній підвищується концентрація холестеролу.

На склад жовчі особливо сильно впливає харчування. Несприятливий ефект проявляє ожиріння. Споживання харчових волокон зменшує зворотне всмоктування жовчних кислот з кишечника і тим самим холестеролову насиченість жовчі. Крім того, воно сприяє попередженню ожиріння.

Остеопороз є розповсюдженим захворюванням серед людей похилого віку, наслідком якого є, як правило, переломи довгих трубчастих кісток та шийки стегнової кістки, особливо у жінок.

Крихкість кісток - це наслідок остеопорозу, який характеризується зниженням щільності кісткової тканини. Основні причини цього: гіподинамія, приймання певних ліків, зменшення засвоювання кальцію (вже про це йшла мова), паління, споживання алкоголю та ін.

Слід відмітити, що утворення кісткової тканини сприяє фізична активність, а виведення кальцію з організму знижується при меншому споживанні білку і кухонної солі, але воно повинно бути у фізіологічній нормі.

Цироз печінки - хронічне захворювання, яке викликається порушенням метаболізму, прийомом певних ліків і, особливо, зловживанням алкоголю. Надлишкова кількість алкоголю, яку печінка не здатна детоксикувати, викликає руйнування клітин печінки (гепатоцитів) і заміщення їх сполучною тканиною (утворення рубців). В розвинутих країнах не менше 40 % випадків цирозу печінки пов'язана з вживанням алкоголю. Тривале його споживання у великих кількостях сприяє розвитку також ряду інших негативних ефектів, зокрема шлунково-кишкового тракту, підшлункової залози і, як вже відмічалось, серцево-судинної системи, підвищенню артеріального тиску (розвитку гіпертонії) і ризику виникнення інсульту та інфаркту міокарду, раку печінки, ротової порожнини, гортані, глотки, стравоходу, товстої і прямої кишки, молочних залоз у жінок, передміхурової залози у чоловіків та ін.

Аналіз процесів пероксидного окиснення ліпідів у деяких радіочутливих органах тварин за їх променевого ураження та можливі шляхи корекції

Драган Л.П.

*(Київський національний університет імені Тараса Шевченка
,e-mail: dragan_l@ukr.net)*

ВСТУП. Важливою проблемою радіаційної біохімії є вивчення впливу іонізуючого випромінювання на живий організм. Дослідження у цьому напрямку зумовлені, з одного боку, наслідками аварії на Чорнобильській АЕС, а, з іншого, – значним нагромадженням у навколишньому середовищі радіоактивних відходів промисловості, незадовільною утилізацією препаратів, що використовуються для радіаційної діагностики і терапії, тощо.

Одним із патогенетичних наслідків радіаційного ураження організму є оксидативний стрес, який розвивається у відповідь на порушення збалансованого функціонування прооксидантної й антиоксидантної систем. За дії іонізуючої радіації різко зростає генерація активних метаболітів кисню (АМО) внаслідок дії індукованих радіацією радикалів. АМО і продукти їхньої взаємодії з компонентами біологічних систем беруть участь у регуляції клітинного метаболізму [8]. Цитотоксична дія активних метаболітів кисню проявляється в інтенсифікації процесів пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) у біологічних мембранах, ушкодженні мембранозв'язаних білків, інактивації ферментів, ушкодженні ДНК та в інших процесах [9].

Важливу роль у захисті організму від ушкоджень внаслідок ПОЛ відіграє, поряд з іншими, спеціалізована багаторівнева система ферментативних антиоксидантів, які захищають клітину від АМО та інактивують окремі продукти вільнорадикального окиснення, одним із яких є супероксиддисмутаза (СОД), яка дисмутує супероксидні аніон-радикали з утворенням пероксид гідрогену, що його з великою швидкістю руйнує каталаза.

Іонізуюча радіація спричиняє накопичення продуктів пероксидного окиснення ліпідів у багатьох органах, однак найбільше – у радіочутливих, зокрема, в тимусі та селезінці [1].

З огляду на важливу роль активації пероксидного окиснення у патогенезі променевого ураження, доцільно використовувати корегуючі засоби, що знижують ступінь променевих уражень тканин. Особливо актуальним в цьому відношенні становлять фармакологічні препарати природного походження, які підвищують неспецифічну радіорезистентність організму. Зокрема, заслуговує на увагу рибонуклеозид гіпоксантину – інозин (препарат рибоксин), який є природним метаболітом обмінних процесів організму, бере участь у перебігу енергетичних та синтетичних реакцій у клітинах, зокрема, біосинтезу нуклеотидів та коферментів [25].

Важливим є той факт, що рибоксин здатний брати участь у формуванні клітинної резистентності. Радіопротекторні властивості рибоксину полягають в тому, що він сприяє зменшенню генерації пероксиду гідрогену та гідроксильних радикалів за дії рентгенівського випромінювання, впливає на сигнальну функцію активних форм оксигена в регуляторних системах відповіді клітин на пошкоджуючі чинники. За умов введення рибоксину тваринам до опромінення відбуваються радіаційно-індуковані зміни активності ферментів пуринового обміну [23].

Враховуючи той факт, що реалізація радіомодифікуючого ефекту рибоксину можлива за рахунок підвищення загальної (неспецифічної) резистентності організму до несприятливих умов середовища, в тому числі і до дії променевого фактору, внаслідок мобілізації захисних ресурсів організму [15, 24, 27], доцільним було дослідити його вплив на вищезазначені процеси за променевого ураження організму.

Об'єкт і методи дослідження. У дослідках використовували білих нелінійних щурів-самців масою 150-170 г, яких утримували на стандартному раціоні віварію. 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 в дозі 1,0 Гр за умов: фільтри 0,5 мм Си та 1 мм Al, шкірно-фокусна відстань 50 см, напруга 200 кВ, сила струму 5 мА, потужність експозиційної дози складала $7,31 \times 10^{-5}$ А/кг. Препарат рибоксин у вигляді 2%-ного розчину вводили за 15 хв

до опромінення внутрішньочеревинно з розрахунку 150 мг препарату на 1 кг маси тварини. Тварин декапітували через 30 хвилин та 3 години після дії іонізуючої радіації. Лімфоцити тимуса виділяли згідно з методом, описаним у [14], а селезінки за методом [22]. Малоновий діальдегід (МДА) визначали за методом [19]. Активність супероксиддисмутази у клітинах визначали за методом Чеварі і співав. [21], а каталази [10]. Експериментальні дані оброблювались загальноприйнятими методами варіаційної статистики [5]. Для визначення вірогідних відмінностей між середніми величинами використовували критерій Стюдента (t). Статистичну обробку результатів та побудову графіків проводили із застосуванням стандартного пакету прикладних програм STATISTICA 5.0 та Excel 2007.

Результати дослідження та їх обговорення. Однією з ранніх реакцій, що розвиваються в клітинах у відповідь на дію іонізуючого випромінювання, є стимуляція каскаду вільнорадикальних реакцій, що прямо чи опосередковано призводить до ураження ліпідної компоненти мембран, порушення співвідношення кількості ненасичених жирних кислот у молекулах ліпідів, а отже і змін структурно-функціональних властивостей мембран клітини, внутрішньоклітинних органел та плазматичної мембрани [1, 2, 3].

Про радіаційно-обумовлене порушення ліпідного складу мембран може свідчити накопичення продуктів пероксидного окиснення ліпідів, зокрема, малонового діальдегіду. Згідно з нашими експериментальними дослідженнями у тимоцитах щурів за опромінення тварин в дозі 1 Гр вміст МДА зростав на 34% (30 хв після опромінення) та на 20%, (3 години після опромінення) рис. 1.

Отримані результати свідчать про порушення у функціонуванні про-антиоксидантної системи у лімфоцитах тимуса за дії іонізуючого опромінення. Зокрема показано [26], що після загального γ -опромінення щурів має місце накопичення малонового діальдегіду в плазмі крові, еритроцитах, мозку, серці, нирках, селезінці, печінці, тимусі та кістковому мозку; в легенях змін не виявлено; найбільші зміни

було виявлено в радіочутливих органах – тимусі, селезінці та кістковому мозку. Автори припускають, що малоновий діальдегід, який утворюється в тканинах, виходить у плазму і вторинно затримується в нирках та селезінці.

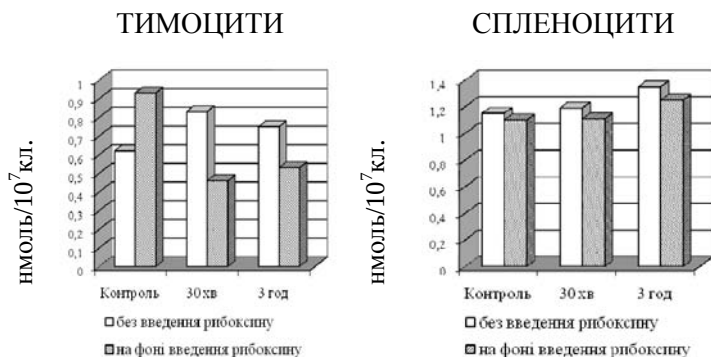


Рис. 1. Вміст малонового діальдегіду у лімфоцитах щурів після дії рентгенівського випромінювання за дози 1,0 Гр та на фоні введення рибоксину; достовірно відносно контролю; $P \leq 0,05$

Що стосується впливу рибоксину на вміст вторинних продуктів ПОЛ, зокрема, малонового діальдегіду в тимocyтах щурів, то треба відмітити, що рівень МДА у лімфоцитах опромінених тварин на фоні введення препарату зазнає корегуючих змін. Так, через 30 хв та 3 години після дії іонізуючої радіації за дози 1,0 Гр в лімфоцитах селезінки спостерігається збільшення вмісту МДА на 10% та 18% відповідно, порівняно з контролем.

Дослідженнями Т.І. Пархомець і співавт. [17] показано, що за дії рентгенівського опромінювання в невисоких дозах (0,5-1,0 Гр) в імунокомпетентних клітинах селезінки та тимуса має місце виражена активація пероксидного окиснення ліпідів. Вміст малонового діальдегіду збільшується в два рази через добу після опромінювання за дози 0,5 Гр; при збільшенні дози до 1,0 Гр рівень малонового діальдегіду в лімфоцитах селезінки збільшується з першої по шосту добу, а в тимocyтах – з першої по третю добу з максимальним значенням на третю добу. Активація пероксидного окиснення ліпідів в лімфоцитах селезінки та тимуса вказує, на думку авторів, на порушення

антиоксидантної системи цих клітин. За даними М.Є. Кучеренка і співавт. [11] після тотального рентгенівського опромінення щурів в дозах 0,5 Гр в лімфоцитах селезінки спостерігається підвищення рівня малонового діальдегіду, що досягає максимуму через одну добу. Після опромінення в дозі 1,0 Гр підвищення рівня малонового діальдегіду в клітинах відбувається через шість годин. Максимальне зниження виходу життєздатних лімфоцитів із селезінки та тимуса через одну та три доби відповідно співпадає з появою другої хвилі підвищення рівня малонового діальдегіду. Початок репопуляції лімфоцитів селезінки на шосту добу співпадає із зниженням рівня малонового діальдегіду та підвищенням концентрації іонів цитозольного Ca^{2+} . Автори вважають [12,13,20], що новий інтегральний стан лімфоцитів після опромінення формується аналогічно запуску проліферативної реакції клітин і свідчить про адаптивний характер процесу.

Таким чином, ведення тваринам рибоксину до їхнього опромінення вірогідно сприяє зниженню вмісту МДА – одного із кінцевих продуктів пероксидного окиснення ліпідів у порівнянні з контрольною та опроміненою групами тварин. Реалізація захисного ефекту препарату можлива за рахунок підвищення загальної резистентності організму і визначається здатністю рибоксину впливати на перебіг обмінних процесів, у тому числі і за дії променевого фактора [24,25, 27,28].

До антиоксидантної системи захисту, яка контролює і блокує всі етапи вільнорадикальних реакцій, починаючи від їх ініціації і закінчуючи утворенням гідропероксидів та малонового діальдегіду, також відносять захисні ферменти: СОД, каталазу, глутатіонредуктазу, глутатіонпероксидазу і глутатіонтрансферазу, а також низько- та високомолекулярні сполуки, що містять тіольні- та селеногрупи, зокрема цистеїн, цистін, глутатіон вітаміни Е, С та інші. Захисні ферменти запобігають надлишковому утворенню активних форм кисню та приймають участь у нерадикальному розкладі пероксидів ліпідів [4,16].

СОД є важливим регулятором окиснювального гомеостазу клітини, одним з компонентів фізіологічної антиоксидантної системи захисту організму, роль якої стає значущою при різних

вільнорадикальних патологічних станах, зокрема обумовлених впливом променевого чинника. Фермент каталізує реакцію знешкодження радикалів $O_2^{\bullet}$ шляхом їх дисмутації з утворенням менш реакційноздатних молекул пероксиду водню і синглетного кисню [18]. СОД єдина серед найбільш активних антиоксидантних ферментів безпосередньо забезпечує блокування ланцюгів окисгензалежних вільнорадикальних реакцій у клітинах аеробних організмів.

Враховуючи сучасні уявлення щодо провідної ролі СОД у метаболізмі активних форм кисню та суттєвий внесок супероксидних радикалів в індукцію і розвиток оксидативного стресу нами проводились дослідження активності цитоплазматичної Cu^{2+} - Zn^{2+} -вмісної СОД у лімфоїдних клітинах тимуса та селезінки за дії іонізуючої радіації.

В умовах нашого експерименту було встановлено статистично вірогідне підвищення активності СОД у лімфоцитах тимуса через 30 хвилин та 3 години після дії на тварин рентгенівського випромінювання за дози 1,0 Гр (рис.2).

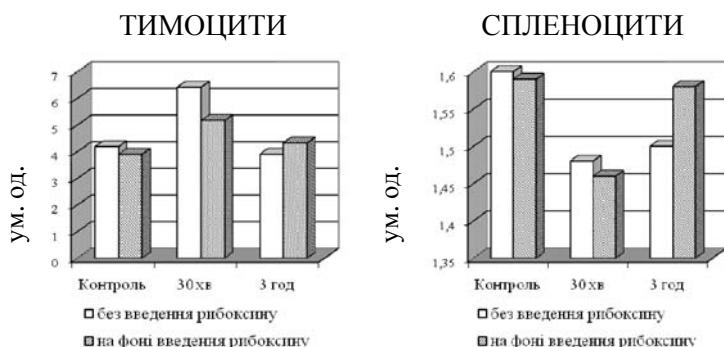


Рис. 2. Активність супероксиддисмутази у лімфоцитах щурів після дії рентгенівського випромінювання за дози 1,0 Гр та на фоні введення рибоксину; достовірно відносно контролю; $P \leq 0,05$

Відповідно до результатів, наведених на рис. 2, дія радіації за дози 1,0 Гр викликає зростання супероксиддисмутазної активності через 30 хвилин після дії на тварин рентгенівського випромінювання на 31%, а через 3 години після дії променевого чинника активність ферменту зростала на 9% порівняно з

контрольним показником, що свідчить про залучення ензиматичної системи захисту для підтримання окисно-антиоксидантного гомеостазу у відповідь на посилену генерацію активних метаболітів кисню. Отримані дані корелюють з результатами відповідних дослідників, що вивчали зміни активності даного ферменту за дії іонізуючого випромінювання [6,28].

Встановлена резистентність молекул СОД до дії факторів зовнішнього середовища, в тому числі і до високих доз радіації, дозволяє припустити, що зрушення активності ферменту не пов'язано з деструктивними змінами у структурі молекули СОД внаслідок прямої дії випромінювання [7]. Можливо підвищення активності останньої є наслідком збільшення у клітинах концентрації супероксидного аніон-радикалу, оскільки відомо, що зміна активності СОД тісно пов'язана з вмістом супероксидних радикалів. Так, наприклад, зростання з віком активності Mn^{2+} -вмісного ферменту у мозку щурів обумовлено посиленням продукування $O_2^{\bullet}$ в електронтранспортному ланцюгу мітохондрій [6,7].

Водночас підвищення ферментативної активності СОД може бути результатом індуктивного синтезу нових молекул ферменту у відповідь на надлишок у клітинах $O_2^{\bullet}$. Адже відомо, що біосинтез внутрішньоклітинних ферментативних АО є генетично детермінованим, а зумовлене опроміненням зростання концентрації АМО призводить до прямого порушення структурної організації молекули ДНК і, як наслідок, до активації транскрипції ряду генів, серед яких і гени окремих компонентів антиоксидантної системи. Подібний принцип регуляції найбільш детально досліджено на бактеріальних клітинах. Для ссавців дані щодо експресії генів АО ферментів під час розвитку оксидативного стресу дещо суперечливі, хоча деякі дослідження останніх років вказують на зростання активності даних ферментів зі збільшенням концентрації радикалів $O_2^{\bullet}$ і H_2O_2 у різних типах клітин [1,6,7,9]. Такий механізм регуляції активності є найбільш ймовірним з погляду на важливе значення

супероксиддисмутази для захисту аеробних організмів від токсичної дії оксигену.

Внаслідок проведених досліджень встановлено корегуючий вплив рибоксину на активність одного з найважливіших компонентів ензиматичної ланки антиоксидантного захисту. Так, в умовах дії рентгенівського випромінювання за дози 1,0 Гр на фоні попереднього введення тваринам рибоксину спостерігається наближення активності супероксиддисмутази в клітинах тимуса до фізіологічних значень через 3 години після дії променевого чинника.

У наступній серії досліджень нами вивчалась дія променевого чинника на активність цього ферменту в лімфоцитах селезінки. Показано, що характер післярадіаційних змін активності СОД спленоцитів щурів відрізняється від такого у клітинах тимуса. Результати проведених досліджень представлено на рис. 2 згідно з якими за обох доз рентгенівського випромінювання відбувається достовірне зниження супероксиддисмутази активності у спленоцитах щурів.

Так, через 30 хвилин після дії на тварин рентгенівського випромінювання за дози 1,0 Гр активність ферменту в спленоцитах щурів становила 92% та 94% (через 3 години) від значень контролю.

Відмічено нормалізуючий вплив рибоксину на структурний та функціональний стан відповідних внутрішньоклітинних та метаболічних систем, на перебіг енергетичних та метаболічних реакцій в клітинах, що зазнають відчутного ушкодження через розвиток оксидативного стресу [24,25,27,28].

Враховуючи те, що активність антиоксидантних ензимів знаходиться під контролем нейрогуморальних механізмів – збільшення рівня нейромедіаторів, вивільнення гормонів, зокрема, інсуліну, що активно впливає на біосинтез та розпад супероксиддисмутази [18,27], а також, що рибоксин стимулює продукцію інсуліну [24], можна припустити участь даного шляху регуляції активності СОД за введення рибоксину. Разом з тим, згідно з результатами роботи [25] введення рибоксину сприяє збереженню у клітинах сталого рівня відновленого

глутатіону (ВГ), який за рахунок відновлення атомів Cu^{2+} в активному центрі ензиму призводить до зростання активності СОД. З іншого боку, підвищення активності СОД в умовах ефективної утилізації O_2^- , захищає від окиснення внутрішньоклітинного ВГ, який опосередковано (через ензимні системи) або безпосередньо спроможний знешкоджувати активні радикали, зокрема за рахунок прямої взаємодії з гідроксильним та супероксид-радикалами.

Каталаза поширена в організмі людей і тварин та належить до ферментів антиоксидантного захисту. У нормі функція ферменту полягає у попередженні нагромадження пероксиду водню, який утворюється в разі дисмутації супероксидного аніона та аеробного окиснення відновлених флавопротеїнів. Цей фермент тривалий час зберігає підвищену активність, але у випадку високих концентрацій пероксиду водню та за умов стресових станів збільшення H_2O_2 відбувається а) за рахунок неферментативної пероксидазної реакції та б) дії СОД, продуктом якої H_2O_2 , його активність може знижуватися. Отже, проявляється клітинно-специфічна відповідь, яка може бути пов'язана, передусім, з активацією ферменту, що корелює зі зменшенням спорідненості до мембранних структур і переходом у розчинний стан під дією надлишкових кількостей субстрату.

Дослідження активності каталази в лімфоцитах тимуса щурів засвідчило, що за дії іонізуючої радіації відбуваються значні зміни активності ферменту (рис 3). Так, через 30 хв після опромінення за дози в 1,0 Гр встановлено пригнічення ферментативної активності каталази у тимоцитах щурів у 4,7 раза порівняно з контрольними значеннями, а через 3 години після дії променевого чинника - у 2 раза.

Пригнічення активності каталази у лімфоїдних клітинах тимуса щурів на фоні активації СОД може бути як наслідком безпосередньої дії на фермент продуктів радіолізу води, так і результатом низького вмісту субстрату, за який із каталазою на ранніх етапах після опромінення тварин конкурує більш специфічна до H_2O_2 глутатіонпероксидаза [1,6,17].

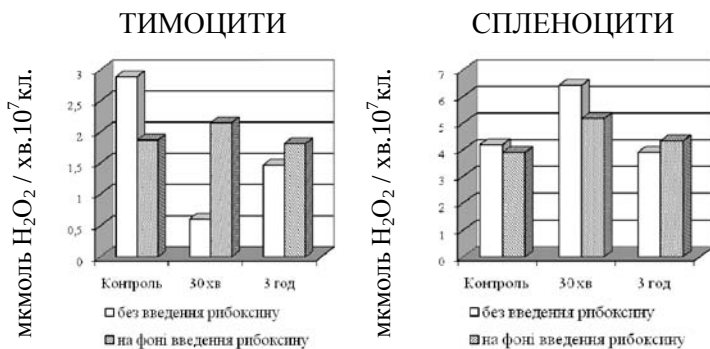


Рис. 3. Активність каталази у лімфоцитах щурів після дії рентгенівського випромінювання за дози 1,0 Гр та на фоні введення рибоксину; достовірно відносно контролю; $P \leq 0,05$

Дослідження активності каталази у лімфоцитах селезінки щурів за дії іонізуючого випромінювання за дози 1,0 Гр носить коливальний характер. Так, через 30 хвилин після дії променевого чинника спостерігається підвищення активності каталази у 1,5 раза відносно контрольного показника. Через 3 години після опромінення щурів ферментативна активність наближалась до контрольних значень.

Введення рибоксину піддослідним тваринам в умовах нашого експерименту загалом сприяло стимуляції активності ензиму в порівнянні з показником у опромінених груп. Так, активність каталази в тимоцитах щурів значно зростала в 3,5 раза та 1,2 (через 30 хв та 3 години) за опромінення. Здатність препарату впливати на окисний гомеостаз клітин показана за інших патологій. Згідно з даними, наведеними в роботах [24,25,27,28], застосування рибоксину сприяє зростанню рівня ВГ та активації СОД при одночасному зниженні інтенсивності процесів вільнорадикального окиснення ліпідів. До того ж, один з продуктів метаболізму рибоксину – сечова кислота, проявляє виражені антиоксидантні властивості: Її утворення можна розглядати як своєрідний компенсаторний механізм під час розвитку у клітинах окисдативного стресу, оскільки ця сполука здатна попереджати розгалуження вільнорадикальних реакцій, інгібуючи таким чином процеси пероксидного окиснення ліпідів [27,28].

Отже, рентгенівське опромінення шурів за дози 1,0 Гр призводить до активації вільнорадикального окислення і підсилення процесів ПОЛ в клітинах тимуса і селезінки шурів, що проявляється в інтенсифікації утворення кінцевих продуктів пероксидного окислення ліпідів, пригніченні та дисбалансі в активації ензимів антиоксидантного захисту. Вказані зміни в досліджуваних показниках (МДА, СОД, каталаза) свідчать про порушення механізмів реагування ферментативної ланки антиоксидантного захисту за дії променевого чинника, що, ймовірно, може бути результатом певного виснаження антиоксидантної системи захисту внаслідок радіаційно-індукованого накопичення активних кисневих метаболітів.

Використання як модифікуючого фактору рибоксину пов'язано, на нашу думку, із здатністю препарату пригнічувати реакції пероксидного окислення ліпідів - одного із механізмів, що обумовлює порушення цілісності мембран, активувати функцію основних антиоксидантних ензимів, знижувати прояви системного оксидативного стресу та здійснювати активуючий вплив на функціонування ендогенної антиоксидантної системи організму.

Сукупність отриманих результатів свідчить про значні порушення окиснювального гомеостазу з підвищенням вторинних продуктів ПОЛ, розбалансування антиоксидантної ферментної системи, що призводять до ослаблення процесів антирадикального захисту і обумовлюють латентну ендогенну інтоксикацію і, як наслідок – окиснювальну деструкцію клітин.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Барабой В.А.* Механизмы стресса и перекисное окисление липидов // *Успехи. совр. биол.* 1991. Т.111. №6. С. 922-930.
2. *Барабой В.А., Олійник С.А., Хмелєвський Н.Ю.* Стан антиоксидантної системи за дії йонізуючої радіації у низьких дозах та низької інтенсивності // *Укр. біохім. журн.* 1994. Т. 66. №4. С. 3-18.
3. *Барабой В.А., Сутковой Д.А.* Окислительно-антиоксидантный гомеостаз в норме и патологии.-К.: Чернобыльинтеринформ, 1997.-202с.
4. *Беленічев І.Ф., Левицький Е.Л., Губський Ю.Л., Коваленко С.І., Марченко О.М.* Антиоксидантна система

- захисту організму // Сучасні проблеми токсикології.-2002.- №3. –С.25-30.
5. *Брандт З.* Статистические методы анализа наблюдений. / Брандт З. – М.: Мир, 1975. – 312 с
 6. *Гусев В.А., Панченко Л.Ф.* Супероксидный радикал и супероксиддисмутаза в свободнорадикальной теории старения (обзор) // Вопр. мед. химии.-1982.-Т.ХХVIII, №4.- С.8-24.
 7. *Гончаренко Е.Н., Гудзь Т.И., Пешкова Е.Г.* Изучение активности супероксиддисмутаза при лучевом поражении животных // Биол. науки.-1980.-№7.-С.34-37.
 8. *Дубинина Е. Е.* Роль активных форм кислорода в качестве сигнальных молекул в метаболизме тканей при состояниях окислительного стресса // Вопр. мед. химии. 2001. Т. 47. № 6. С. 561–581.
 9. *Зенков Н. К., Ланкин В. З., Меньшикова Е. Б.* Окислительный стресс. Биохимический и патологический аспекты. М.: МАИК, 2001. 343 с.
 10. *Королюк М. А., Иванова Л. И., Майорова И. Г. и др.* Метод определения активности каталазы // Лаб. дело. 1988. № 1. С. 16-19.
 11. *Кучеренко Н. Е., Матышевская О. П., Остапченко Л. И. и др.* Содержание циклических нуклеотидов, свободного циклоплазматического Ca^{2+} и малонового диальдегида в лимфоцитах селезенки и тимоцитах крыс при действии невысоких доз радиации // Радиобиология. 1991. Т. 31, №5. – С.739-742.
 12. *Кучеренко Н. Е., Матышевская О. П., Остапченко Л. И. и др.* Содержание цАМФ, цГМФ, свободного цитоплазматического Ca^{2+} и малонового диальдегида в лимфоцитах селезенки при облучении // Всесоюз. науч. конф. «Иммунный статус человека и радиация» (Гомель, сентябрь 1991): Тез. докл. – М., 1991. – С. 49.
 13. *Кучеренко М.Є., Матишевська О.П., Остапченко Л.І. та ін.* Вплив рентгеновського опромінення у низьких дозах на Ca^{2+} та фосфоліпідзалежну регуляцію метаболізму в лімфоцитах щурів // VI Укр. біохім. з'їзд : Тези доп. – Ч. 3. – К. Вид-во УСГА, 1992. – С. 163-164.

14. Лимфоциты: Методы / За ред. Клаус Д. –М.: Мир, 1990.- 395с.
15. Легаза В.И., Владимиров В.Г. Новая классификация профилактических противолучевых средств // Радиационная биология. Радиоэкология.-1998.-Т.38, №3.- С.416-425.
16. Петрова Г.В., Капралов А.А., Донченко Г.В. Витамин Е и апоптоз // Укр. біохім.журн. -2003. –Т. 75, № 6. – С.25-34.
17. Пархомец Т.И., Слатвинская Е.А., Ручко М.В. и др. Перекисное окисление липидов лимфоцитов селезенки и тимоцитов крыс при воздействии рентгеновского облучения (0,5-1,0 Гр) // Укр. біохім.журн. -1991. –Т. 63, №46. – С.107-110.
18. Поберезкина Н.Б., Осинская Л.Ф. Биологическая роль супероксиддисмутазы // Укр. біохім. журн.-1989.-Т.61, №2.- С.14-27.
19. Стальная И.Д., Гаришвили Т.Г. Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты // Современные методы в биохимии под ред. Ореховича В.Н. М. Медицина. 1977. – 391с.
20. Славинская Е.А. Активность и свойства фосфолипазы А₂ лимфоцитов тимуса и селезенки крыс на ранних этапах после действия низких доз ионизирующей радиации // Автореф. ... дис. канд. биол. наук. –Киев. 1992. – 28с.
21. Чевари С., Чаба И., Секей Й. Роль супероксиддисмутазы в окислительных процессах клетки и метод определения ее в биологических материалах // Лабораторное дело. - 1985. - Вып. 11. - С. 678-681
22. Boyum A. Separation of leucocytes from blood and bone marrow // Scand. J.Clin. Lab. Invest. – 1968.- Vol.21. – P.28-30.
23. Hasko G., Sitkovsky M.V., Szabo C. Immunomodulatory and neuroprotective effects of inosine // TRENDS in Pharmacological Sciences.-2004.-V.25, № 3.-P.152-157.
24. Jurkowitz M.S., Litsky M.L., Browning M.J. et al. Adenosine, inosine, and guanosine protect glial cells during glucose deprivation and mitochondrial inhibition: correlation between

- protection and ATP preservation // J. Neurochemistry.-1998.-V.71.-P.535-548.
25. Jurkowitz M.S., Litsky M.L., Browning M.J. et al. Adenosine, inosine, and guanosine protect glial cells during glucose deprivation and mitochondrial inhibition: correlation between protection and ATP preservation // J. Neurochemistry.-1998.-V.71.-P.535-548.
26. Kergonon J. F., Bernard P., Braquer M. et al. Effects de l'irradiation gamma globale sur les peroxidation lipiques dans les tissus de rat // Trans.sci. church. serv. sante armies. – 1981. – N2. – P.125.
27. Lewandowski E.D., Johnston D.L., Roberts R. Effects of inosine on glycolysis and contracture during myocardial ischemia // Circulation Res.-1991.-V.68, №4.-P.578-587.
28. Zhang X., Wang G., Ding B. et al. Effects of simulated weightlessness and irradiation on metabolism of rat myocardial cells cultured in vitro // Space Med. Eng.-1998.-V.11, №4.-P.258-261.

**До питання оптимізації радіаційного моніторингу довкілля
на підставі концепції радіоекологічного ризику**

Григор'єва Л.І., Григор'єв К.В., Томілін Ю.А.

*(Чорноморський державний університет імені Петра Могили,
kafecobezpeka@ukr.net)*

Важливим засобом забезпечення радіаційної безпеки при використанні ядерної енергії є радіаційно-екологічний моніторинг, під яким розуміється система регулярних спостережень за показниками радіоактивного забруднення оточуючого середовища і параметрами стану біоти з метою своєчасного виявлення і прогнозування небажаних для екосистем і людини наслідків.

Відповідно до сучасних уявлень та міжнародною практикою радіоекологічний моніторинг повинен бути орієнтований на забезпечення радіаційної безпеки людини на соціально прийнятному рівні Соціально прийнятний рівень безпеки передбачає, що ризик від ядерних технологій і радіоактивного забруднення довкілля не повинен бути істотним

додатком до сумарного ризику, якому підвернена людина і середовище її існування у процесі життєдіяльності суспільства.

На підставі матеріалів радіоекологічних і радіаційно-гігієнічних досліджень авторів на півдні України, цитогенетичних досліджень партнерів-науковців на території Білорусі [Мельнов, 2004, 2008], що постраждали при аварійно-чорнобильському викиді радіонуклідів, авторами зроблені певні висновки щодо ефективності принципів сучасного радіаційного моніторингу. Так, як свідчили результати організації радіаційного моніторингу територій України і Білорусі після аварії на ЧАЕС, існують певні недосконалості його проведення. В першу чергу це стосується можливості оцінки адитивного ефекту усіх форм радіаційного впливу з врахуванням фізіологічного статусу організму конкретного індивідуума.

Крім того, через наявність у сучасному світі багатьох джерел потенційного опромінення людини (природного та техногенно-підсиленого природного, техногенного, медичного походження), сучасна система радіаційного моніторингу не завжди дозволяє передбачати і прогнозувати інтегральне дозове навантаження на людину від цих джерел. Тобто, визначення рівнів дозового навантаження на людину, яка мешкає на території, що зазнає хронічного впливу радіонуклідних поллютантів, потребує проведення як моніторингу джерел забруднення, так і моніторингу об'єктів оточуючого середовища та моніторингу зовнішніх впливових факторів. Це потребує проведення систематичних трудомістких досліджень, супроводжується втратою часу та іншими незручностями.

Для оперативної орієнтації у формуванні дозової ситуації нами пропонується використовувати метод, який заснований на визначенні показника, який ми пропонуємо називати радіоекологічним ризиком джерела випромінювання: **радіоекологічний ризик PP (або інтегральний дозовий ризик) джерела випромінювання i ($R_{rad-eco}^i$)** – це ефективна доза опромінення від певного джерела, нормалізована на вміст (приведена до одиниці вмісту) радіонуклідного поллютанта в об'єкті довкілля, який стоїть на початку дозоформуючого ланцюгу. Одиницею вимірювання $R_{rad-eco}^i$ виступає $\text{Зв}(\text{Бк}/\text{м}^3)^{-1}$ – при потраплянні радіонуклідів у довкілля через їх викиди в атмосферне повітря; $\text{Зв}(\text{Бк}/\text{л})^{-1}$ – при потраплянні

радіонуклідів у довкілля через їх скиди у водні об'єкти т. ін. Якщо ризик визначається для встановлення річної ефективної дози опромінення людини, то це позначається як річний радіоекологічний ризик, якщо для очікуваної за життя людини – це виступатиме очікуваним за життя людини радіоекологічним ризиком.

Нами визначено РР для від газоаерозольних викидів ЮУ АЕС, РР при зрошуванні сільськогосподарських угідь водою з поверхневих водойм, куди радіоактивні речовини потрапляють з технологічних водоймищ АЕС та від деяких джерел природного походження. Показано, що це дозволяє не лише оперативно оцінювати очікуване за життя людини радіаційне навантаження від певного джерела опромінення, так і порівнювати радіоекологічні ризики від різних джерел.

В результаті вважаємо, що організація системи радіаційного моніторингу на сучасному етапі повинна здійснюватися з врахуванням багатогранності джерел і шляхів радіаційного впливу на людину і об'єкти біосфери, істотних відмінностей у величині радіаційного впливу в умовах надзвичайних радіаційних ситуацій і штатних умов експлуатації радіаційно небезпечних об'єктів, специфіки моніторингу забруднених радіонуклідами територій.

А одним зі шляхів оптимізації радіаційного моніторингу задля своєчасного виявлення і прогнозування інтегрального радіаційного навантаження на людину від комплексу сучасних наявних джерел пропонується введення показника радіоекологічного ризику джерела випромінювання. Такий підхід повинен значно полегшити роботу управлінських структур, відповідальних за радіаційний захист населення шляхом скорочення часу між орієнтацією у рівнях дозового навантаження на людину і прийняттям необхідних контрзаходів.

Наведені результати отримані за бюджетні кошти в результаті виконання НДР “Використання моделей оцінки радіоекологічного ризику та біодозиметричної оцінки для оптимізації еколого-дозиметричного моніторингу територій при аваріях на ядерних об'єктах” за двостороннім українсько-білоруським проектом “ДФФД-БРФФД-2013” №54.4/034.

Біодезактивація і біорозсолення технологічних водойм в управлінні радіоекологічною безпекою

Григор'єва Л.І., Томілін Ю.А., Григор'єв К.В.

*(Чорноморський державний університет імені Петра Могили,
kafecobezpeka@ukr.net)*

Сьогодні впровадження екологічно безпечних методів є одним з пріоритетних напрямків забезпечення екологічної безпеки роботи потужних промислових підприємств у високорозвинених країнах світу. У найближче десятиліття в Україні, згідно «Стратегії розвитку ядерної енергетики до 2030 року», планується побудувати два енергоблоки на Хмельницькій АЕС, один на Южноукраїнській АЕС і два енергоблоки на Запорізькій АЕС. Тому питання забезпечення радіаційної і екологічної безпеки при експлуатації АЕС не втрачають актуальності.

До числа актуальних питань практичної радіоекології сьогодення у районах поблизу АЕС відноситься проблема очищення стічних вод АЕС і підтримання високих показників радіоємності у технологічних водоймах АЕС, бо як відомо, саме ці водойми визначають радіаційну ситуацію у водній системі району АЕС.

На сьогоднішній час широко використовується біологічні методи очищення скидних вод АЕС через використання ставків-біоочищення (біоставків) для природного біохімічного і фізіологічного самоочищення водоймищ в природних умовах за допомогою сукупності всіх живих організмів, що населяють водоймище. Очищення стоків в біоставках – це завершальний етап після первинного механічного і фізико-хімічного очищення, який остаточно формує якість води, що скидається в природні водні об'єкти або на рельєф. Роль біоставків в очищенні скидних вод АЕС є ще більш вагомою, бо саме за їхньою допомогою скидні води можна піддати повній або частковій дезактивації. Тому здатність біоти ставків-біоочищення АЕС до накопичення і утримання радіонуклідів відіграє важливу роль у підтриманні радіоекологічної безпеки прилеглої до АЕС водної системи.

Відомо, що радіонукліди з АЕС можуть потрапляти й у ставки-охолоджувачі АЕС, а саме: з дебалансними водами,

водамиспецпралень і душових, через протікання радіоактивної води в контур технічного водопостачання, через випадіння аерозольних викидів на поверхню ставків. При цьому існують вимоги до технічного стану води цих ставків, призначених для охолодження конденсаторів турбін і допоміжного устаткування. Ці вимоги, в першу чергу стосуються дотримання певного солевого режиму. Як відомо, радіонукліди у водоймищах перебувають переважно у вигляді розчинів солей. Тому забезпечення і підтримання достатньої здатності ставків-охолоджувачів АЕС щодо утримання ними радіонуклідів виступає важливою задачею не тільки радіаційної, а і технологічної безпеки АЕС.

На сьогоднішній час нами вже розроблена методологія управління радіоємністю водоймища, яка дає змогу регулювати загальну кількість радіонуклідів і їх розподіл у водоймищі, а також регулювати розмір депонування радіонуклідів від кількості їх надходження до водоймища [1,5]. Такожвідомі контрзаходи, які сприяють покращенню радіаційної ситуації у водоймищах, що приймають на себе рідкі скиди АЕС:

- збільшення обсягу біомаси водоймища для акумуляції радіонуклідів, які надходять з прилеглої території,
- підвищення рівня депонування радіонуклідів мулами через зміни гідрологічного режиму в водоймищі,
- збільшення розміру депонування радіонуклідів макрофітами шляхом вирощування в водоймищі їхніх нових видів або збільшення їхньої кількості,
- „продувка“ водоймища незабрудненою водою,
- виведення радіонуклідів, що містяться у мулах, за допомогою „мулочерпавки“ з подальшою їх дезактивацією і утилізацією,
- виведення радіонуклідів водяними рослинами водоймища з подальшою переробкою і утилізацією останніх,
- виведення деяких радіонуклідів з водоймища з рибою, яка харчується водяною рослинністю, з подальшою утилізацією риби,
- багаторазове промивання водоймища талою або дощовою водою,

- виведення радіонуклідів з водоймища (або з його частини) з водою, з гідробіонтами або з мулом та утилізація останніх після тимчасового осушення водойми,
- зменшення радіаційного забруднення водоймища шляхом припинення гідрозв'язку з більш забрудненим водоймищем.

Одним з методів, спрямованих на підвищення радіаційної та технологічної безпеки АЕС та радіоекологічної безпеки прилеглої до АЕС водної системи є розроблений нами біологічний метод дезактивації і розсолення технологічних водойм. Так, за дослідженнями, виконаними спеціалістами НМЦ екобезпеки ЧДУ імені Петра Могили, найбільш ефективними макрофітами щодо накопичення радіонуклідів у середовищі ставка-охолоджувача ЮУ АЕС виявлено *Cladophorafracta* і *Potagetonnatans*. Встановлено, що біомасою водяних рослин з п'ятих ділянок ставка можна за достатньо короткий час (за 2-3 вегетативних періоди) вивести з водоймища переважну кількість активності основних дозостворюючих радіонуклідів (^{90}Sr , ^{137}Cs). Утилізацію водяних рослин запропоновано через їх спалювання з послідуочим використання попілу (після радіометричного контролю) в якості сольової домішки до харчового раціону тварин (свиней), що свідчить про можливість використання водяних рослин у технології виведення радіоактивних речовин з водоймища.

Метод опрацьований для дезактивації і розсолення води ставка-охолоджувача ЮУ АЕС. Цей метод був реалізований із застосуванням нитчастих водоростей і рдесту – найбільш поширених у прісноводних водоймищах нашого регіону. Однак, вважаємо, було б доцільно перевірити ефективність цього методу з нижчими водоростями, які характеризуються на порядок вищими коефіцієнтами накопичення радіоцезію.

Через те, що водорості у водоймищах виконують двояку роль: з одного боку, є активними агентами самоочищення, з іншої – беруть участь в процесах біологічного забруднення водойми, у технології біоочищення ставків-охолоджувачів за допомогою макрофітів потрібно передбачити чіткий режим і умови вирощування водоростей (температура, хімічний склад води, мінералізація і т.ін.).

Висновки

Розроблений метод дозволяє, за допомогою виділених видів вищих водяних рослин: нитчасті водорості (*Cladophorafracta*) і рдест плаваючий (*Potamogeton natans*), здійснювати ефективну дезактивацію і розсолення технологічних водойм АЕС природним біологічним способом: біомасою цих водяних рослин можна за достатньо короткий час (за 2-3 вегетативних періоди) вивести з водоймища до 75% активності основних дозостворюючих радіонуклідів та їх солей, а значить і підвищити екологічну ємність екосистеми водоймища.

Реакция дзета потенциала лейкоцитов человека на лиганды аденилатциклазной сигнальной системы в поле радионуклидного излучения ^{90}Sr

В.В.Жирнов, И.Н.Яковенко

(Институт биоорганической химии и нефтехимии НАН Украины, vic@bpci.kiev.ua)

Ранее было показано, что радионуклидное излучение (^{14}C и ^{90}Sr) в дозах 1–100 мкГр и аналогичной мощности стимулируют хемокинез нейтрофилов и угнетает розеткообразование [1,2]. Действие таких доз ионизирующей радиации сопровождалось изменениями реакции компонентов мембранных сигнальных систем клетки на их специфические модификаторы. Эти эффекты не сопровождались изменением состояния прооксидантно-антиоксидантной системы клеток и были обратимыми, т.е. реализовывались только в поле облучения. Кроме того, оказалось, что изменения клеточной активности, вызванные дозами β -излучения $^{90}\text{Sr} \geq 0,5$ мкГр, сопровождаются повышением абсолютного значения дзета потенциала¹ мембран клеток крови [3], который, как известно, существенно влияет на

¹ В предыдущих работах показано снижение абсолютного значения ДП в поле радиации. Это результат методической ошибки, связанной с измерением не ДП, а разности между электроэндоосмотическим движением воды и собственно ДП клеток. На самом деле ДП, как показано в этой работе и с помощью флуоресцентного зонда в работе [Zhironov V. et al., 2010], увеличивается.

структурно-функциональное состояние биомембран, а, следовательно, и молекулярные компоненты мембранных сигнальных систем [4].

В данной работе изучено влияние поля радиационного распада ^{90}Sr на реакцию дзета потенциала полиморфноядерных лейкоцитов на модификаторы аденилатциклазного каскада.

Исследования проводили на полиморфноядерных лейкоцитах (ПМЯЛ) человеческой крови. Для оценки величины заряда на плазматической мембране клеток определялась их электрофоретическая подвижность методом микроэлектрофореза [5] после внесения в среду инкубации радиоактивного изотопа. Рассчитанные, исходя из конечной концентрации ^{90}Sr ($1.2 \cdot 10^{-6}$ Ки/л) и времени инкубации с радионуклидом (1 час), максимально возможные дозы радиации, поглощенные клеточной суспензией, составляли 5 мкГр. Препараты вносили в среду инкубации за 10 мин до внесения радионуклида.

Полученные данные показали, что антагонист α_2 -адренорецепторов, йохимбин, в концентрациях $1 \cdot 10^{-7}$ - $1 \cdot 10^{-4}$ М практически дозозависимо повышает абсолютное значение дзета потенциала лейкоцитов в среднем, примерно, на 30% ($p < 0,05$). Такой же по величине ответ ЭФП наблюдается и при облучении (рис. 1), т.е. не отмечается ни аддитивного ответа, ни даже его потенцирования, несмотря на однонаправленное действие обоих факторов на этот показатель. В минимальной концентрации йохимбин снижал дзета потенциал лейкоцитов на 30%, а поле излучения радионуклида усиливало эффект. В максимальной концентрации йохимбин повышал дзета потенциал лейкоцитов на 30%, а поле излучения радионуклида ослабляло эффект. Аналогичные результаты ранее были получены и для агониста β -адренорецепторов, изопреналина, эффекты которого также реализуются через стимуляцию аденилатциклазной сигнальной системы [6].

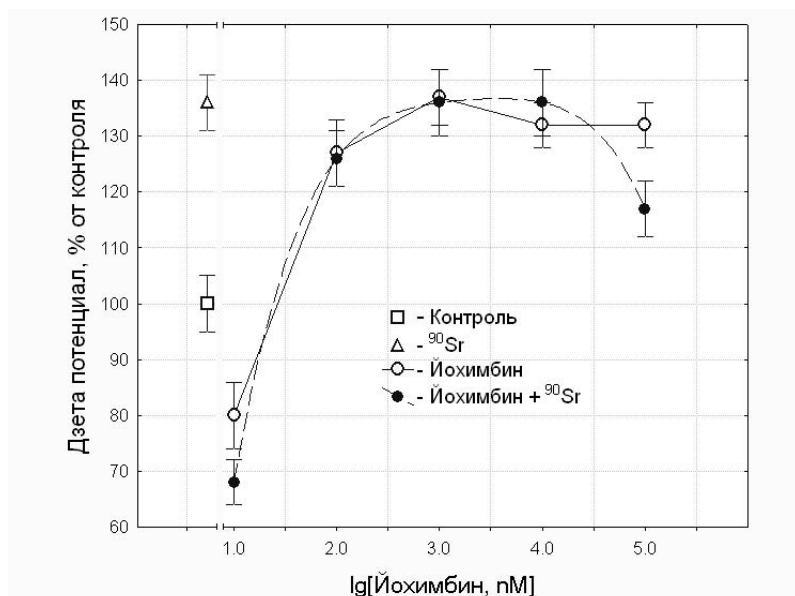


Рис. 1. Влияние облучения, йохимбина и его совместное действие с полем излучения ^{90}Sr на дзета потенциал ПМЯЛ

Теofilлин в концентрациях 10^{-6} - 10^{-4} М дозозависимо повышает дзета потенциал лейкоцитов в среднем на 25% ($p < 0,05$) аналогично радионуклидному излучению. В более низких концентрациях теofilлин не влияет на величину дзета потенциала клеток (рис. 2). В этом диапазоне концентраций теofilлина поле излучения радионуклида не изменяет действие данного агента на дзета потенциал лейкоцитов, т.е. проявляется эффект самого теofilлина. В недействующем диапазоне концентраций препарата проявляется эффект поля излучения радионуклида, т.е. поле отменяет эффект теofilлина. Как известно, теofilлин в концентрациях 10^{-6} - 10^{-4} М является эффективным ингибитором A_1 -аденозиновых рецепторов, повышая тем самым уровень цАМФ в лейкоцитах [7].

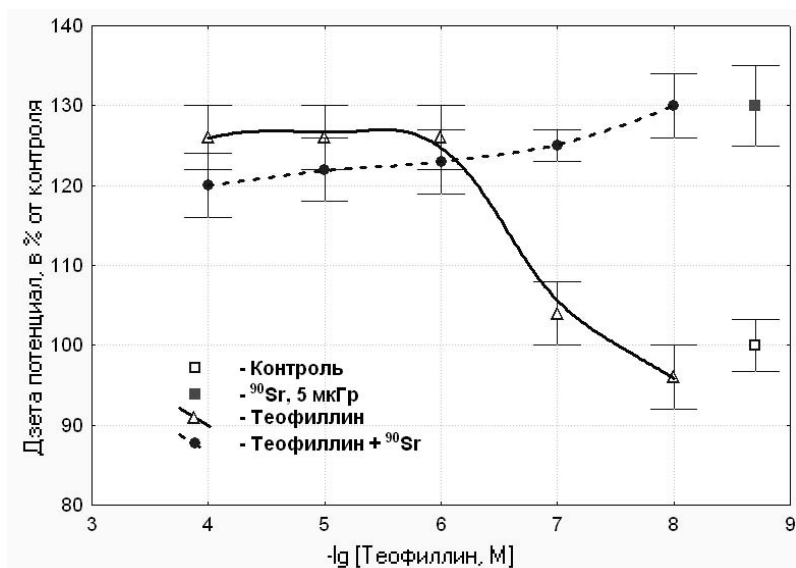


Рис. 2. Влияние облучения, теофиллина и его совместное действие с полем излучения ^{90}Sr на дзета потенциал ПМЯЛ человека.

Дибутирил-цАМФ во всем диапазоне концентраций, за исключением минимальной, дозозависимо повышает дзета потенциал лейкоцитов (рис. 3). В концентрациях 10^{-6} - 10^{-4} М дибутирил-цАМФ повышает дзета потенциал лейкоцитов на 25% ($p < 0,05$), а в концентрации 10^{-7} М – на 15% ($p < 0,05$). В поле излучения ^{90}Sr действие данного агента на дзета потенциал лейкоцитов не изменяется, т.е. проявляется эффект самого дибутирил-цАМФ, за исключением концентрации 1 мкМ, при которой наблюдается снижение его эффективности.

Особо следует отметить, что действие радионуклидного поля на дзета потенциал лейкоцитов проявлялось только при наличии молекул радионуклида в среде инкубации и полностью исчезало после их удаления, т.е. изменения можно было зарегистрировать только в поле облучения, что, косвенно, указывает на неповреждающее действие исследуемых концентраций ^{90}Sr . Эффект отмывки также свидетельствует об отсутствии $^{90}\text{Sr}^{2+}$ внутри клетки, что объясняется его конкуренцией за пути поступления с ионами Ca^{2+} , концентрация которого (2,0 мМ) в среде инкубации была на 6

порядков выше таковой для стронция. Нерadioактивный стронций также вплоть до концентрации 0,1 мМ не влиял на дзета потенциал лейкоцитов.

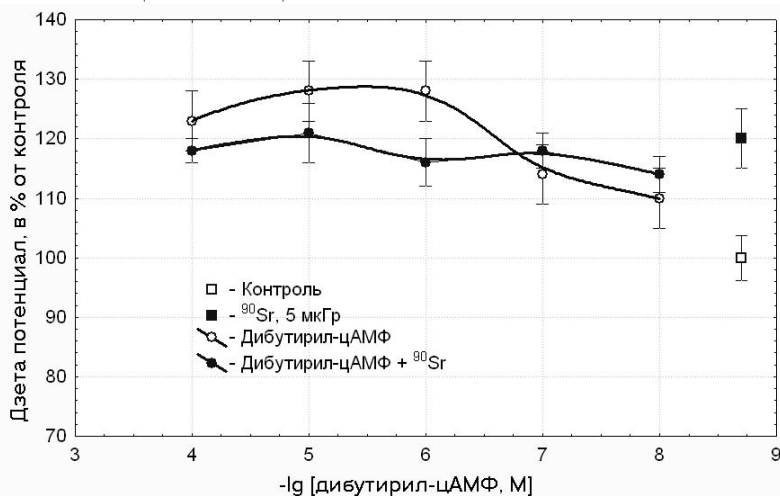


Рис 3. Влияние облучения, дибутирил-цАМФ и его совместное действие с полем излучения на дзета потенциал ПМЯЛ человека

Ранее нами было показано, что ингибитор β -адренорецепторов, пропранолол, угнетающий активность аденилатциклазного каскада, оказывает обратное действие на дзета потенциал лейкоцитов и полностью отменяет эффект радионуклидного излучения [6]. Таким образом, стимуляция аденилатциклазной сигнальной системы клетки приводит к повышению, а ингибирование — к снижению отрицательного заряда на поверхности плазматических мембран клеток крови. Наличие одинакового по величине и направленности действия радионуклидного излучения и активаторов аденилатциклазного каскада на дзета потенциал лейкоцитов, вызывающих в эффективных концентрациях максимальный ответ клеток, и отсутствие взаимного влияния этих факторов на дзета потенциал косвенно указывают на мембранный механизм действия радионуклидного излучения малой мощности. Действие радионуклидного излучения на мембранные сигнальные системы не является избирательным, поскольку реакция Ca^{2+} /полифосфоинозитидной сигнальной системы,

фосфолипазы A_2 , цикло- и липоксигеназы на их специфические регуляторы также изменялась в поле ИР сверхмалой мощности [8]. В последней работе нами было также показано, что снижение дзета потенциал вряд ли может опосредоваться прооксидантным эффектом, т.к. перекись водорода увеличивает дзета потенциал в широком диапазоне (вплоть до 1 нМ) концентраций. Кроме того, наши эксперименты, выполненные на модели сократительной активности сосудов [9], показали, что обратимый вазоконстрикторный эффект, вызываемый сверхмалыми дозами ИР, опосредуется эндотелием и реализуется, с высоко долей вероятности, через потенциалзависимые гладкомышечные K^+ -каналы. Это является еще одним свидетельством в пользу вовлечения в ответ на сверхмалые дозы ИР множественных сигнальных путей.

Механизм действия поля излучения малой мощности, вероятно, заключается в неспецифическом изменении конформации молекулярных компонентов биомембран [10] под действием радионуклидного излучения, в состав которого входят и неионизирующие составляющие [11]. Непосредственное действие излучения на мембранные макромолекулы (рецепторы, G-белки, ионные каналы, преобразующие ферменты и т.д.) в свою очередь вызывает изменение дзета потенциала клетки. Наблюдаемые эффекты, по-видимому, являются результатом упругого взаимодействия молекул биомембран с излучением радионуклида с поглощением энергии, что сопровождается переходом молекул в возбужденное состояние, которое поддерживается радиационным полем излучателя. Результирующее радиационное снижение дзета потенциала клеточных биомембран тогда просто объясняется перераспределением зарядов, экспонированных на клеточной поверхности, в результате молекулярных конформационных переходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Effect of small doses of ionizing radiation on motility, rosette formation, and antioxidant state of leukocytes under modification of G-protein by cholera and pertussis toxins/Zhirnov V.V., Luik A.I., Metelitsa L.A., Mogilevich S.E., Chrochkina L.L. //Доповіді НАН України.-2000.-№ 10.-с. 172-176.

2. Вплив хінакрину та форсколіну на функції лейкоцитів за дії радіації у низьких дозах /Жирнов В.В., Метелиця Л.О., Чарочкіна Л.Л., Могилевич С.Є., Гавій В.М. //Укр. біохім. журн.-2003.- Т. 75, № 1.- С. 54-58.
3. Жирнов В.В., Гавій В.Н., Казимиров А.С. Влияние β -излучения низкой мощности на поверхностный потенциал клеток крови человека in vitro // Доповіді НАН України. – 2003. – № 11. – С. 157–161.
4. Xu X.C. COX-2 inhibitors in cancer treatment and prevention, a recent development // Anticancer Drugs. - 2002; 13(2): 127-37.
5. Харамоненко С.С., Ракитянская Н.А. Электрофорез клеток в норме и патологии- Минск:Наука-1974.-150 с.
6. Жирнов В.В., Гавій В.Н., Калашникова Л.Е. Действие малых доз ионизирующего излучения на поверхностный потенциал клеток крови на фоне модификаторов аденилатциклазного каскада. Возможные токсикологические аспекты. // Современные проблемы токсикологии. - 2003. - № 1.- С. 50-54.
7. Adenosine receptors on human leukocytes. IV. Characterization of an A1/Ri receptor / Marone G., Petracca R., Vigorita S., Genovese A., Casolaro V. // Int J Clin Lab Res, . – 1992. - 22(4). – P. 235-242.
8. Жирнов В.В., Гавій В.Н., Казимиров С.А. Влияние β -излучения на поверхностный потенциал эритроцитов человека при ингибировании метаболизма эйкозаноидов // Укр. біохім. журн.-2004.- Т. 76, №.2- С. 40-45.
9. Zhirnov V.V., Iakovenko I.N. Ultra-low dose beta-irradiation induces constriction of rabbit carotid arteries via the endothelium, - Int. J. Radiat. Biol. 2005. – 81(11). - P.813–820.
10. Zhirnov V.V. Khyzhnyak S.V., Voitsitsky V.M. The effects of ultra-low dose β -radiation on the physical properties of human erythrocyte membranes // Int. J. Rad. Biol. 2010. Vol. 86(6). P. 499-506.
11. Padmanabha Rao MA. Possible Biological Effects by UV-Radiation Newly Detected from Internally Administered Radioisotopes //In: J Behari, ed. Proceedings of the Symposium on Low level Electromagnetic Phenomena in Biological Systems. New Delhi: Jawaharlal Nehru University, 1999. - P. 68-72.

Зміна вмісту фенольних сполук у рослинах під впливом вірусної інфекції

Постоєнко О.

*(Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
Навчально - науковий центр "Інститут біології",
postoenko@ukr.net)*

Рослина, як і будь-який організм у відповідь на вірусну інфекцію починає синтезувати ряд речовин, які є одним із важливих компонентів системи захисту рослинного організму. До таких речовин належать фенольні сполуки. Фенольні сполуки – один з важливих класів вторинних метаболітів, які мають загальне розповсюдження в рослинах. Різноманітні функції фенольних сполук в рослинній клітині в поєднанні з широким спектром біологічної дії на організм визначають актуальність і цікавість до вивчення цього класу сполук.

Синтез фенольних сполук може індукуватись взаємодією різних стресових факторів, оскільки фенольні сполуки відіграють важливу роль в багатьох захисних реакціях клітини. Фенольні сполуки є одним із факторів адаптивної мінливості рослин при інфікуванні, засусі, засоленні. Підвищення загального вмісту фенольних сполук, накопичення фітоалексинів, збільшення активності ферментів їх біосинтезу в стійких рослинах у відповідь на ураження є захисними реакціями, які обумовлюють несприйнятливості рослин [1; 4].

В останні роки віруси стали основним об'єктом. В рослинах фенольні сполуки відіграють важливу роль. Вони є обов'язковими учасниками всіх метаболічних процесів: дихання, фотосинтезу, гліколізу, фосфорилювання. Фенольні сполуки приймають активну участь в регуляції росту і розвитку рослин. Зокрема фенольні сполуки відіграють важливу роль в зміцненні клітинних оболонок [3].

Модельною системою в роботі було використано рослини квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.) сорту «Файний Ясь». Насіння квасолі перед висіванням замочувались у слабкому розчині перманганату калію для запобігання розвитку бактеріальних та грибних інфекцій. Проростки рослин вирощувались у стерильному ґрунті. Вирощування

проводилось за стандартних умов освітлення, фотоперіоду та вологості (відносна вологість – 40 – 50%, температура – 24 - 28°C, фотоперіод – 16 годин.)

У віці чотирьох справжніх листків рослини інокулювали ВТМ механічно. Концентрація вірусного препарату для основного досліджу станвила 100 мкг/мл. Інокулом готували з використанням 0,1 PBS, рН 7,4. Після інокуляції рослини витримувалися 1 добу в темряві за умов високої вологості для підвищення їх сприйнятливості до інфікування.

Кожних 3 дні відбирали зразки рослин для визначення концентрації вірусних антигенів та сумарної концентрації фенольних сполук.

Усі рослини було розділено на три групи: дослідні (інокульовані вірусом) і контрольні (на які замість вірусу наносили буферний розчин та рослини, які не зазнавали жодного впливу). І дослідні, і контрольні рослини вирощувалися в однакових умовах (температури, освітленості та вологості).

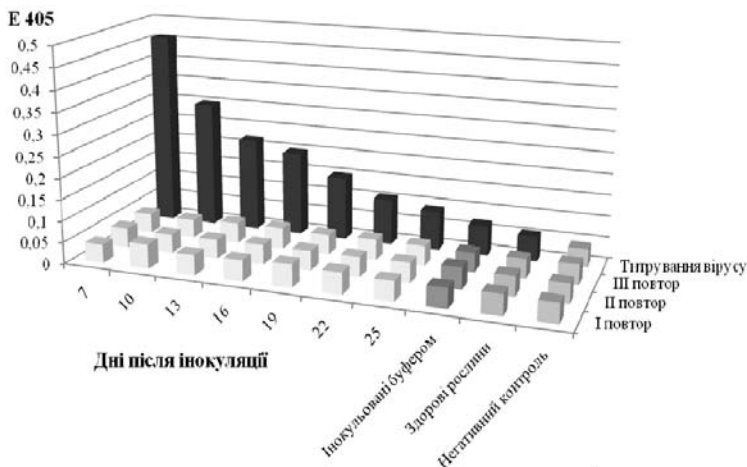
Відбір зразків для визначення вмісту фенольних сполук та виявлення вірусних антигенів здійснювали через 7, 10, 13, 16, 19, 22 та 25 днів після інфікування рослин вірусом.

Для визначення концентрації вірусних білків у досліджених рослинах методом імуоферментного аналізу, здійснювали титрування очищеного ВТМ з коефіцієнтом 2 - від 32 до 0,125 мкг/мл. Імуоферментний аналіз проводили в трьох повторностях двічі. Жодного разу в дослідних рослинах антигени ВТМ не виявлялися (рис.1).

На першому етапі ІФА наносили досліджуваний антиген у покривному буфері (0,1М карбонатний-бікарбонатний буфер, рН 9,6) та інкубували протягом ночі при 4°C. другим етапом було блокування 1%BSA на 0,1М PBS, протягом 2 год при 37°C. Далі наносили кролячі антиген-специфічні імуноглобуліни в 1% BSA на 0,1М PBS, рН 7,4, з додаванням 0,05% Tween-20 та інкубували протягом ночі при 4°C. Четвертим етапом було нанесення козлиних антикролячих антивидових антитіл (АТ), мічених лужною фосфатазою (Sigma, Німеччина), в 1% BSA на 0,1М PBS, рН 7,4, з додаванням 0,05% Tween-20 та інкубація протягом 2 год при 37°C. після кожного з вищезазначених

етапів тричі проводили відмивку 0,1М PBS, рН 7,4, з додаванням 0,05% Tween-20 протягом 5 хв. Крім цього, після інкубації антивидових АТ планшети додатково відмивали четвертий раз 0,1М PBS, рН 7,4. Останнім етапом було внесення буферу з субстратом для лужної фосфатази (N-п-нітрофенілфосфат) в концентрації 1 мг/мл та інкубація протягом 25-60 хв при кімнатній температурі у темряві. Всі розчини вносили в лунки в об'ємі 100 мкл .

Результати реєстрували на автоматичному ELISA-рідері (Dyplex Technologies, Німеччина) при довжині хвилі 405 нм. За позитивний результат приймався показник E405, що вдвічі перевищував показник негативного контролю (сік здорової рослини) та був вищим за значення оптичної густини 0,2 [2; 5].



А

Рис.1 Виявлення антигенів ВТМ у інкульованих рослинах квасолі

Незважаючи на те, що вірусні антигени у дослідних рослинах не виявлялися, навіть через 25 днів після інфікування, на рослинах через два тижні після інфікування проявилися перші симптоми у вигляді некротичної реакції.

Вміст фенольних сполук протягом всього періоду дослідження коливався в межах від 1% до 2,5%. (рис.2).

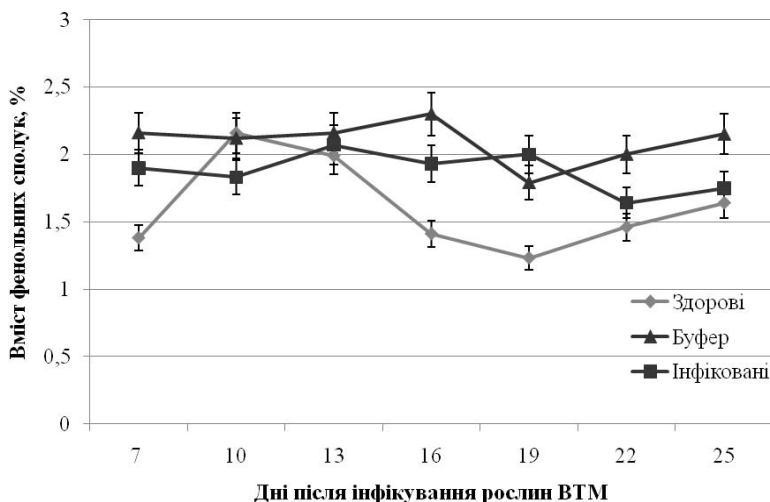


Рис. 2 Зміна вмісту фенольних сполук під впливом вірусної інфекції у рослинах квасолі

Достовірно відмінних результатів накопичення фенольних сполук у заражених ВТМ рослинах квасолі отримано не було. Вміст фенолів у заражених рослинах був навіть меншим ніж у рослинах «інокульованих» буфером. А, на 22 та 25 дні після інфікування вірусом, наближався до значень незараженого контролю.

Таким чином, незважаючи на некротичну реакцію рослин *Phaseolus vulgaris* сорту «Файний Ясь» на інокуляції вірусом тютюнової мозаїки, антигени вірусу методом імуноферментного аналізу в інфікованих рослинах не виявляються і суттєвих змін вмісту фенольних сполук не спостерігається. Отже, дана модельна система рослини *Phaseolus vulgaris* сорту «Файний Ясь» - ВТМ непридатна для дослідження синтезу фенольних сполук рослинами у відповідь на ураження фітовірусами.

Література

1. Алехина Н.Д., Балнокин Ю.В., Гавриленко В.Ф. и др./ Под ред. И.П. Ермакова. Физиология растений: учебник для студ. Вузов / – 2-е изд., М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 640 с.

2. Бобкова А.Ф., Чирков С.Н. - Применение иммунологического анализа для диагностики вирусных заболеваний растений. // С-х биология, 1983. №5. – С. 32 - 36.
3. Палій А.Є. Тритерпенові і фенольні сполуки *Melilotoides cretacea* (M. Bieb) Sojak: автореф. дис....канд. біол. наук: (03.00.04) / Київ. нац. ун-т. ім. Т. Шевченка. – К., 2006. – 17 с.
4. Сапко О. А., Кунаева Р. М. Фенольные соединения в культуры клеток *Alhagi kirghisorum* / Химия природных соединений.- 1999, N 2, С. 182 – 184.
5. Гнутова Р. В., Вирусология с основами иммунохимии. – Владивосток.: Дальнаука , 1999, 24 с.
6. Amelunxen, F. Dievirus-eiweisspindelnder Kakteen. Darstellung, elektronen mikroskopis cheund biochemist cheanalyse des virus // Protoplasma.-1958.-№49.-P.140-178.

Оцінка якості молока за вмістом жирних кислот

Хижняк С.В., Сисолятин С.В., Щотов А.В., Бочков В.М.

(Національний університет біоресурсів та природокористування України, hsv@univ.kiev.ua)

Молоко — природний продукт, який утворюється в процесі лактації тварин. Молоко використовують безпосередньо як продукт харчування або як сировину для переробки. До продуктів переробки молока відносять вершки, кисломолочні продукти, морозиво, молочні консерви, коров'яче масло та сири.

Роль молочних продуктів у харчуванні населення.

Молоко - один з найважливіших продуктів у харчуванні людини. По харчовій цінності воно може замінити будь-який продукт, але жоден продукт не замінить молоко. Молоко і молочні продукти широко застосовують при лікуванні і профілактиці різних хвороб людини. Особливе значення мають молочні продукти при лікуванні хвороб печінки, легенів, шлунково-кишкового тракту тощо. Молоко містить всі необхідні для живлення людини речовини - білки, жири, вуглеводи, які дуже легко засвоюються організмом. Крім того, в ньому містяться багато ферментів, вітамінів, мінеральних

речовин та інших важливих елементів живлення, які необхідні для забезпечення нормального обміну речовин.

Особливу цінність представляють білки молока. Ступінь засвоєння білків молока складає 96—98%. Амінокислоти, що утворюються в результаті розщеплення білків, йдуть на побудову клітин організму, ферментів тощо. Деякі амінокислоти легко утворюються в організмі з інших кислот, але є і такі, які повинні поступати з їжею (людський організм не здатний їх синтезувати). Ці амінокислоти (лізин, триптофан, метіонін, фенілаланін, лейцин, ізолейцин, треонін, валін) називаються незамінними. За вмістом незамінних амінокислот білки молока відносять до білків високої біологічної цінності.

Важливе значення для харчування людини має молочний жир. Жири є джерелом енергії і виконують різноманітні функції в організмі людини. Біологічна цінність жирів визначається наявністю в них поліненасичених жирних кислот (лінолева, ліноленова і арахідонова). Ці жирні кислоти не синтезуються в організмі людини. Хоча молочний жир містить недостатню кількість поліненасичених жирних кислот, присутність в ньому фосфоліпідів і вітамінів (A, D, E) підвищує біологічну цінність молока. Крім того, молочний жир, в порівнянні з іншими жирами, краще засвоюється організмом людини. Цьому сприяють, по-перше, відносно низька температура плавлення жиру (27 - 34°C), по-друге, перебування в емульгованому стані - у вигляді дрібних жирових кульок.

До складу молока входить такий вуглевод як лактоза (молочний цукор), що використовується організмом у якості джерела енергії. Не менш важливі і мінеральні компоненти молока. Перш за все, слід зазначити високий вміст солей кальцію і фосфору, котрі потрібні організму для формування кісткової тканини, відновлення крові, діяльності мозку і так далі. Ці елементи знаходяться в молоці у збалансованих співвідношеннях, що дозволяє організму максимально їх засвоювати. Близько 80% добової потреби людини в кальції задовольняється за рахунок молочних продуктів. У молоці містяться такі важливі макроеlementи, як калій, натрій, магній, хлор, а також мікроеlementи - цинк, кобальт, марганець, мідь, залізо, йод, які беруть участь в побудові ферментів, гормонів і

вітамінів. Молоко містить вітаміни. Так, добова потреба у відносно дефіцитному вітаміні В2 задовольняється на 42—50% за рахунок молока і молочних продуктів. Основним джерелом вітаміну А в живленні людини є вершкове масло.

Дослідження жирової фази молочної продукції. Виробництво молока та молочних продуктів доволі складна галузь харчової промисловості і якщо ми говоримо про харчову та біологічну цінності молочної продукції, то необхідно кваліфіковано оцінювати вихідну сировину і дотримуватись рекомендованих технологічних параметрів. Фальсифікація молочного жиру одна з актуальних проблем сучасного ринку. Вживання ультрасучасних технологій затрудняє виявлення фальсифікатів і продуктом підробки є не лише вершкове масло, але і сир, морозиво, згущене молоко тощо. Молочний жир унікальний по своєму жирнокислотному складу і штучно неповторний. Його особливістю є присутність низькомолекулярних коротколанцюгових жирних кислот. Жири немолочного походження в основному складаються з високоефективних жирних кислот. Собівартість виробництва молочного жиру висока, тому його нерідко змішують з дешевшими рослинними або комбінованими продуктами. Такі продукти отримали загальну назву спреди. При виробництві спредів використовують соняшникове, соєве, арахісове, кукурудзяне, рапсове, кокосове, оливкове та пальмове масла.

Методом дослідження жирової фази молочної продукції, у тому числі встановлення фальсифікації жирами немолочного походження являється газова хроматографія у поєднанні з високоефективними капілярними колонками. Сутність методу заснована на виділенні метилових ефірів жирних кислот, визначення їх масової частки, розрахунок співвідношення масових часток метилових ефірів жирних кислот (чи їх сум) та порівняння отриманих співвідношень з аналогічними показниками для молочного жиру, які наведені в нормативній документації. Хроматографічне розділення метилових ефірів жирних кислот проводиться на газовому хроматографі Trase Ultra з полум'яно-іонізаційним детектором та капілярною колонкою SP-2560 (Supelco). Межа виявлення 0,01 %. Нормативна документація дає можливість виявити фальсифікацію в різноманітних молочних продуктах.

**Одновременное присутствие в экосистеме нескольких
моноспецифичных фагов *Pseudomonas syringae* pv.
atropaciens, как фактор ограничения численности
патогенной бактерии**

**Семчук Л.И, Боровская Н., Ромашев С.*

*(Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко,
учебно-научный центр "Институт биологии"*

Lidiya_Semchuk@ukr.net)

В природе микроорганизмы практическиездесуци. Они распространены во всех возможных экологических нишах, занятых их хозяевами - бактериями, хотя среди них исследована лишь незначительная часть [1]. Как и любые другие вирусы, фаги являются носителями всех основных вирусных признаков, качественно отличаются представителей царства *Vira*. Их частицы содержат информацию, необходимую для собственной репродукции, но не имеют никаких собственных белоксинтезирующих систем. Согласно последним оценкам, считается, что наиболее многочисленными биологическими объектами на Земле, количество которых достигает 10^{31} частиц, являются фаги [2]. Существование бактерий и их вирусов продолжается уже миллионы лет, за счет тонкой мутационной равновесия антагонистов. Сейчас наиболее активно изучается экология фагов в водных системах [3]. В то же время, наземные экосистемы, включающие растительные биоценозы, нуждаются также системного изучения и учета влияния фагов. Среди них практический интерес представляют растительные системы, так как они являются основными поставщиками продуктов питания и технического сырья для нужд человека. В природе фитопатогенные бактерии, наряду с другими патогенами, влияют на состояние растений. Одновременно, активные против бактерий фаги также присутствуют в биоценозе и вносят свой вклад в динамические отношения между антагонистами. Анализ роли фагов в природных очагах представляет большой интерес. Освещение процессов, в которых они принимают участие, необходимо для понимания их регулирующего воздействия на численность бактерий в наземных экосистемах,

в частности растительных. В водных экосистемах, фаги вызывают гибель 10-80% бактерий [4], для наземных биоценозов такие оценки отсутствуют. Обзор современного понимания экологии фагов прокариот провел M. Weinbauer [4], а в растительных экосистемах анализировали J.Gill, S.. Abedon [5]. Анализ вышеуказанных источников свидетельствует, что обобщающим является тезисы: 1. Важно учитывать коэволюцию фагов и их хозяев. 2. В условиях открытой экосистемы, эти процессы могут существенно отличаться или иметь свои особенности, по сравнению с упрощенной лабораторной модели «один фаг - одна чувствительная бактерия». 3. Высокий уровень специфичности и возможность относительно быстро репродуцироваться на чувствительных хозяевах свидетельствует о регулирующей роли фагов на численность бактерий в природе.

По признаку специфичности бактериофаги разделяют на поли- и моновалентные. Первые способны вызывать лизис нескольких штаммов, которые могут относиться к одному или разным видам бактерий, нескольких семейств и даже родов. Другая группа включает моновалентные фаги, способные лизировать только один вид бактерий. Такие фаги встречаются реже. В растительных биоценозах наиболее распространены фаги, способные инфицировать несколько (3-10) штаммов. Изучение роли фагов с различным диапазоном хозяев представляет важную научную задачу, поскольку позволяет выявить эволюционную целесообразность и механизмы обеспечивающие биологическое регулирования численности патогенных бактерий в экосистемах.

Размер экологической ниши у почвенных бактерий и их бактериофагов составляет несколько сантиметров [6]. Такое пространство является достаточным для микроэволюционных процессов, в рамках которых уже удастся выявить генетические различия между популяциями фагов, предложены модели их эволюции [7]. В частности, важно чтобы фаги постоянно поддерживали численность своей популяции. Условие напрямую зависит от наличия чувствительных бактерий. Широкий спектр литической активности фагов увеличивает вероятность успешной репродукции и сохранения популяции.

Однако, очевидно, из-за сложности адаптации к различным биосинтетическим процессам у разных видов бактерий, среди изученных фагов активных против рода *Pseudomonas*, лишь 0,2% имеют широкий диапазон хозяев. Отсутствие чувствительных штаммов обостряет конкурентные отношения между вирусами. Антагонистические отношения, связанные с борьбой за существование между организмами, имеющими одинаковые потребности, выражаются в прямой конкуренции (интерференция) или косвенной (эксплуатация). При прямой конкуренции происходит взаимное подавление. При косвенной - один из генотипов монополизирует ресурс или территорию, ухудшая условия существования конкурента. Подобные отношения в растительных биоценозах, между фагами фитопатогенных бактерий, в частности, практически не исследованы.

В наших исследованиях анализировали распространение моноспецифических фагов к штамму *Pseudomonas syringae* pv. *atrofaciens* IMV 1025, которые находятся в прямых конкурентных отношениях, на ограниченной территории. Их изучение является актуальной задачей для понимания экологии и путей эволюции фагов в экосистемах. Их понимание является необходимым условием практического применения фаготерапии, с возможностью моделировать, влиять и контролировать процессы, в которых задействованы вирусы бактерий.

В своей работе мы проводили анализ фагового разнообразия на экспериментальном участке, где произрастали разные сельскохозяйственные культуры, общей площадью 600 м². Отбор проб охватывал все растения. Выборки проводили случайным образом. Исследования включали анализ наличия фагов. Ранее было установлено, что все фаги *Pseudomonas syringae* pv. *atrofaciens* IMV 1025 строго имеют только одного хозяина. Фаги представляли собой частицы с коротким отростком. По данным рестрикционного анализа генотипы фагов, выделенные в разное время, в разных географических точках Украины были идентичны. Возникало впечатление, что на территории Украины циркулирует только один, дикий тип фага *P. syringae* pv. *atrofaciens* IMV 1025, и он является очень

консервативным. В связи с чем, важной была задача выявления других фагов к данному хозяину, в частности, решения крайний варианта - выявление разных генотипов фагов *P. syringae* pv. *atrophaciens* на ограниченной территории. Она усложнялась тем, что используемый тестовый штамм *P. syringae* pv. *atrophaciens* (возбудитель болезней пшеницы), на исследуемой территории, не мог быть доминирующим, поскольку исследовался участок, на котором однодольные растения были представлены редко встречающимися по краям участка сорняками.

Анализ эффективности выделения фагов к pv. *atrophaciens* показал, что распределение популяций фагов к хозяину носил дискретный характер. Такой вывод был сделан на основании того, что позитивными (содержащими фаги) были только отдельные полевые пробы. Полученные результаты указывали, что для подтверждения или опровержения наличия фагов к тестируемому штамму бактерий, на определенной территории, необходимо использование большого числа проб. Объяснением значительного числа негативных результатов может быть то, что у вирусов фитопатогенных бактерий, как и у фагов почвы, ареал распространения составляет несколько квадратных сантиметров [8]. Соответственно, выборка растительного материала может не всегда включать присутствующие микроареалы бактерий, инфицированных тестируемыми фагами.

При посеве суммарной пробы (содержащей равные объемы всех отобранных проб), с целью выявления фагов на газоне индикаторной бактерии pv. *atrophaciens*, были обнаружены различные по размеру негативные колонии, диаметром от 1 до 6 мм. (Рис 1.).

Учитывая то, что этот признак указывает на различные генотипы, мы использовали его для выделения нескольких чистых линий фагов. Как известно, при формировании негативных колоний фагами, их размеры обратно пропорциональны размерам вирусных частиц. Выявленные прозрачные и мутные бляшки, разных размеров, свидетельствовали, что к использованному хозяину удалось выявить различные фаги. Руководствуясь указанным признаком, из общего пула было отобрано три изолята фагов.

Они подлежали шестикратным пассажам, для получения чистых линий. Фаги были названы 1025 м1 (мелкие колонии), 1025 К4 (крупные колонии), 1025 К5 (крупные колонии).

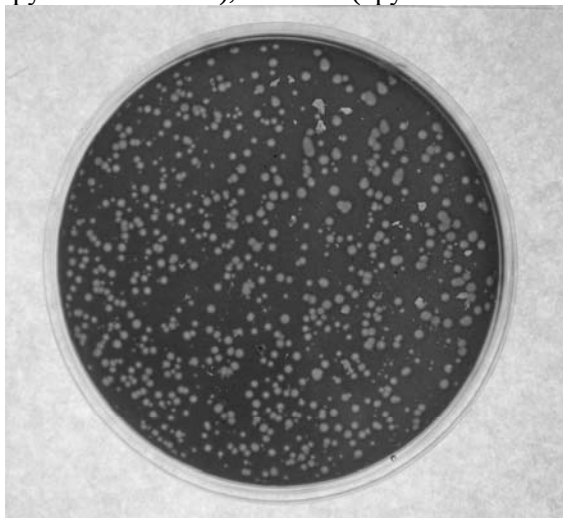


Рис. 1. Различные по размеру негативные колонии на газоне индикаторной бактерии *P. syringae* pv. *atrofaciens*. Газон дополнительно окрашен 0,1% амидочерным (в 7% уксусной кислоте).

Используя большую коллекцию штаммов фитопатогенных бактерий, которой располагает наша лаборатория, было подтверждено, что все три изолята способны заражать и давать инфекционное потомство только на использованном тестовом штамме.

Полученные изоляты вирусов нуждались в первичном описании, который включал бы характеристику строения их вирионов. С этой целью проводили их электронную микроскопию(рис.2).

Было установлено, что выделенные фаги отличаются по строению частиц. Все они имели хвостовой отросток и, таким образом, относились к самому многочисленному отряду фагов, *Caudovirales* (от лат. cauda — «хвост»), семействам *Podoviridae* (с коротким хвостовым отростком), и *Siphoviridae* (с длинным хвостовым отростком).

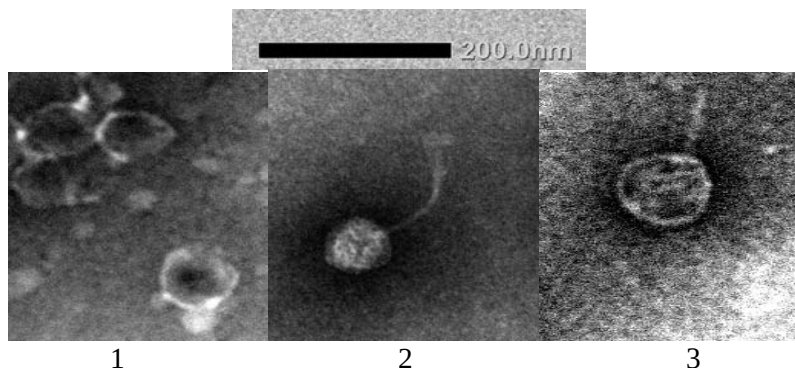


Рис.2. Электронная микроскопия фагов 1025m1 (1), 1025K4 (2), 1025K5 (3). Контрастирование 1% фосфорновольфрамовой кислотой (ФВК).

Таким образом, полученные данные подтвердили тот факт, что на ограниченной площади, с произрастающими сельскохозяйственными культурами, циркулируют несколько моноспецифичных фага, имеющих различную морфологию, следовательно и генотипы. Данный факт интересен тем, что в нашей лаборатории ранее не удалось обнаружить фаги *P. syringae* pv. *atrofaciens* IMV 1025, имеющие длинный хвостовой отросток.

Одновременное обнаружение группы моноспецифических представляет большой научный интерес и ставит вопрос об эволюционной целесообразности одновременного присутствия, возникающих конкурентных отношений и механизмов сохранения разных генотипов фагов в окружающей среде в процессе их циркуляции.

Список литературы:

1. Hambly E., Suttle C. The virosphere, diversity, and genetic exchange within phage communities.// Curr. Opin. Microbiol. - 2005. V. 8. -P. 444-450
2. Wommack K.E & Colwell R.R. Virioplankton: viruses in aquatic ecosystems. //Microbiol. Mol. Biol. Rev. -2000. V. 64. № 1. -P. 69-114
3. Suttle A. The significance of viruses to mortality in aquatic microbial communities // Microbial Ecology. -1994. V.28. -P. 237-243

4. Weinbauer M. Ecology of procaryotic viruses. //FEMS Microbiol Rev. -2004. V. 28. -P. 127–181.
5. Gill J., Abedon S. Bacteriophage Ecology and Plants. APSnet Features, Online. 2003. <http://www.apsnet.org/online/feature/phages/>.
6. Vos M., Birkett P., Birch E., Griffiths R., Buckling A. Local Adaptation of Bacteriophages to Their Bacterial Hosts in Soil // Science. - 2009. -V. 325. -P. 833
7. Bull J. Optimality models of phage life history and parallels in disease evolution. // J. of Theor Biology. – 2006. V. 241, № 4, - P. 928-938
8. Vos M., Birkett P., Birch E., Griffiths R., Buckling A. Local Adaptation of Bacteriophages to Their Bacterial Hosts in Soil // Science. – 2009. V. 325. –P. 833.

**Онтологічні інструменти управління розподіленими
інформаційними ресурсами в освітньої та наукової
діяльності**

Стрижак О.Є.

*Інститут телекомунікацій і глобального
інформаційного простору НАНУ*

Кожна предметна область є синергетичною системою, що має власний рівень самоорганізації і свої специфічні динамічні закони саморозвитку і самоорганізації. Основою розвитку предметної області як синергетичної системи є наявність високоінтелектуальних колективів людей, здатних вирішувати проблеми і задачі постійно зростаючої складності. Регулярне збільшення складності сформульованих проблем і задач вимагає створення та використання технологічних рішень в напрямку забезпечення діяльності експертів-аналітиків, головним завданням яких є контент-аналіз сучасних інформаційних ресурсів, які можуть бути залучені при розв'язанні різноманітних проблем, що виникають в процесах прийняття рішень.

У свою чергу, сучасні інформаційні технології дозволяють створити певний технологічний базис супроводу сучасних систем знань, що є основою забезпечення будь-якого процесу прийняття рішень. При цьому необхідно забезпечити вирішення

завдання управління знаннями, які в своїй діяльності використовують експерти-аналітики. Тут, на наш погляд, важливе не стільки накопичення масивів інформації, скільки здатність експертів до структуризації, систематизації, конструювання й засвоєння знань.

Кількість електронних документів, які необхідно обробити експертів-предметнику в своїй щоденній діяльності, нестримно зростає. При цьому дані зберігаються в різних сховищах, кожне з яких має власну структуру (бази даних, інформаційні портали, електронні бібліотеки і так далі) або сховище документів взагалі неструктуровані.

Тому для інформаційне забезпечення життєдіяльності навчальних установ різного рівня акредитації та наукових установ, які відповідають за з рівень знань викладання основ наук, необхідною умовою є використання сучасних пошукових систем для здійснення пошуку по внутрішніх інформаційних ресурсах. Одними з основних вимог до подібних систем є:

- обов'язкова повнотекстова індексація всіх інформаційних ресурсів, в яких здійснюється пошук, незалежно від типів файлів і структури зберігання даних;
- наявність лінгвістичного процесора для виділення лексем, який дозволяє здійснювати пошук по всіх відмінкових формах шуканого слова або словосполучки, що особливо важливе для флективних мов, зокрема, російської і української мови;
- впорядковування результатів пошуку на основі виявлення релевантності знайдених документів.

На сьогоднішній день локальне використання пошукових систем, такі як META, GoogleDesktopSearch, Yandex.Server, Bing не забезпечує повномасштабного аналізу семантики інформаційних масивів, які досліджує експерт-аналітик. Коректний семантичний аналіз може бути забезпечений на основі використання технологічних компонентів, які спроможні забезпечити наступне:

- структуризацію і семантичну класифікацію об'єктів та процесів предметних областей, що описуються;
- формування структури предметних областей у вигляді множини семантичних відповідностей між поняттями;

- відображення множини семантичних відповідностей у вигляді графів без циклів.
- інтегроване інформаційне середовище може бути представлена у вигляді мережевого графу;
- інтерактивність взаємодії користувачів з засобами організації колективної роботи з корпоративними даними системами знань і використовується для вирішення надзвичайно широкого спектру завдань.

Сучасна корпоративна високопродуктивна система керування знаннями, через яку експерти-аналітики без додаткових налаштувань і використання інших систем отримують доступ до інформації може бути розташована на робочих станціях, серверах корпоративної мережі, базах даних або в мережі Інтернет.

Загальні особливості та рішення, на яких базується робота системи:

- Універсальність - система є універсальною та легко адаптується до предметних галузей клієнтів, які є описом прикметних областей або видів діяльності людині, або бути описом приватної точці зору дослідника;
- Актуальність словників - створення таким чином, що постійно забезпечується постійна актуальність словників системи. Різні словники, такі як морфологічні, фразеологічні, тезауруси ведуться системою автоматично та поповнюються в режимі реального часу. Для різних мов, або незнайомих слів, системою використовується алгоритм статистичної морфологічної лематизації;
- Гнучкість в створенні лінгвістичних ресурсів – в системі існує можливість вручну створювати і налаштовувати словники системи (онтології, тезауруси, синоніми, стоп-слова тощо). Ці лінгвістичні ресурси гнучко підключаються до системи (з урахуванням потреб аналітичної або дослідницької роботи (до кожної тематичної бібліотеки може бути підключений свій набір лінгвістичних ресурсів, що забезпечує звуження зони пошуку));
- Мови роботи - система забезпечує роботу з документами (текстами, html-сторінками, базами даних – всього більш 350

форматів) на усіх європейських мовах, арабській, китайській, в тому числі на українській та російській мовах;

- Семантичний аналіз тексту - первинна лінгвістична обробка тексту виконується за допомогою поверхневого семантичного аналізу з виділенням базового переліку семантичних відношень. Перелік семантичних відношень має ієрархічну структуру з можливістю локального уточнення та доповнення. Семантичні відносини типа людина, географія, організація система має в базовій конфігурації, крім того в системі передбачено динамічний тезаурус, який в режимі роботи системи постійно оновлюється. Семантичні відносини – категорії додатково створюються и конфігуруються в залежності від задач, які мають бути вирішені системою під конкретну дослідницьку задачу.

Узагальнена структура процесу формування тематичних тезаурусів наведено у рис.1.

Використання тезаурусних моделей для формування пошукових запитів до розподілених інформаційних ресурсів дозволяє застосувати в процесі прийняття рішень онтологічний підхід щодо формування систем знань по предметним областям, що досліджуються. Комп'ютерну онтологію деякої предметної дисципліни можна розглядати як загальнозначущу, відкриту базу знань, що представлена на загальноприйнятій (формальній) мові специфікації знань. В онтолого-класифікаційній схемі засобів і методів штучного інтелекту онтологічний підхід трактується як різновид системного підходу, заснованого на знаннях. Онтологічний підхід забезпечує ефективне проектування компонентів будь-якої знання-орієнтованої інформаційної системи.

На відміну від звичайного, суб'єктивного підходу при проведенні контент-аналізу різноманітних документів, системно-онтологічний підхід припускає строгу (наскільки це можливо на даному етапі розвитку науки) структуризацію термінів і понять предметної дисципліни. Категоріальний рівень представляється *онтологією верхнього рівня* домена предметних дисциплін. Проектування *онтології верхнього рівня* повинне бути включене в загальний алгоритм розробки баз знань з кожної предметної області.



Рис.1. Узагальнена структура побудови тезаурусу

При зборі інформації і розробці лінгвістичних ресурсів необхідно враховувати що є *об'єкт* дослідження – предметна область, її тематичний розділ, процеси, властивості, функціональний опис.

Об'єкт має стан, структуру, властивості, виявляє чітку функціональність, може мати межі.

Група чи множина об'єктів, що мають зв'язки, пов'язанні спільною структурою та функціональністю можуть бути об'єднані в класи.

Теми дослідження (наочні області) визначаються поставленими завданнями щодо контент-аналізу, результати якого будуть використовуватися при прийнятті рішення.

Для створення як найповнішої картини дослідження необхідно проробити й передбачити можливі застосування об'єкту та його складових як при зборі даних, так і при розробці лінгвістичних ресурсів, які повинні забезпечити вже здобуття знань про об'єкт.

Весь процес збору, обробки, аналізу інформації і синтезу вже отриманих знань є низкою послідовних заходів, що повторюються від однієї мети до іншої.

Функціонально тезаурусна система будується на основі описів відношень між поняттями (об'єктами) наочної області і їхніх властивостей.

Базисну структуру тезауруса може складати наступний перелік відношень та властивостей:

Відношення

ВХОДИТЬ В

СКЛАДАЄТЬСЯ З

ВКЛЮЧАЄ <{об'єкти, властивості}>

АСОЦІЮЄТЬСЯ ІЗ

ЗНАХОДИТЬСЯ В

БЕЗПОСЕРЕДНЬО ПОВ'ЯЗАНО З

Властивості

РІД

ВИГЛЯД

БУТИ ЧАСТИНОЮ <{об'єкти}>

ВИКОНУВАТИ ФУНКЦІЇ<>

ЗАСТОСОВУЄТЬСЯ В <випадок, подія>

ЗАСТОСОВУЄТЬСЯ ЗА <умова>

МАЄ МІСЦЕ <подія, випадок>

Впровадження тезаурусної системи, як базису подальшого формування онтології предметної області, в процес прийняття рішення, зокрема, дозволяє:

- визначати основну термінологічну лексику даної дисципліни, використовуючи також засоби візуалізації об'єктів-понять;
- асоціативно використовувати елементи знань на основі багатоаспектного використання інформації тезаурусної структури, що генерується;
- моделювати різні ситуації і вирішувати завдання з даної предметної області на понятійному рівні;
- отримувати доступ до тезауруса одночасно багатьом користувачам в зручний для них час;
- розробляти особисті тезауруси експертів і формувати бази знань у вигляді тезаурусів по різних дисциплінах;
- обмінюватися моделями знань у формі тезауруса;

- вбудовувати створені тезауруси в інформаційні системи складнішої структури.

Як бачимо з вищенаведеного важливим етапом - є відбір основних понять для тезауруса, який буде використовуватися для формування термінів для пошуку та побудови онтології предметної області дослідження. Методика формування тезауруса ґрунтується на застосуванні системи ТОДОС (Трансдисциплінарні Онтологічні Діалоги об'єтно-орієнтованих Систем), яка доповнена спеціалізованими утилітами, що допомагають експерту автоматизовано формувати тезаурус і надалі трансдисциплінарну онтологію на основі обробки тематичних документів.

Функціонально систему ТОДОС складають наступні підсистеми:

КОНСПЕКТ – побудова термінологічних дерев на основі аналізу природно-мовного тексту:

КОНФОР – генерація таксономії предметної області;

ЕДИТОР – формування онтологічних моделей;

ВІД (відео діалоги) – підтримка колективних відео сесій;

ПОШУКОВА МАШИНА – пошук лексичних структур на основі лінгвістичної обробки великої кількості текстових масивів.

Побудова тезауруса здійснюється у кілька етапів:

- відбір понять на основі автоматичної побудови термінологічних дерев при аналізі текстових масивів;
- коригування словника за змістом визначених понять;
- визначення переліку семантичних зв'язків між поняттями даної навчальної дисципліни;
- тлумачення семантичних зв'язків (визначення їх змісту);
- побудова семантичної мережі зв'язків понять;
- конструювання схеми словникової статті тезауруса (поняття, його коротке визначення, перелік семантичних зв'язків з іншими поняттями);
- формування остаточного складу словникових статей тезауруса;
- коригування тезауруса з експертом.

Такий підхід до забезпечення процесів прийняття рішень дозволяє створити інформаційне середовище, в якому експерти-аналітики можуть досліджувати різні за тематикою розподілені інформаційні ресурси. Таке середовище спроможне забезпечити агрегацію розподілених інформаційних ресурсів, постачальниками яких є бібліотеки, університетські й наукові центри, різноманітні наукові та науково-методичні видання, різноманітні ЗМІ і таке інше, що створює їх якісними в забезпеченні процесів прийняття рішень. Узагальнена структура процесу забезпечення доступу до розподілених інформаційних ресурсів та формування на їх основі систем знань наведено у рис.2.

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСТУПУ
ДО ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ



Рис. 2 Технологічні аспекти забезпечення доступу до інформаційних ресурсів

Найважливішою умовою успішної роботи експерта-аналітика - є наявність інформаційного поля досліджуваної предметної області, що повинне являти собою ряд структурованих і неструктурованих інформаційних масивів, необхідних для витягу з них необхідних даних.

Найбільш точна картина буде формуватися, якщо інформаційне поле буде містити в собі як дані, одержувані із зовнішніх джерел так і дані, одержувані із внутрішніх джерел.

Основна технологія аналітика - це встановлення причинно-наслідкових зв'язків між різного роду даними і їхнє дослідження під різними кутами зору. Побудова причинно-наслідкових ланцюжків дозволяє оброблені дані перетворити в інформацію й, зробивши висновки в предметній області, синтезувати відповідні рекомендації для прийняття оптимального рішення.

Література

1. Герман Хакен. Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам. – М.: Издательство URSS.
2. Конноли Т. Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика, 2-у изд.: Пер. с англ. / Конноли Т., Бегг К., Страчан А. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 1120с.
3. AN EXALEAD S.A. CLIENT SUPPORT DOCUMENT Doc. No. EN.120.0002.0-V4.6.1 - March 31, 2008 Copyright © 2003 - 2008 by ExaleadS.A. All rights reserved.
4. Стрижак О.Є.
Засоби онтологічної інтеграції і супроводу розподілених просторових та семантичних інформаційних ресурсів. – Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., НАН України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору; редкол.: О.С. Волошкіна, О.М. Трофимчук (голов. ред.) [та ін.]. — К., 2013. — Вип. 12. — 1988 с.: іл. — Бібліогр. в кінці ст.
5. Найханова Л.В. Основные аспекты построения онтологий верхнего уровня и предметной области // В сборнике научных статей “Интернет-порталы: содержание и технологии”. Выпуск 3. / Редкол.: А.Н. Тихонов (пред.) и др.; ФГУ ГНИИ ИТТ “Информатика”. – М.: Просвещение, 2005. – С. 452-479.
6. Стрижак О.Є. Онтологический интерфейс как средство представления информационных ресурсов в ГИС-среде /

- М.А. Попова, А.Е. Стрижак // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. – 2013. – Т. 26 (65). – № 1–С. 127-135.
7. Палагін А.В., Петренко Н.Г. Системно-онтологический анализ предметной области // УСМ. – 2009. – № 4. – С.3–
 8. Палагін О.В., Світла С.Ю., Петренко М.Г., Величко В.Ю. Про один підхід до аналізу та розуміння природномовних об'єктів. Комп'ютерні засоби, мережі та системи. -2008, №7. с.128-137.
 9. Стрижак О.Є. Комп'ютерні тезауруси як технологічна платформа створення авторських методик викладання предметних дисциплін// Актуальні проблеми психології: Психологічна теорія і технологія навчання/ за ред.. С.М. Максименко, М.Л.Смольсон. – К.: Вид-во НПУ імені М.П.Драгоманова, 2009,- Т.8, вип..6. с.259-266.
 10. Палагін А.В. К вопросу системно-онтологической интеграции знаний предметной области / А.В. Палагин, Н.Г. Петренко. – Математические машины и системы, 2007. – №3,4. – С. 63–75.
 11. Гладун В.П., Величко В.Ю. Конспектирование естественных языковых текстов. Proceedings of the XI-th International Conference “Knowledge-Dialogue-Solution”(KDS'2005).- Varna, Bulgaria.-2005.- vol.2.pp.344-347

5D системи – простір, час, гроші

Серединін Є.С.

(ПрАТ «ЕКОММ Со»)

Геоаналітика

Перші роботи з геоаналітики з'явилися в 1960-х роках, але бурхливий розвиток ця область отримала тільки зараз, коли електронні карти і дані GPS стали доступні широкому колу розробників та користувачів. Геоаналітика з елітарної області ІТ перетворилася на масову, і це породжує нові сценарії

використання геопросторових даних у різних галузях державного управління та бізнесу.

Геоаналітика (Geospatial Analysis) або геопросторовий аналіз - це підхід, орієнтований на застосування статистичного аналізу та інших інформаційних технік до даних, які мають географічний або геопросторовий аспект.

Геоаналітика, як системний підхід, широко застосовується в охороні навколишнього середовища і в науці, особливо в екології, геології, епідеміології, але особливе значення знаходить має у всіх галузях економіки та в інтересах держави: у військових цілях, видобутку корисних копалин, громадської безпеки, медицині, комунальному господарстві, будівництві тощо.

Технологія ГІС, яка зародилася в наукових центрах університетів в кінці 1960-х рр., сьогодні досягла зрілості. Тоді ж з'явилася ідея застосувати методи Business Intelligence, щоб більш наочно аналізувати дані, що мають географічну прив'язку. Business Intelligence (BI) як практика використання аналітичних інструментів, оформилася в самостійний напрям тільки в середині 1990-х рр. і до сьогоднішнього дня також вважається зрілою.

Але ринок рішень геоаналітики довгий час залишався досить закритим в силу високої вартості ГІС-додатків, обмежень на доступність карт і складності робіт з інтеграції систем.

Лідером на ринку ГІС багато років є корпорація Esri (США) зі своїм сімейством продуктів ArcGIS, в той час як ринок ВІ рясніє різноманітністю програмних продуктів.

У середині 2000-х ситуація кардинально змінилася - інтегратори накопичили достатній досвід спільного використання продуктів ГІС і ВІ в різних проектах у всьому світі.

Стандартизація інтерфейсів, підхід SOA, використання веб-браузерів в якості клієнтських додатків значно спростили завдання інтеграції і знизили поріг вартості таких рішень.

Однак, істотний прорив у застосуванні геоаналітики стався тільки з появою публічно доступних електронних карт. Це

поклато початок ері mash-up додатків, коли будь-який стартап може задіяти картографічну інформацію у своєму продукту.

Остаточна консьюмерізація геоаналітики настала з мобільного революцією, коли більшість мобільних пристроїв стало оснащений GPS-модулем і доступом в інтернет. Це виводить інтегровані GIS-BI рішення з аналітичних центрів та кабінетів керівників буквально на вулицю - на смартфони та планшети кінцевих користувачів.

Платформа ГІС 5D – комплексна система управління розвитком території

Сьогодні програмні засоби ГІС дозволяють детально описати і проаналізувати елементи робочих потоків, рух автотранспорту, роботу складських комплексів і багато іншого.

Маючи можливості сучасної програмної аналітики та багатовимірну візуалізацію - 3D (простір), 4D (час) і 5D (гроші) ми можемо створити унікальну платформу для аналітики просторових, тимчасових і інформаційних вимірів.

Геопросторові дані зазвичай мають 3 вимірювання, які і відображаються у вигляді об'ємних моделей будівель і земної поверхні. До речі, не тільки поверхні - існує і тривимірна модель підземних та надземних споруд, включаючи метро, колектори, інженерні мережі та інші об'єкти.

Але якщо додати до просторових координатах ще 2 виміри, які зазвичай цікавлять бізнес - це час і гроші, то вийде комплексна геоаналітична система класу ГІС 5D, яка використовується у вирішенні безлічі завдань, включаючи управління орендою, інженерною інфраструктурою будівлі, оцінку необхідних ресурсів та оптимізацію витрат на комунальні послуги, обслуговування об'єктів, забезпечення безпеки тощо.

Таким чином з'явилася концепція Esri 5D, яка спрямована на об'єднання бізнес-інформації з просторовими даними для більш ефективного управління діяльністю компаній та підприємств, особливо у сфері інвестиційного бізнесу.

Так, на рівні регіону ГІС дозволяють пов'язувати активи, ресурси і споживачів, вибирати майданчики з урахуванням наявної інфраструктури, демографії, наявності робочої сили та інших факторів, а також оптимізувати розподіл проектів.

Сьогодні ГІС у форматі Esri 5D є єдиною технологією, здатної переноситися в будь-який масштаб - від окремого активу всередині будівлі до глобального контексту.

Особливо затребувані системи ГІС 5D в містобудуванні, де вони служать основою для створення комплексних систем управління розвитком територій (СУОТ). Архітектура СУРТ має модульну структуру і розширені засоби безшовної інтеграції з різними бізнес-додатками і базами даних.

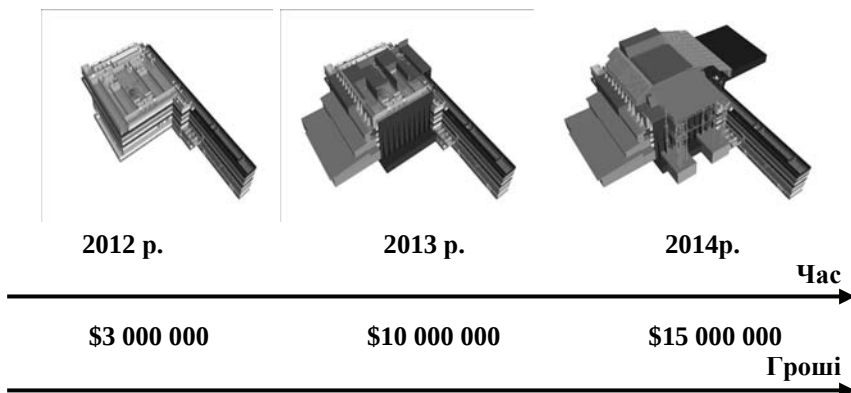
За такої методології розроблено композитне рішення IRM TDRM 5D (Territory Development and Renovation Management), що дозволяє його використовувати як у державних органах, так і в комерційних структурах.

Використання СУРТ в державних органах дозволяє формувати і контролювати виконання цільових містобудівних програм і заходів, аналізувати дані для контролю фінансування з виконаних робіт та строками, координувати проектні рішення як за комплексним територіальним схемами, так і по окремих об'єктах.

В цьому контексті ГІС можна використовувати протягом усього життєвого циклу програми чи проекту СУРТ - від вибору майданчика, проектування і будівництва до експлуатації, обслуговування та адаптації, - і, нарешті, при виведенні з експлуатації, реконструкції та утилізації.

Завдання полягає в організації управління кожним етапом так, щоб отримати максимальну користь для суспільства, одночасно мінімізувавши коротко- і довгостроковий вплив на оточуюче середовище.

Сьогодні, маючи ГІС, стає можливим розглянути і проаналізувати просторові аспекти кожного елемента робочих потоків адміністративно-господарського управління для зниження витрат і збільшення продуктивності. Жодне з корпоративних додатків в сфері адміністративно-господарського управління не володіє розвиненими просторово-аналітичними функціями для підтримки бізнес-процесів, що охоплюють великі географічні ділянки або для моделювання складних сценаріїв, яке включає багатовимірну візуалізацію, в т.ч. 3D (простір), 4D (час) і 5D (гроші).



Приклад п'ятивимірної візуалізації

ГІС - це платформа, яка підтримує інтеграцію інформації з усіх цих просторових, тимчасових та інформаційних вимірювань.

Прикладами такої інтеграції є:

- Поєднання вартісних даних з візуалізацією простору та зайнятості приміщень (вартості оренди) по населеному пункту або території будь комплексу;
- Ведення візуалізації даних про енергоспоживання на рівні будівлі або кожного приміщення при одночасному управлінні робочими потоками обслуговування механічних, електричних і трубопровідних систем для інфраструктури основних фондів в національному масштабі;
- Управління питаннями безпеки як усередині, так і зовні будівлі, в масштабі від локального і аж до регіонів і континентів, одночасно (4D) і по найближчій околиці (3D);
- Управління інвестиційними проектами від локального до національних (від етапів обґрунтування, проектування, будівництва та експлуатації).

Як тільки ці дані введені в ГІС, стає можливим забезпечити геопросторову підтримку для різноманітних інформаційних систем і бізнес-процесів, які використовуються адміністративно-господарським керівництвом.

Напевно буде доцільним навести декілька прикладів щодо використання таких систем з точки зору як складається ситуація в проєкті з використанням сучасної ГІС або без неї.

Приклад 1. Вибір майданчика проєкту

Точне, наскільки це піддається кількісній оцінці, розуміння того, де знаходяться цільові ринки і/або де повинні знаходитися об'єкти нерухомості, допомагають керуючим знизити ризики, пов'язані з великими капіталовкладеннями в нове будівництво і/або реконструкцію існуючих об'єктів нерухомості.

Можливість візуалізації та аналізу безлічі шарів географічної інформації про об'єкти нерухомості допомагає ефективно приймати рішення про великі корпоративні або інвестиційні ініціативи, таких як переїзди та/або реконструкції. Із застосуванням ГІС процес вибору майданчика може стати швидше, економічніше і з більшою ймовірністю привести до вдалого вирішення завдяки об'єднанню всієї інформації про майбутній об'єкт.

Можливості, які надаються ГІС, дозволяють залучати до розгляду набагато більш широкий спектр різноманітної інформації, а не тільки традиційні дані про трафік і статистиці населення, забезпечують засоби візуалізації та аналізу всієї сукупності даних іншим більш змістовним і наочним чином.

Один із прикладів - аналіз часу проїзду при прийнятті рішень про місце будівництва нового або вибору наявного будівлі з урахуванням відстані від місць проживання співробітників або від доступної робочої сили.

Інший приклад - вельми корисний у сфері роздрібної торгівлі просторовий аналіз ринкової кон'юнктури з візуальним поданням сусідів-конкурентів і купівельної спроможності населення в місці пропонованого розташування нового магазину або торгового центру.

У таблиці порівнюється процес прийняття рішення на високому рівні про розташування майданчика з використанням і без використання ГІС.

Без ГИС	С ГИС
«Похоже, что хорошее место...»	Внедрение наборов бизнес- и демографических данных для создания подробных профилей клиентов и поддержка сопоставительного анализа этих профилей с плотностями населения и тенденциями роста/сокращения населения, тенденциями/историческими данными по преступности, местоположением конкурентов, поддерживающих и вспомогательных организаций (например, полиции, пожарных, больниц, транспорта) и поиск доступных участков земли на высоком уровне компетентности.
«Так, Макдональдс уже здесь...»	
Ежедневный трафик здесь составляет 10000 машин и пешеходов. Какой-то процент из них обязан зайти...»	

Вибір майданчика з використанням і без використання ГІС

Приклад 2. Розробка ефективних технологічних циклів виконання робіт і бізнес-процесів

Використання ГІС може підвищити ефективність робочих потоків і бізнес-процесів, тим самим забезпечуючи зниження витрат і підвищення продуктивності. Підвищення продуктивності досягається за рахунок:

- Групування завдань за місцем їх виконання;
- Розподілу ресурсів у реальному часі за принципом самого відповідного або найближчого персоналу та / чи матеріальних ресурсів;
- Моделювання та розуміння просторового положення ресурсів по кожній службі;
- Більш інтенсивної комунікації та співпраці.

Наприклад, замість того, щоб крім угруповання потоків робіт за календарем (місячні, квартальні, річні графіки), за допомогою ГІС можна згрупувати завдання за місцем їх виконання. Додаток можливостей геопросторового інтелекту до цих завдань і потоків робіт набуває особливу цінність, коли мова йде про їх аналізі в масштабі багатьох будівель і макро-масштабах.

Дані про місця виконання робіт можна зв'язати перехресними посиланнями з такими даними, як кількість та місцезнаходження ресурсів, у тому числі з даними про рівень

кваліфікації персоналу або підрядників, інструментах, запасах, транспортних засобах і вартості, щоб знайти найбільш ефективне і економічне рішення.

У таблиці порівнюється розробка бізнес-процесів і потоків робіт з використанням і без використання ГІС.

Без ГИС	С ГИС
Разработка процессов на основе табличных данных, без всестороннего анализа пространственных факторов на ландшафтном уровне, таких как близость одного ресурса к другому	Геопространственный анализ и оптимизация потоков работ на основе интеллектуального пространственного анализа маршрутов, буферных зон, линии взгляда, наложения и окрестности для пространственного группировки и маршрутизации нарядов на работу/заданий, для управления распределением обслуживающего персонала и автотранспорта
Функции/службы внутри организации часто фрагментированы по физическому местоположению, в зависимости от доступного пространства и заданий	Повышенная отдача от основного фонда и занятости места за счет учета использования пространства, рационализации основных фондов, использования фактора близости и фрагментации по пространству, а также по назначению и типу основных фондов
	Доступ в реальном времени к данным для визуализации, запроса и анализа с целью оптимизации потоков работ (например, распределения заданий, диспетчеризации, управления автопарком, распределения материальных запасов и ресурсов)

Приклад 3. Аналіз ринку і клієнтів

Використання ГІС дозволяє краще зрозуміти ринковий потенціал перед тим як зробити дорогі польові роботи і дослідження, заощаджуючи час і гроші на початкових стадіях розробки проекту. Точне розуміння ринкового потенціалу конкретного місця збільшує шанси на досягнення цілей щодо підвищення виручці або правильне визначення витрат для реалізації проекту в даному місці.

У таблиці порівнюється процес прийняття рішення на високому рівні при аналізі ринку і клієнтів з використанням і без використання

Без ГИС	С ГИС
Отнимающие много времени индивидуальные опросы, фокус- группы, рекогносцировка и анализ на месте	Моделирование транспорта и инфраструктуры, включая время проезда и физическое расстояние от существующих магазинов и/или места расположения объекта недвижимости до конкурентов, других служб и плотности распределения потенциальных клиентов
Дорогостоящее физическое посещение разных мест для предварительной оценки осуществимости проекта	Сравнение существующего профиля магазина/рынка/клиента с потенциальными местами для нового строительства или реконструкции с применением десятков демографических и прочих переменных

В прикладах ми дуже ясно довели, що ГІС в сучасних великих та маленьких проектах щодо розвитку території, особливо в містобудівної та інвестиційної діяльності незамінна річ. Але при всьому тому, треба чітко розуміти і розраховувати одне з найважливіших питань – коли повернуться гроші, які вкладає держава або інвестор у проект, будуть повернути у процесі реалізації проекту?

Коли повернуться вкладені в проект гроші?

Як ми вже відзначали, без багаторічного досвіду, який дозволив би проаналізувати реальну економію коштів у зіставленні з вартістю рішення, досить важко, якщо взагалі можливо, продемонструвати конкретну віддачу на вкладений капітал (ВВК, від англ. ROI, Return of investment - окупність, повернення інвестицій) для програми нових технологій до старих проблем бізнесу.

Це, безсумнівно, відноситься і до застосування ГІС-технології для управління та експлуатації нерухомості. З іншого боку, ВВК - це міра вартості та окупності, заснована на декількох загальноприйнятих поняттях, таких як ефективність, продуктивність, фінансова віддача і економія коштів.

Застосування ГІС до управління і експлуатації нерухомості має всі ознаки раціонального рішення, яке може заощадити час, гроші і підвищити ступінь задоволеності клієнтів.

У процесі вибору майданчика будівництва або розгортання бізнесу, від того, наскільки швидко і ретельно може бути проаналізовано перспективне місце, залежить отримання переваги перед конкурентами за рахунок придбання кращого земельної ділянки в цьому місці.

В аналізі ринку і клієнтської бази розвиток глибинного розуміння ринкових механізмів і рушійних сил може привести до правильного рішення про поєднання реконструкції на колишній майданчику з додаванням нових пропонованих продуктів або послуг, що може забезпечити отримання додаткових вигод при виборі правильного місця розташування.

Розробка нових, більш ефективних робочих циклів і бізнес-процесів для проектів обслуговування і ремонту може сприяти більш швидкому завершенню проектів без збільшення штату, але з підвищенням ефективності всієї організації. Всі ці компоненти ВВК можуть бути значно поліпшені за рахунок використання ГІС.

Висновки

За допомогою ГІС підвищується віддача від інвестиційних проектів, ефективніше розвивається інфраструктура регіонів та міст, забезпечується комплексний підхід до розвитку територій.

Використання ГІС дозволяє вибрати інвестиційні проекти з кращими значеннями соціальної ефективності.

Використання ГІС-технологій спільно з фінансово-економічним обґрунтуванням (простір-час-гроші) створює проект планування «ЖИВИМ»?

Різко зростають можливості щодо вибору кращого проекту за рахунок конкурсу проектів та їх техніко-економічного обґрунтуванню.

Різко виростають аналітичні та прогностичні можливості проекту при його плануванні.

З'являється можливість використовувати ГІС не тільки на етапі розробки документації, а й на етапах впровадження і функціонування (експлуатації) проекту (геоінформаційний, фінансовий моніторинг тощо).

3D кадастр – вимога часу

Комов С.А.

(ПрАТ «ECOMM Co», м.Київ, komov@ecommm.kiev.ua)

3D кадастр (3D - тривимірний , кадастр — від лат. catastrum, тобто capitastrum (від caput — голова)) — є різновидом кадастру, проте, на відміну від класичного,

тривимірний кадастр розглядає об'єкти реєстрації як тривимірні, які в свою чергу складаються з фізичних 3D об'єктів та юридичного 3D простору.

Згідно до Постанови КМУ «Про містобудівний кадастр» від 25.05.2011 р. № 559 в Україні розпочалися роботи по створенню містобудівного кадастру (МК) держави, якій складається з МК державного, регіонального та місцевого рівнів.

Цією Постановою визначено, що містобудівний кадастр – це державна система зберігання та використання:

- геопросторових даних про територію, адміністративно-територіальні одиниці, екологічні, інженерно-геологічні умови;
- інформаційних ресурсів будівельних норм, державних стандартів і правил для:
 - задоволення інформаційних потреб у плануванні територій та будівництві,
 - формування галузевої складової державних геоінформаційних ресурсів.

Містобудівний кадастр поряд з іншими державними територіальними галузевими кадастрами та реєстрами входить в єдину інформаційно-правову систему регулювання використання території України і повинен забезпечувати цю систему інтегральною інформацією.

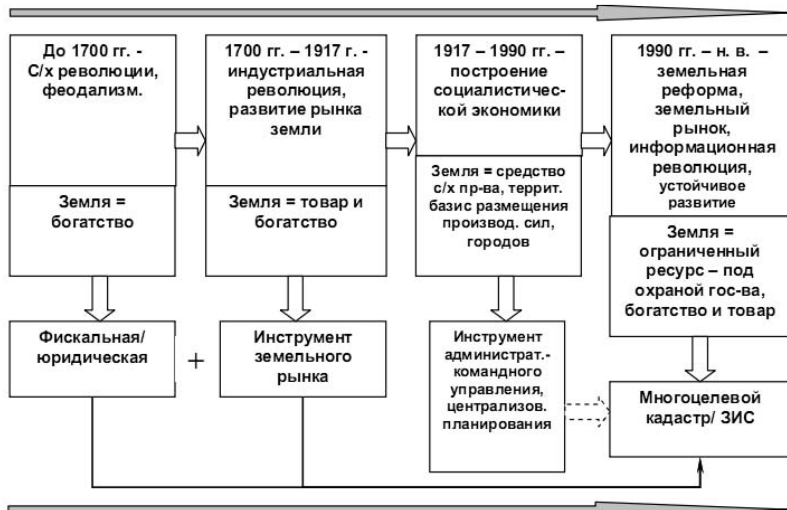
У містобудівному кадастрі мають відображатися перспективні плани розвитку регіону та місць і сел, основні функціональні та територіальні вектори їх забудови.

Існуюча система територіального планування та підготовки документації на будівництво об'єктів характеризується громіздкістю та довготривалістю.

Дублювання процедур надання дозволів та погоджень під час вибору, вилучення і надання земельних ділянок для розміщення, проектування і будівництва об'єктів, затягування з прийняттям рішень стосовно надання земельних ділянок для розміщення, проектування та будівництва об'єктів, недостатній рівень відкритості та прозорості рішень, які приймалися

органами виконавчої влади та місцевого самоврядування у сфері містобудування, не відповідають сучасним вимогам.

Неможливість отримання необхідної містобудівної інформації до початку проектування призводить до великої кількості помилок інвесторів при виборі майданчиків і є однією з причин виникнення великої кількості недобудов.



Еволюція функцій кадастру в Україні

Слід зазначити, що в попередні роки містобудівна діяльність в практично по всій Україні розвивалася досить спонтанно, без урахування потреб розвитку інформаційного суспільства. Так, не було створено єдиної інформаційно-правової системи регулювання використання території регіонів та міст, зокрема, не розроблено і не впроваджено:

- єдиної інфраструктури геопросторових даних;
- єдиної актуалізованої електронної карти (у тому числі відкритої електронної топографічної основи) та бази даних інформаційної системи містобудівного кадастру;
- геоінформаційної системи (далі – ГІС) містобудівного кадастру;
- єдиної інформаційно-телекомунікаційної системи містобудівної діяльності та інформаційних ресурсів, які циркулюють в цій системі;

- сучасних програмних і технічних засобів формування, ведення, контролю та оброблення електронних документів у інформаційній системі містобудівного кадастру.



Еволюція кадастру: від паперових карт до повнофункціональної системи багатовимірного кадастру

Аналіз законодавчого забезпечення кадастру та вимог практики в Україні підтверджує той факт, що система сучасного кадастру в нашій країні повинна відповідати вимогам багатоцільового та багатовимірного кадастру, і покликана забезпечити наступні суспільні функції:

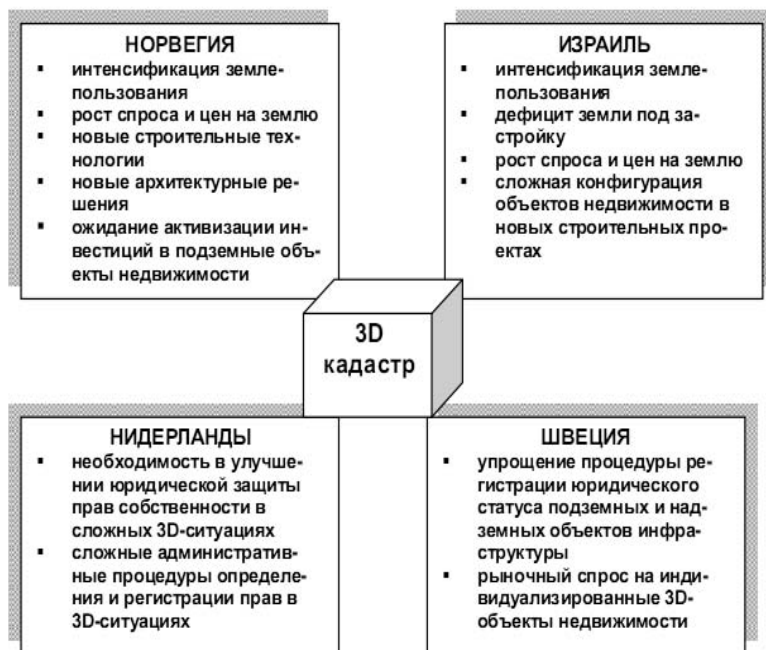
- Регулюючу;
- Фіскальну;
- Правову;
- Облікову.

Зараз в Україні ведеться велика робота по створенню містобудівних кадастрів регіонального та місцевого рівнів, але, у вирішення цього завдання слід переглянути світовий досвід щодо створення кадастрів, в тому числі, які мають пряме відношення до містобудівної діяльності.

Поки Україна починає створювати власні кадастрові системи, світ вже йде шляхом створення 3-х вимірного кадастру.

Перші дослідження 3D кадастру розпочалися в кінці 80-х на початку 90-х років в Скандинавських країнах.

В останнє десятиліття були організовані різні заходи пов'язані з 3D кадастром. Початок міжнародної обізнаності даної теми був відзначений на семінарі з 3D кадастру, організований Делфтським технологічним університетом (м.Делфті , Нідерланди) в листопаді 2001 року за підтримки Міжнародної асоціації геодезистів (FIG - Fédération Internationale des Géomètres) комісії 3 та 7.



Впродовж 2002-2006 років в складі FIG працювала група розробників, що займалася дослідженням 3D кадастру.

Аналіз стану питання в цих країнах дозволяє виявити ряд причин, що зумовили необхідність впровадження 3D-об'єктів власності за допомогою реалізації функцій 3D.

А на конгресі FIG у квітні 2010 року в Сідней було прийнято рішення про формування нової робочої групи з 3D кадастру, з тим щоб домогтися подальшого прогресу в розвитку 3D кадастру.

Рішення	Альтернативи
3D ознаки в існуючій системі кадастрової реєстрації	Рішення передбачає збереження 2D кадастру із зовнішніми посиланнями на цифрову презентацію 3D ситуацій
Гібридне рішення	Обов'язкова реєстрація двохвимірних ділянок та додаткова реєстрація 3D юридичного простору у випадках одиниць 3D власності
	Обов'язкова реєстрація двохвимірних ділянок та додаткова реєстрація 3D фізичних об'єктів у випадках одиниць 3D власності
Повна 3D кадастрова реєстрація	Комбінована 2D / 3D альтернатива
	Чистий 3D кадастр

Фундаментальні концепції для реєстрації 3D ситуацій

Можна навести деякі приклади існуючих 3D-ситуацій, які вимагають створення та ведення 3D кадастру:

- Будівництво на вершині прав один одного;
- Комунікаційна інфраструктура над і під землею (метро, тунелі);
- Розвиток комунікацій (збільшення кількості кабелів, труб та кількості їх власників внаслідок процесів приватизації);
- Кватирки, офіси, магазини тощо;
- Історичні пам'ятки;
- Забруднені області та багато іншого.

В тривимірному кадастрі можуть відображаються моделі рельєфу місцевості, тривимірні моделі будівель з фотографічними текстурами, тривимірні моделі інженерно-технічних споруд і комунікацій.

Крім того, 3D-кадастр дозволить побачити об'єкти, які знаходяться над або під поверхнею землі, а також на різних рівнях (наприклад, дорожні розв'язки, мости та тунелі).

Завдяки використанню тривимірного кадастру підвищується якість обліку таких елементів інфраструктури, як комунікаційні мережі і трубопроводи, а також багаторівневих комплексів, багатоквартирних будинків і інших об'єктів, які можуть некоректно відображатися в двовимірній проекції.

Тривимірне відображення місцевості та об'єктів, розміщених на ній, значно розширює можливості кадастрового обліку та механізми забезпечення прав власності, планування і проектування. На думку фахівців кадастр у форматі 3D сприятиме захисту інтересів держави, бізнесу та громадян і стане незамінним інструментом візуалізації, який дозволить приймати рішення значно швидше і ефективніше.

Для України рішення поставленої задачі лежить у площині трьох взаємопов'язаних і взаємозалежних аспектів: юридичного, кадастрового і технічного. Необхідно відзначити, що юридичний аспект є домінуючим, оскільки він створює фундамент для вирішення кадастрових та технічних питань.



Треба зазначити, що в Україні вже є досвід створення інформаційної моделі 3D кадастру.

В 2012 році по замовленню Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України була виконана науково-дослідна робота за темою «Проведення наукових досліджень для створення прототипу інформаційної моделі містобудівного кадастру в середовищі містобудівної геоінформаційної системи на прикладі міста Києва». Головним виконавцем цієї цікавої роботи був відомий інститут ДП УДНДПМ «Діпромісто» імені Ю.М.Білокозя. Для виконання цієї важливої для держави роботи було задіяні такі інститути та підприємства:

- НДІ Геодезії та картографії;
- Інститут Генерального плану міста Києва;
- ПрАТ «ЕСОММ Со»;
- Київголовахітектура;
- Служба містобудівного кадастру м. Києва;
- Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАНУ;
- Інститут проблем математичних машин та систем НАНУ;
- ПрАТ «Візіком».

Головною метою розробки було створення прототипу інформаційної моделі містобудівного кадастру, яка повинна була пройти апробацію в середовище містобудівної ГІС з урахуванням головних завдань служб МК для подальшого впровадження на регіональних та місцевому рівнях.

В рамках цієї роботи, крім виконання основних завдань НДР, фахівцями ПрАТ «ЕСОММ Со» було створено прототип 3D кадастру на території Софійської площі м. Києва. Ця модель була створена на базі карти масштабу 1:500, де усі об'єкти пов'язані з базою даних, мають паспорта та іншу містобудівну документацію.

В моделі відображені усі об'єкти, які є на карті масштабу 1:500: будівлі, земельні ділянки, окремі дерева, вулиці, підземні комунікації (теплові, електричні, водопостачальні мережі тощо), що є яскравим прикладом доцільності впровадження професійної ГІС, що в змозі вирішити усі питання щодо створення не тільки 3-х вимірної моделі місцевості, а й забезпечити усі зв'язки між об'єктами, їх властивостями, паспортами та документацією.

- Третій етап буде присвячений створенню прототипу тривимірного кадастру.
- В рамках останніх двох етапів планується підготувати пропозиції з удосконалення нормативно-правової бази з метою створення сприятливого правового і організаційного середовища для використання інформації тривимірного кадастру.

Не дивлячись на те що в Україні робота по створенню містобудівних кадастрів тільки розпочинається, можна сказати про те, що в нашій країні є усі можливості як правові, організаційні, методологічні та програмно-технічні вести цю роботу з урахуванням світового досвіду і розпочав роботу на місцях паралельно вирішувати завдання щодо коректного впровадження сучасних вимог щодо створення кадастрової системи – створення три вимірною багатocільового кадастру.

**Створення засобів формування та використання
комп'ютерних онтологій для реалізації ділових ігор
в галузі екологічної освіти**

Попова М. А.

*(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного
простору НАН України, pta1701@gmail.com)*

ВСТУП

Згідно указу Президента України № 344/2013 [1] одним із пріоритетних напрямків стратегії розвитку освіти є формування безпечного освітнього середовища, екологізація освіти, посилення екологічної підготовки учнів та студентів. Тому гостро постало питання необхідності підготовки фахівців для сталого розвитку освіти з новим екологічним мисленням, що вимагає розробки і створення нових методів та форм навчання із використанням сучасних інформаційних технологій.

Однією з форм активного навчання в галузі екологічної освіти є ділові ігри, що дозволяють імітувати цілком конкретні умови дослідження, діяльності та відносини фахівців, занурюватися складні за інформаційною структурою ситуації і вирішувати нові для себе завдання, пов'язані з аналізом і прогнозом явищ та подій навколишнього світу, з осмисленням і

виділенням головних факторів і причин, а також їх можливих наслідків. Реалізація екологічних ділових ігор вимагає спільної обробки великих об'ємів просторової і непросторової взаємозв'язаної різнопланової інформації, її інтеграції й взаємодії з іншими різними за призначенням системами.

Таким чином, актуальною є задача створення інформаційного середовища з використанням класифікації, систематизації та візуалізації логіко-ієрархічних зв'язків між поняттями предметної області екологічної ділової гри, що надасть гравцеві можливість виявляти принципово нові взаємозв'язки, які раніше не були відомі, інтегрувати різноформатні інформаційні ресурси, завдяки чому пасивні методи пошуку перетворюються на активні методи аналізу проблематики і прийняття найефективніших рішень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З огляду на аналіз сучасних методів та засобів представлення інформаційних ресурсів в процесі навчання інформаційно-аналітичне середовище учасника екологічної ділової гри може мати ієрархічну або мережну структуру, тобто складатися із більш спеціалізованих середовищ чи систем, пов'язаних деякими відношеннями, наприклад «загальне - часткове». Оскільки архітектура такого середовища повинна надавати гнучкості, можливості до розширення функціональності та агрегації розподілених в мережі інформаційних ресурсів, необхідним є створення ергономічного інтерфейсу користувача, що забезпечує Web-доступ до них.

Тому в основі такого інтерфейсу має бути онтологія, яка умовно поділяється на дві частини: перша містить опис структури інформаційно-аналітичного середовища гравця, друга – ресурси, що описують обрану предметну область.

Використання онтології ефективне під час пошуку і об'єднання інформації з різних джерел і середовищ, представлення та інтерпретації інформації в процесі прийняття рішень.

Мета статті. Розробка засобів формування та використання комп'ютерних онтологій, що включають науково-методичні засади та сучасні інформаційні технології, які забезпечують створення та використання формалізованої

інформаційної системи в галузі реалізації екологічних ділових ігор.

Виклад основного матеріалу. На сьогоднішній день інформаційні ресурси, що використовуються в процесі навчання, є розподіленими. Сучасні мережні технології та широке розповсюдження Internet надають можливість доступу та використання цих ресурсів шляхом об'єднання територіально розподілених джерел інформації такого роду. Комп'ютерні онтології дозволяють візуалізувати результат процесів інтеграції та агрегації розподілених інформаційних ресурсів у процесі реалізації екологічних ділових ігор у легкодоступній наочній формі.

В загальному випадку *онтологія* — концептуалізація певної області знань, що виражається за допомогою визначення базових об'єктів і відношень між ними.

Онтологія визначає загальновживані, семантично значущі «понятійні одиниці інформації», якими оперують гравці. На відміну від інформації, закодованої в алгоритмах, онтологія забезпечує її уніфіковане і багаторазове використання різними групами учасників гри на різних комп'ютерних платформах під час вирішення різних задач.

Формування онтології екологічної ділової гри включає чотири етапи:

Попередній аналіз текстової інформації за тематикою екологічної ділової гри. Виділення концептів-понять та об'єднання їх за властивостями у відповідні класи.

1. Формування таблиці класів концептів-понять на основі множини семантичних відповідностей між поняттями.
2. Побудова онтологічного графа.
3. Візуалізація онтографу та формалізований опис онтології екологічної ділової гри [3].

Використання геоінформаційних систем надає додаткових можливостей візуалізації даних з географічною прив'язкою та використання численних аналітичних інструментів для підвищення рівня засвоєння навчального матеріалу учасниками гри.

В геоінформаційних системах класи об'єктів онтології складають шари тематичної карти, а самі об'єкти, які входять до відповідного класу, є об'єктами шару.

Атрибутивна інформація про об'єкти онтології, наведена в онтографі, відображається на карті у вигляді вкладень. Тобто кожна вершина графу має власну «базу даних», що містить інформацію (текст, фото-, відео-, аудіофайли, гіперпосилання), необхідну для ґрунтовного ознайомлення з обраним об'єктом, і може поповнюватися надбаннями та пошуковими запитами учасників гри [2].

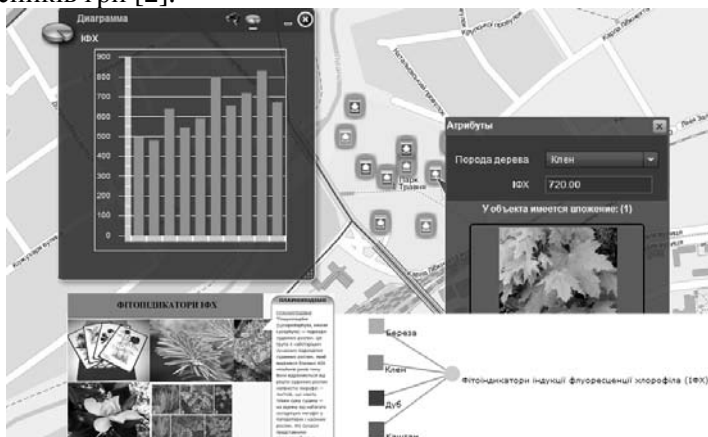


Рис. 1. Фрагмент тематичної карти з активним шаром «Фітоіндикатори ІФХ» (відповідно до класу об'єктів онтології) з відображенням атрибутивної інформації та засобу ГІС-аналізу

Висновки. Використання комп'ютерних онтологій для реалізації ділових ігор в галузі екологічної освіти забезпечує реалізацію таких процесів як: інтеграція розподілених інформаційних моделей та систем на основі використання семантичних властивостей; подання необхідної інформації для проведення кожним гравцем власної науково-дослідної роботи з виявлення принципово нових взаємозв'язків в предметній області; перетворення процесу засвоєння знань на сучасну технологію профільного навчання учнівської молоді.

Література:

1. Указ Президента України № 344/2013 «Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» від 25.06.2013.
2. *Попова М. А.* Онтологический интерфейс как средство представления информационных ресурсов в ГИС-среде / М.А. Попова, А.Е. Стрижак // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. – 2013. – Т. 26 (65). – № 1–С. 127-135.
3. Стрижак О.Є. Засоби онтологічної інтеграції і супроводу розподілених просторових та семантичних інформаційних ресурсів. - Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., НАН України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інформ. простору; редкол.: О.С. Волошкіна, О.М. Трофимчук (голов. ред.) [та ін.]. — К., 2013. — Вип. 12. — 1988 с.: іл. – Бібліогр. в кінці ст.



VD MAIS на пороге 20-летия

В. Давиденко, директор НПФ VD MAIS:

“В декабре 2012 г. VD MAIS ступила на порог своего 20-летия, а это уже серьезная веха на жизненном пути фирмы и подойти к ней хочется на подъеме, осмыслив достижения и просчеты, наметив новые цели”.



Когда 19 лет тому назад мы, группа энтузиастов, начали дистрибьюторские поставки в Украину электронных компонентов, выпускаемых широко известными в мире производителями, то действовали интуитивно, побуждаемые намерениями внести свой вклад в возрождение отечественной электронной промышленности. Конечно, мы, имея большой опыт разработки спецтехники, понимали, что беремся за, казалось бы, неразрешимую, но не имеющую альтернативы задачу внедрения в отечественную электронику “западной” элементной базы.



В то время разработки новой техники были в растерянности, т.к. от устаревшей и практически уже не выпускаемой элементной базы бывшего СССР нужно было отказываться. При этом необходимость освоения внезапно ставшей доступной элементной базы зарубежного производства также ставила их в тупик. И если раньше пределом мечтаний разработчиков была возможность использования хотя бы отдельных типов электронных компонентов зарубежного производства (на что, правда, требовалось специальное разрешение и решение вопросов их поставки), то теперь этот путь был открыт. Эйфория разработчиков по поводу открывшихся перспектив создания электронных устройств, не уступающих лучшим зарубежным образцам, была недолгой. Ведь в этом потоке компонентов при практически полном отсутствии технической информации о них можно было утонуть. Нужен был лоцман, способный наладить навигацию, сделать процесс выбора управляемым и прогнозируемым. И именно эту роль проводника смело (теперь понятно, что в чем-то самонадеянно, а это свойственно и простиительно молодым энтузиастам) взяла на себя одна из немногочисленных тогда в Украине дистрибьюторских фирм – VD MAIS.

И сегодня у нас есть все основания без ложной скромности утверждать, что переход разработчиков Украины на новую элементную базу произошел достаточно быстро, в том числе и благодаря активной роли VD MAIS в процессе дистрибьюции в

Украину самых современных имеющих высокую степень интеграции компонентов, а впоследствии - и оборудования.

Вначале, разумеется, число фирм и компаний, дистрибьютором которых стала VD MAIS, было не столь велико и на первом этапе разработчикам предлагались аналоги известных им, но уже не выпускаемых компонентов отечественного производства. Такой переход был необходим для того, чтобы, постепенно осваивая новую элементную базу, научиться разрабатывать отвечающую требованиям мировых стандартов электронную технику с использованием компонентов последнего поколения. Новая элементная база и применение современных методов разработки позволили сократить огромный разрыв между изделиями, выпускавшимися в Украине ранее, и их зарубежными аналогами.

Исходные условия для наших и зарубежных разработчиков стали практически равными, а специалисты, овладевшие новыми методами конструирования, в Украине тоже имелись, да и новое поколение уже подрастало. Все эти предпосылки и были положены в основу планов и задач, которые ставила перед собой и решала фирма VD MAIS. Время подтвердило их верность и перспективность.

Пройдя этапы становления, роста, постановки глобальных задач, совершенствования структуры, перехода на новые методы работы с использованием самых современных систем управления и технических средств, фирма смогла расширить масштабы деятельности, найти новые сферы влияния и новых партнеров, как среди поставщиков, так и среди потребителей. И на всем пути стабильного восхождения и вхождения в дистрибьюторский рынок постоянно подтверждалась востребованность услуг фирмы VD MAIS, которая была и остается в числе лидеров по поставкам электронных компонентов и оборудования всемирно известных производителей в Украину.

Предоставляя бесплатно консалтинговые услуги, специалисты фирмы видели свое назначение не только в обеспечении поставок компонентов зарубежного производства в Украину, а и придавали особое значение оптимальности их

выбора для удовлетворения требований конкретного заказчика как по параметрам, так и по условиям эксплуатации и стоимости. Такой подход полностью оправдал себя и позволил наладить доверительные партнерские отношения с ведущими научными и производственными объединениями Украины, сохраненные до настоящего времени и значительно расширившиеся.

Эволюция фирмы проявилась как в росте числа поставщиков и заказчиков, увеличении числа сотрудников, так и в появлении новых направлений деятельности, предоставлении большего числа услуг, а также в строительстве собственного 12-этажного офиса. Новый офис площадью 15 тысяч кв.м, оборудованный по последнему слову техники, был введен в строй в 2008 г., что позволило значительно увеличить склад, масштабы и производительность контрактного производства, создать новые подразделения.

Сегодня кроме электронных компонентов VD MAIS поставляет в широкой номенклатуре шкафы и корпуса, сетевое и кабельное оборудование, системы и средства промышленной автоматизации, материалы и оборудование для поверхностного монтажа, измерительную аппаратуру, испытательное оборудование, запасные части к офисной технике, разрабатывает и изготавливает под заказ печатные платы, промышленные компьютеры, электронные модули и пр. В результате сформирована структура, обеспечившая повышение устойчивости фирмы перед непредсказуемыми колебаниями рынка, а также позволившая создать замкнутый цикл услуг “под ключ”, включая разработку и изготовление печатных плат, подбор и поставку электронных компонентов, автоматизированную сборку электронных узлов на собственном контрактном производстве, контроль и испытания готовых изделий.

В 2009 г. на фирме был создан отдел разработки, выполняющий проектирование электронных устройств и приборов по техническим заданиям заказчика, изготовление и испытания опытных образцов, их подготовку к серийному производству.

Основной девиз фирмы: “все из одних рук” стал реальностью, обеспечивая сокращение сроков разработки и внедрения в производство новых изделий, их высокое качество и конкурентоспособность как по техническим характеристикам, так и по цене.

По принципу “все из одних рук” налажено производство электронных модулей для систем учета энергоресурсов (электроэнергии, воды, газа), сбора данных по электросети со счетчиков электроэнергии, удаленного мониторинга и контроля подвижных объектов, светодиодного освещения и пр.

В настоящее время мы поставляем в Украину продукцию более 50 известных во всем мире производителей, а число наших клиентов превышает 3000. Не может не радовать и то, что сегодня заказы на услуги контрактного производства VD MAIS, постоянно модифицируемого, поступают не только от отечественных производителей электронной техники, а и из-за рубежа, чему способствуют гарантии качества, сжатые сроки исполнения и оптимальная цена.

Придавая большое значение качеству обслуживания клиентов и производимой продукции, фирма VD MAIS прошла в 2005 г. сертификацию на соответствие менеджмента качества требованиям стандарта ISO 9001:2000, подтвержденную повторными аудитами по стандарту ISO 9001:2008, проведенными в 2008 и 2011 гг. с расширением объема сертифицированных услуг. Увеличение объема услуг коснулось разработки и изготовления на контрактном производстве фирмы электронных модулей и их сервисного обслуживания.

В 2013 г. фирма прошла сертификацию системы экологического менеджмента на соответствие требованиям стандарта ISO 14001:2004, сфера действия которого распространяется на все виды услуг, предоставляемых VD MAIS.

Для лучшего понимания динамики процессов, происходящих в регионах, удовлетворения специфических требований региональных заказчиков и сокращения дистанции между поставщиком и клиентом, а также для ускорения выполнения поставленных задач в шести промышленно развитых городах Украины: Харькове, Днепропетровске,

Донецке, Севастополе, Одессе и Львове были открыты представительства фирмы, через которые можно заказать и получить необходимые компоненты и оборудование. И это также принесло весомые плоды в углублении сотрудничества с заказчиком. Кроме того, для размещения заказа можно воспользоваться сетью Интернет и на web-сайте VD MAIS (<http://www.vdmais.kiev.ua>) оформить заявку на компоненты и после оплаты выставленного счета в короткие сроки (минимальные, если необходимые изделия имеются на складе) получить заказанную продукцию.

Одним из связующих звеньев между VD MAIS и ее клиентами является и учрежденный фирмой в 1996 г. научно-технический журнал “Электронные компоненты и системы”, ставший источником информации о достижениях и перспективных направлениях современной науки и техники и предназначенный для разработчиков новой аппаратуры, соответствующей современным требованиям. Подписка на журнал производится во всех отделениях связи Украины и России, через редакцию журнала и подписные агентства курьерской доставки.

Участие фирмы VD MAIS в специализированных выставках не только в Украине, а и за ее пределами, посещение ее менеджерами международных семинаров и выставок, проводимых в дальнем зарубежье, тесные связи с производителями поставляемой продукции обеспечивают высокую информированность специалистов фирмы о новых достижениях и перспективах развития электронной техники и технологий в мире. Кроме того, все это способствует постоянному повышению квалификации менеджеров фирмы.

Для отечественных разработчиков НПФ VD MAIS систематически проводит научно-технические семинары по самым современным электронным компонентам и системам при участии ведущих зарубежных и отечественных специалистов, а также менеджеров фирмы. С 2001 г. такие семинары проводятся не только в Киеве, а и в промышленных центрах Украины: Харькове, Днепропетровске, Одессе, Львове, Виннице и др. В 2013 г. мы изменили формат семинаров, сделав их не просто информативными, а и обучающими с проведением

тренингов на реальном оборудовании. Все это, несомненно, содействует внедрению всего нового в изделия отечественных разработчиков, обеспечивая их соответствие мировым стандартам и возможность импортозамещения.

Широкий спектр предоставляемых услуг, наличие большого склада в Киеве, собственной производственной базы, региональных представительств, а также гибкой системы кредитования при заключении долгосрочных договоров привлекают к сотрудничеству с фирмой VD MAIS все больше партнеров.

Убедительным свидетельством надежности и стабильности положения VD MAIS на украинском рынке является и то, что фирма принадлежит к числу самых больших налогоплательщиков в Украине среди фирм-дистрибьюторов.

За 19 лет мы создали динамично развивающуюся компанию, которая полностью соответствует современным представлениям об успешном и открытом бизнесе.

И хотя время требует ускорения и поиска неординарных решений для укрепления позиций на рынке, мы уверены в том, что, эффективно используя накопленный опыт и все возможности, созданные благодаря совместным усилиям трудового коллектива, реализуем все планы вопреки не всегда благоприятной конъюнктуре современного бизнеса.

К новым шагам, которые позволят, не ограничиваясь дистрибьюцией изделий известных мировых брендов в Украину, производить собственную продукцию на экспорт по заказам зарубежных партнеров, можно отнести договор с представителями немецкой автомобильной промышленности. В рамках этого договора будут выполняться поставки в Германию изготовленных на контрактном производстве VD MAIS электронных блоков для систем управления узлами автомобиля Audi. Этот успех можно считать прорывом, удавшейся попыткой наведения новых мостов и расширения областей участия фирмы в общеевропейском процессе создания современной электронной техники. Это стало возможным благодаря успехам контрактного производства фирмы, расширенного под потенциальные потребности рынка и

оказавшегося готовым к выполнению таких серьезных проектов.

В ближайших планах, к реализации которых мы уже приступили, строительство завода в Киевской области по средне- и крупносерийному производству электронных узлов в расчете на новые проекты, в том числе зарубежные. Деловые переговоры уже ведутся с потенциальными партнерами из Германии и Японии. Кроме всего прочего это позволит создать новые рабочие места.

Возможность выполнения комплексных услуг, включая не только дистрибуцию компонентов и оборудования для производства электроники, а и разработку и изготовление печатных плат, контрактное производство, в том числе для зарубежных заказчиков, открывает новые горизонты и мы уверены в том, что наведенные мосты сотрудничества будут крепкими, обеспечат устойчивость и процветание нашего бизнеса, а значит, в какой-то мере, и повышение роли Украины в европейском и общемировом процессе создания гармоничного сообщества на Земле.

Благодарим всех наших партнеров за надежное многолетнее сотрудничество, готовы к продолжению конструктивного диалога и расширению контактов, всегда оставаясь открытыми и обязательными в выполнении достигнутых договоренностей!

ЗМІСТ

Моделювання нелінійних фізичних процесів – основа прогнозування еволюції геодинамічних систем <i>С.О.Довгий, Б.К.Баймагамбетов, О.Г.Лебідь, І.М.Литвин, Д.І.Черній.5</i>	
Інформаційно-аналітичні технології моніторингу екосистем Західного Полісся <i>Трофимчук О.М., Мокрий В.І.....10</i>	10
Технології визначення коефіцієнтів розораності земельних ресурсів по космічних знімках <i>Довгий С. О., Трофимчук О.М., Красовський Г.Я., Толчевська О.Є....18</i>	18
Украинский сланцевый газ: энергетическая независимость или экологическая катастрофа. Перспективы использования данных ДЗЗ на Олеском лицензионном участке. <i>Филиппович В.Е., Кудряшов А.И. 26</i>	26
Тренажер антропоморфных роботов, используемых в чрезвычайных ситуациях <i>Михайлюк М.В.....38</i>	38
Прогнозування залишкового ресурсу ґрунтових гідроспруд на осідання за даними інструментальних спостережень <i>Д.В. Стефанишин.....44</i>	44
Розробка корпоративної системи моніторингових сервісів сільськогосподарських земель та агоресурсів з використанням методів дистанційного зондування. <i>Греков Л.Д., Верюжський Г.Ю., Медведенко О.М., Кузьмін А.В., Петров О.А. 55</i>	55
Геоінформаційне забезпечення прогнозування наслідків зливових паводків в Карпатах <i>Корбутяк В.М., Стефанишина-Гаврилюк Ю.Д., Стефанишин Д.В. ...57</i>	57
Влияние особенностей структуры эмали зубов на результаты ретроспективной ЭПР дозиметрии <i>В.В. Радчук, А.Б. Брик.....65</i>	65
Оцінка збільшення паводкових витрат води по басейну р. Дністер в розрізі багаторічних гідрометеоспостережень. <i>Цікало О. В., Волошкіна О. С., Яковлев Є. О. 71</i>	71
Картографічні моделі якості поверхневих вод басейну ріки Сіверський Донець з використанням рекомендацій Водної Рамкової Директиви ЄС <i>Аннілова Є.С. 75</i>	75

Методика получения оценки изменений экологического состояния озера Сиваш по данным ДЗЗ <i>Савинская А.А., Бутенко О.С., Березина С.И.</i>	80
Математические модели для вязких слоистых течений <i>Черний Д.И.</i>	85
Моделювання та аналіз гіпотетичних сценаріїв двох нетипових аварій на гідроенергетичних об'єктах <i>К.Г. Романчук</i>	89
Сучасні технології космічного моніторингу трофічного стану водойм <i>Шумаков Ф.Т., Азімов О.Т.</i>	102
Определение зон подтоплений по данным контактных и дистанционных методов на примере пгт. Лиман (Харьковская область) <i>Бутенко О.С., Горелик С.И.</i>	104
Моделювання природно-технічної системи гідроресурсів Західної України <i>В. Триснюк</i>	108
Побудова ядер інтегральних рівнянь за допомогою реологічних тіл високого рангу <i>Бицань Є.М.</i>	118
Применение теории графов для разработки алгоритмов эфektивной мобилизации транспортных средств при возникновении лесных пожаров и оптимизации сети дорог <i>В.В. Богомолов, А.В. Остапчик, А.В. Борисенко, Т.А. Кочнева, О.А. Куценко, Л.В. Алексеева</i>	123
Еколого-мікрокліматичне районування Київської урботериторії (з використанням багатозональних аерокосмічних зйомок) <i>Ліценко Л.П., Терemenко О.М.</i>	130
Індикативна оцінка сталості технологічного розвитку <i>Полумієнко С.К., Рибаків Л.О.</i>	135
Технологія моніторингу екологічно-небезпечних об'єктів сусідніх держав <i>Кухарський І.А., Подліпаєв В.О., Шумейко В.О., Атрасевич О.В, Кожухов Д.М.</i>	145
Перспективи розбудови єдиної системи заповідних об'єктів Тернопілля <i>Триснюк Т.В.</i>	151

Можливості застосування ГІС і ДЗЗ для оцінки потенційних еколого-економічних збитків від місць видалення відходів <i>Новохацька Н.А., Рогожин О.Г., Трофимчук В.О.</i>	158
Управління земельними ресурсами <i>А.Л. Прокопенко, А.С. Олінович</i>	166
Создание базы геоданных космического мониторинга терриконов Донбасса <i>Сергеева Е.Л.</i>	169
Необхідність модернізації системи управління матеріально-технічним забезпеченням АПК в сучасних ринкових відносинах <i>Снігур І.І.</i>	176
Податкове забезпечення сталого розвитку як невід’ємна складова механізмів податкового регулювання використання та охорони природних ресурсів <i>Гамзіна О. М.</i>	179
Интеграция данных дистанционного зондирования земли и полевых исследований для оценки экологического значения пространственной изменчивости твердости почвы в условиях интенсивного и природного земледелия <i>Жуков А.В., Кунах О. Н.</i>	182
Інформаційні технології для екологічного моніторингу водно-болотних екосистем Українського Полісся <i>Загородня С.А., Охарев В.О., Попова М.А., Радчук І.В.</i>	185
Методика оцінювання природних та антропогенних факторів ушкодження гідротехнічних споруд: системний підхід <i>Агаркова Н.В., Качинський А.Б.</i>	191
Системологія: ознаки та механізми системних перетворень <i>Буравльов Є.П., Зотова Л.В.</i>	206
Моніторинг морських узбереж на основі дистанційного зондування Землі <i>Демчишин М. Г., Соковніна Н.Х., Вдовиченко С. В., Поломаний С.В., Кріль Т.В.</i>	222
Моделирование процесса очистки водонасыщенного грунтового слоя от вредных примесей <i>Заводник В.В.</i>	228
Устройство и способ снятия информации с газового сенсора аммиака <i>Кисиль А.В., Давыденко В.А., Коваль И.Ф., Луцевский О.В., Соловьев В.Н.</i>	233

Структура многоканальной системы газоанализа на электрохимических сенсорах	
<i>Кисиль А.В., Коваль И.Ф., Луцевский О.В., Соловьев В.Н.</i>	<i>239</i>
Реализация измерительного канала для системы газоанализа на современной элементной базе	
<i>Кисиль А.В., Давыденко В.А., Данько В.П., Луцевский О.В., Соловьев В.Н.</i>	<i>244</i>
Сенсор хвильового фронту на ефекті Талбота для визначення деформацій поверхні	
<i>Поданчук Д.В., Котов М.М.</i>	<i>250</i>
Характеристика сучасних засобів знезараження об'єктів навколишнього середовища	
<i>Таран В.В.</i>	<i>254</i>
Критерії вибору та умови застосування засобів знезараження об'єктів навколишнього середовища при проведенні дезінфекційних заходів	
<i>Євтушенко О.І., Таран В.В.</i>	<i>258</i>
Деякі механізми впливу етанолу на електро-механічне спряження гладеньких м'язів шлунково-кишкового тракту та сечоводу	
<i>Пелюх П.Ф., Макаrchук М.Ю.</i>	<i>262</i>
Влияние гидроген сульфида натрия на электрическую и сократительную активности гладких мышц taenia coli морской свинки	
<i>Антонов О.И., Студницький В.Б., Погудин Ю.А., Пелюх П.Ф., Медведев М.А.</i>	<i>279</i>
Включення поживних мікрокомпонентів в продукти харчування	
<i>Мельничук С.Д., Гринчук Д.В., Войціцький В.М.</i>	<i>285</i>
Профілактика деяких захворювань, які безпосередньо зв'язані з харчуванням	
<i>Бабенюк Ю.Д., Давиденко А.В., Кисіль О.О., Войціцький В.М.</i>	<i>291</i>
Аналіз процесів пероксидного окиснення ліпідів у деяких радіочутливих органах тварин за їх променевого ураження та можливі шляхи корекції	
<i>Драган Л.П.</i>	<i>301</i>
До питання оптимізації радіаційного моніторингу довкілля на підставі концепції радіоекологічного ризику	
<i>Григор'єва Л.І., Григор'єв К.В., Томілін Ю.А.</i>	<i>314</i>

Біодезактивація і біорозсолення технологічних водойм в управлінні радіоекологічною безпекою	
<i>Григор'єва Л.І., Томілін Ю.А., Григор'єв К.В.</i>	<i>317</i>
Реакция дзета потенциала лейкоцитов человека на лиганды аденилатциклазной сигнальной системы в поле радионуклидного излучения ⁹⁰Sr	
<i>В.В.Жирнов, И.Н.Яковенко</i>	<i>320</i>
Зміна вмісту фенольних сполук у рослинах під впливом вірусної інфекції	
<i>Постоєнко О.</i>	<i>327</i>
Оцінка якості молока за вмістом жирних кислот	
<i>Хижняк С.В., Сисолятин С.В., Щотов А.В., Бочков В.М.</i>	<i>331</i>
Одновременное присутствие в экосистеме нескольких моноспецифичных фагов <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>atrophaciens</i>, как фактор ограничения численности патогенной бактерии	
<i>Семчук Л.И., Боровская Н., Ромашев С.</i>	<i>334</i>
Онтологічні інструменти управління розподіленими інформаційними ресурсами в освітньої та наукової діяльності	
<i>Стрижак О.Є.</i>	<i>340</i>
5D системи – простір, час, гроші	
<i>Серединін Є.С.</i>	<i>349</i>
3D кадастр – вимога часу	
<i>Комов С.А.</i>	<i>358</i>
Створення засобів формування та використання комп'ютерних онтологій для реалізації ділових ігор в галузі екологічної освіти	
<i>Попова М. А.</i>	<i>367</i>
VD MAIS на порозі 20-ліття	
<i>В. Давиденко, директор НПФ VD MAIS:</i>	<i>373</i>

Секретаріат конференції зауважує, що надані кольорові графічні матеріали з технічних причин надруковані у чорно-білому форматі.

***XII 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 26.08.2013 р.
Формат 60×84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times.
Ум. друк. арк. 23,5.
Наклад 100 прим.

*Надруковано в МП "Леся".
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єктів видавничої справи серія ДК № 892 від 08.04.2002
МП "Леся"
03148, Київ, а/с 115
Тел./факс: +38 050 469 7485, 044 407 6197
E-mail: lesya3000@ukr.net*

