

Національна академія наук України
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору
Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту
геологічних наук
Державна установа "Науковий гідрофізичний центр
Національної академії наук України"

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
"ХАІ"
Київський національний університет будівництва і архітектури
Національний університет водного господарства та
природокористування
Мала академія наук України
Вінницький національний технічний університет

Національне космічне агентство України
Державний науково-виробничий центр "Природа"

ЗАО «ЕСОММ Со»

Колективна монографія за матеріалами
20 Міжнародної науково-практичної конференції

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ
ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ, ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯМ,
ЗАХОДАМИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ:

виклики 2021 року

(04 - 08 жовтня 2021р.)

Київ – 2021
ТОВ «Видавництво «Юстон»

УДК 004:502.17-047,64](082.064)

Д58

Рекомендовано до видання Вченою Радою Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, протокол №14 от 27.09.2021р.

Д58 Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: виклики 2021 року // Колективна монографія за матеріалами XX Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 04-08 жовтня 2021 р.) / За заг. ред. С.О. Довгого. – К.: ТОВ «Видавництво «Юстон», 2021. – 223 с.

ISBN 978-617-7854-58-5

До колективної монографії включені сучасні розробки та досягнення вчених за матеріалами XX Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях». Колективна монографія присвячена сучасним проблемним питанням та шляхам їх вирішення, що запропоновані провідними вченими України та представниками вченої спільноти закордонних країн.

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

Відповідальність за наведені факти несуть автори. Науково-організаційний комітет та редакційна колегія конференції не завжди поділяє погляди авторів робіт.

УДК 004:502.17-047,64](082.064)

ISBN 978-617-7854-58-5

DOI: 10.35350/2021-1-1-1-223

© Інститут телекомунікацій
і глобального інформаційного простору
НАН України

Науково-організаційний комітет конференції

Голова:

Довгий С.О. *Почесний директор ІТГІП НАНУ, Президент НЦ «Мала академія наук України», академік НАНУ, академік НАПН України, д.ф.-м.н., професор*

Члени комітету:

Бутенко О.С. *Професор кафедри геоінформаційних технологій і космічного моніторингу Землі ХАІ, д.т.н., професор*

Волошкіна О.С. *Завідуюча кафедри охорони праці та навколишнього середовища КНУБА, д.т.н., професор*

Калюх Ю.І. *Провідний науковий співробітник НДІ «Будівельних конструкцій» д.т.н., професор*

Копійка О.В. *в.о. Заступника директора з науково-інноваційної діяльності ІТГІП НАНУ, д.т.н., с.н.с.*

Королюк Д.В. *д.ф.-м.н., с.н.с. КПІ ім. Ігоря Сікорського*

Лебідь О.Г. *Заступник директора з наукової роботи ІТГІП НАНУ, к.т.н.*

Міхєєв В.С. *Заступник голови Державного космічного агентства України, к.т.н.*

Миронцов М.Л. *Провідний науковий співробітник ІТГІП НАНУ, д.ф.-м.н., с.н.с.*

Лісовий О.В. *Директор НЦ «Мала академія наук України», к.ф.н.*

Мокін В.Б. *Завідуючий кафедри системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки Вінницького національного технічного університету, д.т.н., проф.*

- Мошинський В.С.** Ректор Національного університету водного господарства та природокористування, доктор сільськогосподарських наук, професор
- Наконечний О.Г.** Завідувач кафедри системного аналізу та теорії прийняття рішень Київського національного університету ім. Т. Шевченка, д.ф.-м.н., проф.
- Попов М.О.** Директор Наукового центру аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України, член-кор. НАН України, д.т.н., професор
- Серединін Є.С.** Президент компанії «ЕСОММСо»
- Триснюк В.М.** Завідувач відділу ІТГП НАНУ, д.т.н., с.н.с.
- Трофимчук О.М.** Директор ІТГП НАНУ, член-кор. НАНУ, д.т.н., професор
- Устименко В.О.** Завідувач відділу ІТГП НАНУ, д.ф.-м.н., професор
- Хлобистов Є.В.** Професор кафедри екології факультету природничих наук Національного університету «Києво-Могилянська академія», д.т.н., професор
- Щипцов О.А.** Директор ДУ «Науковий гідрофізичний центр НАНУ», д.з.н., член-кор. НАНУ, професор
- Яковлев Є.О.** Головний науковий співробітник ІТГП НАНУ, д.т.н., с.н.с.

Секретаріат конференції:

- Зотова Л.В.** тел. моб.: 096-456-84-32,
Шевякіна Н.А. , Загородня С.А. тел. моб.: 095-779-57-99

ЗМІСТ

Метод сингулярних інтегральних рівнянь для задач з вільною границею	12
<i>Довгий С.О., Макаров В.Л., Лебідь О.Г., Черній Д.І.</i>	
Использование кодов Грея для решения комбинаторных задач оптимизации и принятия решений в экологических и экономических системах	13
<i>Трофимчук А.Н., Васянин В.А., Соколов В.Ю., Чикрий А.А., Ушакова Л.П.</i>	
Розширення можливостей застосування інтегралів Лебега на етапі оптимізації процесів в інформаційних технологіях	16
<i>Мокін Б.І., Мокін В.Б., Мокін О.Б., Шалагай Д.О.</i>	
Застосування методики аналізу подібності часових рядів для прогнозування процесів різних типів в умовах інформаційної невизначеності	19
<i>Трофимчук О. М., Бідюк П. І., Терентьев О. М., Просьянкін-Жарова Т.І.</i>	
Технологія моделювання обтікання будинків методом дискретних вихорів на графічних процесорах	25
<i>Довгий С.О., Буланчук О.М., Буланчук Г.Г.</i>	
Ефективність щільного хвилелому в зменшенні енергії поодиноких хвиль	29
<i>Горбань І.М., Корольова А.С., Лебідь О.Г.</i>	
Розроблення Програми державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря агломерації «Вінниця» на 2021-2025 роки	32
<i>Мокін В.Б., Крижановський С.М.</i>	
Про інформаційну безпеку в інформаційному суспільстві	36
<i>Биченок М.М., Трофимчук О.М.</i>	
Метод спільного використання алгоритму блокового шифрування AES з турбокодуванням	39
<i>В.М. Василенко, С.В. Зайцев</i>	
	42

On the implementation of postquantum access control protocol based algorithms <i>Ustimenko V. O., Pustovit O. S.</i>	
Космічний моніторинг екологічної ситуації на вражених пожежами ділянках лісових масивів у межах Чорнобильської зони відчуження та на прилеглих територіях <i>Азімов О.Т., Веремєнко Д.М., Кіреєв С.І., Томченко О.В.</i>	45
Применение геоинформационных технологий при прогнозе зон нефтегазонакопления в Днепроовско-Донецкой впадине <i>Азімов А.Т.</i>	48
Прогнозування зон підвищеної тріщинуватості нафтогазоперспективних відкладів з урахуванням даних дешифрування матеріалів дистанційних зйомок і розподілу аномалій водню в геологічному розрізі <i>Азімов О.Т.</i>	51
Сучасні геоінформаційні технології для побудови картографічних моделей небезпечних метеорологічних явищ <i>Андрєєв С.М.</i>	54
Геоінформаційна забезпеченість еколого-техногенної безпеки природокористування в Україні <i>Яковлев Є.О.</i>	56
Геоінформаційне забезпечення еколого-геологічної безпеки пост-майнінгу гірничо-добувних районів України <i>Яковлев Є.О.</i>	59
Визначення об'ємів видобутку корисних копалин у кар'єрах з використанням ГІС-технологій <i>Бутенко О.С., Красовська І.Г., Сушицька М.В., Горелік С.І.</i>	62
Геоінформаційний підхід для розроблення глибинної охоронної зони історичних ареалів <i>Кріль Т.В., Черевко І.А.</i>	66
Аналіз природних та техногенних загроз Харківської промислово-міської агломерації засобами геоінформаційних технологій <i>Кріль Т.В., Назаренко В.В.</i>	68

Технологія моніторингу використання земель за призначенням за допомогою сучасних інформаційних технологій	71
<i>Голован Ю.М., Зотова Л.В., Василенко А.О.</i>	
Сучасні технології інтеграції геоданих у віртуальний простір	75
<i>Сергеев А.С., Андреев С.М.</i>	
Formation of quasi-continuous image in observation devices with discrete receivers	76
<i>Slonov M.Y., Maryliv O.O., Pylypchuk V.V.</i>	
Моніторинг лімнологічних екосистем на основі комплексного використання гідроакустичних методів та даних ДЗЗ	78
<i>Радчук І.В.</i>	
Оброблення інформації про радіоактивне забруднення місцевості з використанням даних ДЗЗ та ГІС	81
<i>Триснюк В.М., Нагорний Є.І., Конецький Я.М., Нікітін А.А.</i>	
Дистанційний моніторинг вирубки лісів	84
<i>Горелик С.І., Нечаусов А.С., Фоміних А.В.</i>	
Formalization of environment condition evaluation processes	87
<i>Danshyna S.Yu., Laptii P.A.</i>	
Взаємозв'язок забруднення атмосферного повітря урбоценозів аерозольними частками РМ_{2,5}, захворюваність населення на Covid-19 та вплив глобальних кліматичних змін	88
<i>Гончаренко А.В., Волошкіна О.С., Трофімович В.В., Жукова О.Г.</i>	
Підходи до побудови системи екологічної безпеки у мінерально-сировинному комплексі України	92
<i>Трофимчук О.М., Коржнев М.М., Яковлев Є.О., Аннілова Є.С.</i>	
Регіональна безпека геосистем та її екологічна стійкість	97
<i>Триснюк В.М., Марущак В.М., Варавін Д.В., Конецька О.О.</i>	

Удосконалення управління екологічним ризиком від забруднення атмосферного повітря на автошляхопроводах урбанізованих територій	100
<i>Приступа В.М., Сіпаков Р.В., Василенко В., Пащенко Є.Ю.</i>	
Екологічна мережа як інструментарій розвитку природного капіталу держави та забезпечення екологічної безпеки	102
<i>Радченко О., Крюков О., Лісничий В.</i>	
Інформаційно-технологічне супроводження сучасних процесів запровадження інноваційних перетворень в Україні	105
<i>Лісничий В.</i>	
Деякі результати еколого-геохімічного моніторингу складових довілля в районах захоронення муніципальних відходів	109
<i>Трофимчук О.М., Курасва І.В., Кошлякова Т.О., Азімов О.Т.</i>	
Можливі підходи до інформаційно-аналітичної підтримки управління звалищами ТПВ	112
<i>Рогожин О.Г., Шевякіна Н.А., Крета Д.Л.</i>	
Впровадження системи екологічного моніторингу сміттєзвалищ шляхом використання безпілотних літальних апаратів	117
<i>Шевчук О.В., Азімов О.Т.</i>	
Моніторинг Здолбунівського сміттєзвалища ТПВ (Рівненська область, Україна) із застосуванням безпілотного літального апарату	121
<i>Шевчук О.В., Азімов О.Т.</i>	
Моделювання параметрів системи раціонального використання вугільних ресурсів України	126
<i>Горошкова Л.А., Хлобистов Є.В.</i>	
Підхід до побудови доступних за ціною дослідницьких нейроінтерфейсних систем	131
<i>Буцій Р.А., Лупенко С.А.</i>	

Концепція побудови експертної системи підтримки прийняття рішень в галузі моделювання, опрацювання та комп'ютерної симуляції циклічних сигналів <i>Зозуля А.М., Воляник О.В., Ландяк П.Д., Лупенко С.А., Стадник Н.Б., Чізова Н.А., Наме К.</i>	134
Математичне моделювання автоколивальної зміни основних станів енергії <i>Бекетов М.М., Невзоров Бекетов М.С.</i>	138
Основні принципи побудови автоматизованої системи управління тактичного рівня ЗСУ <i>Копійка О.В.</i>	141
Математична модель багатопозиційної пасивної системи синхронізації з компенсацією багатопроменевого поширення сигналу спільного джерела <i>Ушаков С. І.</i>	144
Модель і методика структурно-параметричного синтезу ситуаційного комплексу мозаїчної структури <i>Даник Ю.Г., Шестаков В. І.</i>	146
Підхід експертного визначення необхідних ресурсів для оперативного реагування на надзвичайні ситуації <i>Нестеренко О.В., Нетесін І.Є., Поліщук В.Б., Шевченко В. Л.</i>	149
Основні тенденції розвитку надзвичайних ситуацій терористичного характеру на потенційно небезпечних об'єктах <i>Сметанін К.В., Єгоров В.О.</i>	153
Підхід до реалізації веб-сервісу обробки інформації у графічних форматах <i>Кряжич О.О., Захожай О.І., Зінченко В.Л., Лифар В.О., Иванов В.Г.</i>	154
Розробка веб-порталу із сервісом обробки інформації для наукових досліджень <i>Кряжич О.О., Коваленко О.В.</i>	158
Застосування засобів опрацювання неструктурованих даних у задачах прогнозного моделювання <i>Терентьев О. М., Просьянкіна-Жарова Т.І., Дякон Д. В.</i>	161

Побудова 3D моделі Комишнянського родовища: проблеми та шляхи їх вирішення	168
<i>Носков О.В., Миронцов М.Л.</i>	
Фактори регіонального впливу пост-майнінгу на екологічний стан транскордонних річкових басейнів України	172
<i>Анпілова Є.С.</i>	
Forecasting of the Kyiv reservoir overflow	176
<i>Stefanyshyn D.V.</i>	
The Chézy roughness coefficient estimation to support hydro-engineering calculations and mathematical modelling of open flows in river channels	179
<i>Stefanyshyn D.V., Khodnevich Ya.V., Korbutiak V.M.</i>	
Геоінформаційні дослідження водних екосистем України: моніторинг та прогнозування	182
<i>Довгий С.О., Трофимчук О.М., Триснюк В.М., Охарев В.О., Радчук І.В., Загородня С.А., Триснюк Т.В., Шевякіна Н.А., Шумейко В.О., Крета Д.Л., Бутенко О.С., Красовська І.Г., Попова М.А., Вишняков В.Ю.</i>	
Дослідження процесів підтоплення територій: комплексний аналіз та прогнозування станів	189
<i>Триснюк Т.В., Охарев В.О., Хабова Н.В.</i>	
Дослідження динаміки спектральних індексів вегетації та вологості водно – болотних екосистем	190
<i>Загородня С. А., Шевякіна Н. А., Клименко В. І., Вишняков В. Ю.</i>	
Екологічні дослідження озер Шацької групи	195
<i>Триснюк В.М., Шумейко В.О., Триснюк Т.В., Охарев В.О., Курило А.В.</i>	
Аналіз текстових даних ЗМІ	197
<i>Орловський А.В., Терентьєв О.М.</i>	
Технологія ідентифікації онтологічної моделі даних з використанням NLP та NER методів	200
<i>Гораиш М.А., Лучко А.М.</i>	
Застосування системи автоматизованої обробки різностильових документів на прикладі океанографічних законодавчих актів	203
<i>Гайко С. І.</i>	

Structuration of Environmental Studies by using Multi-report Ontological Graph	
<i>Tarasenko R.A., Shapovalov V.B., Usenko S.A., Shapovalov Ye.B.</i>	206
<hr/>	
Інформаційна технологія прогнозування тижневих трендів кількості нових хворих на коронавірус у країнах світу	209
<i>Мокін В.Б., Лосенко А.В., Яцолт А.Р., Гевеленко А.О.</i>	
<hr/>	
Природні біоантиоксиданти: структура, роль, основні джерела	212
<i>Войціцький В. М., Хижняк С.В., Мідик С.В., Полтавченко Т.В., Велинська А.О., Грищук І.А.</i>	
<hr/>	
Аварії на Чорнобильській АЕС 35 років, Фукусима-1 – 10 років: реальна ситуація з кількістю ядерних енергоблоків у світі	216
<i>Войціцький В. М.</i>	
<hr/>	
The effect of Hydrogen peroxide on the zeta potential of human erythrocytes under low-dose rate β-radiation	220
<i>Zhirnov V.V., Charochkina L.L., Gorobets V. A., Brovarets V.S.</i>	

Метод сингулярних інтегральних рівнянь для задач з вільною границею

С.О. Довгий, В.Л. Макаров, О.Г. Лебідь, Д.І. Черній

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України

Пропонується метод розв'язування сингулярних інтегральних рівнянь для початково крайових задач в деформованій області, при наявності різнотипних рухомими детермінованих та вільних границь. В системі координат xOy розглядається течія в деформованій області $D(t)$, з рухомими детермінованими та з рухомими вільними границями-контурами $L_d(t)$ і $L_v(t)$. Розглядається динамічна задача взаємодії середовищ в деформованій області $D(t)$, з різнотипними а рухомими границями-контурами $L_d(t)$ і $L_v(t)$. До таких задач відносяться класи задач з відривними явищами, задачі проникнення через вільну границю відокремлення повітря/рідина, або задачі динаміки рідини з вільною границею.

Для вирішення плоскої задачі про нестационарну течію в деформованій області $D(t)$, з непроникними, рухомими зі швидкостями \vec{W}_d і \vec{W}_v границями - контурами $L_d(t)$ і $L_v(t)$, використовується математична модель (с параметричної залежністю від часу t , яка в термінах ТФКЗ має інтегральні представлення розв'язку у вигляді:

$$\Phi(z, t) = \varphi(x, y, t) + i\psi(x, y, t) = \frac{1}{2\pi i} \int_{L_d(t)} \gamma(\omega, t) \ln(z - \omega) d\omega + \frac{1}{2\pi i} \int_{L_v(t)} \gamma(\omega, t) \ln(z - \omega) d\omega, \quad (1)$$

$$\bar{V}(z, t) = u(x, y, t) - iv(x, y, t) = \frac{\partial \Phi(z, t)}{\partial z} = \frac{1}{2\pi i} \int_{L_d(t)} \frac{\gamma(\omega, t)}{z - \omega} d\omega + \frac{1}{2\pi i} \int_{L_v(t)} \frac{\gamma(\omega, t)}{z - \omega} d\omega, \quad (2)$$

В силу суттєвої мінливості форми області із задалегідь невідомою формою частини границь, рішення задачі про нестационарну течію навколо непроникних рухомих різнотипних границь можливо тільки чисельними методами, при застосуванні обчислювальних технологій.

Розглядається обчислювальна технологія, що заснована на застосуванні методу дискретних особливостей для дискретизації моделей (1),(2).

$$\Phi(z, t) = \varphi(x, y, t) + i\psi(x, y, t) = \sum_{j=1}^M \frac{\Gamma_j(t)}{2\pi i} \ln(z - \omega_{0j}(t)) + \sum_p \sum_{s=1}^{n(t)} \frac{\delta_s^p}{2\pi i} \ln(z - \omega_s^p(t)) \quad (3)$$

$$\bar{V}(z, t) = u(x, y, t) - iv(x, y, t) = \frac{\partial \Phi(z, t)}{\partial z} = \sum_{j=1}^M \frac{\Gamma_j(t)}{2\pi i(z - \omega_{0j})} + \sum_p \sum_{s=1}^{n(t)} \frac{\delta_s^p}{2\pi i(z - \omega_s^p(t))}, \quad (4)$$

Метод та алгоритм розв'язання задач надає результат у вигляді векторних полів швидкостей, розподілу тисків в областях та епюр навантажень на детермінованих рухомих границях.

Список використаних джерел

1. Chapko R., Johansson B. T., Muzychuk Y., Hlova A. Wave propagation from lateral Cauchy data using a boundary element method // Wave Motion, 2019.- 91.- doi.org/10.1016/j.wavemoti.2019.102385 .- P.1-12.
2. Chapko R., Johansson B.T. A boundary integral equation method for numerical solution of parabolic and hyperbolic Cauchy problems // Applied Numerical Mathematics, 2018.- Vol.129.- P. 104–119.
3. Beshley A., Chapko R., Johansson B.T. On the alternating method and boundary-domain integrals for elliptic Cauchy problems // Computers & Mathematics with Applications.- doi.org/10.1016/j.camwa.2019.05.025 .-2019.-P.1-13.
4. Dovgiiy S. O. Algorithms of the Discrete Singularity Method for Computing Technologies/ Dovgiiy S. O., Lyashko S. I., Cherniy D. I. // Cybernetics and Systems Analysis. – 2017. – Vol. 53, 6. – P. 950-962.
5. Довгий С.А. Метод сингулярних інтегральних рівнянь і вычислительные технологи. / Довгий С. А., Лифанов И. К., Черний Д. И. – К.: «Юстон», – 2016. – 380 с.

Использование кодов Грея для решения комбинаторных задач оптимизации и принятия решений в экологических и экономических системах

**Трофимчук А.Н.¹, Васянин В.А.¹, Соколов В.Ю.², Чикрий А.А.³,
Ушакова Л.П.¹**

¹Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України,
itgis@nas.gov.ua

²Київський університет імені Бориса Грінченка, v.sokolov@kubg.edu.ua

³Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, g.chikrii@gmail.com

Эколого-экономические проблемы представляют собой пример комплекса задач, решение которых связано с большими затратами, а сами решения оказывают долгосрочное масштабное воздействие на судьбу больших социальных групп. Любая эколого-экономическая система представляет собой сложный, слабо детерминированный и эволюционирующий объект исследования. Выбор стратегии принятия экологических и экономических решений в таких крупномасштабных системах связан с анализом огромного числа факторов, связей и интересов. Это делает неизбежным обращение к современным средствам анализа, прогнозирования и математического моделирования поведения сложных систем, основанным на использовании информационно-компьютерных технологий поддержки принятия решений.

Основы математического моделирования сложных экосистем были разработаны такими учеными, как В. Вольтерра, Б.Г. Заславский, А.Н. Колмогоров, Г.И. Марчук, Ю. Одум, Р.А. Полузэтов, Ю.М. Свирежев. Большой вклад в исследование эколого-экономических проблем природопользования внесли такие ученые, как О.Ф. Балацкий, К.Г. Гофман, В.И. Гурман, А.В. Лотов, В.В. Леонтьев, Н.Н. Оленев, А.А. Петров, И.Г. Поспелов, Р.Л. Раяцкас, Г.А. Угольницький и др. Среди украинских ученых следует отметить работы А.А. Бакаева, А.П. Великого, В.М. Геца, В.М. Глушкова, В.С. Григоркива, Ю.М. Ермольева, С.И. Дорогунцова, А.Г. Ивахненко, В.С. Михалевича, Б.М. Пшеничного, Н.З. Шора.

Несмотря на глубокие научные наработки, процессы эколого-экономического взаимодействия требует дальнейшего изучения с целью разработки новых и совершенствования уже существующих методов решения социально-экономических проблем и сохранения природно-ресурсного потенциала. Результаты математического моделирования построения экологически сбалансированной экономики отдельных регионов, и, в частности, их динамического оптимального развития, могут послужить основой для принятия управленческих решений, направленных на повышение эффективности функционирования эколого-экономических систем.

Важную роль в исследовании этих систем играют задачи булева программирования, которые являются классом задач дискретной оптимизации и находят широкое применение при решении задач составления расписаний и назначения, планирования инвестиций и размещения предприятий и узлов коммуникационных сетей, унификации и стандартизации и др. В качестве целевой функции в этих задачах используются либо величина суммарных затрат на создание и функционирование системы, либо суммарная эффективность системы, т.е. объем выполняемых работ. Изучению задач булева программирования посвящены многочисленные монографии и статьи (см. например [1]-[5]). Несмотря на простоту формулировки таких задач, большинство из них принадлежит к классу NP-трудных [6]. Среди наиболее популярных методов решения задач булева программирования можно выделить: переборные точные методы – метод ветвей и границ и динамического программирования и их комбинации, приближенные алгоритмы с гарантированной погрешностью, эволюционные (Genetic Algorithms, Ant Colonies Optimization) и метаэвристические алгоритмы ((Simulated Annealing, Tabu Search, Greedy Randomized Adaptive Search Procedure - GRASP, Variable Neighborhood Search и др.). На практике решение этих задач требует больших вычислительных затрат, что

обосновывает целесообразность применения различных способов снижения размерности задачи, например, с помощью сведения исходной оптимизационной задачи к задаче оптимизации соответствующей псевдодобулевой функции [7]. Многие проблемы в эколого-экономических системах приводят к необходимости решения задач условной оптимизации с булевыми переменными.

Другой важной особенностью при решении комбинаторных задач с булевыми переменными является использование кодов Грея и параллельных вычислений для уменьшения времени пересчета значений целевой функции и ограничений в различных схемах ветвления решающего алгоритма (например, методе ветвей, границ и отсечений, динамического программирования и пр.).

В работе рассматривается применение двоично-отраженных кодов Грея для решения комбинаторных задач с псевдодобулевыми функциями (полиномами от булевых переменных). Приводится рекурсивный алгоритм Г. Эрлиха [8] для генерации последовательности строк n -разрядных кодов Грея, в которой каждая следующая строка отличается от предыдущей только одним разрядом. На примерах решения 0-1 задачи о ранце (0-1 Knapsack Problems) [9] и задачи выбора пропускных способностей дуг коммуникационной сети с ограничением на время задержки потоков [10] показано, как эти коды можно использовать для эффективного вычисления значений целевой функции и ограничений. Цель доклада состоит в том, чтобы показать разработчикам алгоритмов и программ как можно применять коды Грея в различных схемах разветвления решающего алгоритма, например, в методе ветвей и границ, когда количество двоичных (булевых) переменных в узлах дерева ветвления невелико. Методика исследований основана на проведении вычислительного эксперимента решения вышеуказанных задач предложенным алгоритмом перебора вариантов решений с частичным и полным пересчетом значений целевой функции и ограничений. При проведении эксперимента проверялась также точность решения задачи «жадным» эвристическим алгоритмом с временной сложностью $O(n \log n)$. В результате проведенного эксперимента установлено, что алгоритм с частичным пересчетом целевой функции и ограничений может применяться для практических расчетов в схемах разветвления, когда количество переменных в узлах дерева ветвления не превышает 35. Алгоритм с частичным пересчетом быстрее алгоритма с полным пересчетом в среднем в 7 раз. Эвристический «жадный» алгоритм можно применять на практике для решения 0-1 задачи о ранце большой размерности (более 10000 предметов), когда достаточно получить приближенное значение целевой

функції при обмежених вычислительных ресурсах. Новизна работы заключается в предложенном подходе к решению комбинаторных задач оптимизации с псевдодобулевыми функциями с использованием кодов Грея. Показана эффективность предложенного алгоритма с частичным пересчетом значений целевой функции и ограничений и он может применяться на практике в различных схемах разветвления решающего алгоритма.

Список использованных источников

1. S. Martello, P. Toth, Knapsack problems: algorithms and computer implementations. John Wiley & Sons, Inc., 1990.
2. G. L. Nemhauser, L. A. Wolsey, Integer and combinatorial optimization. John Wiley & Sons, Inc., 1999.
3. A. Schrijver, Combinatorial optimization. Polyhedra and efficiency. Berlin. Springer, 2003.
4. H. Kellerer, U. Pferschy, D. Pisinger, Knapsack problems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2004.
5. B. Korte, J. Vygen, Combinatorial Optimization. Theory and Algorithms / Third Edition. Springer, 2005.
6. M. R. Garey, D. S. Johnson, Computers and intractability: A guide to the theory of NP-completeness. W. H. Freeman & Co. New York, NY, USA, 1979.
7. Y. Crama, P. L. Hammer, Boolean Functions: Theory, Algorithms, and Applications. New York, Cambridge University Press, 2011.
8. J. R. Bitner, G. Ehrlich, E. M. Reingold, Efficient Generation of the Binary Reflected Gray Code and its Applications. Comm. ACM., 1976, no. 19, pp. 517-521.
9. V. A. Vasyanin, L. P. Ushakova, Kody Greya v zadachakh kombinatornoy optimizatsii [Gray codes in combinatorial optimization problems]. Matematicheskoye modelirovaniye v ekonomike [Mathematical modeling in the economy]. Kyiv, 2019, no. 1-2, pp. 63-69 (in Russian).
10. O. M. Trofymchuk, V. A. Vasyanin, Choosing the Capacity of Arcs with Constraint on Flow Delay Time. Cybernetics and Systems Analysis, 2019, vol. 55, issue 4, pp. 561-569. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10559-019-00165-0>.

Розширення можливостей застосування інтегралів Лебега на етапі оптимізації процесів в інформаційних технологіях

Мокін Б.І., Мокін В.Б., Мокін О.Б., Шалагай Д.О.

*Вінницький національний технічний університет,
E-mail: borys.mokin@gmail.com, vbmokin@gmail.com*

На етапі оптимізації процесів в інформаційних технологіях виникає необхідність застосування функціоналів в якості критеріїв оптимізації, з використанням яких формуються алгоритми пошуку екстремумів та оцінюються кінцеві результати. Це не створює проблем при оптимізації процесів, математичні моделі яких задаються на відрізьку $[a, b]$ неперервними функціями $y(x)$, бо у цьому випадку ми можемо в якості

критеріїв оптимізації використовувати звичні для нас функціонали J на основі відомих ще з курсу математичного аналізу інтегралів Рімана

$$J = \int_a^b y(x) dx, \quad (1)$$

в яких інтегральна сума в межах заданих границь обчислюється з використанням нескінченно малих приростів dx незалежної змінної x . Але, якщо математична модель процесу задається на відрізку $[a, b]$ функцією $y[x_i]$ дискретного аргументу $x_i, i = 0, 1, 2, \dots, n$, що є особливо характерним для математичних моделей в задачах захисту навколишнього середовища, в яких виникає необхідність використовувати дискретні бази даних, знятих через суттєві проміжки часу, як, наприклад, у роботах [1, 2], то функціонал на основі інтеграла Рімана для такої моделі уже обчислити не вдасться, бо такі функції визначені лише в окремих точках осі незалежної змінної, тобто, вони визначені на множині міри нуль. Але і для дискретних моделей ми можемо побудувати функціонал, якщо інтегральну суму у ньому формуватимемо не по приростах dx незалежної змінної x на відрізку $[a, b]$, а по приростах $dg(y)$ міри $g(y) = mE(m < y < M)$ самої функції y в межах від її мінімального m та максимального M значень, визначених на цьому ж відрізку $[a, b]$, яка є функцією монотонно-зростаючою – у цьому випадку ми матимемо справу з інтегралом Лебега L , який Лебегом було запропоновано у вигляді [3] -

$$L = \lim_{\alpha \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n y_{i-1} [mE_i(y_i > y) - mE_i(y_{i-1})] = \lim_{\alpha \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n y_{i-1} [g(y_i) - g(y_{i-1})] = \int_m^M y dg(y), \quad (2)$$

де $\alpha = \max_{x \in [a, b]} [y_{i-1}, y_i]$.

При обчисленні інтегралів Лебега з використанням виразу (2) варто звернути увагу на те, що у зв'язку з тим, що міра дискретної функції є неперервною монотонно-наростаючою функцією в межах від її мінімального значення m до максимального значення M , які можуть мати місце не на границях відрізка $[a, b]$, який пробігає дискретно заданий аргумент функції, міра якої визначається, а міра $mE_i(y_{i-1})$ дискретного значення y_{i-1} дискретної функції визначається довжиною відрізка $[y_{i-1}, y_i]$, то перед обчисленням інтегральної суми Лебега за виразом (2) необхідно попередньо значення функції, дискретно заданої на відрізку $[a, b]$, упорядочити по їх зростанню. Ці особливості обчислення інтегральної суми Лебега враховані у нашій програмі, представленій нижче, написаній на мові Python, оскільки в програмне середовище Anaconda [4], в якому зібрані усі програми, що написані на мові Python, програми обчислення інтегралів Лебега в собі не містять.

Програма на мові Python для обчислення інтегралу Лебега від функції $f(x)$ дійсної змінної x , заданої на відрізьку $[a, b]$ дискретно в точках через проміжок

$$\Delta x = x_i - x_{i-1}, \quad i = 1, 2, \dots, n = \frac{b - a}{\Delta x}$$

наведена нижче:

```
In [1]: import numpy as np
In [2]: x=np.linspace(a,b,n+1)
In [3]: def f(x):
        return <тіло функції>
In [4]: fvec=np.vectorize(f)
In [5]: f1=fvec(x)
In [6]: M=max(f1)
In [7]: m=min(f1)
In [8]: mEf=M-m
In [9]: f11=np.sort(f1)
In [10]: g=np.diff(f11)
In [11]: f111=f11[:-1]
In [12]: l1=f111*g
In [13]: L=np.sum(l1)
In [14]: L
```

Розшифровка використаних команд, типових для мови Python, буде нами приведена в самій доповіді за цією темою, яка буде виголошена на науковій конференції, до програми якої подаються ці тези, але з нею можна ознайомитись і самостійно, скориставшись, наприклад, роботою [5].

Список використаних джерел

1. А.В. Чугай «Техногенне навантаження на довкілля Миколаївської області». Вісник Вінницького політехнічного інституту, №2, с. 27-33, 2020.
2. В.Б. Мокін, О.В. Слободянюк, О.М. Давидюк, Д.О. Шмундяк. «Інформаційна технологія пошуку можливих джерел підвищеного забруднення річки з використанням моделі Prophet». Вісник Вінницького політехнічного інституту, №4, с. 15-24, 2020.
3. Б.І. Мокін, В.Б. Мокін, О.Б. Мокін. Функціональний аналіз, адаптований до прикладних задач в галузі інформаційних технологій: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2020, 192с.
4. Електронний ресурс <https://www.python.org/downloads/>
5. П.Г. Доля. Введение в научный Python. Харків: ХНУ ім. Каразіна, 2016, 265 с.

Застосування методики аналізу подібності часових рядів для прогнозування процесів різних типів в умовах інформаційної невизначеності

**Трофимчук О. М.¹, Бідюк П. І.², Терентьєв О. М.¹,
Присянкіна-Жарова Т.І.¹**

¹Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України, ²Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» e-mail: itigis@nas.gov.ua; pbidyuke_00@ukr.net; o.terentiev@gmail.com, t.prunan@gmail.com

Проблема аналізу та прогнозування процесів, що характеризуються нелінійністю та є нестационарними, у випадках, коли дані не повні, є сумнівні щодо їх достовірності або часові ряди містять пропуски, не зважаючи на значну кількість досліджень, не втрачає актуальності. Тому, в даному дослідженні пропонується методика, що має в основі підхід, оснований на аналізі подібності часових рядів.

Методи аналізу подібності часових рядів дозволяють порівняти два часові ряди з різною тривалістю, використовуючи динамічні перетворення, а також усереднення (згладжування) значень. Суть методу полягає у пошуку шаблонів поведінки досліджуваних процесів, що характерні для інших процесів (часових рядів) досліджуваного типу зі схожою статистичною поведінкою [1]. Для врахування різної поведінки рядів у часі за допомогою методів аналізу подібності розраховується відстань між першою часовою послідовністю та другою із урахуванням впорядкування. Для пошуку історичних аналогій поведінки досліджуваних процесів, необхідна вибірка даних на певному часовому проміжку та відрізок-шаблон для якого виконується пошук аналогу. Зазвичай розглядаються визначені часові проміжки..

Формально постановку задачі виявлення подібності часових рядів можна сформулювати таким чином. Нехай в наявності є два часових ряди Y та X , які математично записуються як послідовності значень (1)

$$Y = \{y_1, \dots, y_n\} \text{ та } X = \{x_1, \dots, x_m\}, \quad (1)$$

де Y – цільовий ряд значень, що містить n елементів, а X – вхідний ряд значень, що містить m елементів.

При описі алгоритмів для послідовного перебору всіх значень цільового ряду Y використовується індекс j який змінюється від 1 до n , а для перебору всіх значень вхідного ряду X використовується індекс i який змінюється від 1 до m . В загальному випадку вводиться деякий функціонал d_{ij} : $d_{ij} = d(x_i, y_j)$, що відображає відстань між двома точками x_i та y_j .

Підхід щодо обчислення міри подібності часових рядів, може бути застосований і в складі ансамблів моделей [2].

Реалізацію запропонованої методики слід виконувати після процедур попередньої обробки даних, в тому числі нормування [3]. Послідовність дій із аналізу подібності часових рядів передбачає наступні кроки:

Крок 1. Опрацювати вхідні дані - часові ряди історичних даних та шаблону, який буде виконувати роль цільового ряду, і з яким буде виконуватися порівняння часового ряду історичних даних.

Крок 2. Визначити часовий інтервал на якому буде виконуватися аналіз та агрегування даних. (Виконується для випадку, коли дані мають вигляд транзакцій. Тоді їх необхідно агрегувати до заданого часового інтервалу, наприклад, секундні виміри привести до хвилинних, годинних агрегованих значень, тощо).

Крок 3. Ідентифікувати або задати значення тривалості сезонного циклу (більшість часових рядів, що описують реальні процеси характеризуються наявністю сезонних складових).

Крок 4. Розбити вхідний часовий історичний ряд даних на відрізки певної довжини. В результаті буде отримано K вхідних історичних часових рядів.

Крок 5. Обчислити значення міри подібності між кожним з вхідних часових рядів, отриманих на попередньому кроці (крок 4) та цільовим часовим рядом. Результати будуть мати вигляд ковектору значень подібностей (2):

$$Sim = \{Sim_1, \dots, Sim_k\} \quad (2)$$

де Sim_i - міра подібності між i -м вхідним інтервалом та цільовим рядом, що обчислюється за формулою (3) [4]:

$$\begin{aligned} ScoreSim(Y, X) &= 100\% \cdot \left(1 - \frac{ScoreAvg_1}{ScoreAvg_0}\right) = \\ &= 100\% \\ &- 100\% \times \frac{\left(\frac{1}{(\max(n, m) - (P_1 - \max(n, m)))} \cdot \sum_{k=1}^{P_1} D_1[j_p, t_p]\right)}{\left(\frac{1}{n} \cdot \sum_{k=1}^{P_0} D_0[j, j]\right)} \end{aligned} \quad (3)$$

де P_0 - довжина шляху π_0 , P_1 - довжина шляху π_1 , $\max(n, m)$ - повертає максимальне серед n та m значення.

Крок 6. Пошук оптимального значення подібності, серед усіх значень ковектору отриманого на попередньому кроці (4):

$$\max \{Sim_i : i = 1, \dots, K\} \quad (4)$$

Слід зазначити, що у загальному випадку, замість міри подібності, формула (3), може бути використана будь-яка інша метрика, наприклад ScoreAvg, яка за своєю суттю показує середню вартість одного переходу по шляху між елементами матриці відстаней (5):

$$(\text{ScoreAvg} = \frac{\text{Score}}{P} = \frac{1}{P} \cdot \sum_{p=1}^P d(j_p, i_p)), \quad (5)$$

де $d(j_p, i_p)$ – значення елемента $D[j_p, i_p]$ матриці відстаней D .

Тоді відповідно на кроці 6 вирішується задача мінімізації – визначається пара рядів для яких значення ScoreAvg найменше:

$$\min\{\text{ScoreAvg}_i : i = 1, \dots, K\} \quad (6)$$

$$\text{ScoreSim}(Y, X) = 100\% \cdot \left(1 - \frac{\text{ScoreAvg}_1}{\text{ScoreAvg}_0}\right) \quad (7)$$

Після того, як результати сформовані, аналітик на основі побудованих графіків та обчислених статистик, приймає рішення, щодо подальшого використання результатів, або введення додаткової інформації та уточнень в задачу.

В якості прикладу використання запропонованого підходу, можна навести задачу прогнозування погодинного споживання електроенергії на 24 годинному інтервалі, споживачами однієї з енергетичних компаній України [5].

Вхідний набір даних містить 26112 погодинних спостережень за період з 2 січня 2015 року по 24 грудня 2017 року. В якості цільового ряду розглядаються дані щодо споживання електроенергії за 24 години 25 грудня 2017 року. Задача дослідження – визначити з якими періодами споживання електроенергії у минулому схожа динаміка споживання 25 грудня 2017 року. Дана задача має практичний сенс, оскільки 25 грудня – свято Різдва Христового для християн західного обряду, яке стало вихідним днем в Україні вперше, саме у 2017 році. Оскільки, в рамках задачі розглядаються саме погодинні виміри упродовж доби, то аналіз було виконано із урахуванням періодичної сезонної складової – 24 годинний період, що починається з 00 годин та закінчується о 23 годині кожної доби.

Відрізок вхідних даних з 26112 погодинних значень було перетворено у 1088 вхідних інтервалів для аналізу, кожен з яких містить 24 погодинних значення. В таблиці 1 наведений фрагмент таблиці результатів: перші п'ять та останні два значення показника ступеня подібності рядів.

Таблиця 1 – Фрагмент відсортованої таблиці значень ступені подібності рядів енергоспоживання

Номер показника	Дата	День тижня	Ступінь подібності рядів, %
1	02.12.2017	субота	97,99
2	21.11.2015	субота	97,91
3	24.12.2016	субота	97,88
4	19.11.2016	субота	97,71
5	18.11.2017	субота	97,32
...
1087	01.05.2016	неділя	53,23
1088	12.04.2015	неділя	52,99

Як показали розрахунки, представлені в табл. 1, енергоспоживання 25 грудня 2017 року більше всього схоже на суботні дні у грудні та листопаді 2015-2017 років, але найближчий аналог - 2 грудня 2017 року.

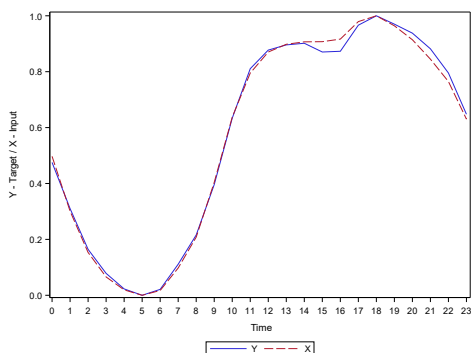


Рисунок 1 – Результати порівняння нормалізованих даних погодинного споживання електроенергії між 25 грудня 2017 року (Y) та 2 грудня 2017 року (X). Ступінь подібності рядів 97,99%

Використовуючи пропонований підхід, енергетичні компанії можуть більш точно прогнозувати аномальні навантаження на енергосистему, зокрема зростання енергоспоживання населенням у передсвяткові, святкові та післясвяткові дні, а також ситуації, які трапляються вперше, зокрема, введення нових державних свят, проведення міжнародних конкурсів та спортивних змагань, або такі, що призводять до різкого зменшення споживання електроенергії. Прикладами таких днів є Євробачення та Чемпіонат Європи з футболу.

Іншим прикладом, який демонструє ефективність запропонованої методики є задача прогнозування розвитку малої гідроенергетики. Для проведення розрахунків використані дані з [6] (табл. 2).

Таблиця 2 – Динаміка введення малих гідроелектростанцій (МГЕС) в Україні в 2009-2017 роках [1].

Рік	Встановлена потужність МГЕС, МВт	Кількість МГЕС, од
2009	49,2	46
2010	62,6	60
2011	70,8	72
2012	73,5	80
2013	75,3	90
2014	79	98
2015	82,2	111
2016	85,5	123
2017	94,6	136

На основі запропонованої методики обчислення подібності часових рядів було виконано аналіз залежності між потужністю та кількістю введених гідроелектростанцій в Україні в 2009-2017 роках. В результаті, ступінь схожості рядів дорівнює 88,33% що є обґрунтованим, оскільки обидва ряди мають позитивну кореляційну залежність.

Як показано на рис. 2, збільшення кількості введених в експлуатацію малих гідроелектростанцій призводить до збільшення сумарної потужності електроенергії, що виробляється ними.

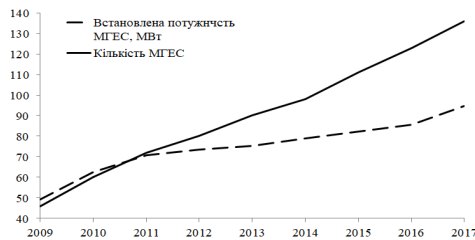


Рисунок 2 – Динаміка розвитку малої гідроенергетики в Україні у 2009-2017 рр.

Прогнозні значення розраховано за формулою (8):

$$y(t) = y(t - 1) \cdot \left(1 + \frac{x(t) - x(t-1)}{x(t-1)} \right) \quad (8)$$

де $y(t)$ – значення потужності в момент часу t , відповідно $y(t - 1)$ значення потужності у момент часу $t - 1$, $x(t)$ – кількість МГЕС у момент часу t .

Таблиця 3 – Порівняння даних щодо динаміки введення МГЕС в Україні в 2009-2017 роках із значеннями, розрахованими за запропонованою методикою

Рік	Кількість, од	Встановлена потужність, (МВт)		Відхилення прогнозу від значення показника, %
		значення	прогноз	
2009	46	49,2	49,2	0
2010	60	62,6	64,2	2,56
2011	72	70,8	75,1	6,07
2012	80	73,5	78,7	7,07
2013	90	75,3	82,7	9,82
2014	98	79	82	3,8
2015	111	82,2	89,5	8,89
2016	123	85,5	91,1	6,55
2017	136	94,6	94,5	0,1

Значення показника MAPE дорівнює 4,7%, а середньоквадратичного відхилення (RMSE) – 4,95, що свідчить про високу якість прогнозу

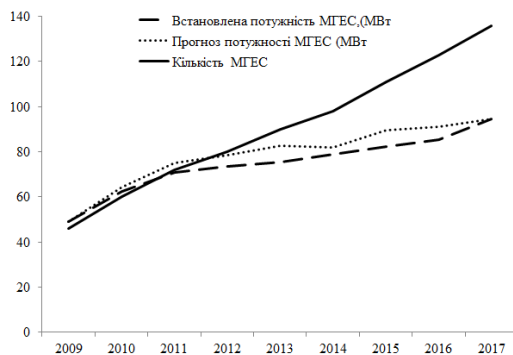


Рисунок 3 – Динаміка введення кількості малих гідроелектростанцій та реальні і прогнозовані значення встановленої потужності в МВ

Після того, як результати сформовані, аналітик на основі побудованих графіків та обчислених статистик, приймає рішення, щодо подальшого використання результатів, або введення додаткової інформації та уточнень в задачу.

Отже, запропонований підхід може забезпечує отримання прогнозів високої якості і може бути застосований у вирішенні задач прогнозування, коли немає повної інформації про досліджуваний процес або інформація спотворена.

Список використаних джерел

1. Leonard M., Sloan J., Lee ., Elsheimer B. An Introduction to Similarity Analysis Using SAS. Proceedings of the SAS Global Forum 2007. 2007. 22 p. URL: <https://support.sas.com/rnd/app/ets/papers/similarityanalysis.pdf>. (Last accessed: 20.08.2021).
2. Bauer D. J. A Semiparametric Approach to Modeling Nonlinear Relations Among Latent Variables. Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal. 2005. Vol. 12, issue 4. URL: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15328007sem1204_1 (Last accessed: 11.08.2020).
3. Galante R. Improving the Performance of Data Mining Models with Data Preparation Using SAS
4. Терентьев О. М. Моделі, методи та інформаційні технології прогнозування нелінійних нестационарних процесів в умовах невизначеності: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.06 / Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України. Київ, 2021. 357 с.
5. Terentiev O. M., Prosiankina-Zharova T. I., Lahno V. A., Usatiuk Y. V. The features of the predictive computing modeling power system load in terms of reforming energy market. Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2020. Vol. 98. No. 2. P. 163–182.
6. Стефанішин Д. В., Власюк Ю. С. До питання порівняльного аналізу водноенергетичних характеристик малих і великих гідроелектростанцій України у складі гідровузлів з водосховищами. Математичне моделювання в економіці. 2018. №2 (11). С 71-83.

Технологія моделювання обтікання будинків методом дискретних вихорів на графічних процесорах

Довгий С.О.¹, Буланчук О.М.², Буланчук Г.Г.³

¹Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, ²Донецький державний університет управління, Маріуполь, ³ДВНЗ “Приазовський державний технічний університет”, Маріуполь, ²obulan65@gmail.com, ³ggbulan7@gmail.com

При моделюванні методом дискретних вихорів обтікання будинків [1] [2] актуальною проблемою є те, що з часом кількість вільних вихорів зростає, а кількість розрахунків пропорційна квадрату кількості вихорів. З іншого боку, для візуалізації течії в режимі реального часу доцільно використовувати метод мічених частинок. Однак, при значній кількості частинок для розрахунку їх траєкторій треба розраховувати швидкості від усіх вихорів. При цьому для гарного візуального сприйняття течії потужностей центрального процесора не вистачає.

Одним із методів вирішення цих труднощів є перенесення затратних по часу розрахунків на графічний процесор (GPU). При цьому можна вирішити дві задачі:

Збільшення швидкості розрахунків – руху вихорів та руху пасивних домішок (мічених частинок).

Прискорення візуалізації результатів розрахунків методом частинок, оскільки дані, потрібні для візуалізації, вже знаходяться в пам'яті графічного процесора.

У нашій роботі ми розглянули можливість такого моделювання на мові C# з використанням популярної графічної бібліотеки OpenTK, яка, в свою чергу, використовує бібліотеку OpenGL та мову шейдерів GLSL [3]. Слід зазначити, що ці методи можна використовувати для графічних процесорів, які підтримують стандарт OpenGL не нижче версії 4.3, оскільки, починаючи з цієї версії, графічні процесори дозволяють використовувати технологію комп'ютерних шейдерів, яка задіяна в даній роботі.

Була розроблена бібліотека з використання шаблону «Фасад», що дозволяє спростити програмування з використанням вершинних, фрагментних та комп'ютерних шейдерів. Необхідність у розробці такої надбудови виникає із-за того, що OpenGL використовує процедурний стиль програмування, а для розв'язування задач з певних предметних областей більш природним є об'єктно-орієнтований стиль програмування.

Основна ідея програмування з використанням GPU базується на тому, що дані із основної (оперативної) пам'яті періодично копіюються на GPU. Там за допомогою комп'ютерних шейдерів проводиться їх обробка, потім за допомогою вершинних та фрагментних шейдерів вони відображаються на моніторі. Далі результат розрахунку копіюється в основну пам'ять, де і використовується програмою. Потім, після обробки основною програмою, ці дані знову копіюються на графічний процесор і крок повторюється.

У даному випадку для МДВ було реалізовано наступний алгоритм:

1. За допомогою модулів основної програми здійснювалося формування геометрії задач: форма, розмір та взаємне розміщення будинків, напрямок вітру. Для цього були розроблені відповідні класи та структури даних, модулі, що дозволяють вводити вручну або з карти, а також графічних редактор, який дозволяє усе коректувати.

2. Об'єкти сформованих класів (це колекція геометричних форм) через конструктор передаються класу, що відповідає за формування структур вихорів, які моделюють обтікання будинків методом МДВ. У конструкторів автоматично створюються вихрові структури, що відповідають за приєднані та вільні вихори.

3. На об'єкті класу вихрової структури викликаються методи, що розв'язують СЛАУ та знаходять циркуляції приєднаних та вільних вихорів.

4. Створюються шейдери для розрахунків та візуалізації.

5. На відеокарті резервуються буфери для вихорів, частинок, координат тіл, часу життя частинок, початкових координат частинок, створюються текстури для відображення вихорів.

6. Формуються та копіюються у відповідні буфери на графічних процесорах структури даних для частинок.

7. Із вільних та приєднаних вихорів формується масив структур, який копіюється на графічний процесор.

8. Проводиться розрахунок швидкості вихорів з використанням комп'ютерних шейдерів.

9. Структури даних із швидкостями вихорів копіюються в основну пам'ять.

10. Вираховуються нові координати вільних вихорів.

11. Проводиться розрахунок координат частинок з використання комп'ютерних шейдерів (координати вільних вихорів на відеокарті не оновлені).

12. Візуалізуються частинки, вихори та будинки.

13. В основній програмі робиться наступний крок по часу для вихрової системи (розв'язуємо СЛАУ і т.д.)

14. Перевірка умови закінчення розрахунку. Якщо умова не виконана, то повторюється крок 7.

Специфікою МДВ є те, що кількість вихорів є змінною. Тому буфер для вихорів та швидкостей для них робився максимально можливим (із запасом). Окрім того, щоб уникнути умовних операторів на кожному кроці (їх використання сповільнює розрахунки), у комп'ютерний шейдер передавалась кількість вільних вихорів. А швидкість рахувалась як у точках вільних вихорів, так і в точках приєднаних вихорів, хоча для розрахунку подальшого кроку потрібна була лише швидкість в точках вільних вихорів. Така надлишковість є характерною при програмуванні задач на графічних процесорах.

Для візуалізації частинками було реалізовано наступний алгоритм:

1. Координати частинок генерувалися з навітряної сторони, де немає будинків.

2. Випадковим чином генерувався для кожної частинки масив з часом життя кожної частинки.

3. В залежності від часу життя частинки змінювався альфа канал кольору (множився на число, менше одиниці). Це приводило до того, що частинка поступово ставала все прозорішою і зникала.

4. Коли час перевищував час життя частинки, то вона поверталася у початкове положення і знов запускалася.

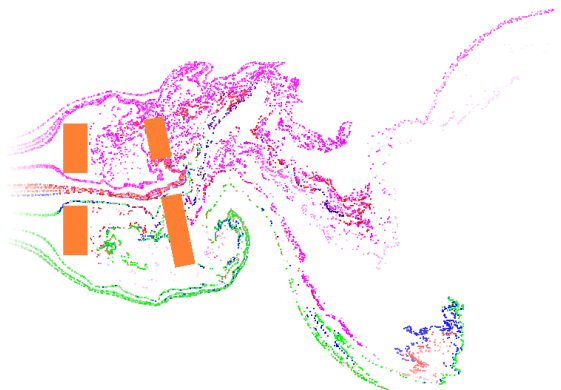


Рисунок 1 Положення мічених частинок в момент часу $\tau = 56.7$

На рис.1 представлено положення мічених частинок в момент часу $\tau = 56.7$. Розрахунок проводився на ноутбуці з інтегрованою відеокартою. При цьому кількість вихорів в даний момент часу була $N = 8203$, а кількість мічених частинок $n = 16384$. Розрахунок відбувався з частотою більше 20 кадрів в секунду. Слід зазначити, що тип даних при розрахунку швидкості був float, що призводить до зниження точності. Але для оцінки вітрової ситуації цієї точності достатньо. Таким чином, перенесення тільки однієї найбільш дорогої операції на GPU дозволяє значно (більше ніж в 20 разів) прискорити розрахунки в МДВ. В перспективі така технологія дозволить швидко обраховувати великі житлові масиви та розповсюдження забруднень.

Список використаних джерел

1. Гутников В.А. Математическое моделирование аэродинамики городской застройки / В.А. Гутников, В.Ю. Кириякин, И.К. Лифанов, А.Н. Сетуха. – М.: «Пасьява». – 2002. – 244 с.
2. Довгий С.О., Буланчук Г.Г., Буланчук О.М. Моделювання аеродинаміки міських забудов / С.О. Довгий, Г.Г. Буланчук, О.М. Буланчук // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки (Машинобудування) – №12(58). – 2003. – с.72–76.
3. Вольф Д. OpenGL 4. Язык шейдеров. Книга рецептов / пер. с англ. А. Н. Киселева. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 368 с.

Ефективність щільного хвилелому в зменшенні енергії поодиноких хвиль

Горбань І.М.¹, Корольова А.С.¹, Лебідь О.Г.²

¹Інститут гідромеханіки Національної академії наук України,

E-mail: kan5nas@gmail.com

²Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України,

E-mail: o.g.lebid@gmail.com

Охорона берегової зони та прибережної інфраструктури за допомогою штучних хвилеломів відіграє важливу роль в економічному розвитку морських країн. В практиці широкого застосування набули цільні непроникні хвилеломі. Але незважаючи на їх ефективність, такі міри захисту прибережної території можуть змінювати регіональні та локальні гідродинамічні та морфодинамічні характеристики. В подальшому ці зміни можуть призвести до аварійних ситуацій, пов'язаних з втратами у прибережному матеріалі і дестабілізацією берегових конструкцій.

Класичний тип бар'єру у вигляді тонких, жорстких, вертикальних, перфорованих і проникних конструкцій може вважатися альтернативним варіантом у вирішенні економічних та екологічних проблем [1].

Дана робота зосереджена на фізичному моделюванні взаємодії поверхневої поодинокі хвилі, яка може бути використана для моделювання головної хвилі цунамі, і щільного бар'єру у вигляді тонких вертикальних пластин. Експерименти проводились в хвильовому лотку в Інституті гідромеханіки НАН України. Детальний опис експериментальної установки, включаючи генератор поодиноких хвиль і систему їх реєстрації при поширенні в каналі, представлено в [2]. На рис. 1 зображено ескіз частини каналу з проникною перешкодою і датчиками, що реєструють падаючу хвилю і хвилю, що пройшла.

Модель тонкої проникної перешкоди встановлювалась на дні лотка перпендикулярно напрямку руху потоку. Ширина вертикальних пластин D складала 2.5см, відстань між двома суміжними пластинами проникної перешкоди – $S \approx 1.1$ см. Ширина перешкоди відповідала ширині лабораторного каналу, висота перешкоди досягала 30см. Глибина води в лотку підтримувалась на рівні 11см.

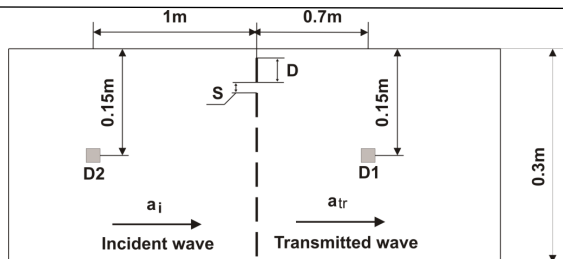


Рис. 1. Схема розташування «щільного хвилелому» в лотку: D2, D1 – емнісні датчики для реєстрації падаючої хвилі та хвилі, що пройшла, відповідно; D – ширина пластини; S – відстань між пластинами

Аналіз фото та відеоматеріалу показав, що процес взаємодії поодинокі хвилі зі щільним бар'єром відбувається за наступним сценарієм (рис. 2 відображує запис даних, отриманих датчиками протягом одного пробігу). Спочатку хвиля поширюється в каналі в напрямку перешкоди (цифра 1, рис. 2а).

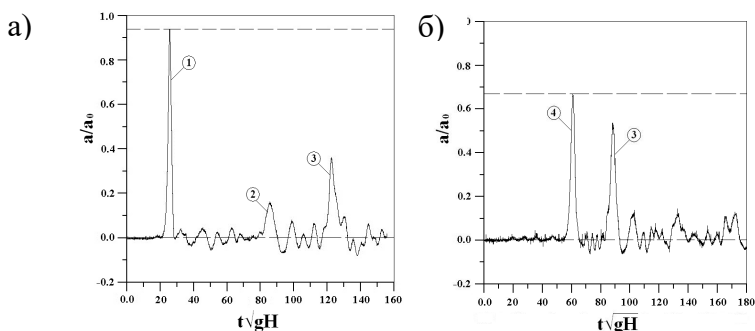


Рис. 2. Збурення вільної поверхні при поширенні поодинокі хвилі в лотку зі «щільним хвилеломом»: 1 – падаюча хвиля; 2 – збурення, викликане відбиттям хвилі від перешкоди; 3 – хвиля, відбита від торцевої стінки лотка; 4 – хвиля, що пройшла

При взаємодії хвилі з проникною перешкодою спостерігається накат хвилі на перешкоду і характерне перетікання рідини через щілини між пластинами. Після накату відбувається відкіт хвилі і ділення на відбиту хвилю (цифра 2, рис. 2а) і хвилю, що пройшла (цифра 4, рис. 2б). Цифрою 3 на рис. 2 позначено хвилю, що відбилась від торцевої стінки лотка.

За рахунок того, що вертикальні пластини відіграють роль відбиваючих екранів, процес взаємодії поодинокі хвилі зі щільним

бар'єром є частково подібним до взаємодії поодинокій хвилі з вертикальною стінкою. Але на відміну від вертикального непроникного хвилелому пористість конструкції сприяє проходженню хвилі вниз по потоку значно меншої амплітуди (рис. 2б). Це забезпечує зменшення хвильової сили, відбиття і нахату хвилі на фронтальну сторону конструкції.

Взаємодія поодинокій хвилі зі щільним бар'єром визначалась коефіцієнтами відбиття $K_{ref} = a_{ref} / a_i$ та проходження $K_{tr} = a_{tr} / a_i$, де a_{ref} і a_{tr} – амплітуда відбитої хвилі і хвилі, що пройшла, a_i – амплітуда падаючої хвилі, відповідно. Коефіцієнт проходження, K_{tr} , має діапазон $0 < K_{tr} < 1$, для якого значення 0 означає відсутність проходження (суцільна вертикальна перешкода), а значення 1 передбачає повне проходження (відсутність хвильового бар'єру). Аналогічно коефіцієнт відбиття, K_{ref} , змінюється в межах $0 < K_{ref} < 1$: значенню 0 відповідає випадок відсутності перешкоди, значенню 1 – повне відбиття хвилі від перешкоди.

Очевидно, що для проникних перешкод коефіцієнти відбиття та проходження залежать від пористості конструкції $P = S / (S + D)$. Результати вказують, що проходження поодинокій хвилі буде зменшуватись, а відбиття збільшуватись зі зменшенням ширини проміжків між суміжними пластинами і/або збільшенням ширини вертикальних пластин. В протилежному випадку збільшення ширини щільних і/або зменшення ширини вертикальних пластин призводить до збільшення пористості конструкції, відповідно, коефіцієнт проходження буде збільшуватись, а коефіцієнт відбиття спадати. Згідно [3] при $S/D \rightarrow \infty$, теоретично $K_{tr} \rightarrow 1$, а $K_r \rightarrow 0$, і, навпаки, при $S/D \rightarrow 0$ $K_{tr} \rightarrow 0$, а $K_r \rightarrow 1$. Амплітуда падаючої хвилі, як і глибина води в каналі мають слабкий вплив на коефіцієнти відбиття та проходження. Коефіцієнт дисипації може бути оцінено виразом $K_d = \sqrt{1 - K_{ref}^2 - K_{tr}^2}$.

Таким чином можна зауважити, що проникні перешкоди повністю не пригнічують сильні нелінійні хвилі, але можуть істотно зменшити їх небезпеку. Результати проведених досліджень показали, що після проходження «щільного» хвилелому з обраними параметрами розсіюється близько 25% хвильової енергії. Ефективність хвилелому може бути збільшена за рахунок вибору оптимального співвідношення ширини пластин і відстані між ними. В додаток, цей тип хвилеломів має переваги в регулюванні рівнів води, посиленні циркуляції потоку,

забезпеченні екологічно сприятливих умов для риби та інших живих організмів.

Список використаних джерел

1. Wu Y.-T. Propagation of solitary waves over double submerged barriers / Y.-T. Wu, S.-C. Hsiao // *Water*. – 2017. – 9 (12), 917. doi:10.3390/w9120917
2. Городецький О.В. Генерація, розповсюдження та накат відокремлених хвиль на берегові схили / О.В. Городецький, А.С. Котельнікова, В.І. Нікішов, В.В. Олексюк та ін. // *Прикладна гідромеханіка*. – 2010. – 12, №1. – С.40–47.
3. Huang Z. Transmission of solitary waves through slotted barriers: A laboratory study with analysis by a long wave approximation / Z. Huang, Z. Yuan // *Journal of Hydroenvironment Research*. – 2010. – 3. – P. 179–185. doi:10.1016/j.jher.2009.10.009

Розроблення Програми державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря агломерації «Вінниця» на 2021-2025 роки

Мокін В.Б., Крижановський Є.М.

*Вінницький національний технічний університет,
E-mail: vbmokin@gmail.com, kruzhan@gmail.com*

В умовах різко зростаючого антропогенного впливу на природне середовище, агломерації та зони є найбільш обґрунтованими просторовими одиницями, в межах яких здійснюється моніторинг стану атмосферного повітря, відповідно до чинного в Україні законодавства, що є імплементацією загальноєвропейських директив. У багатьох агломераціях України сьогодні спостерігається певне погіршення якості атмосферного повітря, що демонструє високу актуальність удосконалення та модернізації системи державного моніторингу стану атмосферного повітря [1]. Одним із пріоритетних напрямків вирішення цих проблем є оптимізація системи моніторингу стану атмосферного повітря агломерацій та зон [2-5].

Для цього в Україні триває розроблення програм державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря агломерацій і зон на 2021-2025 рр. [2-5]. Автори вирішували задачу розроблення такої програми для агломерації «Вінниця».

Згідно вимог чинного законодавства, у т.ч. наказів Міндовкілля і МВС, для розробки Програми державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря агломерації «Вінниця» на 2021-2025 роки необхідно було зібрати таку вихідну інформацію [2-5]:

- електронну карту агломерації «Вінниця»;
- загальну інформацію про агломерацію;

- інформацію про забруднення атмосферного повітря в агломерації «Вінниця» за 2016-2020 роки;
- характеристику діючої мережі постів спостережень за станом атмосферного повітря;
- характеристику лабораторно-аналітичного комплексу, який задіяний в державному моніторингу охорони атмосферного повітря;
- дані результатів спостережень за станом атмосфери з постів Вінницького обласного центру гідрометеорології та постів Вінницького обласного лабораторного центру МОЗ України;
- дані про джерела забруднення атмосферного повітря в агломерації Вінниця, у т.ч. про дозволи на викиди.

З метою розроблення пропозицій щодо організації та удосконалення системи спостережень (моніторингу) за якістю атмосферного повітря агломерації «Вінниця» було проведено фізико-географічний аналіз території агломерації та здійснено оброблення наступних даних: рельєфу території, метеоумов за певний часовий період, характеристики землекористування, параметрів та характеристик джерел викидів. Уточнено розташування і геокодовано центроїди біля 200 промислових майданчиків основних об'єктів господарської діяльності, використовуючи геоінформаційні технології (пакет програм ArcGIS). Здійснено аналіз та візуалізацію кількості джерел викидів на геокодованих промислових майданчиках підприємств та їх сумарних гранично-допустимих викидів (ГДВ) (рис. 1).

Побудовано карти просторового розподілу основних концентрацій основних забруднюючих речовин за усередненими даними 2018-2020 років. Приклад такої карти приведено на рисунку 2.

Розроблено алгоритм вибору місць розташування пунктів або місць, в яких варто здійснювати фіксовані та індикативні вимірювання показників якості атмосферного повітря з використанням стаціонарних або пересувних інформаційно-вимірювальних комплексів. Здійснено проектування мережі спостережень за станом атмосферного повітря в агломерації. Визначено перелік забруднювальних речовин, за яким має проводитися моніторинг, та встановлено їх режим оцінювання (таблиця 1).

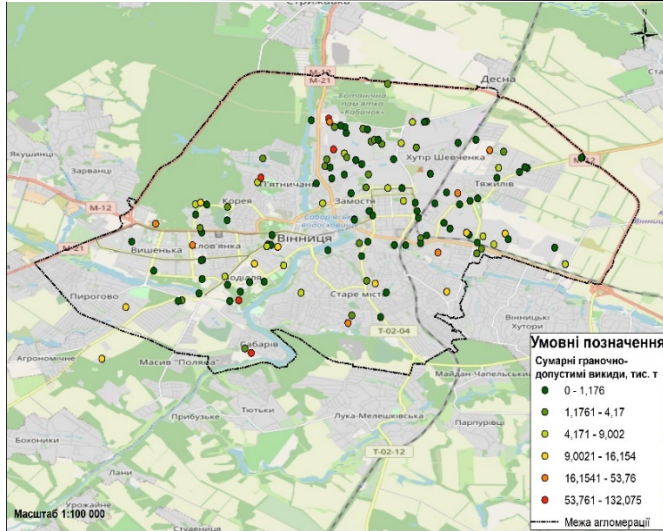


Рисунок 1. Візуалізація сумарних значень ГДВ на геокодованих промислових майданчиках підприємств

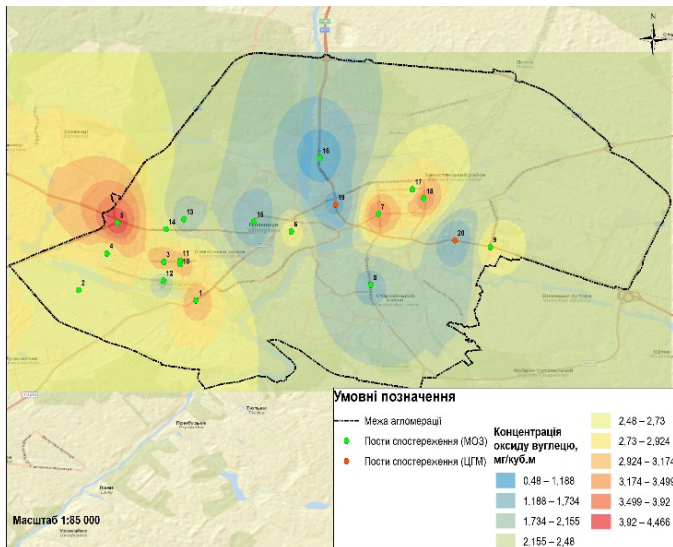


Рисунок 2. Карта просторового розподілу оксиду вуглецю за усередненими даними 2018-2020 років

Таблиця 1 – Режими оцінювання забруднювальних речовин

№	Забруднювальна речовина	Встановлений режим	Обґрунтування вибору режиму оцінювання
1	діоксид азоту	Режим фіксованих вимірювань	Спостерігається постійне перевищення верхнього порогу оцінювання.
2	діоксид сірки	Режим комбінованого оцінювання	Рівні забруднення знаходяться нижче нижнього порогу оцінювання, але це – ключовий показник з точки зору визначення кількості постів при перегляді програми моніторингу.
3	оксид вуглецю	Режим комбінованого оцінювання	Рівні забруднення знаходяться нижче нижнього порогу оцінювання, але це – ключовий показник з точки зору визначення кількості пунктів при перегляді програми моніторингу.
4	ТЧ 2,5	Не встановлено	На даний час відсутня достатня кількість вимірювань для порівняння з порогоми оцінювання. Для накопичення таких даних рекомендується режим фіксованих вимірювань.
5	ТЧ 10		
6	озон		
7	бензол		
8	бенз(а)пірен		
9	арсен		
10	свинець		
11	кадмій		
12	нікель		
13	ртуть		

Проект програми схвалено Комісією з питань державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря та управління якістю атмосферного повітря агломерації «Вінниця» і проходить погодження у Міндовкілля.

Список використаних джерел

- Інформаційна ГІС-інтегрована технологія оцінювання параметрів викидів речовин за даними оперативного моніторингу забруднення атмосферного повітря: монографія [В. Б. Мокін, Г. В. Горячев, Д. Ю. Дзюняк]. — Вінниця: ВНТУ, 2018. — 100 с.
- Постанова КМУ від 14 серпня 2019 р. № 827. Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря.
- Директива 2008/50/ЄС європейського парламенту та ради від 21 травня 2008 року про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи.
- Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України № 147 від 25.02.2021 «Про затвердження форми Програми державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря».
- Наказ Міністерства внутрішніх справ України №30 від 21.04.2021 «Про затвердження Порядку розміщення пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря в зонах та агломераціях».

Про інформаційну безпеку в інформаційному суспільстві

Биченок М.М., Трофимчук О.М.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору

Національної академії наук України,

E - mail: conference.itgis@gmail.com

1. Створення інформаційного суспільства, з одного боку, прискорює соціально-економічний розвиток, а з іншого – породжує нові загрози для інформаційної безпеки особистості, суспільства й держави. Найбільшу небезпеку представляють інформаційно-психологічні загрози для людської свідомості й комп'ютерно-телекомунікаційні – для інформаційної інфраструктури.

2. Можна виділити наступні інформаційно-психологічні загрози, які реалізуються через електронні і друковані мас-медіа:

- загрози духовному розвитку людину, становленню його свідомості й світогляду, творчої й інтелектуальної діяльності;
- загрози формуванню суспільної свідомості, моралі й менталітету;
- загрози культурному розвитку суспільства, національних і конфесійних співтовариств і т.д.

Негативні інформаційно-психологічні впливи призводять до духовної і культурної деградації, неадекватної й антисоціальної поведінки, ксенофобії і релігійної нетерпимості та ін.

3. До основних причин виникнення комп'ютерно-телекомунікаційних загроз можна віднести:

- слабку конкурентоспроможність продукції вітчизняного високотехнологічного й наукомісткого виробництва, особливо в області мікроелектроніки й комп'ютерної техніки;
- широке використання імпоротної інформаційної техніки й технологій, що збільшує небезпеку несанкціонованого доступу й руйнування державної, комерційної, службової й особистої інформації;
- несистемність нормативно-правового забезпечення й недостатня координація заходів із захисту інформації і захисту від інформації;
- прояви кіберзлочинності, пов'язані з дезорганізацією роботи критично важливих комп'ютерно-телекомунікаційних систем, що призводить до значних матеріальних і моральних втрат.

4. При побудові інформаційного суспільства необхідно враховувати ряд додаткових факторів, що впливають на інформаційну безпеку:

- темпи розвитку і складність інформаційно-комунікаційних засобів і технологій перевищують можливості людини для адекватного їхнього розуміння й ефективного використання;
- надмірне розшарування за рівнем інформатизації між розвиненими й відсталими країнами породжує так звану “цифрову нерівність” та “інформаційний колоніалізм”;
- зниження морального й культурного імунітету суспільства, якщо воно не має системи захисту й протидії інформаційним загрозам.

В інформаційному суспільстві очікується також поява нових соціальних протиріч і, відповідно, інформаційних загроз:

- між тими, хто має доступ до електронних інформаційних ресурсів, і тими, хто його не має;
- між працівниками з освітою в галузі інформатики і працівниками без такої освіти;
- між матеріально забезпеченими фахівцями із інформаційних технологій й малозабезпеченим некваліфікованим персоналом.

5. В умовах глобального інформаційного простору жодна держава не може функціонувати в інформаційній ізоляції. Тому виникає проблема забезпечення інформаційної безпеки внутрішніх і міждержавних відносин. Існує кілька підходів до її вирішення.

Перший підхід можна назвати прагматичним. Він спрямований на:

- підвищення рівня інформаційної безпеки усередині країни;
- створення внутрішніх комп'ютерних мереж, незалежних одна від одної;
- організацію постійного моніторингу в інформаційному просторі (за допомогою аерокосмічних, комп'ютерно-телекомунікаційних та інших засобів);
- розробку технологій і ведення так званих “інформаційних війн”;
- зменшення інформаційної відкритості держави.

До недоліків такого підходу можна віднести:

- порушення прав людини й демократичних принципів;
- відсутність надійного захисту від інформаційних загроз з боку хакерів і терористичних угруповань;
- негативні наслідки інформаційної ізоляції для соціально-економічного розвитку;

- виникнення проблем з міжнародними мас-медіа.

Більш ідеалістичним є другий підхід, який припускає наступне:

- розширення інформаційних взаємозв'язків і взаємодії різних держав;
- забезпечення глобальної інформаційної безпеки через створення міжнародних організацій і механізмів захисту;
- максимальну відкритість і лібералізацію інформаційних відносин.

У випадку прийняття цього підходу можна більш ефективно, на основі єдиних міжнародних норм і вимог, боротися з кіберзлочинністю й інформаційно-психологічним маніпулюванням. Однак, у цього підходу є певні недоліки:

- передбачається, що міждержавні відносини будуються на основі взаємної довіри, що в сучасних умовах важко здійсненне;
- потрібен високий рівень відкритості в міжнародних відносинах, що не відповідає сучасним вимогам забезпечення національної безпеки;
- проведення єдиної інформаційної політики з боку різних держав при можливому домінуванні хоча б однієї з них не виключає інформаційної агресії.

Існує ще один підхід який декларують професійні розробники й користувачі інформаційних технологій, що не беруть безпосередню участь у прийнятті державних рішень. Для цієї групи осіб захист інформаційного простору є лише особистим інтересом. Проте більшість заходів внутрішньої і зовнішньої інформаційної політики спрямовані в основному на обмеження їх діяльності (ліцензування, квотування, санкції і т.д.). Вони вважають, що забезпечення інформаційної безпеки – це турбота розробників і користувачів інформаційних технологій і систем, а не державних чиновників.

Таким чином, можна зробити висновок, що забезпечення інформаційної безпеки в інформаційному суспільстві потребує комплексного підходу, який:

- відповідає пріоритетним національним інтересам;
- враховує внутрішні й зовнішні соціальні, політичні і науково-технічні умови;
- адаптується до стану й перспектив соціально-економічного розвитку країни.

6. В Україні в сучасних умовах потрібна єдина інформаційна політика на державному рівні, спрямована на:

- посилення підтримки суб'єктів національного інформаційного виробництва для зміни співвідношення між вітчизняною й закордонною інформаційною продукцією в інтересах першої;
- якісне вдосконалення й підвищення конкурентоспроможності вітчизняної інформаційної продукції;
- активізацію контрпропагандистської діяльності для зменшення іноземного інформаційного втручання у внутрішні справи держави, а також для посилення її присутності у світовому інформаційному просторі.

Для практичного вирішення зазначених проблем потрібна політична воля, тобто здатність і бажання повноважних осіб до цілеспрямованої організації й об'єднання зусиль влади, бізнесу й громадян на побудову сучасного інформаційного суспільства.

Метод спільного використання алгоритму блокового шифрування AES з турбокодуванням

В.М. Василенко, С.В. Зайцев,

Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України

У роботі представлено метод спільного використання алгоритму блокового шифрування Advanced Encryption Standard (AES) з турбокодуванням для підвищення захищеності даних. Результати імітаційного моделювання показали, що даний метод є ефективним при великих значеннях відношення сигнал/завада в каналі, оскільки в протилежному випадку використання алгоритму шифрування AES породжує «лавинний ефект», що робить використання алгоритму AES спільно з турбокодами недоцільним.

Мобільний зв'язок і бездротові системи передачі даних в наш час набули широкого поширення і продовжують інтенсивно розвиватися.

Одними з основних і актуальних завдань є забезпечення захищеності даних та підвищення достовірності передачі інформації.

Домогтися підвищення достовірності можна за рахунок використання завадостійких кодів, таких як: згорткові коди, коди з малою щільністю перевірок на парність (LDPC-коди), коди Хеммінга, полярні коди, турбокоди (ТК), коди Ріда-Соломона та ін.

ТК прийняті стандартами мобільного зв'язку третього покоління 3G UMTS [1] і четвертого покоління 4G (LTE-Advanced) [2]. Вони

поступаються по енергетичній ефективності межі Шеннона 0,5дБ для каналу з адитивним білим гауссовским шумом при швидкості кодування $R = 1/3$ [3, 4].

Домогтися забезпечення захищеності даних можна за допомогою алгоритмів AES [5], Data Encryption Standard (DES) [6] і т.д.

На рис.1 представлена загальна схема роботи методу шифрування за допомогою алгоритму AES з турбокодуванням.

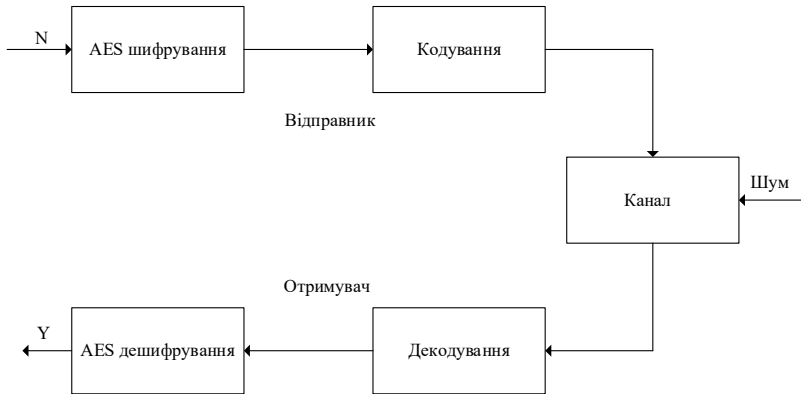


Рисунок 1 – Загальна схема роботи запропонованого методу

На рис. 2 показаний, отриманий в результаті імітаційного моделювання, графік залежності ймовірності бітової помилки декодування $P_{B \text{ дек}}$ від відношення сигнал/завада E_b/N_J (відношення сигнал/шум при цьому було вибрано $E_b/N_0 = 9,58$ дБ), де E_b – енергія біта, N_0 – спектральна щільність потужності білого гауссівського шуму, N_J – спектральна щільність потужності навмисної завади, представлена як обмежений по спектру білий гауссівський шум. Використовувався алгоритм декодування LOG-MAP, інформаційна послідовність довжиною $N = 1024$ біт, швидкість передачі $R = 1/3$, кількість ітерацій $I = 8$. Також використовувався алгоритм шифрування AES з 256-ти бітним ключем.

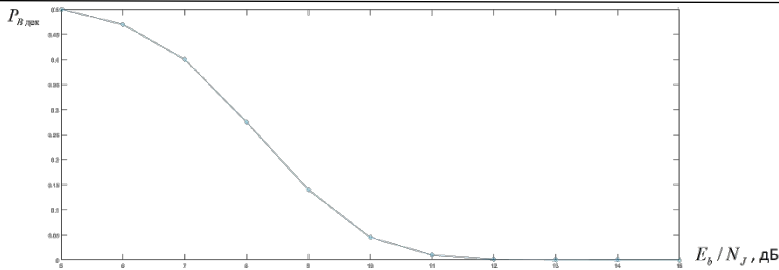


Рисунок 2 – Графік залежності ймовірності бітової помилки декодування від відношення сигнал/завада

На рис.3 проілюстрований поетапний процес передачі зображення за допомогою методу спільного використання AES та турбокоду.

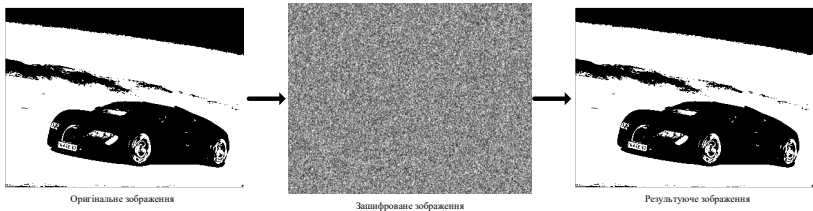


Рисунок 3 – Процес передачі зображення за допомогою методу спільного використання AES та турбокоду.

Результати моделювання свідчать, що застосування методу спільного використання алгоритму блокового шифрування AES з турбокодуванням при великих значеннях сигнал/завада забезпечують підвищення захищеності даних.

Список літературних джерел

1. Y. Hawwar, E. Farag, S. Vanakayala, R. Pauls, X. Yang, S. Subramanian, P. Sadhanala, L. Yang, B. Wang, Z. Li, H. Chen, Z. Lu, D. Clark, T. Fosket, P. Mallela, M. Shelton, D. Laurens, T. Salaun, L. Gougeon, N. Aubourg, H. Morvan, N. L. Henaff, G. Prat, F. Charles, C. Creach, Y. Calvez, and P. Butel, "3G UMTS Wireless System Physical Layer: Baseband Processing Hardware Implementation Perspective," IEEE Communications Magazine, vol. 44, no. 9, pp. 52–58, Sept 2006.
2. Z. Shen, A. Papasakellariou, J. Montojo, D. Gerstenberger, and F. Xu, "Overview of 3GPP LTE-Advanced Carrier Aggregation for 4G Wireless Communications," IEEE Communications Magazine, vol. 50, no. 2, pp. 122–130, February 2012.
3. Berrou C. Near Shannon limit error-correcting coding and decoding: turbo-codes / C. Berrou, A. Glavieux, P. Thitimajshima // Proc. Int. Conf. On Commun., ICC-93. – Geneva, 1993. – May. – P. 1064 – 1070. DOI: 10.1109/ICC.1993.397441.

4. Berrou C. Near optimum error correcting coding and decoding: turbo-codes / C. Berrou, A. Glavieux // IEEE Trans. on Commun. – 1996. – Vol. 44 (10). – P. 1261 – 1271. DOI: 10.1109/26.539767.
5. Federal Information Processing Standards Publication 197 November 26, 2001 Specification for the ADVANCED ENCRYPTION STANDARD (AES).
6. Coppersmith D. The Data Encryption Standard (DES) and its strength against attacks / D. Coppersmith // IBM J. Res. Dev., 38 – (1994) – P. 243–250.

On the implementation of postquantum access control protocol based algorithms

Ustimenko V. O., Pustovit O. S.

*Institute of telecommunication and global information space, NAS of Ukraine
vasylustimenko@yahoo.pl, sanyk_set@ukr.net*

Protocol based approach to control access to information systems in information space is very popular one. With appearance of first samples of quantum computers it is very important to investigate potential of this approach. We study new postquantum resistant multivariate protocols which can substitute unresistable to quantum computer based attacks Diffie-Hellman algorithm. Current state of art in Postquantum Multivariate Cryptography is presented on the web page of future Sattelite Conference “Mathematical Aspects of Post Quantum Cryptography” of the Mathematical Congress 2022 (see <https://icm2022.org/satellites>). One of the sixth main directions of the Post Quantum Cryptography is Multivariate Cryptography for which affine Cremona semigroup named after Luigi Cremona [1] and its multivariate transformation are main instruments to create cryptographical algorithm. These transformations are induced by endomorphisms of polynomial ring $K[x_1, x_2, \dots, x_n]$ over commutative ring K . The case $K=F_q$ of finite field is very popular in classical Multivariate Cryptography.

We discover large subgroups of $CS_n(K)$, $n=2,3,\dots$ with the Multicomposition property (MCP) which means possibility to compute the composition of N arbitrary chosen elements of $CS_n(K)$ in polynomial time $T(n)$. We assume that each element of $CS_n(K)$ is given in its standard polynomial form $x_i \rightarrow f_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$, $i=1,2,\dots,n$.

Tahoma protocol was introduced in [2]. It uses two semigroups $S_n < SC_n(K)$ and $S_m < CS_m(K)$, $m < n$ with the MPC property. We assume that there is homomorphism $\varphi_{n,m} : S_n \rightarrow S_m$.

On the entrance of protocol we have elements $g_1, g_2, \dots, g_k, k \geq 2$ from $CS_n(K)$ conjugated with elements g'_1, g'_2, \dots, g'_k from S_n together with elements h_1, h_2, \dots, h_k from S_m conjugated with $\varphi(g'_1), \varphi(g'_2), \dots, \varphi(g'_k)$.

Alice sends pair $(g_i, h_i), i=1, 2, \dots, k$ to Bob.

Bob selects sequences $w(1)=(i(1,1), i(2,1), \dots, i(l(1),1)), w(2)=(i(1,2), i(2,2), \dots, i(l(2),2)), \dots, w(s)=(i(1,s), i(2,s), \dots, i(l(s),s))$ of elements from $\{1, 2, \dots, k\}$

He sends $g(j)=g_{i(1,j)}g_{i(2,j)} \dots g_{i(l(j),j)}, j=1, 2, \dots, s$ to Alice. Bob keep $z(j)=h_{i(1,j)}h_{i(2,j)}, \dots, h_{i(l(j),j)}, j=1, 2, \dots, s$ in his private storage.

Alice restores $z(j)$ because of her knowledge on the input data. Postquantum security of the protocol rests on the problem to decompose $w(i)$ into generators g_i .

Access control algorithm.

Alice (administrator of information system) forms pseudorandom or genuine random system (p_1, p_2, \dots, p_m) from K^m and word w in the alphabet $z(1), z(2), \dots, z(s)$. Alice sets password as $w(p)$. Bob enters $w(p)$ and gets access to the system.

Algorithm is implemented with various platforms S_n, S_m and homomorphism between them (see [3],[4],[5])

EXAMPLE.

Let us consider the case when S_n and S_m are subsemigroups of semigroups $ES_n(K)$ and $ES_m(K)$ of Eulerian transformations, i.e. transformations moving each variable x_i into monomial term $q_i x_1^{a(i,1)} x_2^{a(i,2)} \dots x_n^{a(i,n)}$ ($t=n$ or $t=m$) where q_i are regular elements of K and $a(i,j)$ from $\mathbb{Z}_d, d=|K^*|$. These transformation were used for the development of public key algorithms [6], [7] and key exchange protocols [8] and key generation algorithm of one time pad encryption [9].

For simplicity we assume that algorithm has two outputs $z(1)$ and $z(2)$ with coefficients $q_i, a(i,j)$ and $q'_i, a'(i,j)$ respectively.

Alice and Bob use generator of pseudorandom sequence $(r_1, r_2, \dots, r_m)=r$ where r_i are from K^* .

They form formal word w of kind $z(1)^{a(1)} z(2)^{a(2)} z(3)^{a(3)} \dots$ or $z(2)^{b(1)} z(1)^{b(2)} z(2)^{b(3)} \dots$ of length $k, k=O(1)$ and use $w(r)$ as entrance password.

It is clear that the execution time of the protocol is $O(n^3)$ which is the time to compute the composition of the elements from $ES_n(K)$.

The computation of the entrance password costs $O(m^2)$ because Alice and Bob use known publicly decomposition of w into hidden $z(1)$ and $z(2)$.

Assume that Alice and Bob use word w without change and the adversary is able to intercept some pairs $(r, w(r))$ where unknown w is of kind $x_i \rightarrow y_i, x_i$

$y^{(i,1)} x_2^{y^{(i,2)}} \dots x_m^{y^{(i,m)}}$, $i=1,2, \dots, n$. It depends on m^2+m unknowns. So Alice and Bob can use unchanged word safely $<m+1$ times

With this restrictions the only option for adversary is to break postquantum safe protocol. So Alice and Bob can use various words w during practically unlimited time. Noteworthy that they can change the size of parameter m via new session of the protocol with the same or new platform.

Alternative usage. In this case correspondents can use the protocol with several outputs for the generation of password for “multiplicative” one time pad with plaintext $(K^*)^m$ and encryption function $(x_1, x_2, \dots, x_m) \rightarrow (x_1 p_1, x_2 p_2, \dots, x_m p_m)$ where $p=(p_1, p_2, \dots, p_m)$ is the password.

They form password via described above process of generation pairs (w, r) and setting $p=w(r)$. Password has to be used exactly one time.

Noteworthy that in the case $K=F_q$ correspondents can use plaintext K^n and additive one time pad with encryption function $(x_1, x_2, \dots, x_m) \rightarrow (x_1 + p_1, x_2 + p_2, \dots, x_m + p_m)$.

References

1. Max Noether, Luigi Cremona, *Mathematische Annalen* 59, 1904, pp. 1–19.
2. V. Ustimenko, On new symbolic key exchange protocols and cryptosystems based on hidden tame homomorphism, *Dopovidi NAS of Ukraine*, 2018, n 10, pp. 26-36.
3. V. Ustimenko, M. Klisowski, On Noncommutative Cryptography with cubical multivariate maps of predictable density, In “Intelligent Computing”, *Proceedings of the 2019 Computing Conference, Volume 2, Part of Advances in Intelligent Systems and Computing (AISC, volume 998)*, pp. 654-674.
4. V. Ustimenko, M. Klisowski, On Noncommutative Cryptography and homomorphism of stable cubical multivariate transformation groups of infinite dimensional affine spaces, *Cryptology ePrint Archive*, 593, 2019.
5. V. Ustimenko, On the usage of postquantum protocols defined in terms of transformation semigroups and their homomorphisms, *Theoretical and Applied Cybersecurity, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kiev Polytechnic Institute"*, Volume 1, No. 2, pp. 32-44 (2020).
6. V. Ustimenko, On new multivariate cryptosystems based on hidden Eulerian equations, *Reports of Nath. Acad of Sci, Ukraine*, 2017. № 5, pp 17-24.
7. V. Ustimenko, On new multivariate cryptosystems based on hidden Eulerian equations over finite fields, *ePrint Archive*, 093, 2017.
8. V. Ustimenko, On semigroups of multiplicative Cremona transformations and new solutions of Post Quantum Cryptography, *IACR Cryptol, ePrint Arch*, 133, 2019.
9. V. Ustimenko, O. Pustovit, New Cryptosystems of Noncommutative Cryptography based on Eulerian Semigroups of Multivariate Transformations (short paper), *CPITS 2021*: pp. 18-26

Космічний моніторинг екологічної ситуації на вражених пожежами ділянках лісових масивів у межах Чорнобильської зони відчуження та на прилеглих територіях

Азімов О.Т.¹, Веремєнко Д.М.,² Кіреєв С.І.², Томченко О.В.¹

¹Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі

ІГН НАН України; azimov@casre.kiev.ua, tomch@i.ua;

²Державне спеціалізоване підприємство «Екоцентр», kireev@ecocentre.kiev.ua

Важливою умовою стабілізації в Україні пожежної ситуації у лісах, на торфовищах та в інших природних екосистемах загалом є створення і функціонування ефективної моніторингової системи протипожежної охорони, яка б включала оперативний контроль, прогнозування, виявлення, стеження та гасіння пожеж. Розробка такої системи можлива на основі наукового аналізу й оцінки основних складових лісопожежної обстановки, горимості та пірологічної структури лісового фонду, гідрометеорологічних умов, джерел вогню, існуючої системи протипожежної охорони у лісових підприємствах тощо. На наш погляд, удосконалення структури і методичних основ моніторингу лісів нашої держави, як одну з важливих його складових, повинно враховувати й аерокосмічний сегмент.

Складові елементи методичної основи розроблення моніторингової системи з застосуванням технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) апробовані нами на прикладі оцінювання масштабів пожеж у природних ландшафтах та їх радіаційно-екологічних наслідків у районі Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) і на прилеглих до неї територіях. Отримані результати добре корелюють з даними відповідних наземних вимірювань. Так у квітні 2020 р. масштабні лісові пожежі вирували у ЧЗВ і загалом охопили площу приблизно 680 км². Використання даних знімання з космічних апаратів (КА) Aqua та Sentinel-2, отриманих з 08.04 по 07.05, давало змогу виділяти в межах Зони осередки виникнення пожеж, напрямки поширення і площі охоплення пов'язаних з ними димових утворень, картографувати площі виниклих зварників і стан рослинного покриву в їх межах тощо. Залучення до аналізу часового ряду космічних знімків (КЗ) за період квітень–серпень 2020 р. стало основою побудови картографічної моделі стану лісів після завершення пожеж у ЧЗВ, що наочно демонструє рис. 1 та відповідна таблиця 1 по території ближньої зони.

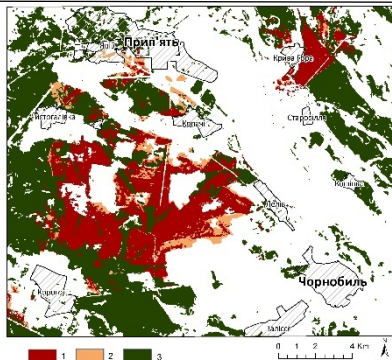


Рис. 1. Картошхема стану хвойного лісу після квітневих 2020 р. пожеж у ближній зоні ЧЗВ за результатами дешифрування КЗ з КА Sentinel-2: 1 – площі вигорілого хвойного лісу, що залишився сухостійним у серпні 2020 р., 2 – площі вигорілого хвойного лісу, що частково відновився з червня по серпень 2020 р., 3 – площі хвойного лісу, що не постраждав від пожеж

Погодно-кліматичні умови під час розвитку пожеж (насамперед помірний та сильний вітер переважно північних напрямків), забруднене продуктами горіння атмосферне повітря спричинили погіршення радіаційного стану у ЧЗВ, передусім на територіях, що прилегли до охоплених пожежею районів. Отож, у зазначений період на відповідних постах автоматизованої системи контролю радіаційного стану (АСКРС) та з допомогою пересувної аспіраційної установки фахівцями ДСП «Екоцентр» проводилося прокачування повітря з подальшим аналізом відібраних проб у центральній аналітичній лабораторії підприємства для визначення вмісту радіонуклідів у приземному шарі повітря. Зокрема, у період найбільш активної фази пожеж, коли вогонь близько підійшов до розташованих у районі ЧАЕС радіаційно небезпечних об'єктів, 13.04 проведено радіаційну розвідку мобільною оперативною групою. Зафіксовано перевищення у 18 разів контрольних рівнів (КР) об'ємної активності ^{137}Cs у приземному повітрі району Укренергомонтаж-Відкритий розподільчий пристрій (ВРП)-750.

15-20.04 на АСКРС ближньої зони визначено значення об'ємної активності ^{90}Sr у повітрі вище КР від 2,6 до 10 разів (КР=3,0Е-03 Бк/м³). Максимальні значення були зафіксовані на АСКРС ВРП-750 – 3,1Е-02 Бк/м³ (рис. 2). Натомість на інших пунктах спостереження АСКРС дальньої зони перевищення КР об'ємної активності радіонуклідів у пробах повітря не виявлено.

Вже 27.04 на всіх пунктах АСКРС ближньої зони зафіксовано значення об'ємної активності ^{90}Sr у повітрі нижче КР.

У період пожеж, приблизно з 13-14.04 до початку травня, було зафіксовано зростання інтенсивності атмосферних радіоактивних випадінь у порівнянні з допожежним періодом (січень–березень 2020 р.). До кінця квітня інтенсивність випадінь ^{137}Cs з атмосфери у ближній зоні зросла в середньому у 10 разів (максимально у 36 разів), на початку травня (05-12.05) – у 60 разів. У дальній зоні (10-км навколо ЧАЕС) інтенсивність випадінь ^{137}Cs за період пожеж зросла від 2,5 до 13 разів, у м. Чорнобиль – у 4 рази (на початок травня – у 14 разів). У районі контрольно-дозиметричного пункту «Дитятки» інтенсивність випадінь ^{137}Cs з атмосфери за період пожежі зросла майже у 8 разів, на початок травня – у 13 разів. Опади кінця квітня та початку травня сприяли вимиванню радіонуклідів з атмосфери на підстилаючу поверхню.

Таблиця 1. Площі класів земних покривів та втраченого унаслідок пожеж у квітні 2020 р. лісу в ближній зоні ЧЗВ, що виділені на основі дешифрування КЗ з КА Sentinel-2

Класи земних покривів	Площі класів на дату космічної зйомки, га		
	5 квітня 2020 р.	11 червня 2020 р.	30 серпня 2020 р.
Листяний ліс	5554,79	5534,17	5554,79
Хвойних ліс	14752,41	9830,4	10802,68
Кущі та чагарники	2344,93	2341,97	2344,93
Трав'яниста рослинність	12337,26	12102,23	12337,26
Водна поверхня	1443	1442,8	1443
Пісок, відкритий піщаний ґрунт	547,25	547,25	547,25
Населені пункти	525,61	524,29	525,61
Згарища хвойного лісу		5181,99	3949,73

Оцінки виносу радіонуклідів за межі ЧЗВ унаслідок пожеж вказують на те, що основним джерелом їх надходження були компоненти рослинності з відповідними співвідношеннями ^{137}Cs до ^{90}Sr (трава та лісова підстилка). Порівняння виносу радіонуклідів за межі ЧЗВ під час пожеж різними шляхами засвідчило, що інтенсивний переніс радіонуклідів повітряним шляхом за показником річного їх виносу теоретично може досягти рівня виносу радіонуклідів поверхневими водотоками, а для ^{137}Cs – навіть перевершити аналогічні значення.

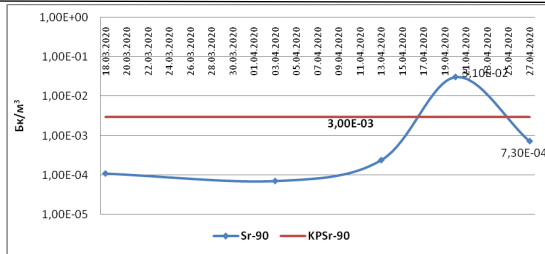


Рис. 2. Динаміка зміни об'ємної активності ^{90}Sr у приземному шарі повітря у березні-квітні 2020 р. за даними АСКРС ВРП-750, Бк/м³

Отже, технології ДЗЗ та геоінформаційних систем (ГІС) є оперативним і ефективним інструментом виявлення і стеження за природними пожежами, оцінювання стану земних покривів на площах, що вражені їх дією. У комплексі з матеріалами інтегрованих у ГІС наземних вимірювань дистанційно отримані дані дають адекватну моніторингову інформацію про просторово-часові зміни радіаційно-екологічної ситуації на радіоактивно забруднених територіях, зокрема, у межах ЧЗВ.

Бар'єрна функція ЧЗВ відіграла свою роль. Завдяки великій площі території Зони радіонуклідів не розповсюдилися за її межі в концентраціях, що перевищували б встановлені «Нормами радіаційної безпеки України» допустимі концентрації їх вмісту для населення.

Применение геоинформационных технологий при прогнозе зон нефтегазоаккумуляции в Днепроовско-Донецкой впадине

Азимов А.Т.

Научный центр аэрокосмических исследований Земли ИГН НАН Украины,
azimov@casre.kiev.ua

В докладі освітаються результати використання геоінформаційних технологій при уточненні разломно-блокового строєння Дніпровско-Донецкой впадини (ДДВ) и при прогнозуванні в її пределах зон локальних структур осадочного чехла, которые могут быть потенциальными зонами углеводородного накопления. Геоінформаційні технології включають технології дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), географічних інформаційних систем (ГІС), в которые введена база тематических данных, программное

обеспечение, предназначенное для управления базой данных и тематической обработкой данных вообще на основе базы знаний.

Зоны нефтегазонакопления представляют собой совокупность смежных и похожих по строению месторождений, принадлежащих к единому структурному либо литолого-фациальному элементу [1].

Основываясь на применении ДЗЗ/ГИС-технологий, в пределах центрального грабена ДДВ (территория Сребненской депрессии, Лохвицкого, Северо-Яровского и Ждановского прогибов и прилегающих к ним участков) на первом этапе работ проведены аэрокосмогеологические исследования (АКГИ) регионального масштаба по уточнению трас трансрегиональных и региональных дизъюнктивных структур (рис. 1). На втором этапе выполнены исследования зонального масштабного уровня, на основании которых выделены зоны, перспективные для поисков ловушек нефти и газа в верхневизейских терригенных отложениях нижнего карбона (C_{1V2}) [2–6 и др.].

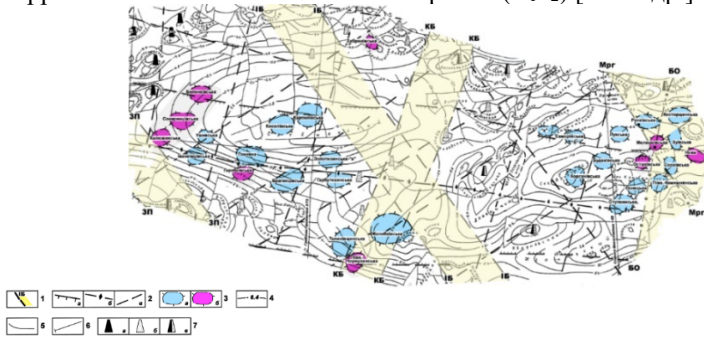


Рис. 1. Район Сребненская депрессия–Северо-Яровский прогиб ДДВ.

Сопоставление картосхемы разломно-блоковой тектоники по материалам дешифрирования данных ДЗЗ (с вынесением локальных прогнозных объектов) со структурной картой по отражающим горизонтам карбона (составлено с использованием данных работ [2–4, 7, 8 и др.]).

Обозначения: 1–3 – результаты АКГИ: 1, 2 – зоны линеаментов и линеаменты по данным комплексной интерпретации результатов дешифрирования дистанционных и априорных геолого-геофизических материалов, которые соответствуют: 1 – глубинным дизъюнктивным структурам, определяющим границы макроблоков (названия линеаментных зон: ЗП – Знаменско-Пирятинская, ИБ – Ингулеcko-Брянская, КБ – Каневско-Белопольская, БО – Болтышско-Обоянская, Мрг – Миргородская); 2 – северному и южному приосевым рифтовым глубинным нарушениям, которые совместно с внутреннерифтовыми разломопарами Припятско-Маньчского и Барановичско-Астраханского

шовних глубинних диз'юнктивів обмежують зони приразломних выступов фундамента, или приосевые синеклизные зони (осевые линии) (*a*), Осевому рифтовому разлому, с которым связана зона осевых поднятий (осевая линия) (*b*), другим разрывным нарушениям (*в*); 3 – миниморфоструктуры (морфоаномалии), индицирующие локальные структуры (поднятия) осадочного чехла, которые рекомендуются для проверки детальными площадными сейсморазведочными работами методом общей глубинной точки (МОГТ): *a* – в первую очередь, *b* – во вторую очередь; 4–7 – результаты геолого-геофизических работ: 4 – изогипсы отражающих горизонтов, приуроченных к разным отложениям карбона, по данным сейсморазведки МОГТ, км; 5 – диз'юнктивные нарушения (сбросы); 6 – региональные профили сейсморазведочных работ корреляционным методом преломленных волн; 7 – месторождения: нефтяные (*a*), газовые (*b*), нефтегазовые (*в*)

В пределах указанной территории установлены закономерности пространственно-генетической связи зон развития локальных поднятий осадочного чехла (предполагаемых ловушек углеводородов) с возрожденными разрывными структурами северо-западного простирания (диапазон азимутов 300–320°). Очевидно эти продольные зоны играли важную роль в формировании известных и предполагаемых неантиклинальных и комбинированных ловушек нефти и газа, которые планомерно к ним тяготеют, локализуясь по их простиранию в опущенных или приподнятых крыльях блоков (рис. 1).

Большой поисковый представляют места пересечений зон северо-западного направления с поперечными (северо-восточными – 35–60°, на отдельных локальных отрезках – субмеридиональными, 345–15°) линейными структурами. При этом продольные зоны в основном развивались в условиях геодинамического растяжения, северо-восточные большей частью испытывали воздействие сил сжатия.

Данные тектонические узлы являются участками с интенсивным развитием флюидодинамических процессов в земной коре. Следовательно, они представляют собой потенциальные каналы субвертикальной миграции разнообразных флюидов (в том числе углеводородных), тепла и других видов энергии из глубоких горизонтов литосферы, могут существенно влиять на миграцию нефти и газа в процессе формирования их залежей. Локальные объекты аккумуляции углеводородного сырья прежде всего следует искать вблизи указанных узлов.

Список использованных источников

1. Чебаненко И.И., Краюшкин В.А., Ключко В.П. и др. Нефтегазоперспективные объекты Украины: Нефтегазоносность фундамента осадочных бассейнов. Киев: Наук. думка, 2002. 296 с.
2. Лукін О., Азімов О., Пулов В. та ін. Аналіз перспектив нафтогазоносності площ і прогнозних пасток неантиклінального та комбінованого типів у верхньовізейських теригенних відкладах Східного нафтогазоносного регіону України: Звіт про тематичну роботу за договором № 12/05 з НАК «Нафтогаз України» (заклучний) (у 2 книгах). Книга 1 / ІГН НАН України. ДР № У-05-117/9. Київ, 2008. 155 с.
3. Азімов О.Т. Дослідження диз'юнктивних дислокацій земної кори аерокосмічними методами (на прикладі регіонів України): Дис. ... д-ра геол. наук: 04.00.01 "Загальна та регіональна геологія" / ІГН НАН України. № ДО 0509U000102. Київ, 2008. 485 с.
4. Азімов О.Т. Оперативне прогнозування нафтогазових пасток неантиклінального та комбінованого типів за результатами аерокосмогеологічних досліджень. Зб. наук. пр. ІГН НАН України. Київ, 2009. Вип. 2. С. 13–19.
5. Азімов А.Т. Перспективи поисков ловушек нефти и газа неантиклинального и комбинированного типов по данным комплексной интерпретации материалов аэрокосмических съемок. Учен. зап. Тавр. нац. ун-та им. В.И. Вернадского. География. 2009. **22 (61)**, № 1. С. 3–11.
6. Азімов О.Т. Досвід застосування даних дистанційних зйомок при пошуках неантиклінальних і комбінованих пасток нафти та газу в Дніпровсько-Донецькій западині. Азово-Чорноморський полігон изучения геодинамики и флюидодинамики формирования месторождений нефти и газа: Сб. докл. IX Междунар. конф. «Крым-2011». Симферополь: «Ассоц. геологов г. Симферополя», 2011. С. 109–120.
7. Гавриш В.К., Недошовенко А.И., Рябчун Л.И. и др. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Глубинные разломы и комбинированные нефтегазоносные ловушки; отв. ред. В.К. Гавриш / АН УССР. Ин-т геол. наук. Киев: Наук. думка, 1991. 172 с.
8. Стовба С.Н., Самойлюк А.П., Турчаненко Н.Т. и др. Анализ эффективности геофизических исследований ГПП «Укргеофизика»: Отчет по теме 113/89 (в 8 книгах). Книга I. Текст / ГПП «Укргеофизика». № ГР 39-91-82/2. Киев, 1993. 235 с.

Прогнозування зон підвищеної тріщинуватості нафтогазоперспективних відкладів з урахуванням даних дешифрування матеріалів дистанційних зйомок і розподілу аномалій водню в геологічному розрізі

Азімов О.Т.

*Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі
ІГН НАН України, azimov@casre.kiev.ua*

Одним з вагомих і актуальних завдань нафтогазопошукової геології наразі є прогнозування, виявлення і всебічне вивчення розривних структур земної кори, дослідження їх ролі у процесах осадконакопичення, складкоутворення, геофлюїдодинаміки, утворення колекторських ємностей у гірських породах. Аерокосмогеологічні методи поміж інших з традиційного комплексу досліджень при

вирішенні охарактеризованої проблеми вирізняються низкою вигідних переваг.

Розривні порушення у зовнішніх компонентах сучасного ландшафту земної поверхні і, відповідно, на матеріалах дистанційних зйомок (МДЗ) проявляються численними дешифрувальними ознаками (геоіндикаторами), приналежними до різних груп, а також їх поєднаннями (комбінаціями). Зазвичай саме за ними з використанням МДЗ дешифруються лінеamenti та їхні зони, що здебільшого інтерпретуються як різнорангові диз'юнктивні об'єкти земної кори. Вони створюють своєрідний каркас розломно-блокової будови територій, зокрема, як нами встановлено [1 та ін.], і регіону Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ).

Практичне нафтогазопошукове значення виділених або уточнених нами за результатами дешифрування МДЗ в межах западини розломів і розривів земної кори, активних у новітній тектонічний етап, полягає в позитивній оцінці нафтогазозносності ділянок і зон, що просторово до них тяжіють, а також локальних об'єктів, які вони містять [2 та ін.]. Це аргументується статистично встановленою в межах більшості нафтогазовидобувних регіонів різних платформних областей (зокрема, ДДЗ) закономірністю просторової приуроченості продуктивних структур до зон диз'юнктивів фундаменту, які характеризуються новітньою активізацією рухів, особливо до ділянок найрізкіших градієнтів інтенсивності новітніх тектонічних рухів [3].

Великий пошуковий інтерес у ДДЗ викликають встановлені нами місця (вузли) перетинів зон розривних утворень північно-західного напрямку (діапазон азимутів простягання $300\text{--}320^\circ$) з поперечними (північно-східними – $35\text{--}60^\circ$, і субмеридіональними – $350\text{--}10^\circ$) структурами. Ці диз'юнктиви з урахуванням наявних даних геолого-геофізичних досліджень інтерпретуються як об'єкти літосфери глибокого закладання.

Сприятливими для пошуків потенційних пасток вуглеводнів (ВВ) райони вузлів різноспрямованих розривних порушень можна вважати на підставі того, що вони є ділянками з інтенсивним розвитком флюїодинамічних процесів у земній корі, зокрема, на новітньому етапі тектогенезу зважаючи на їх геоіндикаційну вираженість. Адже для них притаманне накладене поле знакозмінних механічних (сейсмоакустичних) напружень тривалого в часі впливу, що приводить до виникнення та дії ефекту багатократного зростання проникності гірських утворень, який сприяє прискореному переносу води і розчинених у ній ВВ через пористі породи [4, 5]. Встановлено також [4, 5], що зони розушільнення порід, що характеризуються підвищеною

тріщинуватістю і проникністю, відповідають зонам аномально низьких напруг.

Як наслідок, ці тектонічні вузли являють собою потенційні канали, своєрідні “дренажні” зони субвертикальної проникності різноманітних флюїдів (зокрема, вуглеводневих, водню тощо), тепла, різночастотних сейсмоакустичних (включаючи звукові, ультразвукові) хвиль та інших видів енергії з глибоких горизонтів літосфери. Так наявність аномалій водню (H_2) в геологічному розрізі територій досліджень використовують як газовий індикатор для виявлення глибинних флюїдомасопотоків, трасування по площі та визначення кінематичного типу розривних порушень (найчастіше водень фіксується в диз’юнктивах типу скид) та ступеня їхньої проникності (підвищені концентрації цього газу пов’язані з більш проникними ділянками порушень) [6].

В умовах дії постійно існуючого поля пружних напружень і хвильових коливань вони можуть істотно впливати на процеси десорбції (?), міграції в колекторські горизонти і зони, накопичення і локалізації нафти і газу під час формування їхніх покладів. Так установлено [7], що вузли перетину виявлених [8] у межах Українського щита шести систем розломів контролюють у ДДЗ понад 75% усіх відомих родовищ ВВ. Зокрема, найбільшою частотою характеризуються напрямки 62° і 332° (близько 44%), вклад ще двох істотний: 77° і 347° – 23%, 45° і 315° – 12% [9]. Нафтогазові поклади карбону більшою мірою пов’язані з вузлами перетину розломних структур напрямків 62° – 332° (частота 47%), а родовища, сконцентровані в пермських відкладах, контролюються здебільшого системою 77° – 347° (частота 57%).

Впливом тектонодинамічних факторів також часто може зумовлюватися утворення власне колекторських ємностей у гірських породах, зокрема, вторинних, як показано в роботі [10]. Їх просторовий прояв повинен носити лінійно-осередковий, спорадичний характер.

Висновок. Отже, локальні об’єкти акумуляції вуглеводневої сировини у ДДЗ рекомендується шукати поблизу вузлів перетину диз’юнктивів, що виділені нами. Насамперед у зонах впливу вузлів розривних порушень, що з урахуванням апріорних матеріалів геолого-геофізичних робіт інтерпретуються як структури глибокого закладання. За аналогією з результатами досліджень [4] латеральні переміщення флюїдів від них у залежності від характеру і потужності тектонічних напруг можуть відбуватися на відстані від кількох до десятків кілометрів.

Список використаних джерел

1. Азимов А.Т. Разломная тектоника бортовых зон центрального сегмента Днепровско-Донецкой впадины по данным комплексной интерпретации материалов дистанционных съемок и геолого-геофизических работ (в связи с нефтегазоносностью). Теоретичні та

- прикладні аспекти геоінформатики: Зб. наук. пр. в 2-х т. Київ: ЦММ ІГН НАН України, 2004. Т. 2. С. 96–119.
2. Azimov O.T. Disjunctive criteria for the distinguishing the prospective hydrocarbon-bearing areas using remote sensing methods. 16th EAGE Int. Conf. on Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects (15-17 May 2017, Kiev, Ukraine): Proc. Vol. 2017. P. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201701873>
 3. Розанов Л.Н. Связь размещения нефтегазоносности в платформенных областях с новейшими движениями по разломам фундамента. Закономерности образования и размещения промышленных месторождений нефти и газа: Сб. ст. / АН УССР. Киев: Наук. думка, 1975. С. 104–110.
 4. Иванов В.В., Карус Е.В., Кузнецов О.Л. и др. О возможной роли динамики напряженного состояния земной коры в формировании и размещении залежей нефти и газа. Доклады АН СССР. 1978. 239, № 4. С. 930–933.
 5. Hunt J.M. Petroleum geochemistry and geology. San Francisco: W.H. Freeman and Co., 1979. 617 p.
 6. Багрій І.Д., Азімов О.Т., Дубосарський В.Р. та ін. Проведення структурно-атмосферохімічних досліджень на П'ятигорівській площі: Заключний звіт. Київ: ІГН НАН України, 2021. 74 с.
 7. Солдатенко В.П., Довбнич М.М., Мендрий Я.В. Результаты применения новой методики оценки перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов в условиях Днепровско-Донецкой впадины. Доповіді НАН України. 2006. № 12. С. 106–110.
 8. Тяпкин К.Ф. Проблемы изучения разломно-блоковой тектоники докембрия с позиций новой ротационной гипотезы формирования структур в земной коре. Геологический журнал. 1977. 37, вып. 6. С. 3–17.
 9. Тяпкин К.Ф., Солдатенко В.П., Довбнич М.М., Мендрий Я.В. Результаты использования систем разломов фундамента для оценки перспектив нефтегазоносности Днепровско-Донецкой впадины. Геоінформатика. 2007. № 1. С. 38–45.
 10. Вершовский В.Г., Гридин В.А., Голованов М.П. Тектонодинамические критерии формирования природных резервуаров УВ. Обз. инфор. Сер.: геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений. Москва: ООО «ИРЦ Газпром», 2001. 47 с.

Сучасні геоінформаційні технології для побудови картографічних моделей небезпечних метеорологічних явищ

Андрєєв С.М.

*Національний аерокосмічний університет
ім. М.Є. Жуковського "ХАІ", andreevsm@gmail.com*

Небезпечні метеорологічні явища (НМЯ) є одним з основних джерел надзвичайних ситуацій (НС) природного характеру як на території України, так і в світі в цілому. Згідно існуючим оцінкам, на тлі змін клімату, що відбуваються глобальних і регіональних, повторюваність небезпечних метеорологічних явищ, їх інтенсивність і величина збитку, що завдається ними, може істотно зрости.

На тлі глобальної і регіональної зміни клімату необхідність і важливість дослідження просторово-тимчасового розподілу небезпечних

метеорологічних явищ особливо актуально. Небезпечні метеорологічні явища надають несприятливу дію на різні сфери життєдіяльності людини і є причиною соціального, екологічного і економічного збитку.

Таким чином, виникає необхідність комплексної оцінки схильності територій небезпечним гідрометеорологічним явищам і пов'язаним з ними НС на різних просторових масштабах. Важливу роль у вивченні просторово-тимчасового розподілу небезпечних метеорологічних явищ грає картографічний метод. Картографування характеристик небезпечних явищ дозволяє виділяти і в наочній формі відображати області найбільшої частоти і інтенсивності їх прояву.

Проведено аналіз та визначена класифікація картографічних моделей небезпечних метеорологічних явищ. Розроблення структури регіональної ГІС моніторингу небезпечних метеорологічних явищ.

Розроблені картографічні моделі карт небезпечних метеорологічних явищ за даними ДЗЗ, які підвищують можливість візуалізації метеорологічних даних для підтримки прийняття управлінських рішень по пом'якшенню і нейтралізації кліматичних умов і їх дії на суспільство. Побудовані карти небезпечних метеорологічних явищ на прикладі урагану "Ірма і аномальних температур у Харківській області.

Таким чином, розроблення методики застосування геоінформаційних технологій для побудови картографічних моделей небезпечних метеорологічних явищ дозволить створювати карти, які мають стати важливим інструментом оцінки територіального ризику виникнення небезпечних метеорологічних явищ і пов'язаних з ними надзвичайних ситуацій, а також організації їх моніторингу і підтримки ухвалення управлінських рішень по пом'якшенню і нейтралізації їх дії на дану територію.

Список використаних джерел

1. Андреев С. М., Жилін В. А. Застосування даних аерофотозйомки з безпілотних літальних апаратів для побудови 3D моделей місцевості. Системи управління, навігації та зв'язку: Полтава: Полтавський НТУ ім. Юрія Кондратюка, 2019. Вип. 1(53). С. 3-16. DOI: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2019.1.003>.
2. Андреев С. М., Жилін В. А. Геоінформаційна система підтримки прийняття рішень на базі сховища просторових даних геопорталу. Сучасні інформаційні системи. 2020. Т. 4, № 2. С. 60-79. DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2020.2.11>.

Геоінформаційна забезпеченість еколого-техногенної безпеки природокористування в Україні

Яковлев Є.О.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України

Економіка України у другій половині ХХ та початку ХХІ ст. відрізнялася аномальними показниками ресурсо-водо-енергоспоживання на одиницю ВВП (до 3-5 разів більше розвинутих держав) та критичними техногенними і природно-техногенними порушеннями екологічних параметрів головних життєзабезпечуючих природних ресурсів (ГЖПР – земельних, водних, мінерально-сировинних, біотичних) та головних життєзабезпечуючих техногенних систем (ГЖТС – нафтогазопроводів, залізниці, гірничо-видобувних районів та ін.).

Виконаний фахівцями ІТГПІ аналіз сучасного еколого-ресурсного стану регіонів України (д.е.н. Рогожин О.Г., чл.-кор. Трофимчук О.М., д.т.н. Триснюк В.М., к.т.н. Охарев В...., к.т.н. Шевякіна Н.А., к.т.н. Анпілова Є.С., д.ф.-м.н. Миронцов М.Л. та ін.) свідчить про зростання синергичності впливів сучасних глобальних змін клімату та накопичених змін рівноважного стану ГЖПР на активізацію динаміки та зростання масштабів надзвичайних ситуацій (НС) практично в усіх регіонах України [1-3].

Про критичний стан сучасного природокористування в Україні свідчать ряд рішень РНБО та Президента України в яких підкреслено, що провідними суб'єктами національної безпеки є людина, суспільство, держава як носії властивостей, що забезпечують захист об'єктів, а об'єктами – національні інтереси, територіальна цілісність, національні матеріальні цінності та еколого-ресурсний потенціал регіонів,

При цьому слід врахувати, що сучасні впливи факторів ГЗК суттєво відрізняються від попередніх років, тому вірогідність оцінок еколого-техногенного моніторингу ГЖПР і ГЖТС держави суттєво впливає на рівень національної безпеки як важлива національна цінність.

В умовах сучасної динаміки еколого-техногенних змін ГЖПР та ГЖТС України, зростання техногенних навантажень у гірничо-видобувних районах за умови розвитку процесів пост-майнінгу (Донбас, Кривбас, Карпатський регіон та ін.), промислово-міських агломераціях і в транскордонних річкових басейнах (р.р. Тиса, Дністер, Сіверський Донець і ін.) районах, головною базою завчасного виявлення еколого-техногенних загроз (ЕТЗ) національній безпеці є сучасна система моніторингу навколишнього середовища.

В той же час, виконані дослідження засвідчили, що у XXI ст. в Україні відбулося суттєве скорочення спостережних мережі екологічного моніторингу за станом ГЖПР і зонами впливу ГЖТС (табл.1).

Таблиця 1. Загальна оцінка інформаційної здатності екологічного моніторингу регіонів України (за головними напрямками)

№	Головні напрями екоспостережень	Технічна база екомоніторингу	Рівень інформаційного забезпечення у %	Пропозиції удосконалення з
1	Стан ґрунтів (ресурсний, геохімічний)	345 пунктів – геохімічний	25-50%	Удосконалення моніторингу ГЖТС
2	Поверхневі водні об'єкти	1367 різноманітних пунктів	65-80%	Розширення мережі іполігонів ДЗЗ
3	Підземні вод (зона активного водообміну)	925 спостережних свердловин	25-35%	Розширення мережі спостережень в зонах забруднення.
4	Промислово-міські агломерації	2500 пунктів спостережень за станом ґрунтів 2510 точок підфакельних спостережень	Атмогеохімічний – 25%, ландшафтно-геохімічний – до 70%	Розширення спостережень на основі ДЗЗ та ГІС
5	Прибережно-морські території	32 пункти та 155 постійних створів на 1355 км	30-35%	Удосконалення мережі(підвищення рівня Світового океану)
6	Лісові комплекси	656 пунктів I та II рівнів в т.ч. 6 постійних пунктів міжнародних спостережень	40-50% (з урахуванням атмогеохімічного впливу міст та селищ)	Розширення мережі за рахунок полігонів ДЗЗ.
7	Небезпечні екзогенні геологічні процеси	1996р.–334 пункти спостережень, з 2016 р.– невідомі	До 25-35%	Розширення Мережі, використання технологій ДЗЗ та ГІС

* Частота спостережень за розвитком НЕГП змінюється від 1-2 разів на рік до кількох вимірів протягом доби під час активізації (штормові зливи, аномальне сніготанення, хвильове руйнування ділянок узбережжя та ін.).

Із вищенаведених даних слідує, що інформаційний потенціал системи екомоніторингу ГЖПР та ГЖТС України на регіональному рівні, з урахуванням кількості зон потенційного формування еколого-техногенних загроз (ЕТЗ), складає переважно 25-50%.

Виходячи із зазначеного, а також враховуючи склад провідних факторів ЕТЗ, було встановлено, що головним засобом удосконалення екомоніторингу та підвищення його інформаційно-прогностичної дієздатності, особливо на Сході України (збройний конфлікт у Донбасі за умови некеруемого затоплення шахт), аномального впливу ГЗК у транскордонних річкових басейнах Карпатського регіону, є прискорене впровадження технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та геоінформаційних систем (ГІС).

Головним чином це обумовлено тим, що вони дозволяють завчасно відмічати зміни стану середовища на рівні як регіонів, так прикордонних територій і об'єктів, а також на базі моделей пов'язувати розрізнені дані наземних спостережень.

За різними оцінками, діюча сьогодні в Україні система стандартного (загального) моніторингу дає змогу отримати біля 90 різних видів даних, зокрема метеорологічних, аерологічних, озонотричних, агрометеорологічних, гідрологічних, інформацію про стан забруднення повітря, поверхневих і морських вод, ґрунтів у пунктах базової мережі спостережень.

В той же час слід відмітити, що сучасне зростання впливу глобальних змін клімату (зростання інтенсивності опадів, збільшення частоти і висоти повеней і паводків, скорочення шару промерзання лесовопросадкових ґрунтів і ін.), зростання водоенергообміну водозбірних ландшафтів річкових басейнів та басейнів підземних вод призводять до аномальних перетворень екологічних параметрів довкілля та погіршення екологічної безпеки складних ПТГС "техногенний об'єкт - довкілля" [2,3].

За регіональним рівнем інформативності система спостережних пунктів моніторингу стану довкілля (головні напрями) була доволі достатньою до кінця 90-х років ХХ ст. Зараз, в умовах зростання впливу чинників ГЗК (збільшення опадів, потепління, активізація повеней та паводків), затоплення шахт та кар'єрів в розвинутих ГДР, система моніторингу потребує подальшого розвитку, в тому числі на базі впровадження технологій ГІС, ДЗЗ, математичного моделювання, рівнянь геоенергетичних методів балансів, гідрогеодеформаційних полів та ін. (табл. 1).

Досвід свідчить, що це єдиний засіб уникнути зростання ризиків НС природного і природно-техногенного походження, в тому числі на Сході України, Карпатському регіоні, басейні Нижнього Дніпра, у промислово-

міських агломераціях – внаслідок зростання щільності і поверховості забудови та освоєння підземного простору.

Список використаних джерел

1. Биченок М.М., Іванюта С.П., Яковлев Є.О. Ризики життєдіяльності у природно-техногенному середовищі. ІПНБ РНБО України. Київ, 2008, 160 с.
2. Довгий С.О., Лялько В.І., Трофимчук О.М. Інформатизація аерокосмічного землезнавства. Київ, "Наукова думка", 2001, 60бс.
3. Рудько Г.І., Яковлев Є.О., Рогозін О.Л. Моніторинг процесонебезпечних територій та розрахунок ризику техноприродних аварій і катастроф. -К.: Знання, 1997. -67с.

Геоінформаційне забезпечення еколого-геологічної безпеки пост-майнінгу гірничо-добувних районів України

Яковлев Є.О.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України,

E-mail: yakovlevhydro@gmail.com

1. Довгострокова мінерально-сировинна структура економіки України визначила активний розвиток на її території великих гірничо-добувних районів (ГДР-Донбас, Кривбасі ін.) з масштабним розвитком підземних виробок, вилученням великих обсягів рудо-породної сировини (до 4-12млрд.м³) і регіональним техногенним порушенням екологічної рівноваги, перш за все, геологічного середовища (ГС). Внаслідок цього головним комплексом еколого-технологічних та соціально-економічних проблем пост-майнінгу розвинутих ("старих") ГДР України є вірогідна оцінка на базі даних екомоніторингу та ГІС-аналізу екостану ГС. Геоінформаційна структура ГС Донбасу за умови багаточисельного закриття вугледобувних шахт та збройного конфлікту суттєво ускладнюється внаслідок просторово-часової динаміки підйому рівнів шахтних (підземних вод) та їх наступної взаємодії з ґрунтовим водоносним горизонтом (ГрВГ) і річковим стоком вуглепромислової зони у басейні р.Сіверського Донцю як головного джерела питно-господарського водопостачання регіону Донбасу (Донецька обл.-70%, Луганська-до 45%).

2. Регіональний підйом рівнів шахтних (підземних вод) до ретро-історичних відміток у зоні регіональної проникної кори вивітрювання вугленосної товщі та акумульованої техногенної тріщинуватості у фільтраційно-гідралічної системи "вододіл-ріка" призводить до порушення еколого-техногенної рівноваги ГС [1]. Результатом є

розвиток комплексу небезпечних геологічних процесів (НГП) при формуванні нового рівноважного стану техногенно-геологічної системи (ТГС) ”комплекс ГДР-ГС”, що обумовлює необхідність ГС-моніторингу наступних еколого-формуючих параметрів навколишнього природного середовища:

1) підйом рівнів та змін хімічного складу шахтних (підземних) вод та супутніх осідань вуглепородного масиву і деформацій земної поверхні;

2) розвиток ділянок підтоплення і затоплення прилеглих міст, селищ та аграрних угідь;

3) інженерно-геологічних (зсуви, провалля) та геодинамічних (техногенні землетруси) процесів і явищ;

4) біогеохімічних переходів техногенних забруднень ландшафтів і вод у харчовий ланцюг місцевого населення;

5) атмосферологічний вплив забруднення приземної атмосфери (вітросиловий підйом, горіння териконів і ін.).

3. На нашу думку, найбільш складною науково-методичною і еколого-технологічною проблемою пост-майнінгу у світі розвинутого ГДР є проблема реструктуризації Донбасу, в межах якого відбувається збройний конфлікт і одночасне зняття з експлуатації численних вугільних за умови “мокрої консервації”, практично шляхом зупинки водовідливу і наступного автореабілітаційного затоплення гірничих виробок [2].

При цьому до 80% шахт знаходиться на непідконтрольній відносно підвищеної території, що створює ризики катастрофічних проривів шахтних вод у гірничі виробки шахт на підконтрольній території (ДП “Первомайськвугілля”, “Торецьквугілля” і ін.) і тому формує підвищені вимоги до оперативності і геоінформаційної повноти моніторингу вуглепромислової зони Донбасу [1,2].

Виконаний нами аналіз свідчить, що обмежена можливість створення взаємопов’язаної системи моніторингу підконтрольній і непідконтрольній територій за умови безперервного ускладнення еколого-техногенного і соціально-економічного стану прифронтової вуглепромислової зони Донбасу вимагає активного впровадження технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) для отримання геопросторової інформації про техногенні порушення геологічного середовища.

4. Враховуючи вищенаведене, у складі дистанційної структури регіонального моніторингу ГДР Донбасу підконтрольній і непідконтрольній територій доцільно передбачити наступні блоки:

1) інтерферометричні спостереження полів шахт, що затоплюються, прилеглих міст, селищ та потенційно небезпечних об'єктів (ПНО) для виявлення ділянок руйнівних деформацій земної поверхні та активізації НГП;

2) спектрометричне ДЗЗ з метою оцінки і прогнозу змін екологічних параметрів ландшафтів (прояви підтоплення, ерозії, провалів і ін.), поверхневих водних об'єктів, ділянок техногенного впливу ОПН і ін.;

3) інженерно-сейсмогеофізичні спостереження, враховуючи збільшення кількості і глибин шахт що затоплюються з накопиченням потенційної енергії у вуглепородному масиві та формуванням полів гідрогеомеханічних напруг (техногенних землетрусів);

4) створення полігонів біогеохімічних досліджень, враховуючи ризик прискорення міграції техногенних забруднень у харчовий ланцюг на територіях підтоплення агроландшафтів та джерел питно-господарського водопостачання;

5) удосконалення системи моніторингу поверхневих і підземних вод з врахуванням зростання впливу подальшого затоплення шахт на зміни їх екологічного стану (режим рівнів, хімічний склад і ін.).

Крім того, подовження процесу затоплення шахт та стану збройного конфлікту обумовлює одночасне переважання незворотних і небезпечних змін екологічних параметрів навколишнього природного середовища у більшості регіонів Донбасу і суттєве погіршення безпеки життєдіяльності (БЖД) населення [1,2].

Останнє, на наш погляд, крім удосконалення системи геооформаційного забезпечення БЖД у регіоні Донбасу, вимагає впровадження в межах зон впливу окремих вуглепромислових комплексів еколого-технологічних заходів з утримання рівнів підземних вод на безпечних глибинах (м.м. Золоте, Торецьк, Селдове і ін.), наукового обґрунтування гранично-припустимих змін ГС, щорічного обстеження ОПН з урахуванням деформацій земної поверхні, змін глибин і хімічного складу підземних вод.

При цьому важливо комплексно оцінювати масштаб накопичених змін екологічних параметрів ,перш за все, ГС, та враховувати їх при розробці прогнозів сталого розвитку Донецького регіону.

Список використаних джерел

1. Рудько Г.І. (гол.ред.) Енергетичні ресурси геологічного середовища України (стан та перспективи). Київ, видавничий дім "Букрек", 2014 (том1-525с., том 2-519с.)
2. Яковлев Є.О. Критичні зміни екологічного стану надр Донбасу. Мінеральні ресурси України, №3, с.с. 34-39.

Визначення об'ємів видобутку корисних копалин у кар'єрах з використанням ГІС-технологій

Бутенко О.С., Красовська І.Г., Сушицька М.В., Горелік С.І.

Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського «ХАІ»

Забезпеченість мінерально-сировинними ресурсами гірничодобувних підприємств країни є визначальним фактором їх економічного розвитку. Для залізородних підприємств характерним є постійне збільшення глибини ведення гірничих робіт та видобування виробничих потужностей унаслідок відпрацювання експлуатаційних запасів у гірничотехнічних умовах, що поступово ускладнюються. Недосконалість технологічного устаткування, безконтрольний видобуток корисних копалин за рахунок чорних копачів призводить до значних втрат мінерально-сировинних ресурсів і спричиняє серйозні еколого-економічні наслідки. Тому для безпечної розробки родовищ, необхідно проводити своєчасний контроль видобутку корисних копалин. Для цього використовуються різні види геодезичних, фотограметричних робіт (перспективна зйомка, чи з використанням безпілотників) В останні роки популярним є лазерне сканування. Але ці всі методи є дуже коштовними. В останні роки в Україні та за кордоном в практиці геодезичних робіт знаходить все більш широке застосування космічне радіолокаційне зондування. Радіолокаційні методи дистанційного зондування Землі активно розвиваються протягом декількох останніх десятиліть. Радіолокаційна зйомка - вид активної зйомки, при якій система зондування випускає радіохвильове випромінювання і приймає відбитий земною поверхнею зворотний сигнал. Радіолокаційне зондування має кілька переваг у порівнянні зі зйомкою в інших діапазонах електромагнітного спектра, найбільш важливим є можливість отримання зображень земної поверхні під час відсутності природного освітлення і крізь хмарність.

Інтерферометричне оброблення пар і серій знімків з метою визначення осідань земної поверхні є одним з унікальних і перспективних напрямків у використанні радарних знімків. Радарна інтерферометрія – метод вимірювань, що використовує ефект інтерференції електромагнітних хвиль. Техніка інтерферометричного оброблення радіолокаційних даних передбачає отримання декількох когерентних вимірів одного і того ж району земної поверхні зі зрушенням в просторі прийомної антени радіолокатора. З використанням методу радіолокаційної інтерферометрії була отримана цифрова модель рельєфу (ЦМР) SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), а пізніше була сформована ЦМР WorldDEM.

На даний час є декілька програмних продуктів для обробки і аналізу радарних знімків: SNAP (Sentinel Application Platform) GMTSAR, StaMPS (Stanford Method for Persistent Scatterers), Doris (Delft object-oriented radar interferometric software), RAT (Radar Tools), ROI_PAC (Repeat Orbit Interferometry Package). Для інтерферометричного оброблення використовуються програмні комплекси: SARscape, IMAGINE Radar Mapping, Photomod Radar і Radar Tools.

Джерелом даних ДЗЗ послуговував сайт ASF Data Search. Була обрана область інтересу та вказана дата знімків Sentinel-1, в даному випадку були обрані знімки в період з 2017-2020 рік. Sentinel-1 працює в чотирьох ексклюзивних режимах збору даних: Stripmap (SM), Interferometric Wide swath (IW), Extra-Wide swath (EW), Wave (WV).

Результат послідовної первинної обробки даних радарної зйомки за допомогою SNAP представлений на рисунку 1.

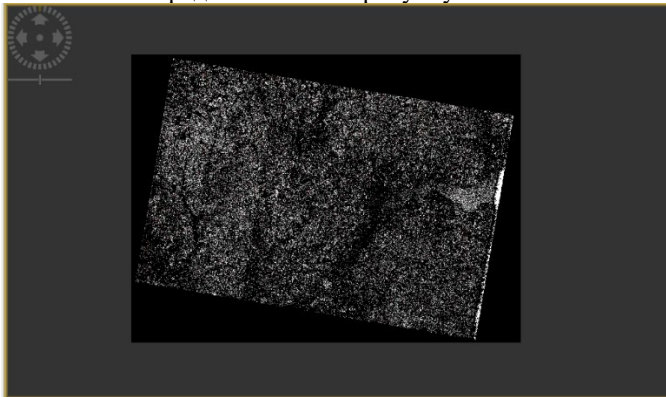


Рис. 1. Оброблений знімок радарної зйомки

Для побудови ЦМР було використано інтерферометричну обробку радарних даних, яка включала в себе основні етапи обробки: взаємоприв'язка та генерування інтерферограми, вирівнювання інтерферограми, фільтрація, розгортання фази. Створені ЦМР за 2017 – 2020 роки представлені на рисунку 2.

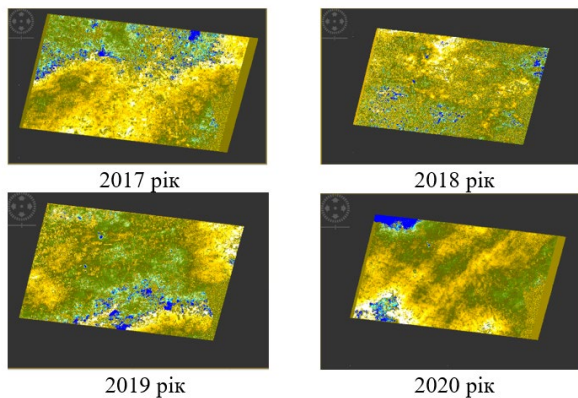


Рис. 2. Створені ЦМР за 2017 – 2020роки

Далі, за допомогою ArcGIS було створено полігональний Shape файл на досліджувану територію - кар'єру ПГЗК м. Кривий Ріг, додано DEM в ArcGIS та проведено обрізку растру. У результаті обробки отримали ЦМР кар'єру за різні роки (рис. 3).

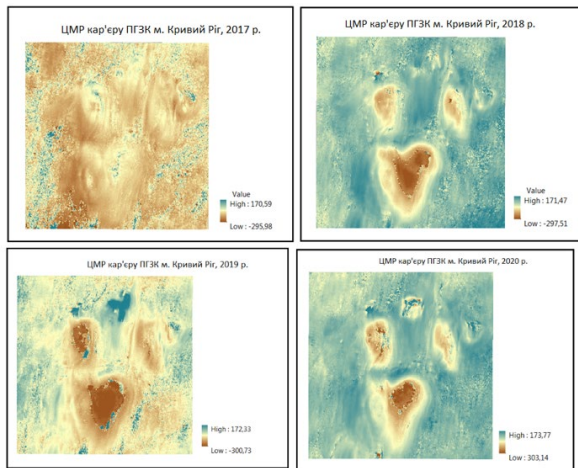


Рис. 3. ЦМР кар'єру ПГЗК м. Кривий Ріг

Були створені атрибутивні таблиці, та експортовані в Ексель для подальшого розрахунку об'єму видобутку корисних копалин кар'єру.

Для розрахунку об'єму видобутку було використано таку формулу:

$$V = S \cdot a \cdot b / \rho,$$

де, S – висота пікселя помножена на його ширину, a – це значення пікселю, b – кількість пікселів з однаковим значенням, ρ – це щільність речовини, в даному випадку залізної руди, $\rho = 5,2$. У результаті була побудована діаграма видобудку корисних копалин з кар'єру ПГЗК м. Кривий Ріг за період 2017-2020 рік (рис. 4).

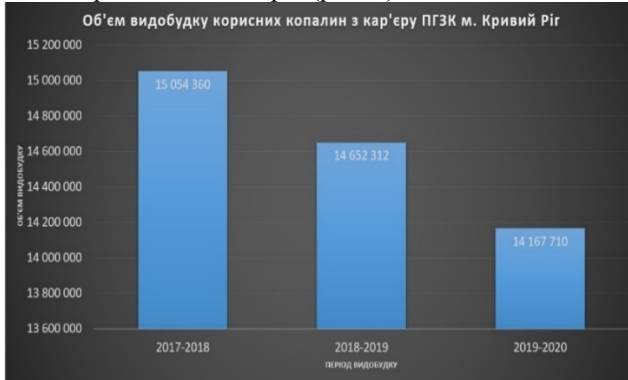


Рис. 4. Діаграма видобудку корисних копалин з кар'єру ПГЗК м. Кривий Ріг за період 2017-2020 рік

Звісно, що на території України є таке явище, як незаконне видобування корисних копалин. Комплексний підхід до використання ГІС технології та даних космічного моніторингу Землі дозволять проводити постійний моніторинг існуючих родовищ корисних копалин та виявляти незаконне їх видобування.

Список використаних джерел

1. Радиолокационная съемка URL: <https://innoter.com/services/obrabotka-radarnykh-dannykh/obrabotka-dannykh-radiolokatsii/>
2. How to Create a DEM using Sentinel-1 Data URL: <https://asf.alaska.edu/how-to/data-recipes/create-a-dem-using-sentinel-1-data/>
3. SNAPHU URL: <https://step.esa.int/main/third-party-plugins-2/snaphu/>
4. Радиолокационные данные в географических исследованиях и картографировании URL: http://www.geogr.msu.ru/cafedra/karta/materials/radiolocation/files/1razd/1.1.osnovy_osob.html
5. Copernicus: Sentinel-1 URL: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/c-missions/copernicus-sentinel-1>

Геоінформаційний підхід для розроблення глибинної охоронної зони історичних ареалів

Кріль Т.В.¹, Черевко І.А.²

¹*Інститут геологічних наук НАН України, kril@nas.gov.ua,*

²*Національний Києво-Печерський історико-культурний Заповідник, ira071165@yahoo.com*

Збереження об'єктів національної культурної та природної спадщини має ґрунтуватись на надійному інженерно-геологічному обґрунтуванні заходів з охорони.

Попри те, що для заповідників світового значення, таких як Софія Київська та Києво-Печерська Лавра регламентовані відповідні охоронні (буферні) зони [1] на їх територіях спостерігаються періодичні активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів [2-3]. В межах історичних ареалів міст не дотримуються вимоги щодо обмежень освоєння підземного простору, будівництва нових споруд, прокладання комунікацій, руху транспорту.

Техногенна діяльність, пов'язана із освоєнням підземного простору, у тому числі улаштування на схилах споруд з фундаментами глибокого закладання, будівель на палях та із підземною частиною (гаражі, сховища), експлуатація дренажних споруд значного перерізу (1,5-2 м), прокладання та експлуатація існуючих мереж водогону, різного роду господарська діяльність на території заповідників (невідповідний полив газонів, садів) призводить до перерозподілу напружень у геологічному середовищі, зміни режиму ґрунтових вод, появи локальних та площадних баражних ефектів, формування умов для розвитку небезпечних інженерно-геологічних процесів.

Тому актуальним для об'єктів історико-культурного значення є розроблення глибинної охоронної зони та інтеграція її з існуючими охоронними ареалами.

Розроблення глибинної зони здійснюється із застосуванням методу поквдратної оцінки у площині та по вертикалі. Розмір одиничного квадрата обирається в залежності від найменших розмірів інженерних та геологічних об'єктів на території заповідника.

Доцільним є розділення геологічної товщі за рівнем небезпеки, відповідно до виділених у роботі [4] принципових особливостей інженерно-геологічних умов та можливого виникнення надзвичайних подій та ситуацій для різних рівнів розміщення інженерних споруд, що має практичне значення для опрацювання обмежень при освоєнні підземного простору історико-культурних ареалів та введення регламентування на законодавчому рівні підземних охоронних (буферних) зон.

При розробленні глибинної охоронної зони, для забезпечення максимально ефективного об'єднання та використання різної інформації та візуалізації результатів використовується геоінформаційний підхід, який передбачає створення у геоінформаційній системі банку даних.

Банк даних для Заповідника містить реляційні таблиці з наступною атрибутивною інформацією: інженерно-геологічні елементи (абсолютні відмітки покрівлі та підшови шару, зчеплення, кут внутрішнього тертя, деформаційні характеристики); рівні ґрунтових вод та місця локалізації «верховодки»; інженерні об'єкти та споруди (площа, кількість поверхів, статус об'єкта, наявність дефектів конструкцій); мережа водогону (розміри, матеріал, місця аварій/пошкоджень); підпірні та утримуючі споруди (габаритні розміри, матеріал споруди, величини активного та пасивного тисків); дренажні споруди (габаритні розміри, матеріал споруди, дані про витрати), аварії та надзвичайні ситуації (координати місць, наслідки) та ін.

До банку даних доцільно долучати дані дистанційного зондування достатньої роздільної здатності, що дозволяють відслідковувати режим зволоження на території (MODIS, Landsat 7-8), створювати 3D-моделі та встановлювати зміщення земної поверхні (ALOS-PALSAR, Sentinel-1, 2,) за різні проміжки часу.

Для обробки даних використовується серія реляційних функцій і операторів, мова структурованих запитів SQL.

Враховуючи площу територій заповідників доцільно використовувати систему координат проекцій. Для Києво-Печерської Лаври об'єкти створювались у координатній проекції – WGS 1984. Усі супутникові дані перепроєктовано у систему координат Універсальна поперечна проекція Меркатора (UTM), датум WGS 84, зона 36 N.

Для виявлення закономірностей фізико-механічних та фізико-хімічних процесів, що обумовлюють стан пам'ятки і причини її деформацій, встановлення критеріїв стійкості і сприятливого температурно-вологісного режиму на основі розроблених баз даних мають будуватись гідрогеологічні моделі на постійно діючій основі з розробленням мережі моніторингових гідрогеологічних свердловин.

Практичним результатом робіт мають бути рекомендації, проекти заходів щодо охорони та реставрації пам'яток, з проведенням контрольних спостережень за їх станом після реалізації рекомендованих інженерних заходів.

Список використаних джерел

1. UNESCO World Heritage List. URL: <http://whc.unesco.org/en/list/527> (Дата звернення: 26.08.2021).

2. Черевко І.А. Інженерно-геологічні умови Дальньопечерного пагорбу в контексті збереження об'єктів культурної спадщини. Зб. наук. праць «Могілянські читання - 2015», К.: НКПКС, 2016. С. 306-313.
3. Черевко І.А., Куциба В.О., Моргун І.П. Гідрогеологічні умови території Близньопечерного пагорбу, їх вплив на стан печер та засоби регуляції / І.А. Черевко. Болховітіновський щорічник - 2013-2014. К., 2015. С. 49-60.
4. Кріль Т.В. Глибинно-функціональна схема геологічного середовища для освоєння підземного простору урбанізованих територій. Зб. наук. пр. Ін-ту геол. наук НАН України. 2019. Вип. 12. С. 95-104. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2019.185749>

Аналіз природних та техногенних загроз Харківської промислово-міської агломерації засобами геоінформаційних технологій

Кріль Т.В., Назаренко В.В.

Інститут геологічних наук НАН України, kril@nas.gov.ua, valerianazarenko@gmail.com

Харківська промислово-міська агломерація (ПМА) – як компактне територіальне об'єднання населених пунктів, пов'язаних між собою інтенсивними господарськими, трудовими і культурно-побутовими зв'язками – відноситься до територій з інтенсивною промисловою, міською житловою та громадською забудовою, критичним рівнем природно-техногенної небезпеки [1, 2].

Погіршення природних умов спричиняє використання територій малих міст на потреби центрального міста агломерації – Харкова. Тому актуальним є визначення основних техногенних джерел впливу на геологічне середовище ПМА і м. Харків, та розвитку інженерно-геологічних процесів, що можуть спричинити виникнення надзвичайних ситуацій. У дослідженнях застосовані статистичні, картографічні методи із використанням геоінформаційних технологій.

У межах Харківської ПМА за інтенсивністю економічних зав'язків та техногенними впливами виділено центральне місто – Харків, та міста-супутники першого та другого роду (табл. 1, рис. 1).

У геоструктурному відношенні агломерація приурочена до Дніпровсько-Донецької западини. Відповідно до карти [3] територія попадає у дві інженерно-геологічні області: акумулятивна Полтавська рівнина та акумулятивна-денудаційна рівнина Середньо-Руської височини.

Таблиця 1. Міста-супутники Харківської ПМА

№	Назва	Площа, км ² (населення, осіб)	Відм.пов., м	Ґрунтові основи (індекс)	Гідрографія	Інж.-геол. процеси*
Перший рівень						
1	Чугуїв	12,8 (31900)	88- 147	aH,vd, ePШ, adPШ-H, dPШ-H, a1PШds,	р. Сіверський Донець, р. Чугівка	П, К, Е, З
2	Зміїв	55,77 (14500)	82- 102	aH, ad PШ-H, a1PШds	р. <u>Сіверський Донець</u> , р. Мож (Мжа)	П, К, Е
3	Нова Водолага	10,68 (10700)	108- 187	aH, lbH, vd,ePШ	р. Вільхуватка,	П, Е, З
4	Валки	13 (10300)	118- 187	aH,vd, ePШ,vd, ePШdn	р. Мжа	П, Е, З, Б
5	Люботин	31,1 (23600)	124- 216	aH, vd, ePШos, vd,ePШdn, vdePШk-os	рр. Люботинка та Мерефа	ПР, Е, З
6	Дергачі	19,1 (18000)	110- 182	aH, dPШH, vd,ePШ, a1PШdsP, adH	р. Лопань, р. Сіверський Донець	П, ПР, К
7	Старий Салтів	4,6 (3500)	101- 140	cdH, aH, P,adH, dPШ-H, vd,ePШ,	р.Сіверський Донець	П, Е, З
8	Печеніги	7,85 (5300)	91- 154	bH, adPШ-H, a1PШ-ds, vd,ePШ	р. Сіверський Донець	К, Е, З
Другий рівень						
9	Первомай- ський	30,8 (29000)	153- 193	adPШH, vd,ePШH, adPШH	р.Орелька, р.Берека	П, ПР, З
10	Лозова	18,1 (54100)	136- 190	aH, lbH, vd,ePШk-os, vd,ePШdn	р. Лозова	ПР, Е, Б
11	Балаклія	16,3 (28000)	74- 119	aH, a1PШds, lbH, vd,ePШ	р. Сіверський Донець, р. Балаклійка	К, Е, Б
12	Богодухів	16,23 (19000)	127- 202	aH, adH, dPШH	р. Мерла	П, ПР, Б

*П – підтоплення; ПР – просідання; К – карстові прояви; Е – ярусна ерозія; З – зуви; Б – заболочення

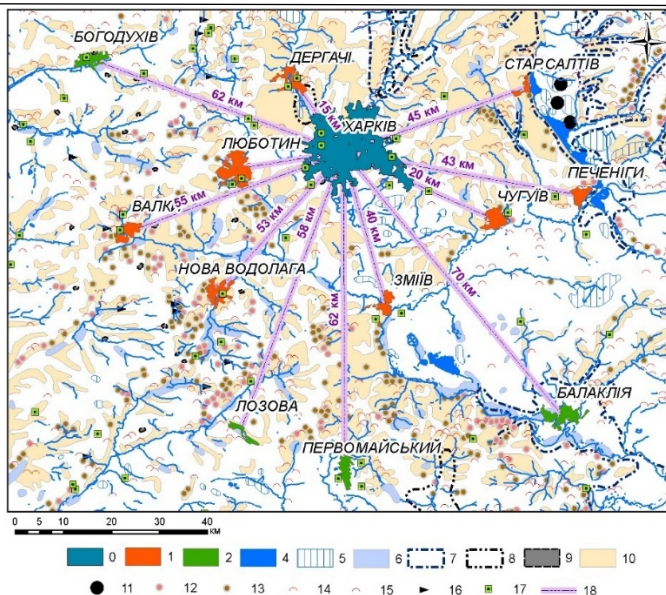


Рис. 1. Основні інженерно-геологічні процеси на території Харківської промислово-міської агломерації:

1 – центральне місто; 2 – міста супутники першого рівня; 3 – міста супутники другого рівня; 4 – гідрографія; 5 – підтоплення; 6 – заболочення; 7 – карст (напівпокритий); 8 – карст (покритий, галогенний/карбонатний); 9 – степові блюдця; 10 – площинна ерозія, виніс гумусу; 11 – карстові воронки; 12 – зсуви (активні/тимчасово активні); 13 – зсуви (стабілізовані/тимчасово стабілізовані); 14 – яружна ерозія (активна); 15 – яружна ерозія (стабілізована); 16 – глибинна ерозія; 17 – кар’єри; 18 – відстань до центрального міста, км.

Серед небезпечних екзогенних геологічних процесів (ЕГП) поширені зсуви, просідання, підтоплення, карст, яружна та площинна ерозія.

Найбільш поширеними є невеликі зсуви в плейстоценових лесоподібних суглинках, найбільш уражені водорозділи рр. Мжа та Сіверський Донець. Зсуви, пов’язані з неоген-палеогеновими відкладами менш поширені, але характеризуються великими розмірами.

Процеси підтоплення розвиваються на ділянках зрошення, на забудованих територіях, в зонах підпору водосховищ. Ураженість території просіданням становить 10-20 % [3, 4]. Карст (галогенний, карбонатний) проявляється у вигляді окремих сухих і обводнених

невеликих воронках і осідань. Висока активність сучасних карстових процесів в долині р. Сіверський Донець обумовлена, крім природних, техногенними факторами (зниження рівнів підземних вод через інтенсивну експлуатацію водоносного горизонту тріщин-карстової зони верхньої крейди). Ураженість карстовими процесами становить 30% [3, 4].

Небезпечними техногенними об'єктами та підприємствами, що становлять потенційну геоекологічну загрозу є наступні: Печенізьке водосховище (Салтівське море) і гребля, Зміївська ТЕС та її золівдвал у с. Лиман; асфальтобетонний завод, м. Дергачі; пункт захоронення радіоактивних відходів (ПЗРВ) у Дергачівському р-ні; ДП Первомайський «Хімпром» та ін.

При аналізі природних (геологічних) і техногенних загроз засобами геоінформаційних технологій було створено базу даних, що дозволить проводити оцінки ризиків виникнення надзвичайних ситуацій і подій на території Харківської ПМА, обумовлених як активізацією небезпечних ЕГП, так і через можливі аварії на техногенних об'єктах.

Список використаних джерел

1. Демчишин М.Г., Криль Т.В. Інженерно-геологічні та геоекологічні проблеми теплоенергетики на міських територіях. Геологічний журнал. 2021. № 2 (375). С. 03-23. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2021.2.205927>
2. Назаренко В.В., Беспалова О.М. Основні напрями економіко-екологічної політики розвитку промислово-міських агломерацій : Матеріали II Міжнародної наук.-практ. конф. «Фінансово-економічний розвиток України в умовах трансформаційних перетворень». ЛТЕУ. м. Львів. 28 квітня 2020 р. 2020. С. 74-76.
3. Карта условий развития экзогенных геологических процессов территории Украины. М 1:500 000. Колот Э.И., Палиенко В.П., Яковлев Е.А. та ін. Киев, 1997.
4. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Дніпровсько-Донецька серія, аркуші М-36-ХІІ (Белгород), М-36-ХІХ (Харків). Борисенко Ю.А., Литвиненко Ю.О., Мирка Г.Ю., Москаленко І.О., Москаленко Л.Г., Рудий М.Г., Яковлев В.В. Київ, 2008.

Технологія моніторингу використання земель за призначенням за допомогою сучасних інформаційних технологій

Голован Ю.М., Зотова Л.В., Василенко А.О.

*Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України,
м. Київ, Е - mail: dirrecta@gmail.com*

В Україні за роки незалежності проходять суттєві зміни в землекористуванні. Значні площі земель, які використовувались в сільськогосподарському виробництві, виводяться з обігу, змінюється

структура посівних площ, цільове призначення та ін. Разом з тим спостерігається зниження родючості ґрунтів, погіршується стан земель с/г призначення.

Недбале поводження із земельними ресурсами виникає внаслідок недостатнього контролю щодо використання земель за призначенням та ведення господарської діяльності, а також відсутність дієвої стратегії відновлення пошкоджених земель та підвищення родючості ґрунтів. Нинішня ситуація зі станом ґрунтів та перспектива зняття мораторію на продаж землі сільськогосподарського призначення, зумовлюють необхідність якісних змін, насамперед, створення ефективної технології моніторингу використання земель за призначенням.

Для отримання вичерпної інформації про використання земель, необхідно використовувати сучасні інформаційні технології дистанційного моніторингу (з космосу та повітря), застосовувати географічні інформаційні системи (ГІС) для просторового аналізу.

Відсутність надійного господаря і дбайливого власника, ефективного контролю за використанням землі зі сторони держави призвели до гострої екологічної кризи у землекористуванні України. Сучасне використання земельних ресурсів та екологічне становище в державі можуть привести до виникнення незворотних процесів та екологічної кризи.

Згідно основного закону про землю - “Земельний кодекс України”, земля є основним національним багатством, що перебуває під особливою охороною держави.

Землі України за основним цільовим призначенням поділяються на такі категорії [1]:

- а) землі сільськогосподарського призначення;
- б) землі житлової та громадської забудови;
- в) землі природно-заповідного та іншого природоохоронного призначення;
- г) землі оздоровчого призначення;
- г) землі рекреаційного призначення;
- д) землі історико-культурного призначення;
- е) землі лісового фонду;
- є) землі водного фонду;
- ж) землі промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення.

Моніторинг земель - це система спостереження за станом земель з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів. У системі моніторингу земель проводиться збирання, оброблення, передавання, збереження та аналіз

інформації про стан земель, прогнозування їх змін і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам стану земель та дотримання вимог екологічної безпеки. Моніторинг земель є складовою частиною державної системи моніторингу довкілля. [2]

Основні методи екологічного моніторингу земель (табл.1):

- контактні методи;
- дистанційні методи (методи ДЗЗ: аерофотозйомка, космічна зйомка).

Таблиця 1. Порівняльний аналіз різних методів екологічного моніторингу земель

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

Всі об'єкти, які знаходяться на поверхні землі мають певні властивості, за якими вони можуть бути ідентифіковані (дешифрування космічних знімків) та інтерпретовані (картографування з доповненням описовою інформацією).

Технологія моніторингу використання земель за призначенням полягає у створенні цифрових карт за даними ДЗЗ та відбувається в чотири етапи (рис. 1).

На попередньому камеральному етапі виконується дешифрування знімків – попереднє діагностичне визначення використання земель та їх класифікація, яке потім вибірково перевіряється в польових умовах. В після польовий камеральний період матеріали дистанційного знімання і

наземних вимірів оформляються в кінцевому вигляді – створюється база геоданих (БГД) використання земель за призначенням та порівняння з кадастровою картою України.

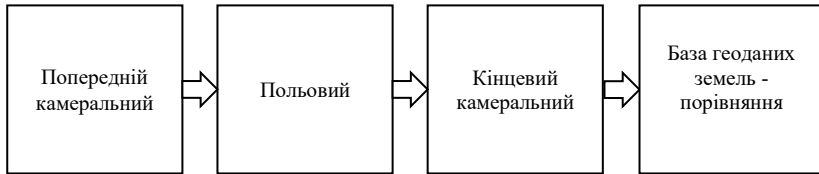


Рисунок 1. Технологія моніторингу використання земель за призначенням

Контроль використання земель за призначенням на великих територіях досить проблематичний, через постійні порушення земельного законодавства: самостійного захоплення земель, зміна цільового призначення та ін.

У зв'язку із приватизацією земельних ділянок, появою великої кількості власників землі, вирішення задач управління с/г виробництвом та ефективного використання неможливо без здійснення державного моніторингу та контролю. Для цього необхідна об'єктивна інформація про розміри і стан с/г угідь. Великий об'єм просторової і атрибутивної інформації якісно можливо обробляти і аналізувати за допомогою сучасного обладнання і спеціального програмного забезпечення, яке враховує просторову прив'язку так і спеціальні відомості про поля. Для цього необхідно створити систему моніторингу використання земель за призначенням з використанням сучасних методів ДЗЗ, ГІС та засобів супутникової навігації (GPS).

В загальному випадку система повинна забезпечувати виконання наступних функцій:

- збір просторових даних, їх обробку і отримання контурів полів;
- збір атрибутивних відомостей про об'єкти обліку і їх обробку для внесення в базу даних;
- накопичення атрибутивних відомостей з прив'язуванням до часу.

Список використаних джерел

1. "Земельний кодекс України" від 25 жовтня 2001 р.
2. Закон України "Про землеустрій" від 22 травня 2003 р. № 858-IV.
3. Закон України "Про державний контроль за використанням та охороною земель" від 19 березня 2003 р. № 963-IV.
4. Закон України "Про охорону земель" від 19 червня 2003 р. № 3962-IV.

Сучасні технології інтеграції геоданих у віртуальний простір

Сергеев А.С., Андреев С.М.

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»,
E-mail: pingvinvoskax@gmail.com, s.andreev@khai.edu*

В сучасних реаліях люди користуються ГІС технологіями та сервісами кожного дня, через те, що ті в свою чергу значно спрощують їх життя, також цими системами користуються і в великих підприємствах, що також дозволяє значно ефективніше організувати робочі процеси. Також слід зазначити, що в різноманітних дослідницьких та розважальних сферах, ГІС також має дуже значну роль, для прикладу створення різноманітних симуляцій завдяки 3D візуалізації.

Створення 3D візуалізацій які будуть мати значну ступінь пізнаваності, що дозволяє з'ясувати місцевість по контрольним точкам, є досить актуальним напрямком, слід зазначити, що часто такі задачі ставлять перед собою розробники віртуальних просторів (ігор), зазвичай місцевості є вигаданими або мають в якості основи реальні місця, але іноді стоять завдання створити візуалізацію справжніх країн, окремих ділянок, тощо.

Метою проведеного дослідження, щодо участі ГІС-технологій в створенні віртуальних просторів, було визначення необхідної кількості геоданих і можливість їх отримання завдяки ресурсів з відкритим доступом, також використовуючи при цьому необхідні додатки, а саме ГІС додаток "QGIS" та 3D редактора "3DsMax" або "Blender".

По результатах аналізу та виконаної роботи було визначено, що необхідними початковими даними є супутникові знімки та дані SRTM. Завдяки супутниковим знімкам визначається певна територія, яка буде перенесена в віртуальне середовище, слід зазначити, що сучасні відкриті сервіси по постачанню супутникових знімків дозволяють визначити необхідну робочу ділянку та завантажити детальний знімок, на якому можна побачити різноманітні інфраструктури та будівлі. SRTM дані дозволяють отримати та створити уявлення цифрової моделі висот. Тобто при поєднанні цих даних можна завантажити їх у середовище 3D редактора, де завдяки його можливостям починається будівництво моделі на основі отриманих даних, також подальшого редагування можна використовувати зображення векторного плану місцевості наприклад для правильного розташування об'єктів та ділянок.



Рисунок 1 – Приклад візуалізації геоданих

В результаті інтеграції геоданих у віртуальний простір, будуть отримані багатомірні моделі, які можна використовувати в різноманітних сферах діяльності людей у вигляді різних типів тренажерів в ігровій індустрії, кіноіндустрії, а також в дослідницьких та навчальних цілях.

Formation of quasi-continuous image in observation devices with discrete receivers

Slonov M.Y., Maryliv O.O., Pylypchuk V.V.

Military-Diplomatic Academy named after Eugene Bereznyak, Kyiv,

E - mail: Delavar65000@gmail.com

The observation devices were created to observe an object by its image. In them, the light-electric conversion is realized by means of discrete photosensitive matrix. Images are usually perceived by the human eye in the form of unstructured spatial components of the object. At a high level of magnification it is possible to notice that the image of object details is composed of separate points (pixels) [1].

The result of the observation of an object is spatial information about its external structure (small details). As a consequence, the structure of the observation devices is always aimed at reproducing the smallest components of the object in the image. Such possibility can be achieved by using the receivers with the minimum spatial resolution [2]. The resolution of the observation devices is always limited. For digital image such nodes are separate pixels.

Discretization of an image into separate pixels will decrease of some spatial information about the object. The aim of the research is to obtain a quasi-continuous image of observation device with discrete receivers [3-6].

Solving of this problem is based on element-by-element scanning of the image. Scanning is carried out by a photosensitive matrix with a regularly changed (controlled) density of elementary receivers (CDR-matrix). A snapshot what is taken during scanning after each displacement of the optical image relative to the photosensitive matrix by one pixel. The number of K displacements (accordingly the number of snapshots) is set in a way, which all elements of sampling of the observation area are scanned. The essence of it is next. The same elementary receivers are placed in the CDR-matrix. They are distributed in a regular way on the surface of the matrix. The distance between neighboring receivers is similar. The initial data are the requirements for image sampling and the physical possibility of their realization in the given design [2].

Image of the object by the CDR-matrix is composed of a series of snapshots. Each snapshot is formed by signals coming from all elementary receivers of the CDR-matrix. The number of snapshots in the frame is set by multiplicity of placement by vertically and horizontally. The density of the distribution of elementary receivers is determined by the distance between adjacent elementary receivers by horizontally and vertically. They must be multiples of the size of the elementary receiver. The CDR-matrix becomes equivalent in pixel dimensions to a light-sensitive matrix of size.

The degree of distribution of the CDR-matrix elements can increase by increasing its surface area or by decreasing the area of the elementary receiver. As the distribution density decreases, the virtual pixel size of the controlled matrix increases in proportion to the value of K (Fig. 1) [2, 7].

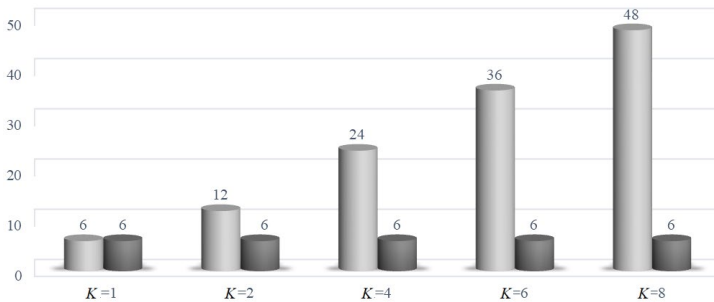


Fig. 1. Pixel size of the image in the observation device with 6 MP CDR-matrix

Application of element-by-element scanning in quasi-continuous image in observation devices with discrete receivers will allow multiplying the pixel size of the image relative to the pixel size of the controlled photosensitive matrix.

The advantages include: decreased requirements for the pixel size of the matrix; no obligatory decreased of the effective area of the elementary receiver when increasing their number in the light-sensitive matrix; simplification of hardware measures to decreased the effect of image shift on its quality; absence of information losses on gaps between adjacent elementary receivers.

References

1. Mitchell, E. N. (1984). *Photographic Science*. John Wiley & Sons.
2. Slonov, M., Maryliv, O. (2021). A method of quasi-continuous image formation in observation devices with discrete receivers. *Ukrainian Journal of Remote Sensing of the Earth*, 29, 4–11.
3. Pat. 81195 UA, IPC G06K 9/00, G06K 9/46, G06K 9/62, G06K 9/80, Method for enhancing spectral variability of lagspectral aerospace images, Popov, M. O., Stankevich, S. A., Kozlova, A. O., Publ. 10.12.2007 (in Ukrainian).
4. Popov, M. A. (2018). On the technology of creating new technologies in remote sensing. *Ukrainian Journal of Remote Sensing of the Earth*, 17, 4–9. (in Russian).
5. Popov, M. A., Stankevich, S. A., Shklyar, S. V. (2015). Algorithm for enhancing the distributional efficiency of images displaced by subpixels. *Mathematical Machines and Systems*, 1, 29–36. (in Russian).
6. Korobchynskiy, M., Slonov, M., Rudenko, M., Maryliv, O. (2020). Assessment of the effect of image shift on the results of photo-video recording. *Proceedings of the IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology*, 641–645. <https://doi.org/10.1109/elnano50318.2020.9088766>.
7. Korobchynskiy, M., Slonov, M., Rudenko, M., Maryliv, O., Pylypchuk, V. (2021). Critical modes of photography: light sensitivity and resolution. *Communications in Computer and Information Science*, 1158, 264–274. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-61656-4>.

Моніторинг лімнологічних екосистем на основі комплексного використання гідроакустичних методів та даних ДЗЗ

Радчук І.В.

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України
igor.radchuk.v@gmail.com*

Стан та відновлення водних ресурсів та забезпечення суспільства якісною питною водою на сьогоднішній день є однією з ключових не лише у переліку екологічних проблем а й взагалі серед найбільш актуальних проблем людства. Забруднення річок та озер - всесвітня проблема, що стосується всіх розвинених і країн, що розвиваються. Дослідження лімносистем зумовлено значною часткою водойм у

просторовій структурі ландшафтів України, посиленою антропогенною та природною трансформацією лімноконкомплексів локального і регіонального рівнів, відсутністю комплексної характеристики, слабкою вивченістю закономірностей функціонування водойм. Про збереження водних ресурсів сьогодні говорять на найвищому міжнародному рівні. Відповідно до Глобальних цілей сталого розвитку на 2015- 2030 рр., а саме відповідно до 6 - тої цілі: чиста вода та належні санітарні умови. 41 країна зіткнулася з дефіцитом води, 10 із яких фактично виснажили свої запаси поновлюваних ресурсів прісної води і тепер повинні покладатися на альтернативні джерела. Посилення посух і опустелювання дедалі погіршує ці тенденції. За прогнозами, провідних міжнародних експертних організацій до 2050 року постійний дефіцит води впливатиме щонайменше на кожного четвертого жителя планети [1].

В Україні Указом Президента України від 30 липня 2021 року введено в дію рішення Ради національної безпеки і оборони України щодо водних ресурсів України. Основна ціль рішення - забезпечення українців доступом до якісної питної води. Гідрологічні спостереження на водних об'єктах мають бути комплексними з різною періодичністю: спостереження за витратою і рівнем води в річках, за її мутністю і стоком завислих наносів (переважно мінеральних часток, зважених в річкових водах), хімічним складом, температурним і льодовим режимами річкових вод і т.д. Відповідно, визначення особливостей антропогенного навантаження на прісноводні ресурси України має забезпечувати оцінку фактичного стану природного середовища та прогноз зміни його стану під впливом чинників антропогенної дії і оцінка прогнозованого стану природного середовища. Інформаційна підтримка рішень з питань екологічної безпеки водного фонду на об'єктовому, регіональному і національному рівнях визначає обсяги фундаментальних і прикладних гідроакустичних досліджень [2], серед яких вивчення рельєфу дна, дослідження складу та властивостей донних ґрунтів і осадових порід, акустичної взаємодії водної товщі і дна, створення геолого-акустичних моделей окремих районів, а також створення ехолотних інформаційно-аналітичних технологій, під якими розуміється цілісний процес збору, обробки і доставки інформації споживачу.

Науковцями ІТГП НАН України разом з зацікавленими організаціями за період 2009 – 2020 рр. здійснено низку досліджень більшості найзначніших лімнологічних екосистем України (Кременчуцьке водосховище, озера: Синевир, Озірце, Світязь, Нобель, Біле, Любязь, Вербне, Затока “Бакота”, Дністровський каньйон, тощо) в форматі наукових експедицій [3,6]. Започатковано експедиційні дослідження Директором Інституту професором, член - кореспондентом

НАНУ Трофимчуком О.М. на чолі з науковими керівниками експедиційних досліджень професором доктором технічних наук Красовським Г.Я., та доктором геологічних наук Радчуком В.В. Гідроєкосистеми, що досліджувались, сформувались навколо озер природного і штучного походження. В рамках проведених робіт було здійснено аналіз науково-методологічних основ комплексного оцінювання інтенсивності та характеру техногенного та антропогенного впливу на стан лімноекосистем України. Використовуючи контактні і дистанційні методи створено картографічні моделі техногенного та антропогенного навантаження на локальні лімнологічні системи. Розроблено 3D - моделі акваторії та берегової лінії цих систем з залученням сучасного інструментарію технологій геоінформаційних систем (ГІС) (у даному випадку ARG GIS) з відображенням особливостей та основних параметрів функціонування їх екосистем [5]. Вдосконалено технології моніторингу динаміки водного режиму озер шляхом побудови батиметричних карт озер за результатами гідроакустичних вимірів та дешифрування космічних знімків. Застосовано комплексне використання методик відбору і обробки інформації шляхом застосування ГІС-технологій (тематичну класифікацію результатів дистанційного зондування в умовах обміну даними наземних звірок та незалежними ознаками об'єктів), з приведенням результатів до вигляду, зручного для інтерпретації.

Отже, необхідним є проведення постійного та системного моніторингу в першу чергу на основі поєднання технологій ДЗЗ та ГІС з натурними дослідженнями, що дозволяє своєчасно зафіксувати виникнення джерела забруднення та прийняти необхідні рішення щодо проведення заходів з його ліквідації та покращення стану зони впливу забруднення. Реалізація комплексних методів досліджень, щодо кожного конкретного природного об'єкту передбачить якісний аналіз та структурування проблеми, формування певних критеріїв оцінки, створення моделі складної екологічної системи, розроблення відповідної процедури оцінювання її стану та можливості прогнозування подальшого розвитку.

Список використаних джерел

1.Порядок денний в області сталого розвитку на період до 2030року» URL: <https://www.ua.undp.org>

2. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 30 липня 2021 року "Про стан водних ресурсів України": Указ Президента України від від 13 серпня 2021 року № 357/2021.

URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/357/2021#Text>

3. Трофимчук О. М., Радчук І. В., Охарев В. О. та ін. Дослідження озер України в умовах наростаючого антропогенного впливу. Міжнар. наук.-практ. конфер. «Вода для всіх». Київ, 2019. С. 215—216.

4. Трофимчук О.М., Радчук В.В., Красовський Г.Я., Радчук І.В. Моніторинг навколишнього середовища з використанням космічних знімків супутника NOAA. Під ред. С.О. Довгого. — К., ФОП Пономаренко Є.В., 2013. — 316 с;

5. Trofymchuk O., Klymenko V., Sheviakina N., and etc. Assessment of the impact of anthropogenic activities on aquatic ecosystems. Water Supply and Wastewater Disposal, Designing, Construction, Operation and Monitoring. Lublin, 2020. P. 328–335.

6. Zagorodnya S.A., Novokhatska N.A., Okhariev V.O., Popova M.A., Radchuk I.V., Trysnyuk T.V., Shumeiko V.O., Atrasevych O.V. GIS – Based assessment of anthropogenic influence in Western Polissya region Limnological ecosystems. Ecological safety and nature management. Kyiv, 2018. № 2 (26). P. 23—34.

Оброблення інформації про радіоактивне забруднення місцевості з використанням даних ДЗЗ та ГІС

Триснюк В.М.,¹ Нагорний Є.І.,¹ Конецький Я.М.,¹ Нікітін А.А.²

¹Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ, E - mail: trysnyuk@ukr.net

²Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, Київ

Питання постійного контролю радіаційної обстановки (РО) і своєчасного виявлення радіоактивного забруднення місцевості (РЗМ) продовжують залишатися актуальними і в наш час. Це обумовлено трьома факторами: збільшенням кількості об'єктів ядерної енергетики, старінням існуючих атомних реакторів, активізацією сил міжнародного екстремізму, які сприяють активізації терористичних актів по всьому Світу. У випадку загострення міжнародної обстановки неможливо виключити можливість атаки терористів на об'єкти атомної енергетики, підприємства атомної енергетики, а також могильники радіоактивних відходів. Таким чином, можливе виникнення ситуації, коли значні території будуть радіоактивно забруднені від декількох джерел. Радіоактивне забруднення місцевості є потужним фактором впливу на життєдіяльність населення, роботу адміністративних структур і органів державного управління в цілому. Виявлення радіоактивного забруднення місцевості буде являтися першочерговою задачею ліквідації наслідків радіоактивного забруднення. Джерелами радіоактивного забруднення в мирний час можуть бути: аварії атомних енергетичних установок з

викиданням продуктів реакції; руйнування сховищ (контейнерів) з радіоактивними речовинами; руйнування активної зони чи системи теплоносія атомних енергетичних установок в результаті терористичних актів; руйнування могильників радіоактивних відходів.

На сьогоднішній день виявлення РЗМ може здійснюватися за допомогою прогнозу і на основі фактичних даних радіаційної розвідки і спостереження [1].

Виявлення і оцінка радіаційної обстановки здійснюється, як правило, в два етапи. На першому – на основі даних про джерела радіоактивного забруднення і метеорологічної обстановки проводиться прогноз РЗМ. На другому – виявляється фактична радіаційна обстановка по даним розвідки (контролю). Прогноз РМЗ здійснюється шляхом вирішення інформаційно-розрахункової задачі.

Вихідною інформацією для інформаційно-розрахункової задачі є:

1) Інформація про АЕС:

- тип ядерного енергетичного реактору (ЯЕР) (РВБК або ВВЕР);
- електрична потужність ЯЕР (МВт);
- кількість аварійних ЯЕР – n;
- координати ЯЕР (АЕС);
- астрономічний час аварії (T_{AB} , доба, год.);
- доля викинутих із ЯЕР радіоактивних речовин (h, %).

2) Метеорологічні характеристики:

- швидкість вітру на висоті 10 м (V_{10} , м/сек);
- напрямок вітру на висоті 10 м (L_{10} , град);
- стан хмарності (відсутній, середній або суцільний);
- температура повітря ($T_{пов}$);
- вид місцевості (лісиста, лісисто-болотиста, степова, лісостепова);
- тип рослинності (хвойна, змішана, листяна);
- вид рельєфу: рівнинний, рівнинно-хвилястий, рівнинно-горбистий, горбисто-балочний, горбистий, передгір'я);
- пора року (літо, зима).

Достовірність прогнозу буде залежати від відповідності математичної моделі, яка застосовується для конкретної аварії і від точності вхідних даних. Результати прогнозу можуть бути використані тільки для приблизної оцінки радіаційної обстановки [2]. З часом актуальність прогнозу втрачається, чим більше часу пройшло з моменту аварії, тим нижче достовірність моделі, а також, при певних умовах, модель може некоректно описувати РЗМ.

Для отримання уточненої карти РЗМ необхідно проводити радіаційну розвідку місцевості.

Радіаційна розвідка проводиться підрозділами РХБ розвідки в районах визначених для розвідки, як правило після проведення прогнозування за фактом аварії (руйнуванні) на ПНО. Основним способом ведення радіаційної розвідки районів є спосіб опорних точок, якій передбачає завчасний вихід до спланованих районів підрозділів РХБ розвідки і ведення радіаційного спостереження або розвідки в визначених пунктах і періодичний об'їзд районів по наміченим маршрутам. Вся інформація про потужності доз опромінення та метеобстановку, передається по каналам зв'язку в розрахунково-аналітичні станції (групи) для аналізу для створення реальної картини про фактичну радіаційну обстановку.

Дані радіаційної розвідки:

– значення вимірювання потужності дози опромінювання ($D_{\text{вим}}$, рад/год);

– час виміру потужності дози опромінювання ($T_{\text{вим}}$, доба, год.).

Найбільш перспективним є розробка методики послідовної параметричної адаптації моделі РЗМ даними радіаційної розвідки.

Достовірність прогнозу залежить від достовірності джерел інформації, тобто чим точніше дані про джерела радіоактивного забруднення і інформація про погоду, тим надійніше прогноз. Звичайно те, що на якості прогнозу позначаються не тільки помилки визначення параметрів джерел радіоактивного забруднення (координати джерела, потужність викиду, час), але й наявність незареєстрованих або помилкових (що не мали місця в дійсності) джерел. Слід зауважити, що при пульсуючому характері викидів радіоактивних речовин з аварійного реактора, кожен такий викид може розглядатися як самостійне джерело радіоактивного забруднення.

Слід особливо підкреслити, що параметрична модель може служити тільки для опису радіоактивного забруднення місцевості, але не може використовуватися для виявлення фактичних характеристик джерел радіоактивного забруднення.

Адаптація моделі може проводитися послідовно, у міру надходження даних радіаційної розвідки. Необхідність подальшої розробки цієї ідеї зумовлена потребою уточнення прогнозу РЗМ на етапі збору даних радіаційної розвідки, коли їх щільність ще недостатня для виявлення фактичного забруднення, або коли дані розвідки згруповані в компактні множини, що теж може мати місце на початкових стадіях виявлення фактичної радіаційної обстановки.

Таким чином, метод послідовної параметричної адаптації моделі РЗМ даними радіаційної розвідки дає можливість в ряді випадків уточнювати прогноз радіоактивного забруднення і може бути використаний з метою виявлення радіаційної обстановки. Методика, яку можливо розробити на його основі, дозволить в кілька разів зменшити помилку відновлення потужності дози випромінювання. Вона може застосовуватися при щільності точок контролю значно нижче нормативних.

Запропонована методика послідовної параметричної адаптації моделі радіоактивного забруднення місцевості даними радіаційної розвідки дозволить оцінити і в ряді випадків поліпшити якість прогнозу РЗМ.

Методика може бути використана при малій щільності точок розвідки, що важливо на початкових стадіях виявлення фактичної радіаційної обстановки.

Список використаних джерел

1. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗОВ. – М.: Наука, 1986. – 544с.
2. Кармишин А.М. и др. Радиационная обстановка в ближней зоне Чернобыльской АЭС и динамика ее изменения. – М.: ВАХЗ, 1990. – 86с.

Дистанційний моніторинг вирубки лісів

Горелик С.І., Нечаусов А.С., Фоміних А.В.

Харківський національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»

В даний час геоінформаційні системи удосконалюються в напрямку оцінки антропогенних ризиків адміністративно-територіальних утворень, а так само в створенні програм спрямованих на актуалізацію стану лісів досліджуваної області. У зв'язку з поліпшенням технологій дистанційного зондування Землі, зафіксовано зростання незаконно заготовленої деревини Харківської області, Україна в обсягах близько 150 куб. м за 2020 рік і число продовжує зростати. Особливу увагу приділено районам, пов'язаним з розвитком лісового та металургійного комплексів, проведенням геолого-розвідувальних робіт з веденням бази даних.

Формування інструментарію прийняття управлінських рішень в лісовому господарстві засноване на використанні великого обсягу різнорідної інформації. Застосування геоінформаційних технологій в

процесі реалізації завдань управління лісогосподарських і вирішенні лісо-екологічних проблем відноситься до напрямку фундаментальних заходів, спрямованих на збереження і відновлення лісових об'єктів, забезпечення сталого функціонування лісових систем і досягнення цільових показників щодо запобігання поширення вирубки деревини. Створення інформаційно-керуючої системи (ІКС) передбачає розробку трьох основних блоків: інформаційного, моделює і експертного. В ІКС реалізовані картографічні та табличні сервіси. Табличні сервіси забезпечують доступ до довідкових даних, а також до оперативних даних поточних спостережень. Таким чином, створена основа інфраструктури просторових даних підтримки міждисциплінарних досліджень геосистем, заснована на базових просторових даних, метаданих, сервісах, що включає систему зберігання даних, геопортал, ресурси. Однією з головних причин дослідження є неповнота і неточність вихідних даних, які слугують основою для прийняття відповідальних державних управлінських рішень, в тому числі про розподіл бюджетних коштів і аналогічних ресурсів. Збір інформації статистичними органами орієнтований на свої, відомчі цілі. Як правило, наявності цих даних недостатньо для серйозного аналізу розвитку галузі. Інформація власних територіальних підрозділів найчастіше, просто, недостовірна або відсутня, що пояснюється пріоритетом вирішення поточних виробничих питань над організацією кваліфікованого контролю. В результаті відбувається «розпилення» державних коштів. Цей недолік носить системний характер та не дає можливості якісних зрушень в управлінні регіоном. Таким чином, автоматизація соціально-економічного моніторингу стає ключовим завданням модернізації економіки. В результаті створення геопорталу, вперше в регіональному управлінні з'являється можливість реального комплексного обліку результатів діяльності, а також багатовимірної економічної оцінки ефективності використання бюджетних коштів як лісогосподарських так і інших галузей промисловості адміністративного регіону. Разом з тим використання ГІС-інструментарію дало можливість здійснити аналіз показників фінансово-виробничої діяльності підприємств в розрізі регіону, округу або району, а також відкрило можливість побудови еталонних тематичних карт. Блок економічних оцінок містить можливість побудови трьох видів різних рейтингів підприємств: за економічним потенціалом, ефективності його використання та галузевому рейтингу лісогосподарських організацій. Система дозволяє автоматично оцінювати рейтинги підприємств регіону, округу та району за вибраний часовий період. Крім підсумкового (інтегрального) показника користувачеві доступні поля з значеннями тих величин, на

основі яких був розрахований рейтинг, з можливістю сортування підсумкових результатів по конкретному полю.

Для реалізації комплексного аналізу поточного стану лісових ресурсів виникає потреба в експлуатації атрибутивних баз даних. Атрибутивна база даних безпосередньо пов'язана зі зберіганням просторової інформації завдяки якій можна відтворити модель представлення об'єктів реального світу.

У зв'язку з необхідністю створення БД використовується уніфікований підхід, що забезпечує: структури бази в процесі розвитку системи в єдину структуру баз даних, що включає одноманітну прив'язку даних до об'єктів навколишнього середовища на основі ГІС технологій, а так само незалежність структури баз даних від кількості врахованих параметрів. До завдань моніторингу лісових масивів входить комплекс цифрових ситуаційних, оціночних, виконавчих і прогнозних знімків для карт різних масштабів. Робота в спеціалізованій програмному середовищі дозволяє: виконувати комплексну оцінку стану лісових масивів, кількісну та якісну оцінку ресурсів і здійснювати геоінформаційно-картографічний супровід; підтримувати системи підтримки прийняття рішень та інформаційно-моделюють комплекси для задач інтегрованого управління ресурсами деревини. Створення картографічних та тематичних атрибутивних баз даних. Маючи розробку пілотних ГІС дозволяє фахівцям сприяти формуванню обґрунтованої системи підтримки прийняття рішень для стійкого функціонування лісового господарства.

Список використаних джерел

1. Власова А.Г., Грузинов В.С., Журкин И.Г., Максимов В.И., Митрофанов Е.М., Чабан Л.Н. Геоинформационное моделирование и картографирование природно-ресурсного потенциала территорий, подверженных антропогенным нагрузкам // Хроники Объединённого фонда электронных ресурсов «Наука и Образование» No 2 (45) февраль 2013, с.22
2. Грядун Д.А., Митрофанов Е.В., Бубненко Д.И. О применении комплексов беспилотных летательных аппаратов в системе многоуровневого экологического мониторинга // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». No 4, 2012 сс.95-99 з.
3. Барабасов В.К. Гречищев А.В. Грядун Д.А. Митрофанов Е.М. Применение комплексов беспилотных летательных аппаратов в системах мониторинга территорий. // Международная конференция «Геоинформационные науки и экологическое развитие: новые подходы, методы, технологии» в конференция «геоинформационные технологии и космический мониторинг» 2013 г. с. 240-250
4. Copernicus: Sentinel-2 [Електроний ресурс] — The Optical Imaging Mission for Land Services (англ.). eoPortal.
5. Публічна кадастрова карта [Електроний ресурс] -<https://map.land.gov.ua/>
6. Качинський А.Б. Екологічна безпека України. – К., 2001. - 312с

Formalization of environment condition evaluation processes

Danshyna S.Yu., Laptii P.A.

*National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute",
E-mail: laptiypasha@gmail.com*

Environment evaluation processes (EEP) according to ISO 24765:2017 could be considered as information process. An information processing plays a major role here. These processes consider as complex of actions, directed for transforming background information to a new, and forming solutions on the base of different information fragments for achievement goals of project [1].

Collecting of possible information directed to accepting high-quality solutions, but it requires more cost and effort. In this case users, who make a solution, need supporting in determining quality and quantity of required information for making a final solution [2].

Without reference to type of information under consideration, EEP processes could be divided on two groups: structured and less structured [1, 2].

In first case, an effective method of formalization could become a theoretic-set approach, which unify principles of conceptual modeling and reveal process in form of [3]:

$$I_Pr=(V, Z, \varphi, A, O, \psi), \quad (1)$$

Where $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ – multiplicity data inputs of process EEP;
 $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_k\}$ – multiplicity of documents, which regulate EEP process for providing it's right passing; φ – an updating function, which implementation associated with clarification (correction) background data in accordance of multiplicity Z documents requirements; $A = \{a_1, a_2, \dots, a_j\}$ – multiplicity of functions (operations) which realize EEP process;
 $O = \{o_1, o_2, \dots, o_m\}$ – multiplicity of EEP process output data; ψ – function of exit, which realization allows to form output data.

Composition and view of information, which goes on input of EEP process, is regulating by the number of standards (state, department, corporative), where requirements to this type of documents are spelled out. This provide ordering, clarification and possible correction of background information, which realizes by the function of view updating:

$$\varphi: V \times Z \rightarrow V, \quad (2)$$

In this case contenting elements of multiplicity V changing and updating depending on EEP process features.

After clarification, as the realization of φ function result, data of EEP process (1) realizes by the way of implementation of certain functions

(operations) on display formation:

$$\psi: V \times Z \rightarrow O, \quad (3)$$

which definitely determines, what will be on output at the end of EEP process depends on inputs $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ and certain operations

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_j\}.$$

Let's note, that shown formalized way of describing of EEP process has a simplified view and requires clarification in every specific case, but possibility of it's applying at information processes was evaluated with realization in tasks of project documentation developing, city social infrastructure optimization, describing city extension processes and etc. Efficiency in solutions of these tasks, allows to make a conclusion of applying possibilities of proposed way for formalization of environment condition evaluation process.

"Results been obtained within scientific-research work "Methodology for processing Earth's remote sensing data for environmental monitoring tasks" (№ 0120U100530)

References

1. ИСО/IEC/IEEE 24765:2017. Инженерия систем и программных средств. Словарь терминов, Введен 2017-09-01, М.: Стандартиформ, 2017, 522 с.
2. Decisions for information or information for decisions? Optimizing information gathering in decision-intensive processes [Електронний ресурс] / S. Voorberg, R. Eshuis, W. van Jaarsveld, G. van Houtum // Decision Support Systems, 2021. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923621001421>.
3. Danshyna, S. General approach to project material resources management // Innovate technologies and scientific solutions for industry. №. 1 (15). 2021. P. 43 – 52, doi: 10.30837/ITSSI.2021.15.043.

Взаємозв'язок забруднення атмосферного повітря урбоценозів аерозольними частками РМ 2,5, захворюваність населення на Covid-19 та вплив глобальних кліматичних змін

Гончаренко А.В., Волошикіна О.С., Трофімович В.В., Жукова О.Г.
Київський національний університет будівництва та архітектури

Звіти Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) за останні роки говорять про те, що РМ_{2,5} (частинки з аеродинамічним діаметром <2,5 мкм) є забруднювачем повітря з найсильнішим впливом на здоров'я населення, і тому в роботах багатьох дослідників зазвичай для оцінки та прогнозу впливу забруднення атмосферного повітря використовувалися

на цей час дані моніторингу з різних систем саме часток $PM_{2,5}$. Дослідження ряду робіт закордонних та вітчизняних авторів на основі даних моніторингових досліджень довели наявність взаємозв'язку між забрудненням атмосферного повітря урбанізованих територій та захворюваністю мешканців цих територій на Covid-19 [1–4 та інші.]. Ці твердження побудовані на статистичних моделях для різних місцевостях. Так, в роботі [1] представлена оцінка потенційного зв'язку між забруднення атмосферного повітря твердими частками (PM) та поширенню інфекції Covid -19 в Італії. Коефіцієнт кореляції цього зв'язку є досить тісним та становить 0,9.

Для умов ряду великих міст України авторами роботи було підтверджено гіпотезу щодо наявності взаємозв'язку між випадками захворюваності населення на Covid -19 за період 2020-2021 року (дані бралися нами до початку масової вакцинації). Отримані кореляційні залежності в логарифмічних координатах, що мають лінійний характер та безпосередньо залежать від температурних умов навколишнього середовища та мають коефіцієнти кореляції в межах 0,65-0,9.

До останнього часу вважалося, що забруднення атмосферного повітря аерозольними частками на урбанізованих територіях відбувається за рахунок міських викидів, в т.ч. для умов Києва – від автомобільного транспорту, який працює на бензиновому або дизельному паливі.

Але в 2020-2021 роках в закордонних виданнях щодо досліджень фізики і хімії атмосферних процесів було опубліковано ряд робіт, які поширюють уявлення на процеси, які відбуваються при формуванні забруднення аерозольними частками $PM_{2,5}$ в міському середовищі. Так, в роботах [5,6], автори стверджують, що значний внесок в забруднення атмосферного повітря великих міст належить вторинним забруднювачам внаслідок фотохімічних перетворень в повітрі. І передумовами цих вторинних перетворень стають також надзвичайні ситуації, що відбуваються на територіях за містами і які викликані природними кліматичними змінами (пожежі в екосистемах, спалювання на землях сільськогосподарського призначення, пилові бурі). Автори даної статті зазначають, що хоча дійсно довгострокові заходи по зменшенню викидів з усіх парникових джерел є досить ефективним засобом зменшення частоти серйозних забруднень в атмосфері, однак на сьогоднішній день нема чіткого способу запобігання подіям, спричиненим природними джерелами, що зазнають змін клімату, наприклад, пожежами та спалахами пустельного пилу.

Вторинні забруднювачі, такі як вторинні органічні аерозолі та O_3 , що утворюються в повітрі деякими попередниками, та виділяються

джерелом, піддаючись ряду фізико-хімічних процесів, присутні під час серйозних забруднень атмосфери. Навіть під час блокування COVID-19 в деяких районах світу мали місце епізоди значного забруднення PM_{2,5}, оскільки атмосферні умови були сприятливими для утворення вторинних РМ (конденсація пари) з газоподібних попередників.

На рис. 1 та рис. 2 для розглядаємого періоду (2020-2021рр) та умов м. Києва представлені лінійна залежність між вологовмістом в повітрі за даними існуючих моніторингових спостережень та температурними умовами, а також поліноміальна залежність між частками РМ_{2,5} в повітрі Києва та вологовмістом коефіцієнт кореляції 0,6.

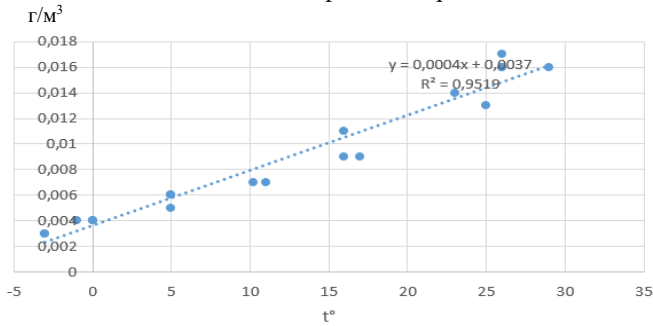


Рис.1. Залежність між вологовмістом повітря та середньомісячними температурними умовами в м. Києві за період з 2020-2021 рр. РМ 2,5 мкм

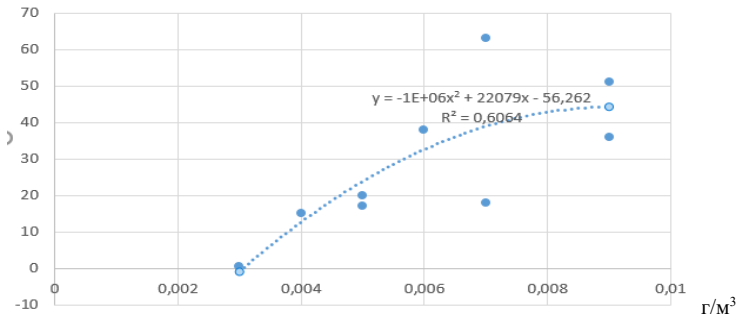


Рис.2 Поліноміальна залежність між забрудненням атмосферного повітря частками РМ_{2,5} та вологовмістом в повітрі (квітень 2020року, Проспект Науки, м. Київ).

Як зазначається в роботах закордонних авторів, більша частина маси РМ_{2,5} у міському середовищі пояснюється вторинним утворенням. Висока інсоляція та високі температури сприяють утворенню О₃,

оскільки він є продуктом фотохімічних реакцій, які додатково посилюються при вертикальній рециркуляції повітряних мас або застійних умовах. Більш сильна сонячна радіація виробляє більше вільних радикалів для ефективного окислення попередників, прискорюючи утворення O_3 і утворюючи велику кількість РМ (сприяючи головним чином кількості частинок, а не масовій концентрації). O_3 , як правило, має вищу швидкість продукування при більш високій температурі, тоді як вторинний РМ утворюється легше при нижчій температурі, що сприяє більш високому перенасиченню і, отже, вищій швидкості зародження. Відносна вологість є критичним фактором розвитку вторинних РМ.

Проблема забруднення в атмосферному повітрі на урбанізованих територіях аерозольними частками взаємопов'язана як з поступовими кліматичними змінами, так і з наслідками цих змін на інших територіях (пилові бурі, торф'яні та лісові пожежі, тощо). Оцінка та прогнозування впливу стану атмосферного повітря урбоцентрів з подальшим впливом на здоров'я населення потребує створення практичної та дієвої інноваційної інформаційної системи моніторингових спостережень як на території міста, так і за його межами. Дана система повинна в режимі реального часу отримувати та накопичувати пакети даних з різних джерел, утворюючи «озеро даних», а на виході давати можливість побудови та візуалізації залежностей, графіків, діаграм з необхідних наборів даних по заданим параметрам.

Список використаних джерел

1. Leonardo Setti et al., 2020. Evaluation of the potential relationship between Particulate Matter (PM) pollution and COVID-19 infection spread in Italy, http://www.simaonlus.it/wpsima/wp-content/uploads/2020/03/COVID_19_position-paper_ENG.pdf
2. Sedlmaier N. et al., 2009. Generation of avian influenza virus (AIV) contaminated fecal fine particulate matter (PM2.5): Genome and infectivity detection and calculation of immission. *Veterinary Microbiology* 139:1-2. doi: 10.1016/j.vetmic.2009.05.005
3. Despres V.R. et al., 2012. Primary biological aerosol particles in the atmosphere: a review. *Tellus B: Chemical and Physical Meteorology* 64:1, 15598. doi: 10.3402/tellusb.v64i0.15598
4. EdoardoConticini¹BrunoFrediani²DarioCaro., 2020. Can atmospheric pollution be considered a co-factor in extremely high level of SARS-CoV-2 lethality in Northern Italy? *Environmental Pollution, Volume 261*, June 2020, 114465 <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114465>
5. Lidia Moravvska, Tong Zhu, Nairui Liu ect. The state of science on sever air pollution episodes: Quantitative and qualitative analysis./*Environmental International, Volume 156*, November 2021, 106732. - <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106732>
6. Eyisi Rita,Esoneye Chizoo,Ume Sunday Cyril. Sustaining COVID-19 pandemic lockdown era air pollution impact through utilization of more renewable energy resources/ *Helion*, Available online 30 June 2021, e07455, <http://doi.org/10.1016/j.helion.2021.e07455>

Підходи до побудови системи екологічної безпеки у мінерально-сировинному комплексі України

О.М. Трофимчук, М.М. Коржнев, Є.О. Яковлев, Є.С. Анпілова

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору

Національної академії наук України,

E - mail: itgis@nas.gov.ua; mncorzhnev@gmail.com;

yakovlevhydro@gmail.com; anpilova@ukr.net

Реструктуризація економіки України в останні десятиріччя практично не призвело до зменшення техногенних змін екологічних параметрів головних життєзабезпечуючих ресурсів у більшості регіонів: водних, біотичних, земельних, мінерально-сировинних. Виконані фахівцями Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору (ІТГІП) НАН України дослідження засвідчили, що більшість галузей виробництва відрізняються аномальними показниками водоенерго-ресурсоємності (металургійна, хімічна, енергетична, гірничодобувна і ін.) [1-7]. Аналіз статистичних даних щодо впливу природних і техногенних чинників на здоров'я населення України дозволяє зробити висновок, що провідним чинником техногенного навантаження на навколишнє природне середовище, біоту і людину є видобуток і переробка мінеральної сировини, якій призводить до регіональних незворотних змін як геологічного середовища (Донбас, Кривбас, Карпатський регіон і ін.), так і критичних порушень рельєфу, гідрографічної мережі, активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів (карстових, зсувних, просядкових), рівноважної взаємодії підземного і поверхневого водних потоків [8].

Довготривале інтенсивне використання надр в більшості розвинутих гірничодобувних районів (ГДР) України призвело до накопичення негативних, в т.ч. незворотних і синергічних, змін навколишнього природного середовища і збільшення їх впливу на безпеку життєдіяльності (БЖД) людини, що насамперед найбільш наглядно можна спостерігати у розвинутих ("старих") гірничодобувних і постмайнінгових районах України.

Основні положення Указу Президента України В. О. Зеленського №306 від 16.07.21 "Про стимулювання пошуку, видобутку та збагачення корисних копалин, які мають стратегічне значення для сталого розвитку економіки та обороноздатності держави" свідчать, що еколого-ресурсна збалансованість та техніко-економічна ефективність системи державного управління у сфері надрокористування повинна базуватися на таких головних науково-методичних принципах [9-11]:

- наукове обґрунтування гранично-припустимих змін геологічного середовища, регулювання природокористування з врахуванням екологічних критеріїв ЄС, еколого-економічне нормування господарчої діяльності на об'єктово-територіальному, регіональному і транскордонному рівнях;

- контроль за використанням природних ресурсів та додержанням екологічних вимог, нормативів і стандартів;

- комплексний моніторинг стану довкілля та прогноз розвитку його негативних змін у зонах впливу ГДР на різних етапах їх розвитку: від геологічної розвідки, будівництва, експлуатації та пост-майнінгу;

- прогнозування, попередження та упередження надзвичайних екологічних ситуацій і катастроф;

- екологічна реабілітація ушкоджених територій та екосистем (ландшафтних, гідрологічних, біотичних та ін.).

Головним механізмом їх взаємозв'язку є економічний. Система екологічної безпеки у гірничодобувних і постмайнінгових районах має базуватися на постійно діючих прогнозних моделях на основі ГІС, що в режимі реального часу оцінюють зміни геологічного середовища і виникаючі внаслідок цього загрози та розраховують ризики і вірогідність прояву надзвичайних екологічних ситуацій і катастроф, а також їх наслідки і збитки.

Попередження надзвичайних екологічних ситуацій і катастроф є ключовим елементом загальної системи державного управління в сфері екологічної безпеки, перш за все у зонах екологічно розвинутих ГДР з незворотними порушеннями верхньої зони літосфери, яка виконує функції мінеральної бази біосфери [9-12].

За звичайного стану довкілля на це мають бути спрямовані всі механізми системи екологічного регулювання і контролю. Крім того, це завдання досягається шляхом виконання підприємствами, організаціями, юридичними чи фізичними особами своїх правових зобов'язань в рамках чинного законодавства. Відповідно до них вони мають фінансувати і здійснювати природоохоронні заходи, утримувати мережі моніторингу навколо екологічно небезпечних об'єктів і виробництв, проводити екологічну реабілітацію територій їх впливу під час діяльності підприємств і після її завершення, тощо.

Дещо інша ситуація виникає в регіонах з кризовим і, особливо, критичним станом довкілля, переважно, під впливом попередньо накопичених наслідків, коли звичайних механізмів попередження надзвичайних екологічних ситуацій і катастроф вже не вистачає. Забезпечення екологічної безпеки в цих регіонах ускладнюється тим, що зміна структури природокористування (наприклад, закриття шахт та їх

затоплення) викликає перебудову природно-техногенних систем шляхом розвитку процесів в навколишньому середовищі, що часто мають небезпечний рівень та суто техногенне походження (деформації поверхні, техногенні землетруси, формування техногенних водоносних горизонтів і ін.). Головним в таких умовах стає виконання програм різного рівня (національних, державних, регіональних) і окремих технічних проектів, поліпшення екологічного становища тієї чи іншої території, спрямованих на зниження ризику виникнення таких ситуацій і катастроф. Першим обов'язковим кроком у здійсненні цих програм має бути швидке розгортання спеціальних систем кризового моніторингу і створення надійної системи комплексних оцінок і прогнозу змін стану довкілля (або окремих його параметрів і складових), які діють в режимі реального часу. Необхідним компонентом таких систем є комплексний моніторинг геологічного середовища (ГС) природно-техногенних геосистем (ПТГС "ГДР- навколишнє середовище"), а також гідрографічної мережі, змін геохімічних параметрів водозбірних та аграрних ландшафтів, приземної атмосфери, біоти та її елементів, як надійних індикаторів кризового стану довкілля. Витрати на це повинні бути першочерговими, тому що в більшості випадків тільки створення таких систем дозволяє зосередити зусилля на своєчасному виявленні та усуненні головних чинників некерованого або катастрофічного розвитку екологічних ситуацій. Це вимагає максимального використання всіх можливих джерел фінансування і коштів, накопичених в різних екологічних фондах, залучення коштів із місцевих і державного бюджетів.

Особливі труднощі виникають під час екологічної реабілітації територій регіонів та районів з критичним станом довкілля, де спостерігається підвищена активізація негативних процесів природного і техногенного походження. Реабілітація таких регіонів повинна здійснюватися через державні і галузеві регіональні програми (можливо в рамках єдиних національних програм), головним чином за рахунок цільового фінансування із Державного бюджету з додатковою мобілізацією коштів із всіх інших можливих джерел.

Ліквідація наслідків надзвичайних екологічних ситуацій і катастроф. Якщо критичний стан довкілля і балансування на межі виникнення екологічних катастроф може продовжуватися тривалий час, то розвиток самих надзвичайних ситуацій і катастроф в більшості буває досить швидким з низьким рівнем керування. Дії адміністративних і спеціальних уповноважених органів в цих умовах мають бути спрямовані з одного боку на їх термінову оцінку, призупинення і мінімізацію впливу на довкілля і людину, а з іншого – на рятування людей, їх майна,

історико-культурних та виробничих об'єктів. В такій ситуації необхідно посилити діяльність спеціальної служби моніторингу і прогнозу, яка має в оперативному режимі поставляти до штабів по боротьбі із надзвичайною екологічною ситуацією (катастрофою) дані про зміни стану довкілля, його складових і про розвиток екологічної ситуації для прийняття відповідних рішень. Причому, першочерговим завданням при визначенні, аналізі, локалізації і знешкодженні першопричин надзвичайних екологічних ситуацій і катастроф має бути використання світового досвіду та застосування сучасних можливостей щодо оперативної наукової експертизи, використання сучасних високих технологій.

Екологічна реабілітація територій. Екологічна реабілітація територій в умовах регіонального (транскордонного) впливу ГДР та екологічно незбалансованого надкористування повинна здійснюватися постійно у рамках правових зобов'язань підприємств і місцевих органів влади та шляхом виконання місцевих екологічних програм. Природоохоронні заходи при цьому реалізуються впродовж усього періоду виробничої діяльності. Підприємства, згідно з виникаючими або прогнозованими змінами довкілля, розробляють і фінансують відповідні природоохоронні заходи, спрямовані на мінімізацію їх негативного впливу на довкілля, а також рекультивують порушені землі. Одним із головних шляхів вирішення проблеми екологічної реабілітації порушеної території впливу підрозділів ГДР після закінчення його діяльності повинна стати розробка і впровадження системи екологічного страхування, яка дозволить підприємству на протязі його діяльності накопичувати цільові кошти на реалізацію цих заходів.

Внесок різних джерел фінансування має бути визначений при розробці кожної регіональної програми окремо. Реалізуватись ці програми мають через фінансування конкретних технічних проєктів. Першим кроком здійснення регіональних програм екологічної реабілітації має бути комплексна експертиза екологічної ситуації, що склалася в зоні екологічного впливу ГДР з визначенням головних чинників, джерел і осередків техногенного впливу на довкілля та розробкою пропозицій щодо конкретних технічних проєктів, через які має реалізуватись програма. Загальний порядок прийняття державних і галузевих регіональних програм екологічної реабілітації, надання коштів на їх здійснення та відповідальність державних органів повинні визначатись Законом України "Про екологічну реабілітацію територій".

Реабілітація територій в період, коли надзвичайні екологічні ситуації і катастрофи вже відбулися і були ліквідовані, має проводитись також шляхом виконання програм екологічної реабілітації певного рівня

відповідно до масштабів останніх та прогнозованої тривалості впливу їх наслідків на стан довкілля і умови життєдіяльності людини. В умовах після катастрофічного стану навколишнього природного середовища повинні продовжувати свою діяльність служби моніторингу і прогнозу, які були розгорнуті ще у кризовий період, але з врахуванням характеру та екологічних наслідків надзвичайних ситуацій і катастроф, які відбулись. Програми екологічної реабілітації ГДР повинні бути спрямовані на підвищення безпеки життєдіяльності, загальне покращання екологічного стану довкілля, рекультивуацію порушених земель та відтворення і поновлення на їх місці стійких екосистем (ландшафтних паркових зон, лісонасаджень, водоймищ, збагачення видового складу фауни і флори, виключення розвитку небезпечних екзогенних геологічних процесів у довгостроковій перспективі тощо). Вони мають бути обов'язковою складовою програм соціально-економічного розвитку і еколого-ресурсної реструктуризації ГДР та їх природно-ресурсного потенціалу.

Список використаних джерел

1. Myrontsov, M., Karpenko, O., Trofymchuk, O., Okhariev, V., Anpilova, Y. (2021) Increasing Vertical Resolution in Electrometry of Oil and Gas Wells. Systems, Decision and Control in Energy II. Studies in Systems, Decision and Control, 346, 101-117. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69189-9_6
2. Trofymchuk, O., Yakovliev, Y., Anpilova, Y., Myrontsov, M., Okhariev, V. (2021) Ecological Situation of Post-mining Regions in Ukraine. In: Zaporozhets A., Artemchuk V. (eds) Systems, Decision and Control in Energy II. Studies in Systems, Decision and Control, 346, 293-306. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69189-9_17
3. Trofymchuk, O., Myrontsov, M., Okhariev, V., Anpilova, Y., Trysnyuk, V. (2021) A Transdisciplinary Analytical System for Supporting the Environmental Researches. Systems, Decision and Control in Energy II. Studies in Systems, Decision and Control, 346, 319-331. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69189-9_19
4. Khrutba, V., Anpilova, Y., Lukianova, V., Kotsiuba, I., Kriukovska, L., Spasichenko, O. (2021) Evaluation of the Impact on the Environment at Building and Reconstruction of Motorways Using the System Analysis Method, Environmental Research, Engineering and Management, 77 (1), 85-95. <https://doi.org/10.5755/j01.erem.77.1.27887>
5. Lukianova, V., Anpilova, Y., Trofymchuk, O. (2020) Environmental Safety of Motor Transport Enterprises within Urban Areas. Journal of Ecological Engineering, 21(4), pp. 231-236. <https://doi.org/10.12911/22998993/119799>
6. Anpilova, Y., Yakovliev, Y., Drozdovych, I. (2020) Landscape and Geological Factors of Water and Ecological Conditions Technogenesis of Donbas at the Post-Mining Stage. 19th International Conference Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects, Extended Abstracts. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2020geo136>
7. Trofymchuk, O., Anpilova, Y., Yakovliev, Y., Zinkiv, I. Ground Deformation Mapping of Solotvyno Mine Area Using Radar Data and GIS. 19th International Conference Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects, 2020, Extended Abstracts. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2020geo138>
8. С.О Довгий, О.М. Трофимчук, М.М. Коржнев, С.О. Яковлев та ін. Моніторинг мінерально-сировинної бази України та екологічного стану територій її гірничодобувних

- регіонів у контексті забезпечення їх сталого розвитку (2019) НАН України, Інститут телекомунікацій і глобал. інформ. простору. К.: Ніка-Центр, 149 с.
9. С.О. Довгий, О.М. Трофимчук, М.М. Коржнев, Є.О. Яковлев, Є.С. Анпілова та ін. Стратегічні напрями реструктуризації Донецького вугільного і Криворізького залізрудного басейнів в умовах трансформації енергетичної сфери. (2019) НАН України, Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору. Київ: Ніка-Центр, 144 с. + 8 с. кольорова вклейка.
10. Коржнев М.М. Природно-ресурсні основи розвитку суспільства. Підручник. (2004) Київ: ВПЦ «Київський університет». 172 с.
11. О.М. Трофимчук, М.М. Коржнев, Є.О. Яковлев, М.М. Курило, С.К. Кошарна. Концептуальні підходи щодо організації моніторингу геологічного середовища і мінеральних ресурсів України в сучасних умовах (2018) Екологічна безпека та природокористування, № 4 (28), 7-26.
12. Анпілова Є.С. Інформаційні технології для управління екологічною безпекою поверхневих вод. Монографія. (2013) Київ: ІТГП НАН України. 103с.

Регіональна безпека геосистем та її екологічна стійкість

Триснюк В.М., Марущак В.М., Варавін Д.В., Конецька О.О.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ, trysnyuk@ukr.net

Актуальні завдання у сфері регіональної екологічної політики вимагають активної участі нашої держави у зусиллях міжнародного співробітництва з попередження та зменшення негативних наслідків регіональної безпеці. Дослідження проблем безпеки регіонів для належного захисту особи, господарських об'єктів та навколишнього середовища дають підстави для запровадження ризик-орієнтованого підходу для підвищення дієвості і ефективності державної системи захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій різного походження.

Система управління екологічною безпекою геосистем забезпечується шляхом створення раціональних «конструкцій», які передбачають:

- відповідну організацію території;
- вибір форм і видів господарювання з урахуванням особливостей протікання в геосистемах небезпечних процесів і явищ (екологічних ризиків);
- проведення заходів щодо попередження виникнення екологічних загроз.

Аналіз ризиків на регіональному рівні пов'язаний з аналізом загроз, які відповідно визначають рівень безпеки регіону. Теоретичною основою оцінювання рівнів безпеки регіонів може бути теорія надійності,

відповідно до якої надзвичайні ситуації слід розглядати як «відмови» елементів систем, що призводять до порушення їхньої стійкості [1].

Загалом управління екологічною безпекою – це складний, багатоетапний процес, що потребує належного технічного оснащення і відповідно теоретичного обґрунтування.

Визначення небезпеки полягає в ідентифікації та попередньому оцінюванні ступеня небезпеки елементів забруднення, характерних для певної території. До них можна зараховувати такі: радіація певного виду, хімічна речовина, тверді частки (наприклад, цемент, азбест) і т. ін. На етапі інвентаризації об'єктів та джерел небезпеки визначаються не тільки джерела забруднення, а й канали їхнього надходження в навколишнє середовище, причому окремо в атмосферу, ґрунт, водойми, харчові продукти або безпосередньо в організм. Це необхідно насамперед для організації подальшого ефективного моніторингу, без якого управління екологічною безпекою є практично неможливим. Моделювання на основі різних методів – за допомогою фізичних вимірювань, анкетування, побудови складних математичних моделей – полягає в тому, що тільки таким шляхом можуть бути обґрунтовані обрані рецепторні точки для моніторингу. Саме на основі свідчень у рецепторних точках надалі здійснюватиметься управління відповідними процесами. Загальна кількість моніторингових точок залежить переважно від площі досліджуваної території, концентрацій та експозицій елементів забруднення на різних територіях, а також економічних можливостей контролюючої організації [2]. Для оцінювання захворюваності та смертності від індивідуальної і сумарної дії елементів забруднення, що становлять небезпеку для здорової людини, як правило, рецепторні точки диференціюються за критеріями канцерогенності. Цей етап потребує знань і відомостей, отриманих на попередніх етапах, а за необхідності – додаткових досліджень. При постановці завдання оцінювання ризиків, створюваних стаціонарними джерелами, цей процес може плануватися як для підприємств, розташованих тільки на контрольованій території, так і з урахуванням суб'єктів господарювання на суміжних територіях. Для подальшого ефективного управління необхідно представляти результати досліджень у вигляді сумарних карт забруднення території та матриці канцерогенного впливу.

Вираховується похибка в оцінці невизначених ризиків, що характеризуються такими показниками як коефіцієнт варіації, середньоквадратичне відхилення, довірчий інтервал.

Управління геосистемами з метою забезпечення їх екологічної безпеки, розглядаємо як діяльність з організації раціональних взаємодій між господарством, технікою, людською діяльністю і геосистемами. За

випереджувального управління прогнозується стан геосистем за різних навантажень, визначаються норми дії, а також допустимі наслідки. За оперативного управління контролюється відповідність реального стану геосистеми нормативним характеристикам, а також підтримання заданого режиму за допомогою різних технологічних процесів.

Для ДЗЗ/ГІС-технології управління екологічною безпекою визначаються кількісні альтернативні та інші засоби, що дозволяють досягати визначеної мети.

Кінцевим показником, за яким буде проводитись класифікація територій, обрано відносний інтегральний індекс антропогенного навантаження на одиницю досліджуваної території.

Антропогенне навантаження слід розуміти як будь-який негативний вплив людської діяльності на життєдіяльність екосистеми, який можна виміряти кількісно. Це інтегральні індекси забруднення атмосферного повітря, водних об'єктів і земельних ресурсів.

Більшу об'єктивність забезпечує комплексне поєднання польових методів спостереження, методів математичного моделювання і методів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) в поєднанні з активним використанням технологій геоінформаційних систем (ГІС). Особливу увагу варто приділити саме впровадженням ДЗЗ/ГІС-технологій, оскільки методичний комплекс дешифрування космічних знімків є універсальним, а також використання зазначених можливостей дає змогу автоматизувати процес оцінювання та прогнозування поточної екологічної ситуації в межах спеціалізованої регіональної геоінформаційної системи [3].

Для вирішення проблем, пов'язаних з показниками екологічної стійкості територій, необхідне застосування системного підходу, при якому враховується наявність багатьох чинників антропогенного походження, що впливають на екологічну ситуацію в регіоні. Значну частину екологічних проблем регіонів становлять саме ті, що пов'язані з неефективним механізмом прийняття рішень, недостатньою інформативністю екологічних показників, дискретністю підрозділів системи моніторингу довкілля тощо.

Список використаних джерел

1. Trysnyuk, V.M., Smetanin, K.V., Holowan, Y.V., Kashchishin, O.L., Radlowska, K.O. [2019] The improvement of the system of ecological monitoring of the environment through the application of remotely piloted aircraft systems. Conference - Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment.
2. O. Popov, V Kovach, O Bliashenko, K Smetanin[2015] Development of mathematical means for estimation of ecological and economical losses from pollution of atmospheric air in zones of technogenic objects impactJ/ - Journal" Riscuri Si Catastrofe». –2015. –NR. XIV, 2015

3. Trusnyuk, V., Demydenko, O., Smetanin, K., Zozulia, A. [2020] Improvement of the complex evaluation method of vital activity risks. Geoinformatics - XIXth International Conference "Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects", 17605.

Удосконалення управління екологічним ризиком від забруднення атмосферного повітря на автошляхопроводах урбанізованих територій

Пристапа В.М., Сіпаков Р.В., Василенко В., Пащенко Є.Ю.

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

Забруднення атмосферного повітря урбанізованих територій внаслідок збільшення кількості пересувних автотранспортних джерел забруднення, які працюють на бензиновому та дизельному паливі набуло останніми роками значних масштабів. Для Києва таким індикатором може слугувати концентрація формальдегіда, як продукту окислення вуглеводнів від емісії відпрацьованих газів різних видів автомобільних двигунів та природних чинників (вуглеводні рослинного походження). Враховуючи щорічне зростання автомобільного транспорту на дорогах великих міст України, в т.ч. м.Києва, кореляцію появи фотохімічного смогу над автомобільними шляхопроводами (особливо на двох і більше рівнях) та на завантажених транспортом перехрестях та кількістю автотранспорту, вкрай актуальною та своєчасною постає науково-практична задача оцінки та прогнозування концентрації вторинного забруднення атмосферного повітря формальдегідом в містах великого скупчення транспорту. Метою роботи є оцінка та прогнозування утворення вторинного забруднення формальдегідом над автомобільними шляхопроводами в м. Києві, як наукове підґрунтя удосконалення системи управління екологічним ризиком від забруднення атмосферного повітря на автошляхопроводах урбанізованих територій. В практичних ситуаціях при наявності існуючої стаціонарної мережі моніторингових спостережень зазвичай виникає потреба в оперативній інформації для органів прийняття управлінських рішень щодо оцінки та прогнозу формування смогових ситуацій над автомобільними розв'язками та шляхопроводами. Встановлено, що середньомісячні концентрації формальдегідного забруднення атмосфери поблизу автомобільних шляхопроводів та великих перехрестів перевищують значення референтних концентрацій для здоров'я населення (Rfc) в 2,8 - 5,0 разів в теплий період року та в 1,5 – 2,0рази при низьких температурах. У середовищі Microsoft Excel запрограмовано зручний калькулятор

розрахунку концентрацій забруднення від автотранспорту. Так сама створені шаблони (scripting language) для науково аналітичних програм Python, MATLAB які дозволяють автоматизувати розрахунок прогнозних показників концентрацій формальдегіду для безлічі координат одночасно з виведенням необхідних аналітичних графіків.

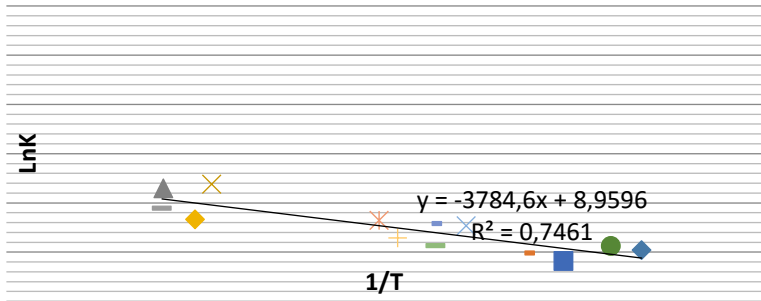


Рисунок 1. Лінійна апроксимація залежності

$$\ln K = f\left(\frac{1}{T}\right)$$



Рисунок 2. Алгоритм аналізу для оцінки

Калькулятор і шаблоні так сама дозволяють уникнути помилок від людського фактору та швидко отримати результуюче значення концентрації забруднення в залежності від пори року, сонячної радіації, кількості смуг на перехресті та кількості автомобілей. Використовуючи калькулятор і шаблоні для Python, MATLAB можна виконувати експериментальні наукові дослідження щодо певних невідомих характеристик, та отримувати нові знання про ці характеристики.

Створена на базі і з використанням ArcGISsolutions (Environmental Analysis) онлайн система (веб портал) екологічного аналізу для оцінки та розуміння впливу потенційних екологічних ризиків на навколишнє середовище і здоров'я населення з урахуванням прогностичних показників концентрацій формальдегідів від автотранспорту в момент проектування розвитку інфраструктури міста (автомобільні магістралі), яка дозволяє оптимізувати екологічну експертизу і скоротити час необхідний для перевірки проекту державними установами та природоохоронними організаціями.

Екологічна мережа як інструментарій розвитку природного капіталу держави та забезпечення екологічної безпеки

Оксана Радченко¹, Олексій Крюков², Василь Лісничий³

¹Міжрегіональна академія управління персоналом.

²Національний університет цивільного захисту України

³Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного суспільства НАН України

Забезпечення екологічної безпеки сучасних країн є неможливим без врахування такої надважливої складової як природний капітал та природне середовище життєдіяльності людства, нашої ноосфери, під чим варто розуміти цілісний соціетальний організм, елементи якого – повітря, вода, земля, надра, флора та фауна, люди й продукти їх діяльності перебувають в єдності та взаємозв'язку, одночасно виконуючи низку важливих функцій соціетальної самоорганізації (наприклад біологічну – як середовище існування біологічних об'єктів; фізіологічну – як джерело забезпечення фізіологічних потреб усіх живих істот Землі; соціально-економічну – як засіб виробництва, базис для розміщення різноманітних сфер діяльності людини; пізнавальну – як об'єкт наукового пошуку й пізнання тощо).

Зазначене актуалізує розробку чіткої методології збереження природного капіталу держави в контексті екологічної безпеки людства, забезпечення конституційних положень щодо безпечного життя

населення.

Стратегію збереження природного капіталу сучасна наука визначає однією з найважливіших функцій держави, фундаментальною складовою процесу розбудови правової демократичної держави з розвинутою ринковою економікою[4,с. 148]. Як свідчить Т. Пішеніна:"нині існують два підходи до розв'язання екологічної проблеми. Глобалістичний підхід базується на тому принципі, що розвинуті країни зі своїм великим потенціалом зможуть знищити весь світ, а тому іншим країнам для забезпечення екологічної безпеки слід бути відкритішими. Більшість розвинутих країн намагається отримати очевидні переваги від процесів глобалізації. Сучасний підхід спирається на визнання пріоритету національної безпеки, що досягається на основі самозабезпечення шляхом сталого розвитку власної екологічної безпеки виробництва, яка базується на концепції багатofункціональності безпеки країни"[5, с. 21]. Однак проявив усвідомленої позиції України щодо її екологічних інтересів, чіткої стратегії, й – головне – відповідних дій за часи незалежності так і не відслідковується, адже, як зазначає О. Палієнко: "Україна є однією з найбільш неблагонадійних в екологічному відношенні країн Європи. Економіка країни формувалась без урахування об'єктивних потреб та інтересів населення, в той час як фінансування природоохоронних заходів здійснювалось за залишковим принципом" [4,с. 147].

При цьому не можна не сказати, що наша держава взагалі не провадила власну екологічну політику. Так, було ухвалено низку законодавчих та нормативно-правових актів, з яких у світлі обраної проблематики особливої уваги заслуговує Закон України "Про екологічну мережу України"(2005 р.)[3]. Цей Закон регулює відносини, пов'язані з формуванням, збереженням та раціональним, невиснажливим використанням екологічної мережі. Згідно даного закону екологічна мережа – це єдина територіальна система, яка утворюється з метою поліпшення умов для формування та відновлення довкілля, підвищення природно-ресурсного потенціалу території України, збереження ландшафтного та біологічного різноманіття, місць оселення та зростання цінних видів тваринного і рослинного світу, генетичного фонду, шляхів міграції тварин через поєднання територій та об'єктів природно-заповідного фонду, а також інших територій, які мають особливу цінність для охорони навколишнього природного середовища і підлягають особливій охороні.

Більш ефективно дозволяють використовувати природний капітал новітні технології, що передбачають ефективне використання природних ресурсів – зазначає О. Бадрак —"особлива роль у цьому

процесі належить ощадливому використанню природних ресурсів у господарській діяльності суспільства, охороні навколишнього середовища від ймовірних негативних соціально-екологічних ефектів і попередження ризиків, чому сприятиме стягування екологічної ренти, та "зелених" податків"[1, с. 58].

Саме проявом такої природоохоронної інновації, спрямованої на більш ефективне використання та збереження природного капіталу і є концепція екологічної мережі. До структурних елементів цієї мережі належать: території та об'єкти природно-заповідного фонду; землі водного фонду, водно-болотні угіддя, водоохоронні зони; землі лісового фонду; полезахисні лісові смуги та інші захисні насадження; землі оздоровчого призначення; землі рекреаційного призначення; території, які є місцями перебування чи зростання видів тваринного і рослинного світу, занесених до Червоної книги України тощо[2]. Слід зазначити, що сама ідея про екологічну мережу як природоохоронну технологію виникла у 1993 році на міжнародній конференції з питань охорони довкілля в Маастрихті, де було запропоновано створити Європейську екологічну мережу як складової частини Всеєвропейської стратегії збереження біологічного та ландшафтного різноманіття. Структурними елементами мережі є так звані екологічні ядра, екологічні коридори та буферні зони. Екологічні ядра являють собою малозмінені, екологічно цінні та значні за розмірами території, які як правило мають природно-охоронний статус. Основним їх завданням є збереження біологічного та ландшафтного різноманіття на еталонних природних ділянках, сприяння підтримання екологічного балансу в регіоні. Екологічні ядра мають з'єднуватись між собою екологічними коридорами – смугами чи масивами відносно малозмінюваних, відновлених чи штучно створених природних ландшафтів. Це можуть бути долини річок, озера, болота, балки, лісові масиви та смуги, меліоративні канали, тощо. З метою запобігання негативному впливу господарської діяльності людини на природні комплекси створюються буферні зони з регульованим обмеженням господарюванням. З цих трьох структурних компонентів формується своєрідна мережа, яка більш-менш рівномірно вкриває регіон. При достатньому представництві і площі така екологічна мережа створює прийнятні умови для збереження біологічного та ландшафтного різноманіття та, поряд з іншими природоохоронними заходами, в значній мірі сприяє підтриманню сталості національної екосистеми та сприяє розвитку природного капіталу держави.

Таким чином, турбота про збереження природного капіталу Землі все більше виходить на передній план проблематики розвитку людської

цивілізації. Найбільш вдало з цього приводу висловився перший космонавт України Леонід Каденюк, який зазначив: "Слід нарешті зрозуміти, що екологічна безпека є складовою частиною загальної безпеки, добробуту і миру на Землі та обов'язковою передумовою сталого розвитку"[3, с. 73].

Список використаних джерел

1. Бадрак О. С. Природний капітал: провали ринкового механізму в соціально-оптимальному розподілі ресурсів. Моделювання та інформатизація соціально-економічного розвитку України. 2016. Вип. 2. С. 46-60.
2. Закон України «Про екологічну мережу». Верховна Рада України; Закон від 24.06.2004 № 1864-IV. URL ://<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1864-15>.
3. Каденюк Л. К. Ідея Екологічної Конституції Землі як фактор національної і глобальної безпеки. Вісник Національної академії наук України. 2017. № 3. С. 65-74
4. Палієнко О. А. Аналіз і шляхи вирішення проблем екологічної безпеки в Україні. Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія : Механіко-технологічні системи та комплекси. 2017. № 19. С. 147-151.
5. Пішеніна Т. І. Інституційне забезпечення екологічної безпеки в системі економічних відносин. Економічний часопис-XXI. 2013. № 1-2(1). С. 19-22.
6. Цілі Сталого Розвитку: Україна. Національна доповідь -2017. Міністерство економічного розвитку і торгівлі України. Київ: Мінекономрозвитку, 2017. 174 с.

Інформаційно-технологічне супроводження сучасних процесів запровадження інноваційних перетворень в Україні

В. Лісничий

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України

За 30 років незалежності України було декілька спроб здійснення науково-технічного прориву за допомогою амбітної діяльності вітчизняних інноваторів. З метою активної підтримки населенням країни сучасних стратегій розвитку економіки шляхом ефективного використання новітніх інноваційних перетворень необхідно забезпечити через використання дієвої системи його інформаційно - технологічного супроводження. Звідси, перед Україною та її інтелектуальною елітою стоїть безальтернативний вибір майбутніх перспектив пов'язаних з розробкою та впровадженням випереджальних стратегій та потужного духовно-інтелектуального розвитку націленого на реалізацію потенціалу сучасних інноваційних досягнень. Сьогодні стало очевидно, що Інтернет є унікальним технологічним майданчиком, де бурхливо розвиваються комунікаційні знаряддя, які все більше впливають на стимулювання розвитку новітніх трансформацій під впливом цифрової економіки.

Тому динамічний розвиток сучасних комунікаційних засобів, а також вдале використання потенціалу відкритих мережевих інструментів дозволяють конкретному громадянину значно простіше скористатися незалежними механізми, вибору та реалізації ним конкретної творчої діяльності, котра більше залежать від рівня його власної політичної культури, загального освітнього рівня та особистого інтелектуального потенціалу. «Для України розбудова суспільства, – відмічає авторитетний вітчизняний політолог Микола Дмитренко, – де інформація буде предметом і результатом творчої, високоінтелектуальної праці, має стати стратегічним напрямом» [1, с. 130]. За часів незалежності в Україні створено комплексну правову систему, яка включає масив законів і нормативних актів, що входять до автономної законодавчої галузі єдиного наукового напрямку інформаційного права.

Інноваційна модель розвитку сучасної економіки об'єктивно обумовлює впровадження таких управлінських новаторських підходів, які включають: сучасні телекомунікаційні засоби та широке застосування кластерів, венчурних фондів, технопарків, інноваційних інкубаторів. Їх ефективне масове використання стає можливим тільки за допомогою засобів ІКТ. Саме через них реально забезпечується як гнучкість виробництва, так і скорочення виробничих витрат та підвищення продуктивності праці на всіх його ланках. Це дозволяє оптимізувати використання ресурсної бази та прискорює темпи економічного зростання. Не випадково концептуальні імперативи та практичні завдання з реалізації випереджального розвитку вітчизняної економіки визначені в Доктрині економіки знань та в «Стратегії сталого розвитку та структурно-інноваційної перебудови української економіки». У них зазначено напрями практичної реформаційної діяльності, що має забезпечити прискорені темпи якісного зростання виробництва та реформування системи суспільних відносин. [2, с. 219].

У відповідному законі України, зокрема *інновації* визначаються як «...новостворені (застосовані) і (або) вдосконалені конкурентоздатні технології, продукція або послуги, а також організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру та якість виробництва і (або) соціальної сфери». [3] Сучасне виробництво об'єктивно стимулює формування особливих груп, або конкретних людей здатних забезпечувати ефективну інноваційну діяльність. Вони повинні володіти високим рівнем використання сучасного потенціалу ІКТ і одночасно мати навички аналітика здатного критично оцінювати реальну ситуацію в конкретно визначених сферах виробництва чи надання послуг населенню. Їм повинен бути притаманний високий інтелектуальний потенціал та здатність

продувати самобутні оригінальні ідеї. Їх знання, ерудиція, власна обізнаність у відповідних сферах, а також особисте оригінально - аналітичне мислення допоможуть їм обрати вивірені стратегії розвитку в базових областях економіки, в сфері надання якісних послуг населенню, в культурі, освіті, в охороні здоров'я людей. Для цього державі потрібно тільки запровадити для них відповідно стимулюючі привілеї, через короткотермінове пільгове оподаткування, як це здійснювали всі високорозвинені світові лідери.

В сучасних умовах як ніколи необхідно забезпечити формування мобільних, інноваційних, новаторських елітних груп в сфері підприємницької діяльності. Тільки вони реально забезпечать розвиток новітніх бізнесових он-лайн структур та компаній стратегічного напрямку, пов'язаного з нанотехнологіями, робототехнікою та з іншими прогресивними наукоємними сферами виробництва. Виключно за їх сприянням можна значно підсилити та доповнити інноваційну діяльність шляхом залучення до неї самостійних розробників комп'ютерних програмних продуктів та людей що активно співпрацюють з робототехнікою. Всі вони поки що працюють розпорошено в основному на зарубіжних замовників. У цих умовах складається винятково сприятлива ситуація для плідного використання існуючих підприємницьких структур, які необхідно суттєво доповнити та підсилити новоутвореними малими і середніми підприємствами. Цим самим можна реально зруйнувати сьогоднішній бізнес-клієнтський елемент із цієї сфери, який задіяний виключно на обслуговуванні існуючих виробничих шпаринок в діяльності олігархічно-кланових структур.

В сучасних умовах потрібно уже прозріти українському політичному бомонду і не видумувати якісь законодавчі химери по обмеженню олігархічного впливу, а запровадити нарешті прогресивну систему оподаткування, яка ефективно діє в усіх розвинених країнах. Зокрема, в США багаті сплачують 97,2% податкових надходжень, а 36,3% населення країни, що складають бідні, на долю яких припадає всього – 2,3% податків. [4] Нова прогресивна податкова система витіснить олігархію як монополю-впливові елементи виробництва, а далі поставить на їх місце потужні економічно ефективні корпорації, які будуть значно підсилені і доповнені системною мережею малих і середніх фірм. «Найважливішою підтримкою в реалізації технологічних інновацій підприємцями стане створення української національної венчурної фінансової системи, яка є критично важливою для існування інноваційно-технологічного процесу» [5, с. 57].

Сьогодні ми можемо резюмувати, що відбулося оновлення владних еліт. На авансцені владарювання з'явилися «інфократія» (власники

інформації) та «нетократія» (власники та активні користувачі інформаційних мереж), а також «датакратія» (дата фіксує обсяг інформаційних банків, а кратос – владу). Їх становище в суспільстві почало сприяти широкому використанню інформаційних мереж та комп'ютерних технологій у різних сферах виробництва, торгівлі, надання послуг.

Уже сьогодні основним фундаментом виступають реальні напрацювання в сфері активного застосування новітніх ІКТ, якими громадяни України вдало користуються. Серед них мобільні телефони, смартфони, гаджети, комп'ютери, ноутбуки, щоб за їх допомогою проводити значні фінансові транзакції – керувати банківськими рахунками, оплачувати послуги і товари, а також ефективно застосовувати розгалужені онлайн мережі для організації торгівлі та отримання персоналізованих послуг. В Україні створені можливості для інформаційного захисту та ідентифікації платника податків, які дозволяють безпечно проводити фінансові операції уже з використанням найсучаснішого стандарту 4G. Для вітчизняних інноваторів суверенітет – це відтворення самобутньої індивідуальності з притаманними національними орієнтаціями та незалежною українською світоглядністю.

Список використаних джерел

1. Дмитренко М. Інноваційний розвиток України в контексті впровадження нових знань / М. Дмитренко // Освіта регіону. — 2011. — № 4. — С. 129–134.
2. Український шлях до демократії й майбутнього інноваційного розвитку : Монографія / С.О. Довгий, В.Б. Дунець, В.В. Лісничий // За заг. ред. академіка НАН України С.О. Довгого. – К.: ТОВ «Видавництво «Юстон», 2019. – 284с.
3. Про інноваційну діяльність : Закон України від 4 липня 2002 року № 40-IV [Електронний ресурс] // Законодавство України. — Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/40-15>
4. Лібанова Е. М. Криза політики доходів в Україні / Е. М. Лібанова // Економіка України. — 2016. — № 8. — С. 62–77.
5. Данилишин Б. М. Тактика еволюціонізму в сучасному економічному розвитку світу (в аспекті третьої та четвертої промислових революцій) / Б. М. Данилишин // Економіка України. — 2016. — № 8. — С. 44–61.

Деякі результати еколого-геохімічного моніторингу складових довіклія в районах захоронення муніципальних відходів

Трофимчук О.М.¹, Кураєва І.В.², Кошлякова Т.О.², Азімов О.Т.³

¹Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України,
Trofymchuk@nas.gov.ua;

²Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка НАН України,
ki4412674@gmail.com, tatianakoshliakova@gmail.com;

³Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі
ІГН НАН України, *azimov@casre.kiev.ua*

Вивчення еколого-геохімічного стану, а також геохімічної трансформації компонентів довіклія території, що перебувають під впливом різноманітних викидів, пов'язаних з твердими побутовими відходами (ТПВ), у даний час є дуже актуальним. В Україні щодо побутових та подібних до них відходів відзначають неухильне зростання обсягів їх збору. Так, в останній період щороку в нашій державі збиралося від 10 до майже 12 млн т цього типу відходів (без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополь та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях) [1, 2]. З них від 4,2 до 5 млн т видалялося на спеціально обладнані звалища (полігони). З них один з найбільших в державі – Київський полігон захоронення ТПВ № 5 – є об'єктом нашого дослідження.

Протягом 2018–2020 рр. у межах полігона проведено польові комплексні дослідження з відбором зразків різних компонентів ландшафту (зокрема, ґрунтів, поверхневих вод, рослинності) [3]. Отримано дані з наявних проб підземних вод. Для аналізу зразків ґрунтів та природних вод використано такі методи дослідження: атомно-абсорбційний метод (спектрографія «Сатурн 3»), емісійний спектральний аналіз (спектрограф «ЕСТ-1»), метод мас-спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою (ІСР-MS аналіз). Фізико-хімічні властивості ґрунтів визначались хімічними та потенціометричними методами, форми знаходження важких металів (ВМ) у ґрунтах – методом постадійних витяжок за методикою А.І. Самчука [4]. Для статистичної обробки отриманих результатів використано такі методи: регресійний аналіз, встановлення закону розподілу тощо.

Встановлено, що максимальна сорбційна ємність природно-поглинального комплексу характерна для чорноземів опідзолених на лесах. Ґрунти на ділянках техногенного забруднення мають найнижчу сорбційну ємність порівняно з аналогічними ґрунтами природних ландшафтів. Аналіз розподілу катіонів природно-поглинального комплексу у профілях ґрунтів показує, що їх частка у верхніх шарах є

значно вищою, ніж у нижніх. Отримані результати свідчать про те, що чим вищим є вміст гумусових кислот у ґрунті, тим вищою є сорбційна ємність природно-поглинального комплексу та коефіцієнт буферності. Це відповідає нашим уявленням про геохімічну бар'єрність ландшафтів. Визначено, що чорноземи опідзолені на лесах мають кращі буферні властивості, ніж темно-сірі опідзолені та забруднені в межах полігона. Захисні властивості ґрунтів проявляються в обмеженні утворення мобільних форм токсичних елементів та, як наслідок, сприяють обмеженню їх міграції до ґрунтових вод та перешкоджанню поглинання рослинами [4].

Встановлено форми знаходження важких металів (Cu, Zn, Co та Ni) у досліджуваних зразках ґрунтів та виконано регресійний аналіз залежності вмісту їх рухомих форм від фізико-хімічних властивостей ґрунту. У ґрунтах території полігона відмічається висока концентрація ВМ, пов'язаних з фракцією легкообмінних іонів, а також підвищений вміст водорозчинних форм. У фонових ґрунтах території вміст рухомих форм ВМ зменшується.

За допомогою методу математичного моделювання і спеціалізованого програмного засобу MINTEQA2/ PRODEFA2 [5] встановлено міграційні форми мікро- та макроелементів з органічними та мінеральними компонентами ґрунтових розчинів. Розрахунок здійснено з використанням інформації щодо термодинамічних даних комплексних сполук металів з органічною речовиною. Виявлено, що підвищення концентрації металів у ґрунтових розчинах істотно впливає на розподіл їхніх міграційних форм. Проведені розрахунки показали, що при збільшенні концентрації металів вміст фульватних та гуматних комплексів металів значно зменшується, при цьому підвищується вміст їх вільних гідратованих катіонів.

Дослідженнями здійснено хімічний аналіз поверхневої води з розташованого на території полігона № 5 ставка, а також з наявних 28 проб підземних вод зі свердловин питного водопостачання, що свого часу відібрані на присадибних ділянках с. Підгірці, яке розташоване східніше об'єкта захоронення ТПВ. За своїм хімічним складом вода із свердловин переважно є гідрокарбонатно-кальцієвою та гідрокарбонатною, змішаною за катіонним складом, вода із ставка – гідрокарбонатно-хлоридно-натрієва.

Встановлено, що закон розподілу Cu, Zn, Co та Ni для ґрунтових вод є логнормальним. Це свідчить про те, що надходження цих ВМ зумовлене впливом переважно одного фактора. На наш погляд, таким фактором слугує власне звалище ТПВ, токсичні елементи з якого інфільтруються, переходять у розчинний стан та мігрують до підземної гідросфери. Крім

того було зафіксовано перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) за окремими показниками для питної води нецентралізованого питного водопостачання згідно нормативного документа [6]. Зокрема: вміст нітратів перевищує ГДК майже утричі, концентрація Ва та SO_4 – на рівні порогових величин, присутність у воді Fe, Mn, Co, Ni, Mo, Pb також не відповідає вимогам для питної води, оскільки за нормативом цих елементів не має бути взагалі.

У поверхневих водах ставка також фіксуються відхилення від норми згідно з документом [7]: вміст Fe перевищує ГДК у 17 разів, Mn – у 32 раза, Ni – у 2 раза, Ti – у 8,5 разів, V – у 2,6 разів, Cu – у 51 раз, Zn – у 2 раза.

Висновок. Отже, проведеними дослідженнями виявлені специфічні (у порівнянні з фоновими) особливості фізико-хімічних властивостей ґрунтових відкладів у межах полігона № 5 захоронення ТПВ: висока сорбційна ємність та невисокий коефіцієнт буферності, що зумовлює слабкі захисні властивості щодо впливу техногенних металів. Такі властивості досліджуваних ґрунтів сприяють утворенню мобільних форм токсичних елементів та їх міграції до ґрунтових вод.

При дослідженні зразків води (підземної та поверхневої), встановлено істотне відхилення від норм. Зокрема, для ґрунтових вод, що використовуються для питного водоспоживання населення с. Підгірці, зафіксовано перевищення ГДК за вмістом нітратів, виявлено концентрацію Ва та SO_4 на рівні порогових величин та присутність у воді Fe, Mn, Co, Ni, Mo, Pb, що не відповідає вимогам для питної води, оскільки за нормативом цих елементів не повинно бути взагалі.

Для поверхневих вод ставка на території полігона зафіксовано значні відхилення від норми (ГДК) за такими хімічними елементами: Fe, Mn, Ni, Ti, V, Cu, Zn.

Список використаних джерел

1. Відходи / Статистична інформація. Економічна статистика / Навколишнє природне середовище: Київ: Державна служба статистики України, 2020. <http://www.ukrstat.gov.ua/>
2. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2019 рік. Київ: Minregion України, 2020. <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/terretory/stan-sfery-povodzhennya-z-pobutovymy-vi/>
3. Азімов О.Т., Кураєва І.В., Трофимчук О.М. та ін. Забруднення ґрунтів та інших об'єктів довкілля важкими металами в районах полігонів захоронення твердих побутових відходів. Геоінформатика. 2020. № 1 (73). С. 82–98. <http://www.geology.com.ua/>
4. Самчук А.И., Бондаренко Г.Н., Долин В.В. и др. Физико-химические условия образования мобильных форм токсичных металлов в почвах. Минералогический журнал. 1998. Т. 20, № 2. С. 48–59.
5. Allison J.D., Brown D.S., Novo-Gradac K.J. MINTEQA2/PRODEFA2. A Geochemical Assessment Model for Environmental Systems: Version 2.0. User's Manual. Athens, Georgia: US Environmental Protection Agency, 1990. 278 p.

6. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості: ДСТУ 7525:2014. Київ: Мінекономрозвитку України, 2014. 28 с.
7. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. Москва: Изд-во ВНИРО. 1999. 306 с.

Можливі підходи до інформаційно-аналітичної підтримки управління звалищами ТПВ

Рогожин О.Г., Шевякіна Н.А., Крета Д.Л.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України, E - mail: olexarog@gmail.com

Універсальність проблеми забезпечення належної експлуатації звалищ твердих побутових відходів (ТПВ) із дотриманням екологічних вимог обумовлена неминучістю їх існування на сучасному етапі розвитку технологій. Тобто – у потребі захоронення залишку ТПВ після їх переробки (до 50% обсягу генерування таких відходів в розвинених країнах і майже 90% у транзитивних (пострадянських). А зростання споживання населення в сучасному світі збільшує загальну масу не переробленого залишку побутових відходів.

Наприклад, в Україні у 2020 році тільки 6,3% ТПВ (за вагою) було утилізовано, у т.ч. 1,7% спалено та 4,6% надійшло на переробні підприємства. Відповідно, досі лише не сортоване сміття надходить на звалища. Показник утворення ТПВ на душу населення у 2019 році в Україні загалом становив 281 кг/рік. У великих містах він сягає 330-380 кг/рік і має тенденцію до збільшення. Обсяг збирання ТПВ на одиницю ВВП залишається відносно постійним та демонструє нерегулярні коливання. Згідно з офіційною статистикою, річний потік утворених і зібраних твердих побутових та подібних відходів в Україні становить від 10 до 14,5 мільйонів тонн [1].

Інерція радянської системи природокористування, яка через ідеологію нескінченності ресурсів не брала до уваги їх реальної вартості, досі спричиняє в Україні втрату значних ресурсів та енергетичного потенціалу, а також

обумовлює малу частку перероблення ТПВ [2, с. 7; 3]. Це закономірно призводить до зв'язування значних площ земельних ресурсів для розміщення і збільшення місць видалення відходів (звалищ), офіційних та самочинних.

Кількість належно забезпечених звалищ ТПВ в Україні не перевершує 10% від їх загального числа. Через це негативний вплив ТПВ на оточуюче населення зростає (основним фактором небезпеки тут є забруднений фільтрат, який надходить у ґрунтові і поверхневі води) [4].

Відповідно, екологічно безпечне кінцеве захоронення ТПВ є однією з вимог досягнення сталого розвитку країн і регіонів. Через що постає управлінська проблема: забезпечити інституалізацію і формалізацію державного (муніципального, публічного) контролю за функціонуванням звалищ ТПВ на об'єктовому і регіональному рівнях із основними завданнями:

- нагляд за плануванням мережі і проектуванням конкретних звалищ в частині дотримання екологічних і санітарних вимог (передпроектні рішення та проекти мають періодично переглядатися з метою удосконалення);

- оцінки фонові та прогнозування потенційної аварійної еколого-економічної шкоди для довкілля (для визначення суми компенсаційних платежів, необхідних для пом'якшення екологічної шкоди);

- реагування на порушення, надзвичайні ситуації і планування робіт із ліквідації наслідків.

Причому належне виконання таких завдань можливе лише в умовах достатньої інформаційно-аналітичної підтримки прийняття рішень на основі реалізації функцій інвентаризації, екологічного і технічного моніторингу, прогнозування, оцінки і моделювання аварійних ситуацій.

Функції інформаційно-аналітичної підтримки процесів управління доцільно здійснювати в рамках єдиної інформаційної системи на основі дворівневої бази даних (об'єктових і мережевих (регіональних)).

Геоприв'язаний і просторовий характер інформації про екологічний і технічний стан звалищ та їх вплив на довкілля потребує геопросторового аналізу та узагальнення, картометричних оцінок та розрахунків, графічної, табличної і картографічної візуалізації їх результатів. Ці функції має реалізовувати ГІС, інтегрована до складу інформаційної системи, (можливо як програмне середовище її аналітичного підсистеми).

Інформаційна база даних та підсистема управління нею (СУБД) має становити ядро системи підтримки рішень. Основою інформаційної бази можуть бути оновлювані формуляри екологічних «паспортів» на кожне звалище (електронних та оцифрованих паперових). Регіональні узагальнення потребуватимуть, крім паспортних, додаткових даних – звітних, довідкових та отриманих засобами ГІС-аналізу.

Для оцінки фонового впливу звалищ на компоненти природного середовища на об'єктовому рівні доцільно використовувати інформацію

саме з їх екологічних «паспортів». Наприклад, в Україні «Паспорти місць видалення відходів» містять ряди даних спостережень екологічного моніторингу. Загалом показники, які вони містять, зведені в такі розділи: загальна характеристика звалища/полігона (адресні дані, проектна площа та обсяг видалення ТПВ, площа, зайнята звалищем, обсяги накопичення і видалення ТПВ по роках); природно-геологічна характеристика; техніко-технологічна характеристика; загальна характеристика відходів; відомості про забруднення навколишнього середовища у районі звалища (моніторинг стану підземних вод у свердловинах спостереження, ґрунтів, атмосферного повітря); порушення вимог експлуатації; санітарно-захисна зона; категорія екологічної безпеки звалища / полігону.

Офіційною формою «Паспортів місць видалення відходів» в Україні до 2016 р. була паперова, з допоміжною електронною версією у текстовому форматі (.doc або .pdf). З 2016 р. Міністерством екології України запроваджується його електронна форма у форматі книги електронних таблиць excel-файла (.xls), причому структура і форма таблиць в основному повторює такі в паперовій версії. Водночас формуляри даних моніторингу в процесі такої інформатизації зазнали неприпустимого спрощення, яке унеможливило збереження результатів спостереження в динаміці за кілька років у таблицях: «Обсяг відходів, що видаляються», «Відомості про забруднення підземних (ґрунтових) вод», «Відомості про забруднення ґрунтів», «Відомості про забруднення атмосферного повітря» тощо. Без усунення цих та інших недоліків створювану базу даних електронних паспортів неможливо розглядати як задовільну інформаційну основу фонового екологічного моніторингу звалищ ТПВ.

Функції моделювання і прогнозування аварій (надзвичайних ситуацій) на звалищах та їх наслідків для довкілля, розрахункової оцінки фонової та імовірної аварійної еколого-економічної шкоди, вибору стандартних варіантів управлінських рішень доцільно реалізовувати у складі відповідних автономних програмних модулів. Датовані результати розрахунків слід зберігати у відповідних сегментах бази даних (рис. 1).

Питання вибору підходів до створення такої інформаційної системи ми розглянули і конкретизували під час розробки діючого прототипу програмного комплексу інформаційно-аналітичної підтримки рішень щодо екологізації мережі звалищ ТПВ в регіонах України [5].

Його структура складніша порівняно із наведеною принциповою схемою, оскільки через труднощі з інформаційним забезпеченням аналізу довелося випробовувати різні варіанти розрахункових алгоритмів.



Рис. 1. Принципова схема архітектури інформаційної системи підтримки рішень з екологізації звалищ ТПВ.

Прототип програмного комплексу інформаційно-аналітичної системи підтримки рішень з управління розвитком звалищ ТПВ, розроблений нами у ГІС-середовищі ArcMap 10.3, має два автономні програмні модулі: пооб'єктної і регіональної оцінки. Кожний з них містить три програмні блоки: «Екологічний моніторинг і прогнозування»; «Оцінка еколого-економічних втрат» та «Підтримка рішень».

Результати розрахунків виводяться у відповідні екранні форми, вони також зберігаються у excel файлах (окремо для кожної сесії розрахунків), які також містять таблиці вхідних даних, на основі яких здійснюються обчислення.

Висновки. 1. Наш досвід розроблення прототипу програмного комплексу інформаційно-аналітичної системи управління звалищами і полігонами ТПВ в Україні має ширше, ніж національне значення для організації інформаційної підтримки рішень з екологізації звалищ і полігонів. Зокрема це стосується структурних особливостей інформаційної системи та аналітичного інструментарію її програмних блоків. У пострадянських країнах принаймні короткострокові політичні пріоритети екологічно дружнього розміщення ТПВ на звалищах є: зменшення самочинних звалищ, рекультивация цих і закритих звалищ, реконструкція і певне розширення офіційних звалищ із очисткою фільтрата та утилізацією біогаза. В країнах ЄС пріоритети можуть

відрізнитися, але один із основних стратегічних напрямів політики залишається таким самим – екологічно дружнє захоронення ТПВ.

2. Імплементація такої політики потребує, передусім, організації належної інформаційної підтримки розроблення передпроектної документації (регіональних концепцій, стратегій, програм тощо), що конкретизують технічне завдання для подальшого розроблення робочої проектної документації і фінансування робіт із реалізації проектів удосконалення звалищ на об'єктовому рівні. Через це програмний комплекс інформаційно-аналітичної системи управління звалищами ТПВ має бути орієнтований передусім на інформаційну підтримку саме передпроектних управлінських рішень щодо подальших перспектив експлуатації і розвитку мережі звалищ в регіоні.

3. Інформаційна модель оцінки ризику фонового забруднення компонентів довкілля на регіональному рівні може бути створена на основі даних екологічних Паспортів місць видалення відходів (МВВ), доповнених ГС-оцінкою їх розміщення щодо населених пунктів, водоїм та зон різного ступеню захищеності ґрунтових вод. Модель оцінки і прогнозування фонового забруднення компонентів довкілля на об'єктовому рівні може бути заснована на ретроспективних даних екологічного моніторингу, наведених у відповідних таблицях екологічних Паспортів МВВ.

4. Для оцінки потенційних еколого-економічних збитків від розміщення ТПВ на звалищах найбільш придатною для практичного використання і на об'єктовому, і на регіональному рівнях виявилася методика на основі концепції припустимого ризику. Особливо для оцінки фонові складові еколого-економічних втрат від експлуатації звалищ. Оцінку аварійної складові еколого-економічних втрат доцільно здійснювати на рівні конкретних МВВ, оскільки необхідно моделювати параметри гіпотетичних аварій, критично залежні від об'єктової специфіки.

5. Обґрунтування рішень за критеріями сталого розвитку стосовно звалищ ТПВ полягає в їх оцінці на предмет ступеню відповідності юридичним і санітарно-екологічним нормам та у виборі адекватних заходів для усунення невідповідності нормативам. Блок «Підтримка рішень» програмного комплексу має бути структурований у дві підпрограми – регіональну (основну) та об'єктову. Саме цей блок визначатиме структуру програмного комплексу, оскільки вхідні дані для підтримки рішень значною мірою генеруються у підпрограмах інших блоків. На регіональному рівні інформаційної підтримки прийняття рішень має здійснюватися якісна оцінка інтегрального екологічного

ризик для території регіону як підстави для розроблення відповідних передпроектних документів.

Список використаних джерел

1. Держкомстат України. Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
2. Жуховицкий В.Б. Утилизация бытовых отходов / Жуховицкий В.Б., Меллер В.Я., Тугов А.Н. – Д.: Свидлер А.Л., 2011. – 546 с. – (Книга I, серия «Энциклопедия отходов»).
3. Бутківський В.В. Накопичення відходів на території Дніпропетровської області – джерело виникнення надзвичайних ситуацій / Бутківський В.В., Шевченко В.В., Моргун П.Н. // Полігони твердих побутових відходів. Проблеми управління та екологічного регулювання: матеріали наук.-практ. конф. 25–29 лют. 2008 р., Яремче, Івано-Франківська обл. – К.: НПП «Екологія, Наука, Техніка», 2008. – С. 13–15.
4. Пендерещкий О.В. Сучасні фактори впливу твердих побутових відходів на безпеку життєдіяльності у Прикарпатському регіоні / О.В. Пендерещкий, Є.О. Яковлев // Полігони твердих побутових відходів. Проблеми управління та екологічного регулювання: матеріали наук.-практ. конф. 25–29 лют. 2008 р., Яремче, Івано-Франківська обл. – К.: НПП «Екологія, Наука, Техніка», 2008. – С. 5–7.
5. Trofimchuk O., Rogozhin O., Klymenko V., Sheviakina N., Kreta D. Development the information-analytical system for assessing the impact of landfills on the environment and electronic management / 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019 – Conference Proceedings, Vol. 19, Energy and Clean Technologies, Issue 4.2, p. 65-72.

Впровадження системи екологічного моніторингу сміттєзвалищ шляхом використання безпілотних літальних апаратів

Шевчук О.В.¹, Азімов О.Т.²

¹Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, oleksandrshvchuk17@gmail.com

²Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України, azimov@casre.kiev.ua

Полігони захоронення та сміттєзвалища твердих побутових відходів (ТПВ) належать до екологічно небезпечних об'єктів. Їх експлуатація призводить до забруднення практично всіх компонентів навколишнього середовища – ґрунтів, поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря, рослинності тощо.

Використання дистанційних знімків і цифрових карт місцевості дозволяє проаналізувати просторове розміщення полігонів побутових та промислових відходів, причому не тільки стосовно населених пунктів, але й враховуючи також особливості геосистем у зонах розташування об'єктів захоронення. Ці особливості визначають ландшафтні умови, в яких відбувається накопичення відходів. Крім того знімки дають змогу вивчати процеси, що відбуваються у геосистемах – умови міграції забруднюючих речовин, які утворюються у процесі експлуатації звалищ,

а також ті умови, що необхідні для підтримання штатного технологічного режиму складування і переробки відходів [1].



Рис. 1. Видяг готового ортофотоплана Здолбунівського сміттєзвалища

У липні та серпні 2021 р. була проведена зйомка Здолбунівського сміттєзвалища ТПВ (Рівненська область), який являє своєрідний полігон наших досліджень, з безпілотного літального апарата (БПЛА) мультикоптерного типу. У результаті отримані ортофотоплани з розрізненням 4 см на піксель (рис. 1), на їх основі побудовані кілька інфографік, а також зроблений розрахунок об'єму відходів.

Практичний досвід та дослідження показали, що ефективне застосування БПЛА тої чи іншої конструкції та отримання якісного кінцевого матеріалу повинно визначатись поставленим завданням, розміром об'єктів та дотриманням стандартних вимог, передбачених аерофотозйомкою. Окрім картографування, застосування даних БПЛА дозволяє ефективно вирішувати інженерні завдання [2].

Використання БПЛА як аерофотознімальної платформи має великі перспективи при зйомці невеликих за своєю протяжністю і площею об'єктів та при зйомці лінійних об'єктів. Дані, які отримані з допомогою БПЛА, дозволяють отримувати якісні картографічні матеріали (просторові дані) при таких умовах:

- виконання визначених вимог до знімальної апаратури та процесу знімання;
- послідовній фотограмметричній обробці знімків.

Весь процес складання ортофотоплана можна розділити на кілька етапів:

- 1) Зйомка об'єкта чи території.
- 2) Кольорова корекція отриманих зображень.
- 3) Присвоєння знімкам географічної прив'язки у просторі.
- 4) Створення ортофотоплана.
- 5) Створення цифрової моделі місцевості (ЦММ).

Під процесом знімання розуміється виїзд на об'єкт, розміщення необхідного обладнання і запуск БПЛА. Політ проходить в

автоматичному режимі по заздалегідь спланованій траєкторії, записаній в пам'яті бортового комп'ютера БПЛА. Під час польоту БПЛА безперервно робить серію знімків з заданим інтервалом, при цьому бортовий комп'ютер фіксує координати та висоту центру фотографування [3]. Таким чином, ми отримуємо масив фотографій з відомими координатами центрів фотознімків. При умові правильно виставленого інтервалу запуску затвору камери, який забезпечує приблизно 80% перекриття зображень, на виході ми одержуємо цілісний ортофотоплан, який не матиме розривів чи так званих «білих плям», які утворюються через недостачу даних [4].

За допомогою спеціалізованого програмного забезпечення AgiSoft Photoscan отриманий масив фотознімків трансформується в ортофотоплан і ЦММ, так звану карту висот. При цьому зазначимо, що просторове розрізнення може досягати 4 та 20 см/піксель відповідно. Таким чином, ми одержуємо два геоприв'язаних зображення, одне з яких показує висоти на місцевості.

Тепер на основі даних зображень можна виконувати різноманітні завдання, найбільш потрібні з яких – візуалізація та розрахунки площі звалища й об'єму відходів, що воно містить. Завдяки тому, що карта висот рельєфу земної поверхні є растром, що містить у собі дані про висоти, стає можливим візуалізувати зображення в тривимірному просторі за допомогою програмного забезпечення AgiSoft Photoscan (рис. 2).



Рис. 2. Вигляд тривимірної моделі сміттєзвалища

Отже, тепер можна створювати наглядні моделі, розрізи профілів та інфографіку.

Також, одним з завдань, що вирішувалося нами, є виконання розрахунків об'єму Здолбунівського сміттєзвалища ТПВ. Для цього

необхідно мати дані про висоти на звалищі за минулі роки або ж інтерполювати поверхню, виходячи з дійсних висот у точках, що розташовані поблизу сміттєзвалища. Таким чином, створюються дві поверхні: перша – відображає ситуацію на даний момент, друга – відображає ситуацію за більш ранні періоди або умовну поверхню. За допомогою інструмента просторового аналізу ми можемо розрахувати об'єм шляхом розрахунку різниці висот між двома поверхнями. Результатом роботи цього інструменту є растр, на якому видно області, де було підняття чи просідання рельєфу, або ж де абсолютна висота не змінювалась. Крім того, в атрибутивній таблиці растру міститься розрахунок об'єму в одиницях проекції (у м³).

Як видно на рисунку 3, перший запис у таблиці атрибутів відповідає найбільшій площі сміттєзвалища, що змінює свою висоту в порівнянні з вихідною поверхнею. Записи в таблиці, які починаються з мінуса, характеризують об'єм позитивних форм рельєфу, інші, відповідно, негативних. Кожний запис відповідає окремому поєднанню комірок і характеризує їх площу та об'єм, показуючи результат в одиницях проекції, тобто в м² та м³ відповідно.

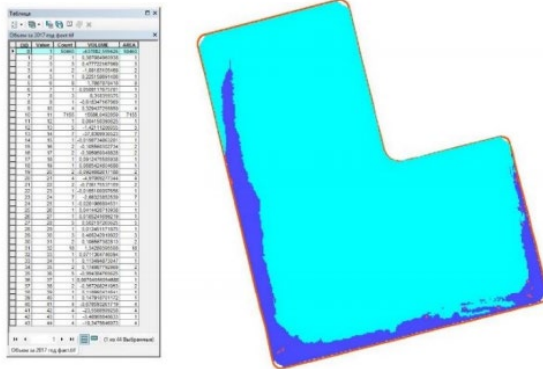


Рис. 3. Розрахунок об'єму сміттєзвалища

Застосування дистанційних методів дослідження стану сміттєзвалищ ТПВ є ефективним інструментом їх моніторингу. На прикладі Здолбунівського сміттєзвалища ТПВ показано інформативність дешифрування його карт і прилеглих до нього ділянок за даними знімання БПЛА. Метод одержання аерофотознімків та їх подальша обробка засобами фотограмметрії є найефективнішим способом отримання геопросторової інформації. Основним його плюсом є мінімізація польових робіт та швидкість отримання інформації.

Список використаних джерел

1. Azimov O.T., Shevchuk O.V., Azimova K.O., Dorofey Ye.M., Tomchenko O.V. Integration of GIS and RSE aiming to the effective monitoring of the surroundings of landfills. Укр. журн. дистанційного зондування Землі. 2020. Вип. 27. С. 4–12. DOI: <https://doi.org/10.36023/ujrs.2020.27.183>
2. Azimov O.T., Shevchuk O.V. Geoinformation systems in monitoring studies of environmental pollution factors in the areas of municipal solid waste landfills. Proc. 19th EAGE Int. Conf. on Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects (11-14 May 2020, Kyiv, Ukraine). Vol. 2020. P. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2020geo111>
3. Шевякіна Н.А., Трофимчук О.М., Красовський Г.Я., Клименко В.І. Методи і моделі космічного моніторингу зон впливу полігонів твердих побутових відходів на довкілля. Космічна наука і технологія. 2019. 25, № 1 (116). С. 62–72. <https://doi.org/10.15407/knit2019.01>
4. Aronoff S. Geographic information systems: A management perspective. Geocarto International. 1989. 4 (4). P. 58–58. DOI: 10.1080/10106048909354237

Моніторинг Здолбунівського сміттєзвалища ТПВ (Рівненська область, Україна) із застосуванням безпілотного літального апарату

Шевчук О.В.¹, Азімов О.Т.²

*¹Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України,
oleksandrshvchuk17@gmail.com*

²Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України, azimov@casre.kiev.ua

Полігони та сміттєзвалища твердих побутових відходів (ТПВ) належать до екологічно небезпечних об'єктів. Їх експлуатація призводить до забруднення практично всіх компонентів навколишнього середовища – ґрунтів, поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря, рослинності тощо.

Використання знімків і цифрових карт місцевості дозволяє проаналізувати просторове розміщення полігонів побутових та промислових відходів, причому не тільки стосовно населених пунктів, але й враховуючи також особливості геосистем у зонах розташування об'єктів захоронення. Ці особливості визначають ландшафтні умови, в яких відбувається накопичення відходів. Знімки також дають змогу вивчати процеси, що відбуваються у геосистемах – умови міграції забруднюючих речовин, які утворюються у процесі експлуатації звалищ, а також ті умови, що необхідні для підтримання штатного технологічного режиму складування і переробки відходів [3].

У липні та серпні 2021 р. була проведена зйомка Здолбунівського сміттєзвалища ТПВ з безпілотного літального апарату мультикоптерного

типу. У результаті отримані ортофотоплани з розширенням 4 см на пікселі, на їх основі побудовані кілька інфографік, а також зроблений розрахунок об'єму.

Практичний досвід та дослідження показали, що ефективне застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) тої чи іншої конструкції та отримання якісного кінцевого матеріалу повинно визначатись поставленим завданням, розміром об'єктів та дотриманням стандартних вимог, передбачених аерофотозйомкою. Окрім картографування, застосування даних БПЛА дозволяє ефективно вирішувати інженерні завдання [2].

Використання БПЛА в якості аерофотознімальної платформи має більші перспективи при зйомці невеликих по протяжності площі об'єктів та при зйомці лінійних об'єктів. Дані, які отримані з допомогою БПЛА дозволяють отримувати якісні картографічні матеріали (просторові дані) при наступних умовах:

- виконання визначених вимог до знімальної апаратури та процесу знімання;
- послідовній фотограмметричній обробці знімків.

Весь процес складання ортофотоплану можна розділити на кілька етапів:

1. Зйомка об'єкта чи території.
2. Кольорова корекція отриманих зображень.
3. Присвоєння знімкам географічної прив'язки в просторі.
4. Створення ортофотоплану.
5. Створення цифрової моделі місцевості [5].

Під процесом знімання розуміється виїзд на об'єкт, розміщення необхідного обладнання і запуск БПЛА. Політ проходить в автоматичному режимі по заздалегідь спланованій траєкторії, записаній в пам'яті бортового комп'ютера БПЛА. Під час польоту БПЛА безперервно робить серію знімків з заданим інтервалом, при цьому бортовий комп'ютер фіксує координати та висоту центру фотографування [4]. Таким чином, ми отримуємо масив фотографій з відомими координатами центрів фотознімків. При умові правильно виставленого інтервалу запуску затвору камери, який забезпечує приблизно 80% перекриття зображень, на виході ми отримаємо цілісний ортофотоплан, який не матиме розривів чи так званих «білих плям», які утворюються через недостачу даних [1].

За допомогою спеціалізованого програмного забезпечення AgiSoft Photoscan отриманий масив фотознімків трансформується в ортофотоплан і цифрову модель місцевості, так звану карту висот. При цьому, варто зазначити, що просторове розширення може досягати 4 см

та 20 см на піксель відповідно. Таким чином, ми отримуємо два геоприв'язаних зображення, одне з яких показує висоти на місцевості.



Рис. 2. Вигляд готового ортофотоплану

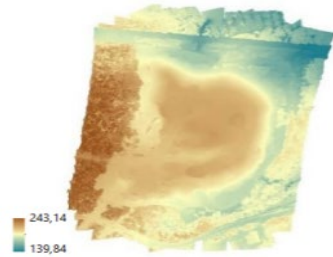


Рис. 3. Вигляд карти висот Золбунівського сміттєзвалища

Тепер на основі даних зображень можна виконувати різноманітні завдання, найбільш потрібні з яких – візуалізація та розрахунки площі і об'єму. Завдяки тому, що карта висот являється растром, що містить у собі данні про висоти, являється можливим візуалізувати зображення в трьохвимірному просторі за допомогою програмного забезпечення AgiSoft Photoscan.

Таким чином, тепер можна створювати наглядні моделі, розрізи профілів та інфографіку.



Рис. 4. Вигляд трьохвимірної моделі Золбунівського сміттєзвалища

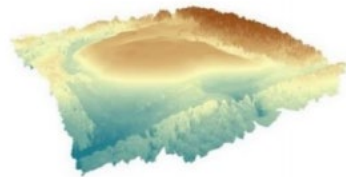


Рис. 5. Вигляд карти висот Золбунівського сміттєзвалища

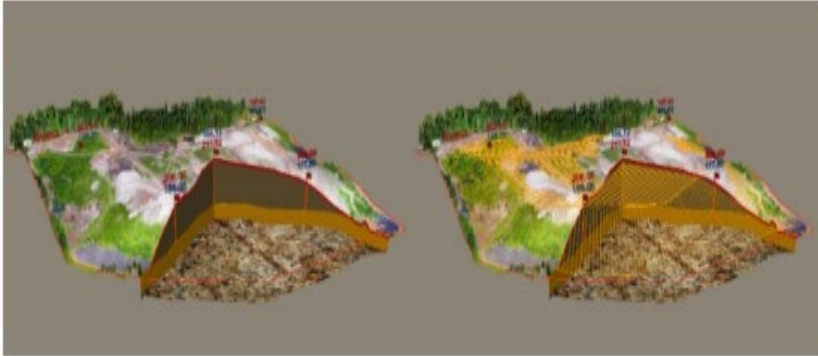


Рис. 6. Вигляд трьохвимірної моделі Здолбунівського сміттєзвалища в розрізі. Показано підстиляючий шар суглинків, пробурені скважини, їх відмітки та уріз.

Також, однією з вирішуваних задач є виконання розрахунків об'єму Здолбунівського сміттєзвалища ТПВ. Для цього необхідно мати дані про висоти за минулі роки, або ж, інтерполювати поверхню виходячи з дійсних висот в точках, що знаходяться поблизу сміттєзвалища. Таким чином, виходить дві поверхні: перша – відображає ситуацію на даний момент, друга – відображає ситуацію за більш ранні періоди або умовну поверхню. За допомогою інструменту просторового аналізу ми можемо розрахувати об'єм шляхом розрахунку різниці висот між двома поверхнями. Результатом роботи цього інструменту є растр, на якому видно області, де було підняття чи просідання рельєфу, або ж де абсолютна висота не змінювалась. Крім того, в атрибутивній таблиці растру міститься розрахунок об'єму в одиницях проекції – m^3 .

Як видно на рис. 7 перший запис в таблиці атрибутів відповідає найбільшій площі сміттєзвалища, що змінює свою висоту в порівнянні з вихідною поверхнею. Записи в таблиці, які починаються з мінуса, характеризують об'єм позитивних форм рельєфу, інші, відповідно, негативних. Кожний запис відповідає окремому поєднанню комірок і характеризує їх площу та об'єм, показуючи результат в одиницях проекції, тобто в m^2 та m^3 відповідно.



Рис.7. Видгляд трьохвимірної моделі Здолбунівського сміттєзвалища

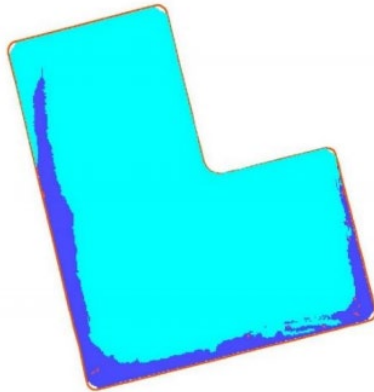
A screenshot of a software application window titled "Таблиця". It displays a data table with multiple columns and rows. The columns are labeled "№", "Назва", "Сторінка", "Сторінка", "Сторінка", and "Сторінка". The table contains numerical data, likely representing coordinates or elevation points for the 3D model. The interface includes standard software controls like a menu bar and a toolbar.

Рис. 8. Розрахунок об'єму

Застосування дистанційних методів дослідження стану сміттєзвалищ ТПВ є ефективним інструментом їх моніторингу. На прикладі Здолбунівського сміттєзвалища ТПВ (Рівненська область, Україна) показано інформативність дешифрування його карт і прилеглих ділянок за даними знімання БПЛА. Метод отримання аерофотознімків та їх подальша обробка методами фотограмметрії є найбільш ефективним способом отримання геопросторової інформації. Основним його плюсом являється мінімізація польових робіт та швидкість отримання інформації.

Список використаних джерел

1. Aronoff S.: Geographic information systems: A management perspective. Geocarto International. 4(4), 58-58 (1989). doi: 10.1080/10106048909354237.
2. Azimov, O.T. and Shevchuk, O.V. Geoinformation systems in monitoring studies of environmental pollution factors in the areas of municipal solid waste landfills. Proc. 19th EAGE Int. Conf. on Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects (11-14 May 2020, Kyiv, Ukraine), 1-7. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2020geo111>
3. Azimov, O.T., Shevchuk, O.V., Azimova, K.O., Dorofey, Ye.M. and Tomchenko, O.V. Integration of GIS and RSE aiming to the effective monitoring of the surroundings of landfills. Ukrainian J. Remote Sensing, 27, 4-12. <https://doi.org/10.36023/ujsr.2020.27.183> (in Ukrainian with English abstract).
4. Sheviakina, N.A., Trofymchuk, O.M., Krasovsky, G.Y. and Klimentko, V.I. [2019] Methods and models of space monitoring of zones of effect of solid domestic waste landfill on the environment. Space Sci. Tech. (Ukraine), 25 (1, 116), 62-72. <https://doi.org/10.15407/knit2019.01> (in Ukrainian with English abstract).

Моделювання параметрів системи раціонального використання вугільних ресурсів України

Горошкова Л.А., Хлобистов Є.В.

*Національний університет "Києво-Могилянська академія",
E-mail: goroshkova69@gmail.com; ievgen.khlobystov@ukr.net*

Вугільна промисловість є однією з базових галузей національної економіки. Вона також є запорукою енергетичної безпеки держави, але з початком військових дій на Сході країни у 2014 р., які призвели до руйнування інфраструктури, пошкодження та знищення значної частини шахтного фонду, робота вітчизняного вугільного сектору перебуває у критичному стані. На сьогодні дефіцит вугілля в Україні, що компенсується вимушеним імпортом, становить 27%. Саме тому існує необхідність формування системи управління забезпеченням потреб країни у вугіллі за умови ощадливого ставлення до його видобування та раціонального використання.

Проаналізуємо найбільш відомі моделі розвитку вугільної промисловості. Однією з перших була короткострокова модель вугільної промисловості [1], розроблена в середині ХХ ст. у Гарвардському університеті. Модель була апробована для вугільної промисловості США на даних 1947 року. Основу моделі складають дві підсистеми – попит і пропозиція та визначення рівня рівноважної ціни на вугіллі. Цільова функція моделі – мінімум сукупних витрат або чистий прибуток. У моделі встановлений взаємозв'язок обсягів видобутку та цін (перемінні) та собівартістю за умови відомої величини сукупного попиту. Модель враховує експортні та імпорتنі потоки та їх цінові характеристики.

Період прогнозування – 1 рік. На нашу думку, основними недоліками моделі є те, що прогнозний період складає лише один рік і сукупний попит вважається фіксований.

Іншою моделлю, що використовується для прогнозування видобутку вугілля по регіонах країни для виробництва електроенергії та при переорієнтуванні теплової енергетики на вугільне паливо і навпаки на споживання газу чи нафтопродуктів, є Interregional Coal Analysis Model (ICAM) [2]. Модель містить такі параметри, як обсяг видобутку, умови транспортування та споживання, цінові параметри. Основним її недоліком є те, що вона враховує обіг лише енергетичного вугілля. В той же час Україна має поклади і коксівного вугілля, які використовуються у металургійній галузі України.

Модель [3] базується на математичному програмуванні у вирішенні оптимізаційних задач. Її автор використовує два критерії оптимізації – сумарну виробничу потужність галузі при заданих сумарних капіталовкладеннях на часовому інтервалі прогнозування, собівартість виробництва вугільної продукції та капіталовкладення при заданій загальній потребі за марками вугілля. Тобто це модель, що орієнтована на управління не видобутком, а капіталовкладеннями у розвиток галузі. Це також важлива проблема, але поставлене завдання вона не вирішує.

Моделі [4] та [5] дозволяють визначити необхідні обсяги вугілля власного видобутку для різних підприємств за припущення, що запасів та власних потужностей українських вуглевидобувних підприємств достатньо для задоволення попиту. В цьому полягає недолік моделі, оскільки не дозволяє враховувати динамічні зміни щодо попиту і пропозиції. Крім того, внаслідок подій на Сході країни, на сьогодні Україна неспроможна задовольнити власні потреби без використання імпорту вугілля.

Цікавою є модель [6] оптимізації структури шахтного фонду країни, що дозволяє визначити економічно та стратегічно доцільний перелік високоефективних виробників вугільної продукції України в умовах функціонування світових ринків вугілля, суттєвої зміни структури паливного балансу держави на користь вугілля при повному задоволенні потреб економіки в необхідних видах вугільної продукції. Але вона також не дозволяє вирішити поставлені завдання.

На нашу думку, забезпечити раціональне використання вугільних ресурсів України можливо шляхом збалансування видобутку, виробництва вугільної сировини та подальшого їх використання у наступних виробничих процесах. З коксівного вугілля виробляється кокс, що потім використовується у металургійному виробництві. Антрацит використовується ТЕС і ТЕЦ, а також у виробництві промислової

антрациту; виробництва чавуну та теплової енергії – дані Державної служби статистики України у збірнику «Статистичний щорічник України».

Вирішенням системи рівнянь (1) знайдено залежності коефіцієнта приросту видобутку коксівного вугілля $\lambda_1'(t) = \varepsilon_1'(t) + \gamma_1'(t) N_2(t)$, коефіцієнта приросту виробництва коксу і напівкоксу в залежності від обсягів видобутку коксівного вугілля $\lambda_2'(t) = \varepsilon_2'(t) + \gamma_2'(t) N_1(t)$, коефіцієнта приросту виробництва чавуну $\lambda_1(t) = \varepsilon_1(t) + \gamma_1(t) N_2(t)$, коефіцієнта приросту виробництва коксу і напівкоксу в залежності від виробництва чавуну $\lambda_2(t) = \varepsilon_2(t) + \gamma_2(t) N_1(t)$ за умови наявності взаємозв'язку показників (рис. 1).

Вирішенням системи рівнянь (1) знайдено залежності коефіцієнта приросту видобутку антрациту та іншого кам'яного вугілля, коефіцієнта приросту виробництва антрациту та іншого кам'яного вугілля в залежності від обсягів видобутку антрациту та іншого кам'яного, коефіцієнта приросту виробництва теплової енергії, коефіцієнта приросту виробництва антрациту й іншого кам'яного вугілля від обсягів виробництва теплової енергії за умови наявності взаємозв'язку показників (рис. 2).

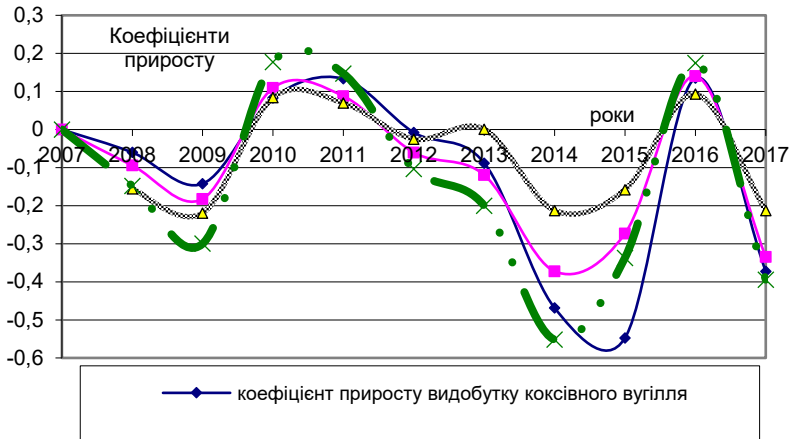


Рис. 1. Динаміка коефіцієнтів приросту видобутку коксівного вугілля, виробництва чавуну, виробництва коксу і напівкоксу в залежності від виробництва чавуну та виробництва чавуну в залежності від видобутку коксівного вугілля в 2007–2017 рр. за наявності взаємозв'язку

В результаті проведених досліджень розроблена модель планування та прогнозування видобутку вугільних ресурсів, як складової системи управління мінерально-сировинною базою країни.

Запропонована модель управління раціональним використанням потенціалу країни щодо коксівного вугілля, що передбачає збалансування потоків видобутку вугілля, виробництва коксу та напівкоксу в залежності від потреб металургійної галузі країни (виробництво чавуну).

Розроблена модель управління раціональним видобутком антрациту та іншого вугілля, що передбачає збалансування обсягів видобутку вугілля та його виробництва в залежності від потреб енергетики (виробництво теплової енергії). Моделі підтверджені офіційними статистичними даними.

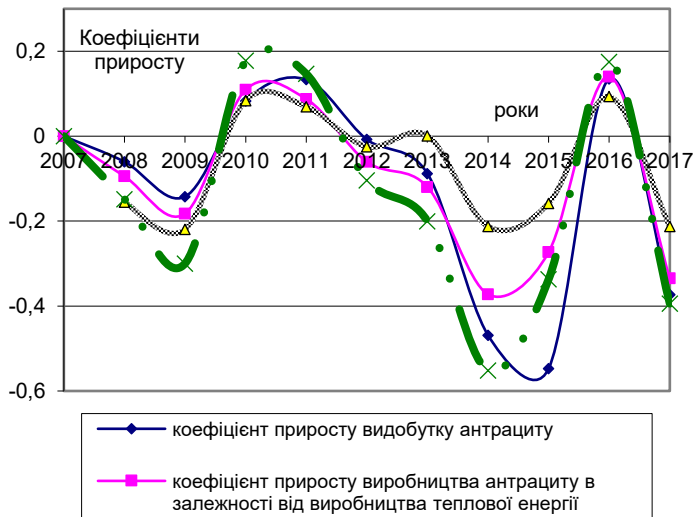


Рис. 2. Динаміка коефіцієнтів приросту видобутку антрациту, виробництва теплової енергії, виробництва антрациту в залежності від виробництва теплової енергії та виробництва теплової енергії в залежності від видобутку антрациту в 2007–2017 рр. за наявності взаємозв'язку

Отже забезпечена можливість вирішення проблеми системного раціонального управління видобутком вугільних ресурсів країни шляхом збалансування обсягів видобутку вугілля та його споживання у металургії та енергетиці. Задля врахування циклічності економічних процесів при планування та прогнозуванні обсягів видобутку та

використання вугілля в Україні запропоновано використати багатофакторну економіко-математичну модель прогнозування розвитку складних систем.

Список використаних джерел

1. Henderson, J.M. A short-run model for the coal industry. *The Review of Economics and Statistics*, 1955, 37(4), 336-346.
2. Green, J.W. (1980). *Western Energy: The Interregional Coal Analysis Model*. Natural Resource Economics Division; Economics, Statistics, and Cooperatives Service; U.S. Department of Agriculture, Technical Bulletin, 1980, 1627.
3. Кулик, М.М. Роль вугілля у формуванні паливно-енергетичних балансів та оптимізація розвитку вугільної промисловості України. *Проблеми загальної енергетики*, 2002, 6, 7-16.
4. Алавердян, Л.М. Економіко-математична модель оптимального розвитку вугільної промисловості України. *Вісник МНТУ, серія «Економіка»*, 2.12, 1, 121-123.
5. Кудріна, О.Ю. До питання про економіко-математичну модель організації виробництва на вугле- і газовидобувних промислових підприємствах. *Економічний вісник Донбасу*, 2012, 2(28), 143–146.
6. Стогній, О.В., Каплін, М.І., Білан, Т.Р. Методи оптимізації видобутку вітчизняного вугілля в умовах світового ринку. *Проблеми загальної енергетики*, 2013, 2(33), 15-24.

Підхід до побудови доступних за ціною дослідницьких нейроінтерфейсних систем

Буцій Р.А.,¹ Лупенко С.А.²

¹*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України, E-mail: romanbutsiy@gmail.com*

²*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, E-mail: lupenko.san@gmail.com*

Нейроінтерфейс або інтерфейс мозок-комп'ютер (Brain-Computer Interfaces) — це система яка дозволяє реалізувати зв'язок між мозком та зовнішнім пристроєм (наприклад комп'ютером). Невід'ємною складовою будь-якого нейроінтерфейсу є пристрій реєстрації біологічних сигналів [1]. Одним з доступних на сьогодні методів реєстрації мозкової активності в нейроінтерфейсних системах є електроенцефалографія. Використання цього методу дозволяє ефективно вирішувати типові завдання оцінювання характеристик та розпізнавання сигналів в нейроінтерфейсних системах.

В реалізації власного нейроінтерфейсу для реєстрації мозкової активності було обрано платформу OpenBCI (Open Source Brain-Computer Interfaces). OpenBCI [2] - це дешева та програмована платформа з відкритим кодом. На офіційному сайті OpenBCI [3] наявна вся необхідна документація для виготовлення власного

електроенцефалографа. У ході розробки було створено власний варіант принципів схем [4] пристрою та спроектовано друковані плати.

Наведена платформа складається з чотирьох основних компонентів: гарнітура з електродами, плата електроенцефалографа, плата адаптера та програмне забезпечення.

Гарнітура та деякі елементи електродів (рис. 1-2) було роздруковано на 3D принтері. В якості матеріалу було використано полілактид. Також їх можна виготовити з поліетилентерефталатгліколю або акрилонітрилбутадієн-стиролу. В останньому випадку друк потрібно проводити в добре провітреному приміщенні так як цей вид пластику токсичний. Корпус електрода складається з розрізної втулки з різьбою (рис. 2.а) та тримача електрода (рис. 2.б). Електрод надійно фіксується гвинтом у тримачі та підпружинюється у втулці. Спеціальна форма різьби надійно фіксує електрод в гарнітурі та дозволяє регулювати відстань між електродом та поверхнею шкіри голови. Пасивні тримачі (рис. 2.в), дозволяють зручно закріпити гарнітуру на голові.



Рис. 1. Гарнітура Ultracortex Mark IV

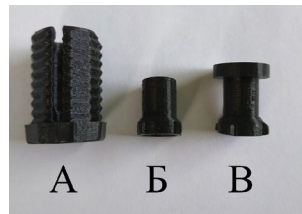


Рис. 2. Деякі елементи електродів

На платі електроенцефалографа (див. рис. 3) можна виділити чотири компоненти: 8-канальний 24-бітний низько-шумовий аналого-цифровий перетворювач ADS1299, 32-бітний мікроконтролер PIC32MX250F128B, блютуз модуль RFD22301 для реалізації гальванічної розв'язки та LDO перетворювачі. Останні формують всі необхідні опорні напруги для живлення компонентів модуля. Слід зазначити, що компанія Texas Instruments виготовляє ще два аналого-цифрових перетворювачі такого типу [5]: ADS1299-6 та ADS1299-4 на 6 і 4 канали відповідно.

Плата адаптера (рис. 4) виступає посередником між платою електроенцефалографа та персональним комп'ютером. Вона містить USB-UART перетворювач FT231XS та блютуз модуль RFD22301.

В кінцевому етапі у блютуз-модуль та мікроконтролер потрібно завантажити необхідні мікропрограми. Для RFD22301 потрібно завантажити вихідний код [6] та всі решта необхідні програми, щоб скопіювати його.

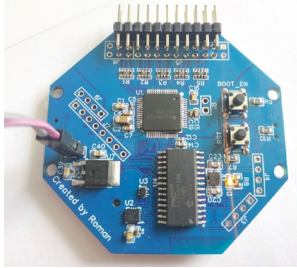


Рис. 3. Плата електроенцефалографа

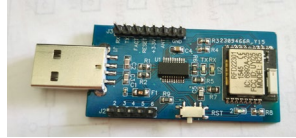


Рис. 4. Плата адаптера

Оригінальний блютуз-модуль RFD22301 на ринку знайти практично неможливо, оскільки його виробництво було припинено декілька років тому, необхідно зважати, що більшість такого роду модулів на ринку є підробкою, і утиліта завантажувача з офіційного репозиторію [7] не буде працювати з ним. У відкритому доступі немає вихідного коду утиліти завантажувача, тому було прийнято рішення дезасемблювати її, вивчити алгоритм роботи та внести всі необхідні зміни [8] у бінарний файл завантажувача. У мікроконтролер PIC32MX250F128B було записано завантажувач UDB32-MX2-DIP [9] за допомогою програматора PICkit 3 використовуючи утиліту MPLAB X IDE завантажену з офіційного сайту Microchip [10].

Для швидкої перевірки працездатності отриманої платформи можна скористатися утилітою візуалізації OpenBCI GUI [11], провести необхідні налаштування та доторкнутись пальцями до аналогових входів (рис. 5) на платі електроенцефалографа і переконатись, що на відповідних каналах змінюється амплітуда сигналу (рис. 6).

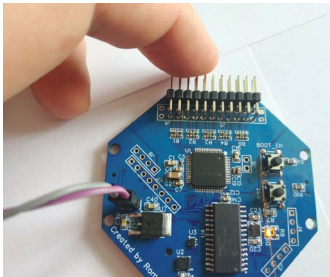


Рис. 5. Швидка перевірка



Рис. 6. OpenBCI GUI

Отже, отримана платформа дозволяє реалізувати простий інтерфейс мозок-комп'ютер та може бути використана для дослідження існуючих

методів та моделей для оцінювання, розпізнавання сигналів в нейроінтерфейсних системах.

Список використаних джерел

1. Butsiy R. Comparative analysis of neurointerface technologies for the problem of their reasonable choice in human-machine information systems / Roman Butsiy, Serhii Lupenko // Scientific Journal of TNTU. — Tern. : TNTU, 2020. — Том 4. — № 100. — С. 135–148.
2. A feasibility study of a complete low-cost consumer-grade brain-computer interface system / V. Peterson, C. Galvan, H. Hernandez, H. Spies. // Heliyon. – 2020. — Том 6. – №3.
3. Open Source Brain-Computer Interfaces [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://openbci.com/>.
4. OpenBCI-Cyton [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://easyeda.com/Targaryen/openbci-cyton>.
5. ADS1299-x Low-Noise, 4-, 6-, 8-Channel, 24-Bit, Analog-to-Digital Converter for EEG and Biopotential Measurements [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ads1299.pdf>.
6. OpenBCI Radios [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://github.com/OpenBCI/OpenBCI_Radios.
7. Custom RFDuino libraries for OpenBCI [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://github.com/OpenBCI/OpenBCI_RFduino/archive/master.zip.
8. RFDLoader [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://github.com/RomanButsiy/RFDLoader>.
9. UDB32-MX2-DIP [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://github.com/chipKIT32/chipKIT-digiboot/blob/master/BootloadersCurrent-hex/UDB32-MX2-DIP.hex>.
10. MPLAB X Integrated Development Environment [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.microchip.com/en-us/development-tools-tools-and-software/mplab-x-ide>.
11. OpenBCI GUI [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://github.com/OpenBCI/OpenBCI_GUI/releases.

Концепція побудови експертної системи підтримки прийняття рішень в галузі моделювання, опрацювання та комп'ютерної симуляції циклічних сигналів

**Зозуля А.М.,¹ Воляник О.В.,² Ландяк П.Д.,² Лупенко С.А.,²
Стадник Н.Б.,² Чізова Н.А.мамене К.²**

¹Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору
Національної академії наук України, E-mail: bestguru7@gmail.com

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,
E-mail: lupenko_san@gmail.com

Зважаючи на велику кількість існуючих математичних моделей сигналів циклічної структури, їх значну різноманітність[1-3], при створенні конкретної інформаційної системи опрацювання та імітації

циклічних сигналів розробнику немає необхідності «з нуля» будувати нову математичну модель та методи опрацювання циклічних сигналів, а більш доцільно обґрунтовано вибрати та адаптувати (адекватно структурі досліджуваних сигналів та задачам дослідження) математичну модель із наявної їх сукупності, що суттєво підвищить ефективність (суттєво спростить та пришвидшить) розбудови математичного забезпечення проєктованої інформаційної системи. Вирішенню цієї проблеми може суттєво сприяти створення експертної системи (ЕС) підтримки прийняття рішень у галузі моделювання, опрацювання та комп'ютерної симуляції циклічних сигналів при розробці математичного забезпечення автоматизованих інформаційних систем опрацювання сигналів циклічної просторово-часової структури у рамках теорії циклічних функціональних відношень як найбільш широкої теорії моделювання циклічних сигналів[4-7].

Користувачем ЕС може бути дослідник, інженер, який не є прямим висококваліфікованим фахівцем в галузі моделювання та опрацювання циклічних сигналів, але має потребу вирішувати задачі у цій галузі, зокрема, із використанням віртуального інформаційного середовища моделювання та опрацювання циклічних сигналів.

На кожний запит користувача ЕС повинна рекомендувати йому оптимальний у певному сенсі та за певним критерієм оптимальності такі об'єкти: 1) клас математичних моделей, 2) конкретну математичну модель із цього класу та 3) методи опрацювання і комп'ютерної імітації циклічних сигналів, які ґрунтуються на рекомендованій математичній моделі.

Процедура вибору оптимального класу математичних моделей ЕС може здійснювати як на основі лише певного опитування користувача (ап'юріорної інформації), так і з одночасним залученням програмних засобів перевірки статистичних гіпотез стосовно певних властивостей досліджуваних циклічних сигналів (апостеріорної інформації). Оптимальний вибір конкретної моделі із відповідного класу та методів опрацювання здійснюється на основі процедури її структурної чи структурно-параметричної ідентифікації (машинного навчання) за реальними даними (реалізаціями циклічних сигналів). Причому варто відзначити, що у випадку моделей циклічних сигналів, їх структурна чи структурно-параметрична ідентифікація зводиться лише до: 1) перевірки гіпотези про наявність циклічної структури в певній множині атрибутів досліджуваної реєстрограми сигналу та 2) у випадку підтвердження гіпотези, ідентифікації (оцінювання) функції ритму відповідних циклічних сигналів. Таким чином, ЕС повинна мати засоби як логічного вибору класу моделей, так і передбачати засоби ідентифікації конкретної

моделі із цього класу та методів опрацювання та імітації циклічних сигналів.

Виходячи із наведеного вище, можна виділити три базових етапи функціонування ЕС, а саме: 1) етап вибору (рекомендації) релевантного запиту користувача (типу завдання опрацювання чи імітації циклічного сигналу) та адекватного просторово-часовій структурі циклічних сигналів класу математичних моделей як класу циклічних функціональних відношень; 3) етап вибору (структурно-параметричної ідентифікації) конкретної математичної моделі із цього класу із використанням технологій машинного навчання; 3) етап вибору методу розв'язання конкретного завдання опрацювання циклічних сигналів (див. рис. 1).



Рис.1. Основі етапи функціонування ЕС підтримки прийняття рішень у галузі моделювання, опрацювання та комп'ютерної симуляції циклічних сигналів

Запит від користувача до ЕС формується шляхом його опитування, а саме, шляхом формулювання йому послідовності запитань, яка генерується шляхом обходу дерева рішень. Цей процес опитування повинен завершуватися рекомендацією про оптимальний клас математичних моделей, тобто, клас моделей, який найбільш релевантний запиту користувача.

Після обрання користувачем класу математичних моделей, на основі процедур структурної чи структурно-параметричної ідентифікації (машинного навчання) та заданого масиву даних (реалізації циклічного сигналу) ЕС визначає оптимальну математичну модель, оцінює її характеристики (ймовірнісні, інтервальні, функції належності), здійснює прогнозування, класифікацію, кластеризацію та комп'ютерне моделювання циклічних сигналів на основі відомих методів.

ЕС повинна вміти дати обґрунтування своєму рішення, пояснити його у вигляді логічного виведення із запиту (потреб) користувача.

Логіка функціонування ЕС ґрунтується на попередньо розробленій онтології моделювання та опрацювання циклічних сигналів на базі теорії циклічних функціональних відношень. Онтологія дає змогу подати знання про моделі та методи опрацювання циклічних сигналів у машинно-інтерпретовній формі, а саме, вона дає змогу специфікувати знання про систему моделей та методів опрацювання циклічних сигналів. Онтологія репрезентує декларативну частину знань (декларативні знання), а інформаційна система моделювання та опрацювання циклічних сигналів – процедурну (процесуальну) частину знань (процедурні знання). Таку онтологію варто розробити в середовищі Протеже (Protégé).

Список використаних джерел

1. Yavorskyj I., Dzeryn O., Yuzefovych R. Discrete LS Estimates of Correlation Function of Biperiodically Correlated Random Signals. *Radioelectron. Commun. Syst.* 63 (2020). P. 136–155.
2. Sizova N., Starkova O., Solodovnik G., Dolgova N. Development of a computer model for evaluating the alternative options of an investment and construction project under condition of uncertainty and risk. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 6(3 (102)), November 2019. P. 66–76.
3. Micheas A. C. Theory of Stochastic Objects Probability, Stochastic Processes and Inference. January 24, 2018. P. 408.
4. Лупенко С.А. Теоретичні основи моделювання та опрацювання циклічних сигналів в інформаційних системах. Друге видання. Стеореотипне. Львів: Магнолія 2006, 2020. –с.340. ISBN 978-617-574-108-5.
5. Лупенко С.А., Литвиненко Я.В., Зозуля А.М. Математичне моделювання та методи опрацювання ритмокардіосигналів із підвищеною роздільною здатністю / Зозуля А.М., С.А. Лупенко, Я.В. Литвиненко, В.М. Триснюк. – Львів: Видавництво «Магнолія – 2006», 2021. – 143 с. ISBN 978-617-574-000-0.
6. Лупенко С.А., Стадник Н.Б., Литвиненко Я.В. Математичне моделювання та ефективні методи опрацювання циклічних сигналів на базі ізоморфних циклічних випадкових процесів / С.А. Лупенко, Н.Б. Стадник, Я.В. Литвиненко – Львів: Видавництво «Магнолія – 2006», 2021. – 197 с. ISBN 978-617-574-000-0.
7. Stadnyk N. An approach to constructing a taxonomic tree of model cyclical signals in the task of developing an onto-oriented system for decisions supporting of model choice/ S. Lupenko, N. Stadnyk, Ch. Nnamene// 9th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT) June 5–7, 2019. — Ceske Budejovice, Czech Republic. — P. 89–92.

Математичне моделювання автоколивальної зміни основних станів енергії

Бекетов М.М., Невзоров Бекетов М.С.

Громадський організаційний комітет заходів на підтримку проголошеного Генеральною асамблеєю ООН Міжнародного року Періодичної таблиці хімічних елементів ІУРТ 2019,
E-mail: redaktorsoviet@gmail.com,
Лицей №1 м. Северодонецька Луганської області

Генеральна асамблея ООН проголосила 2019 рік «Міжнародним роком Періодичної таблиці хімічних елементів (ІУРТ2019)» [1].

В рамках заходів на підтримку Міжнародного року Періодичної таблиці хімічних елементів, була створена Просторова модель Періодичного закону хімічних елементів [2] та здійснено математичне моделювання з метою прогнозування властивостей нових елементів на початку створеної Просторової моделі Періодичного закону хімічних елементів [3] та на початку Періодичної таблиці хімічних елементів Д.І. Менделєєва у редакції 1905 року [4]. Це дозволило більш глибоко зрозуміти фундаментальні наукові формули та значно покращити методологію викладання хімії в середній школі.

На підставі своїх попередніх наукових досліджень авторами була висунута гіпотеза щодо автоколивальної зміни основних станів енергії у фундаментальних наукових формулах. На цій основі було здійснено розрахунки та графічне підтвердження основних закономірностей зміни основних станів енергії. Результати цих досліджень стали базою для здійснення математичного аналізу.

За підсумками математичного аналізу було знайдено підтвердження тези щодо вирішення завдань енергетики завдяки розумінню властивостей елементів на початку Періодичної таблиці хімічних елементів (що можуть знаходитись до водню), викладеної Д.І. Менделєєвим у статті 1905 року [4]. Це ж є базисом для забезпечення раціонального природокористування та екологічної безпеки.

Два основних стани енергії – це енергія у магнітному полі та електрична енергія потоку.

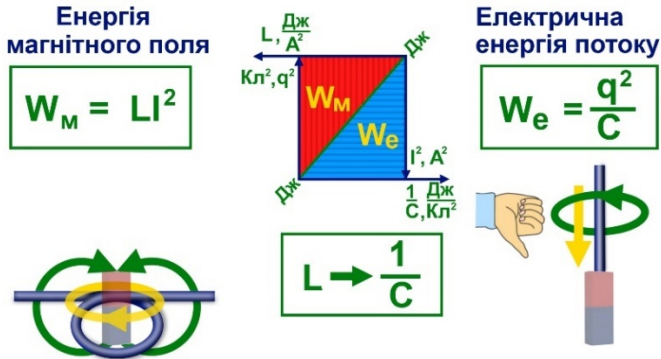


Рисунок 1. Зміни станів енергії у коливальному контурі

Щоб позбутися 2 або 1/2 у формулах енергії магнітного поля (W_M) та електричної енергії потоку (W_e), максимальні сили струму (та заряди) замінено дійсними.

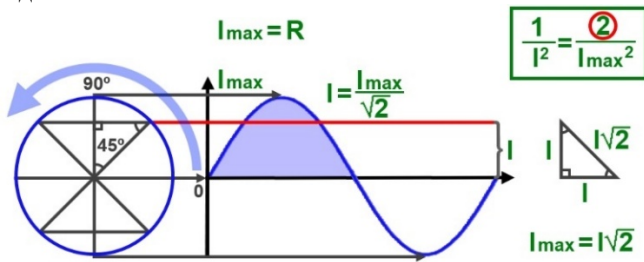


Рисунок 2. Дійсні та максимальні сили змінного струму



Рисунок 3. Основні формули автоколивання станів енергії

Математичне модулювання проводилось в рамках програми шкільної освіти на основі базових формул закону Кулона, законів Ампера та Біо-Савара-Лапласа, формули Ейнштейна (закону взаємозв'язку маси і енергії).

$$E_0 = mc^2$$

$$\mu_0 E_0 = \mu_0 c^2 m$$

$$[\mu_0 E_0] = \frac{H}{A^2} \cdot M \cdot \frac{M}{C^2} \cdot \frac{KG}{C^2} \quad [\mu_0 c^2 m] = \frac{H}{A^2} \cdot M \cdot \frac{M}{C^2} \cdot \frac{KG}{C^2}$$

$$\frac{H}{A^2} \cdot M \rightarrow \frac{H}{A^2} \cdot \frac{M}{C^2}$$

$$\frac{H}{A^2} \cdot M \leftarrow \frac{H}{A^2} \cdot \frac{M}{C^2}$$

$$m \cdot \boxed{L \rightarrow \frac{1}{C}} = \boxed{L \leftarrow \frac{1}{C}} \cdot m$$

Рисунок 4. Автоколивання енергії у формулі Ейнштейна

Закон взаємозв'язку маси і енергії

$$\mu_0 E_0 = \mu_0 c^2 m$$

Закон Ампера, Закон Біо-Савара-Лапласа

$$F = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I_1 I_2 \cdot \ell_1 \ell_2}{r^2}$$

Закон Кулона

$$F = \frac{\mu_0 c^2}{4\pi} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Рисунок 5. Автоколивання енергії у базових законах

Автоколивання породжує μ_0 - магнітна постійна в системі СІ (метр-кілограм-секунда), що є магнітною проникністю вакууму в системі одиниць СГС (сантиметр-грам-секунда).

Найбільш оптимальною базовою фізичною моделлю процесів автоколивальної зміни основних станів енергії у базових наукових формулах стала схема коливальних контурів, винайдена Поповим для прийому радіосигналу електромагнітних хвиль [10]. Ця базова схема проста у виконанні та легко може бути доопрацьована, модернізована та доповнена необхідними додатковими елементами для моделювання автоколивальної зміни основних станів енергії у різних варіантах для різних складових фізичних процесів.

На даний момент продовжуються дослідження щодо автоколивальної зміни основних станів енергії у фундаментальних наукових формулах, направлені на вдосконалення комп'ютерного моделювання цих процесів для розробки оптимальних конструктивних схем з метою отримання доступної та дешевої енергії.

При подальшій роботі по вдосконаленню комп'ютерної моделі процесів автоколивальної зміни основних станів енергії, автори орієнтують свої дослідження на значний світовий досвід комп'ютерного моделювання кінетики автоколивальних процесів реакції Білоусова-Жаботинського, а також на світовий науковий досвід комп'ютерного моделювання інших автоколивальних процесів.

Список використаних джерел

1. The International Year of the Periodic Table URL: <https://iupt2019.org>
2. Математична та Просторова модель Періодичного закону хімічних елементів / М.М. Бекетов // Математичне моделювання в економіці. – 2019. – №4(17). – С. 118-124. – укр.
3. Математична модель властивостей інертних газів та нових елементів на початку Періодичної таблиці/ М.М.Бекетов // Математичне моделювання в економіці. – 2020. – №1(18). – С. 100-109. – укр.
4. Д. И. Менделеев «Периодический закон». Редакция, статья и примечания Б.М.Кедрова. Издательство Академии Наук СССР, Москва, 1958. с. 470 - 517.
5. Сивухин Д. В. Общий курс физики. – Изд. 4-е, стереотипное. – М.: Физматлит; Изд-во МФТИ, 2004. – Т. III. Электричество. – 656 с. – ISBN 5-9221-0227-3; ISBN 5-89155-086-5.
6. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория поля. – Издание 7-е, исправленное. – М.: Наука, 1988. – 512 с. – («Теоретическая физика», том II). – ISBN 5-02-014420-7.
7. Okun L. V. Energy and mass in relativistic theory. – World Scientific, 2009. – 311 с.
8. Краткий словарь физических терминов / Сост. А. И. Болсун, рец. М. А. Ельшешевич. – Мн.: Вышэйшая школа, 1979. – С. 23–24. – 416 с.
9. Швець, В.О. Математичне моделювання як змістова лінія шкільного курсу математики / В.О.Швець // Дидактика математики : проблеми і дослідження : міжнародний збірник наукових робіт. – Донецьк : Вид-во ДонНУ, 2009. – № 32. – с. 16-23.
10. Журнал Русского физико-химического общества. Т. XXVII. Вып. 8. С. 259 – декабрь 1895.
11. Энциклопедія кібернетики : [у 2 т.] / редкол.: В. М. Глушков (відп. ред) [та ін.] ; АН Української РСР. - Київ : Голов. ред. Укр. рад. енцикл., 1973.
12. Le Système international d'unités (SI) / The International System of Units (SI). — BIPM, 2019. — P. 20, 132. — ISBN 978-92-822-2272-0.

Основні принципи побудови автоматизованої системи управління тактичного рівня ЗСУ

Копійка О.В.

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору
Національної академії наук України*

Розробка Автоматизованої системи управління тактичного рівня ЗСУ (АСУ ТР), яка забезпечує автоматизацію процесів управління підрозділами тактичної ланки Сухопутних військ ЗС України, здійснюється у вигляді складової частини єдиної автоматизованої системи управління (САСУ) ЗСУ.

АСУ розробляється у відповідності до стандартів НАТО.

Головною відмінністю АСУ ТР від інших автоматизованих систем САСУ ЗСУ є необхідність реалізації концепції мережецентричного ведення бойових операцій, яка вимагає створення єдиної інформаційної мережі, яка об'єднує сенсори, органи управління та вогневі засоби в Єдиний інформаційний простір, який оптимізує:

- структури та форми подання даних;
- способи передачі та регламенту обміну інформацією;
- єдину технологію збору, обробки та відображення інформації;
- єдину структуру класифікації та кодування;
- єдиний адресний простір.

При цьому, сенсори використовуються в якості елементів загальної обізнаності та розвідки, органи управління набувають інтелектуальної властивості та мобільності, а засоби ураження оперативно отримують чіткі задачі оптимізовані для виконання конкретним видом бойової техніки.

Для реалізації цих задач, необхідна глибока модернізація сенсорів, органів управління та засобів ураження, які розроблені підприємствами оборонно-промислового комплексу України.

В доповіді представлені приклад типового рішення для інформаційної мережі та проектні рішення щодо побудови мережі зв'язку танкового батальйону.

Розглянута спрощена типова структура танкового батальйону яка існує на сьогоднішній день та структура яка пропонується.

Існуюча структура - танки та інша техніка батальйону укомплектовані радіостанціями виробництва СРСР, а також автомобільними та портативними радіостанціями транкінгового зв'язку Либідь, на які на даний час триває процес переоснащення підрозділів тактичної ланки СВ ЗС України. За допомогою даних засобів можливо організувати окремі мережі радіозв'язку для обміну голосовою інформацією (сигналами управління) без можливості розгортання автоматизованих систем передачі даних.

Розроблено сучасні засоби зв'язку, комплекти апаратури внутрішнього зв'язку, версію спеціального програмного забезпечення, які у сукупності можуть забезпечити розгортання безпроводової мережі обміну даними (Тактичний Інтернет) та на її основі розгорнути сучасну автоматизовану систему управління підрозділами тактичної ланки. Це дасть змогу використовувати сучасні функціональні сервіси, які відповідають класифікації сервісів НАТО (C3 Technical Service Taxonomy) та розділяють АСУ на:

Headquarter Management System (HMS):

- Автоматизація процесів планування застосування та безпосереднього управління підрозділами в ході ведення бойових дій посадовими особами пунктів управління танкового батальйону (штабу омбр, решти підрозділів омбр).

Battlefield Management System (BMS):

- Забезпечення ситуаційної обізнаності про стан та положення своїх підрозділів та противника, використання геопросторової інформації про район майбутніх бойових дій.

- Здійснення передачі бойових наказів, розпоряджень, електронний документообіг.

- Здійснення передачі сигналів бойового управління, використання тактичного чату для оперативного обміну інформацією про зміну в бойовій обстановці, про події в зонах відповідальності підрозділів.

- Здійснення радіообміну та передачі голосових повідомлень.

- Передавання фото- та відеозображення з поля бою, у тому числі відео в реальному часі.

Окремим завданням BMS, є підсистема «Спішений солдат» (DSS), яка призначена для вирішення завдань класу C4I для реалізації взаємодії між командирами і спішеними солдатами під час ведення бою. Підсистема підтримує обмін критично важливою, тактичною інформацією, вирішує питання ситуаційної обізнаності солдат на основі автоматичної прив'язки їх положення до карти місцевості із зазначенням елементів бойової обстановки (наприклад розташування свої-чужі), дозволяє використовувати різне підключене військове спорядження, включаючи медичне (засоби оцінювання стану боєздатності солдата).

BMS є важливим доповненням практично до будь-якого датчика або системі озброєння, встановленому на бойовій машині, формуючи скоординовані бойові команди, які виконують свої завдання з оптимальною точністю. BMS підтримує всі вимоги тактичних підрозділів батальйону і нижче, відповідаючи всім їх оперативним потребам, включаючи пряме ведення вогню і маневр, непряму підтримку вогню, розвідку і логістику.

Математична модель багатопозиційної пасивної системи синхронізації з компенсацію багатопроменевого поширення сигналу спільного джерела

Ушаков С. І.

*Командування Десантно-штурмових військ Збройних Сил України
E - mail: vng_dshv@post.mil.gov.ua*

Нові вимірювальні технології – радіоінтерферометрія з наддовгими базами, лазерна локація штучних супутників Землі і Місяця, автономні супутникові системи визначення орбіт, засоби радіолокації планет і їх супутників, моніторинг гравітаційного поля Землі, інформаційні технології з використанням високошвидкісного оптоволоконного цифрового зв'язку за останні 15-20 років збільшили точність координатно-часових вимірів на декілька порядків.

Одним із важливих напрямків удосконалення систем синхронізації є розвиток багатопозиційних пасивних систем високоточної частотно-часової синхронізації. Забезпечення вимог з економічності, надійності, завадозахищеності, електромагнітної сумісності можливо у разі застосування багатопозиційних пасивних систем синхронізації (БПСС). Основним параметром, що відображає якість роботи БПСС, є значення похибки частотно-часових звірень (ЧЧЗ).

У ряді робіт розглядається питання підвищення точності ЧЧЗ за рахунок усунення (компенсації) такого джерела похибки, як багатопроменевість розповсюдження радіохвиль (РРХ). В технічних виданнях показано, що багатопроменевість РРХ викликає появу додаткових піків взаємної кореляційної функції прийнятих сигналів, що знижує ймовірність правдивого звірення та вносить похибку до результатів звірення. Боротьба з багатопроменевістю є актуальною і для завдань позиціонування за допомогою глобальних навігаційних супутникових систем. Рекомендаціями Міжнародного союзу електрозв'язку передбачена необхідність прийняття заходів щодо компенсації впливу багатопроменевої РРХ.

Метою проведених досліджень було підвищення точності звірення просторово-рознесених мір часу та частоти в пасивних системах синхронізації шляхом компенсації впливу багатопроменевого поширення сигналу спільного джерела (ССД).

Для досягнення поставленої було розроблено математичну модель БПСС, в якій реалізована компенсація багатопроменевого поширення сигналу спільного джерела.

У доповіді, на прикладі двох-позиційної пасивної системи ЧЧЗ [1, 2], розглянуто застосування методу компенсації впливу

багатопроменевості ССД при наявності у пункті В багатопроменевої завади.

Обґрунтовано і розроблено нові принципи побудови компенсатора багатопроменевої завади в БПСС, які базуються на припущенні, що в одному з пунктів синхронізації багатопроменева завада відсутня, або має мінімально допустимий енергетичний рівень. Запропонований порядок обробки дозволяє виділити корисний сигнал та отримати заводову складову сигналу із суміші вхідного сигналу для подальшої компенсації завади.

Синтезовано структурну схему компенсатора багатопроменевої завади, яку апробовано в ході експериментальних досліджень. Структура компенсатора відповідає розробленим теоретичним положенням і реалізує компенсацію корисного сигналу з виділенням сигналу завади, а далі – подавлення завади і отримання синхронізуючого сигналу без впливу багатопроменевості.

На основі порівняльного аналізу відомих методів боротьби з пасивними корельованими завадами, до яких відносяться багатопроменеві завади, розроблена математична модель БПСС.

В моделі використовується відомий метод когерентної компенсації на носійній або проміжній частотах, який модифіковано під особливості реалізації пасивного методу загального охоплення (ПМЗО), що дозволило отримати позитивні результати у боротьбі з впливом багатопроменевих завад. Ефектом застосування модифікованого таким чином ПМЗО є збільшення відношення сигнал/завада вихідного корисного сигналу, що дозволяє забезпечити адекватність та необхідну точність вимірювань. Структура блоків вхідних сигналів і завад моделі відображена на рис. 1.

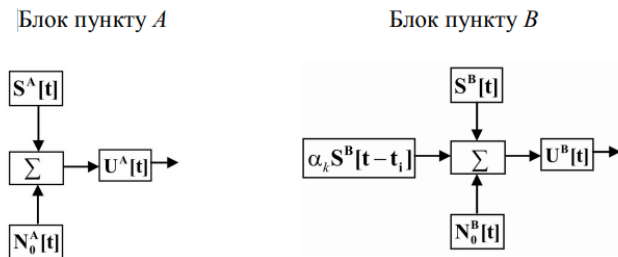


Рис. 1. Блоки формування сигналів та завад пунктів А та В

Де $S^A[t]$ – вектор-стовпець дискретних амплітудних відліків ССД в пункті А; $N_0^A[t]$ – вектор-стовпець дискретних амплітудних відліків внутрішніх шумів приймального каналу пункту А; $U^A[t]$ – вектор-

стовпець суміші дискретних амплітудних відліків ССД та внутрішніх шумів в пункті А; $S^B[t]$ – вектор-рядок дискретних амплітудних відліків ССД в пункті В; $N_0^B[t]$ – вектор-рядок дискретних амплітудних відліків внутрішніх шумів приймального каналу пункту В; $\alpha_k\{S^B[t-t_i]\}$ – вектор-рядок дискретних амплітудних відліків багатопроменевої завади в пункті В, затриманої на час t і t_i по відношенню до основного сигналу СД, де α_k – скалярний параметр, що визначає співвідношення між основним корисним сигналом та затриманим сигналом багатопроменевої завади (амплітудний множник); $U^B[t]$ – вектор-рядок суміші дискретних амплітудних відліків ССД, внутрішніх шумів та відліків багатопроменевої завади в пункті В.

В моделі є можливість зміни параметрів k , α_k , t_i та t_3 . Сформовані сигнали надходять на ідентичні блоки подальшої обробки, на виходах яких формуються оцінки точності звернення шкал еталонів.

Експериментально підтверджено працездатність компенсатора, застосування якого забезпечило подавлення багатопроменевої завади в отриманих сигнальних вибірках та зменшення середньоквадратичного відхилення похибки синхронізації просторово-рознесених еталонів часу і частоти у 4-5 разів.

Список використаних джерел

1. Костыря А.А. Компенсация многолучевости сигнала общего источника в пассивной системе синхронизации времени и частоты / А.А. Костыря, В.Н. Науменко, С.А. Плехно, С.И. Ушаков // Радиотехника. Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – Харьков: ХНУРЭ, 2015. – Вып. 183. – С. 13 – 17.
2. Костыря А.А. Компенсация влияния многолучевости в многопозиционной пассивной системе синхронизации времени и частоты [текст] / А.А. Костыря, С.И. Ушаков, В.Н. Науменко // Матеріали науково-техн. конференції “Проблемні питання розвитку озброєння та військової техніки” 15-18 грудня 2015р. – К.: ЦНДІ ОВТ, 2015. – С. 349-351.

Модель і методика структурно-параметричного синтезу ситуаційного комплексу мозаїчної структури

Даник Ю.Г.¹, Шестаков В. І.²

¹Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

²Командування Десантно-штурмових військ Збройних Сил України
E - mail: vng_dshv@post.mil.gov.ua

Досвід щодо попередження та ліквідації наслідків кризових ситуацій різної природи походження доводить, що досягти своєчасного і адекватного реагування можливо: за рахунок впровадження в системах

озброєння і військової техніки інформаційних технологій; комплексного застосування за передовою концепцією організації і ведення протиборства засобів отримання інформації, автоматизації управління, здійснення активних дій (впливу). В умовах сьогодення такою концепцією може бути концепція “мозаїчного протиборства”, якою передбачається ведення дій мозаїчною структурою (МС) із ситуаційних за складом та умовами застосування комплексів (СК) [1]. Така структура формується з наявних в районі кризової ситуації просторово-рознесених, різнорідних, різновидових сил і засобів за технологіями проектування складних інформаційних, організаційно-технічних систем.

Однак, існує протиріччя між необхідністю раціонального розподілу за завданням, місцем і часом просторово-рознесених, різнорідних та різновидових сил і засобів, з яких формується ситуаційний комплекс мозаїчної структури, управління таким комплексом і відсутністю адекватних моделей і методик автоматизації таких задач для ергатичної системи управління формуванням та застосуванням такого комплексу [2,3].

У доповіді наводяться результати розроблення моделі і методики структурно-параметричного синтезу СК з неоднорідних сил і засобів МС.

Модель становить пов'язані між собою спільними цілями і завданнями функціональні підсистеми: отримання інформації S_{Ex} , що формується з множини засобів Ex_k , $k = \overline{1, K}$; автоматизації управління S_{Dc} , формує з Dc_m , $m = \overline{1, M}$; здійснення активних дій S_{Ac} , формується з UAc_n , $n = \overline{1, N}$; ситуаційного оперативного управління S_{CC} у якій реалізується матрично-цільова структура управління.

Кортеж ситуаційного комплексу S подано так:

$$S: \left\{ \bigcup_r^R \{S_r\}, \bigcup_{n=1}^N M_n |, FS \right\}, \quad (1)$$

де $\bigcup_r^R \{S_r\}$ – сукупність різнорідних елементів,

$$\bigcup_r^R \{S_r\} = \{S_{Ex}, S_{Dc}, S_{Ac}, S_{CC}\}, \quad S_{Ex} = \bigcup_j UEx_j, \quad S_{Dc} = \bigcup_n UDC_n, \quad S_{Ac} = \bigcup_m UAc_m;$$

$\bigcup_{n=1}^N M_n |$ – сукупність планів застосування елементів (різнорідних

зв'язків); FS – цільова функція з запобігання або ліквідації наслідків кризової ситуації (призначення комплексу).

Можливих варіантів N_S конфігурацій СК:

$$N_S = \prod_{i=1}^I N_{S_i} = \prod_{i=1}^I \prod_{j=1}^{J_i} U n_{ij}, \quad (2)$$

де I – кількість функціональних підсистем, $I=3$; J_i – кількість ВОС та/або окремих засобів i -ї підсистеми.

Методика структурно-параметричного синтезу СК, яка полягає у виконанні таких етапів.

Перший етап. Визначається система критеріїв – формулюється оптимізаційна задача синтезу СК з безлічі можливих варіантів зі складу наявних сил і засобів МС:

$$\begin{cases} CS \rightarrow \max, \\ Q \rightarrow \text{extremum}, \\ E \rightarrow \min, \\ K_{ЖЦ\text{ер}} \leq K_{ЖЦ} \leq 1; \end{cases} \quad (3)$$

де CS – прибуток від ефекту; Q – уражаюча продуктивність, $Q = \langle W, H, D, O \rangle$; W – ефективність ураження, H – ентропія, D – показник якості планування застосування, O – оперативність управління; E – енергія; $K_{ЖЦ}$ – показник керованості життєвим циклом, $K_{ЖЦ\text{ер}}$ – граничне значення показника керованості життєвим циклом.

Другий етап. Здійснюється структурний синтез за цільовою функцією:

$$\{S_M\} = \{S_r : \min_{E \in \{E_{\text{цл}}\}} F(E, \eta), \eta = \eta(I), I_{\text{н.гр}} \leq I \leq I_{\text{в.гр}}\}, \quad (4)$$

де E – кількість енергії; I – кількість інформації, $I_{\text{н.гр}}$, $I_{\text{в.гр}}$ – нижня, верхня границя значень кількості інформації.

Результати синтезу заносяться до бази даних можливих варіантів $\{S_M\}$ конфігурації СК.

Третій етап. На основі метода компромісів визначаються доцільні варіанти $\{S_\delta\}$ конфігурації комплексу:

$$\{S_\delta\} = \{S : \text{extr}_{S \in \{S_M\}} Q\{W, H, D, O\}, K_{ЖЦ\text{ер}} \leq K_{ЖЦ} \leq 1\} \quad (5)$$

Четвертий етап. Приймається рішення щодо раціонального варіанту S^U ситуаційного комплексу:

$$S^U = \mathop{\text{Arg max}}_{S \in \{S_0\}} CS(S). \quad (6)$$

Теоретичне значення одержаних положень і результатів полягає у подальшому розвитку теоретичних засад побудови складних ергатичних систем управління, моделей та методик автоматизації функцій управління в складних інформаційних організаційно-технічних системах.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що розроблені та реалізовані моделі та методики дозволяють проектувати, впроваджувати та розвивати елементи автоматизованої системи C⁴ISR складових сил оборони, що відповідає доктринам і рекомендаціям НАТО.

Список використаних джерел

1. DARPA Tiles Together a Vision of Mosaic Warfare. URL: <https://www.darpa.mil/work-with-us/darpa-tiles-together-a-vision-of-mosaic-warfare>.
2. Sapaty P. S. Mosaic Warfare: From Philosophy To Model To Solution // Математичні машини і системи : наук.-техн. журн. Київ : ПІММС, 2019. № 3. С. 17–34.
3. Valery Shestakov, Yuriy Danyk. Increase In The Efficiency Of Situational Control Systems By Forces And Means To Prevent From And Liquidate Crisis Situations. First International Conference on System Analysis & Intelligent Computing, SAIC 2018. URL : <https://ieeexplore.ieee.org/document/8516746>.

Підхід експертного визначення необхідних ресурсів для оперативного реагування на надзвичайні ситуації

Нестеренко О.В., Нетесін І.Є., Поліщук В.Б., Шевченко В. Л.

*Український науковий центр розвитку інформаційних технологій,
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту,
info@rit.org.ua*

Одним з ключових проблемних питань у сфері оперативного реагування на надзвичайні ситуації (НС) є пошук раціональних підходів до визначення і планування відповідних ресурсів та оснащення ними аварійних формувань для забезпечення необхідних спроможностей сил захисту. Методологічна складність отримання раціонального рішення обумовлена відсутністю правил і підходів щодо балансування кількісних і якісних характеристик спроможностей, передбачених директивними документами, що ускладнює створення автоматизованих засобів підтримки прийняття рішень [1, 2]. Разом із тим результати існуючих в країні досліджень, які проводяться різними установами стосовно підтримки прийняття рішень в сфері техногенно-екологічної безпеки,

запобігання і реагування на надзвичайні ситуації в умовах підвищеного екологічного ризику, носять фрагментарний, розрізнений характер і не дають змоги відобразити цілісну картину ситуації для осіб, що приймають рішення.

Процес вибору раціонального варіанту складу ресурсів потребує використання аналітичного інструментарію оцінки спроможностей на засадах моделювання різних варіантів сценаріїв розвитку надзвичайних ситуацій та формування основних завдань, виконання яких гарантуватиме ліквідацією їх наслідків. Варто зазначити, що процес прийняття рішення в умовах НС супроводжується проходженням великих інформаційних потоків, не визначеністю та високою динамікою змін. У таких умовах проблемній області притаманна значна чисельність аспектів або властивостей, що впливають на якість прийнятого рішення. В цілому це призводить до того, що задачі прийняття рішень зазвичай є багатокритеріальними.

Дослідники та фахівці пропонують низку підходів до підтримки прийняття рішень у такому середовищі, зокрема спираючись на евристичні інтерактивні (експертні) методи, які певною мірою надають можливості вирішувати поставлені завдання [3 - 5].

У той же час, враховуючи певну специфіку формування експертних груп зі складу фахівців Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), а також складність на практиці визначення у кількісній формі характеристик/показників ресурсів для їх порівняння, вкрай важливим є надання цим групам достатньо простих і в той же час формалізованих і науково-обґрунтованих підходів та відповідного програмного інструментарію для оцінювання та відбору (ранжування) ресурсів.

Таким чином актуальним є формування підходу для забезпечення аналітичної підтримки прийняття експертних рішень у задачах визначення спроможностей і ресурсів в умовах надзвичайних ситуацій на основі моделей і відповідного інформаційного забезпечення [6], які адекватно відображають притаманні цим задачам ієрархічні та мережеві структури елементів (об'єктів, факторів, критеріїв тощо) і враховують їх взаємний вплив в умовах багатofакторності.

Розглянемо застосування підходу, який пропонується, на прикладі ліквідації лісових пожеж (ЛП), які останнім часом являють найбільшу небезпеку в природних екосистемах. Гасіння ЛП – це поєднання реалізації організаційно-управлінських, інженерно-технічних та оперативних тактичних рішень. Сучасним способом гасіння ЛП є залучення авіації, яке передбачає скидання води з повітря на охоплені вогнем ділянки. При цьому успіх у гасінні ЛП суттєво пов'язаний з

наданням у розпорядження відповідальних осіб необхідної кількості ресурсів (літаків та вертольотів) та вибором «найкращого» варіанту дій авіації при формуванні полоси локалізації пожежі. Під поняттям «ресурс» будемо розуміти наземні та повітряні сили і засоби ДСНС, які можуть бути залучені до ліквідації НС, пов'язаних з ЛП.

Таким чином задачею прийняття рішення є вибір найбільш раціонального варіанту дій сил і засобів A^* з декількох можливих A_1, A_2, \dots, A_n на основі певної кількості критеріїв K_i . На відміну від традиційних індукційних і дедуктивних методів, в яких висновки робляться на основі припущень, холистичний підхід, що пропонується, об'єднує елементи, що розглядаються, у 4-х рівневу ієрархічну структуру (рис. 1а), другий та третій рівні якої складають критерії.

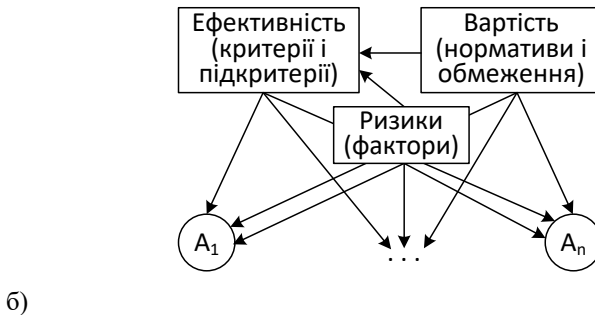
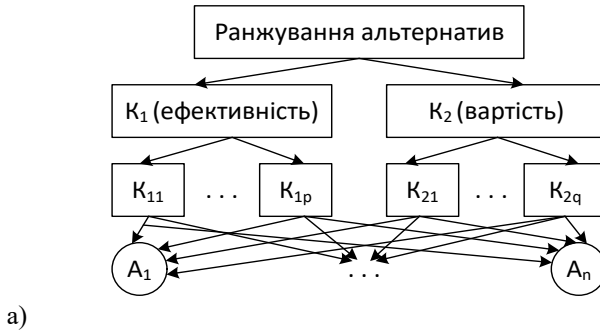


Рисунок 1 – Структури об'єднання елементів прийняття рішень

На другому рівні розташовані головні критерії (наприклад, «Ефективність», «Вартість»), а на третьому – критерії, що їх деталізують, (наприклад, «Час, необхідний на організацію польотів»,

«Підготовленість екіпажів» та інші). Далі ця структура обчислюється за методом аналізу ієрархій (МАІ) з використанням графового інтерфейсу експерта [5,7].

Для врахування додаткових факторів, приміром, ризиків застосування авіації, пов'язаних з турбулентністю, рівнем задимленості, напрямом і швидкістю вітру, іншими метеорологічними умовами та рельєфом місцевості, доцільно застосувати мережеву структуру, яка допускає наявність залежностей між її елементами (рис. 1б) та метод аналітичних мереж (МАН), який є розвитком МАІ для вирішення більш складних задач, для опису яких ієрархій недостатньо [8].

Застосування мережевої моделі забезпечує пошук раціонального рішення з врахуванням спільних дій наземних аварійно-рятувальних підрозділів з екіпажами пожежних повітряних суден при ліквідації пожежі, коли окрім загальної обстановки, враховуються більш різноманітне коло чинників та їх взаємовпливи для досягнення бажаної ефективності і водночас забезпечення прийнятної безпеки застосування як наземних підрозділів, так і авіації.

Список використаних джерел

1. Суходоля О.М. Адаптація системи національної безпеки до викликів часу: формування механізмів забезпечення національної стійкості. Розвиток цивільного захисту в сучасних безпекових умовах: Матеріали 21 Всеукраїнської науково-практичної конференції (за міжнародною участю). Електронне видання комбінованого використання. Київ: ІДУЦЗ, 2019. С. 260-271.
2. Коробкін В. Ф., Слюсар А. А. Спроможності у сфері цивільного захисту: пошук категоріально-поняттєвого апарату. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. 2020, № 2 (10). С. 61-68.
3. Гнатієнко Г.М., Снитюк В.Є. Експертні технології прийняття рішень: Монографія. Київ: ТОВ «Маклаут», 2008. 444 с.
4. Снитюк В.Е., Быченко А.А., Джулай А.Н. Эволюционные технологии принятия решений при пожаротушении: монография / Науч. ред. Тимченко А. А. Черкасы: Маклаут, 2008. 267 с.
5. Nesterenko O., Netesin I., Polischuk V., Trofymchuk O. Development of a procedure for expert estimation of capabilities in defense planning under multicriterial conditions. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. № 4/2 (106). P. 33-43. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.208603
6. Nesterenko O., Trofymchuk O. Patterns in forming the ontology-based environment of information-analytical activity in administrative management. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019. № 5/2 (101). P. 33-42. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.180107.
7. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. Москва: Радио и связь, 1993. 278 с.
8. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. Москва, Изд-во ЛКИ, 2008. 360 с.

Основні тенденції розвитку надзвичайних ситуацій терористичного характеру на потенційно небезпечних об'єктах

Сметанін К.В., Єгоров В.О.

*Житомирського військового інституту
ім. С.П. Корольова, Е - mail: kiry221982@gmail.com*

Головна мета протидії на потенційно небезпечних об'єктах, що охороняються - це недопущення терористичного акту.

Виходячи з специфікації надзвичайних ситуацій терористичного характеру і закономірностями управління надзвичайними ситуаціями в інших сферах [1,2] розроблені моделі та алгоритми, які застосовуються і в інтересах протидії зловмисникам на об'єктах, що охороняються.

Основне завдання управління надзвичайною ситуацією - це зменшення ступеня небезпеки. Одна з концепцій оцінки небезпеки або загрози є концепція ризику. Тут ризик розуміється як можливість настання подій з негативними наслідками, тобто можливість реалізації передбачуваної небезпеки. З цих позицій ефективність управління надзвичайною ситуацією оцінюється ступенем зменшення ймовірності настання негативних подій і (або) наслідків від них за допомогою виконання певних заходів, які вимагають розумних витрат.

У випадках, коли існує невизначеність, апелюють до такого теоретичного поняття, як імовірнісний розподіл можливих результатів (позитивних і негативних). Тоді ризик буде мірою невідповідності між різними результатами рішень, які оцінюються через їх корисність, шкідливість, а так само ефективність за критеріями відповідності обраним оператором або керівником. Подібна концепція використовується в теорії прийняття рішень в умовах невизначеності, теорії ігор та ін. [4]. З цих позицій оцінка ефективності управління проводиться по різниці дисперсії між очікуваними результатами і дійсними результатами.

Рівень ризику можна використовувати як оцінку управління надзвичайною ситуацією на кожному етапі її розвитку. Слід зауважити, що в залежності від можливості формалізації завдання і наявної вихідної інформації можуть бути використані кількісні показники ризику (наприклад, ймовірність настання катастрофічної події) [3] або якісні, коли відсутня можливість кількісних оцінок. При якісній оцінці кажуть, що рівень ризику знижується або збільшується. Тоді оцінка ефективності управління надзвичайною ситуацією терористичного характеру полягає в зниженні ризику скоєнні теракту

на потенційно небезпечному об'єкті, яка може оцінюватися якісно (ризик зріс або зменшився) і кількісно ймовірність настання катастрофічної події. Оптимізація управління надзвичайною ситуацією на потенційно небезпечному об'єкті полягає в удосконаленні фізичного захисту об'єкта, а саме: розробці нових акустичних засобів дистанційного знімання мовної інформації і розробці нових засобів акустичного контролю і знімання мовної інформації.

Таким чином, основними тенденціями в розвитку надзвичайних ситуацій терористичного характеру є скритність, тривалість і ретельність підготовки теракту, використання інформаційних технологій і високих технологій на всіх етапах підготовки. Оптимізація процесу недопущення терактів на потенційно небезпечних об'єктах полягає в удосконаленні системи фізичного захисту, а саме розробці нових систем і засобів акустичного контролю і знімання мовної інформації.

Список використаних джерел

1. Trysnyuk, V.M., Smetanin, K.V., Holowan, Y.V., Kashchishin, O.L., Radlowska, K.O. [2019] The improvement of the system of ecological monitoring of the environment through the application of remotely piloted aircraft systems. Conference - Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment.
2. О. Попов, V Kovach, O Bliashenko, K Smetanin [2015] Development of mathematical means for estimation of ecological and economical losses from pollution of atmospheric air in zones of technogenic objects impact/ - Journal" Riscuri Si Catastrofe». –2015. –NR. XIV, 2015
3. Trysnyuk, V., Demydenko, O., Smetanin, K., Zozulia, A. [2020] Improvement of the complex evaluation method of vital activity risks. Geoinformatics - XIXth International Conference "Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects", 17605.

Підхід до реалізації веб-сервісу обробки інформації у графічних форматах

Кряжич О.О., Захожай О.І., Зінченко В.Л., Лифар В.О., Іванов В.Г.

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Метою роботи є розробка підходу до реалізації веб-сервісу обробки інформації, представленої у графічних форматах. Багато інформації для управління екологічною та техногенною безпекою представлено у графічному форматі – зображення, карти, скановані тексти, збережені у графічних форматах, часто дуже низької якості. Для пошуку такої інформації та наступної обробки на веб-сервісі пропонується реалізація алгоритму. Алгоритм пошуку складається з наступних дій:

1) Підготовлюється зразок тексту у векторному форматі.

2) Текст розбивається на комірки за знаками і рядками. Кожна комірка має координату за порядковим номером рядка і знаку у рядку.

3) Визначається базисної точка, яка за методом можливих напрямків Дж. Зойтендейка може бути обрана довільно [1 – 2].

4) З базисної точки обирається напрям, визначається крок. Умова невід'ємного значення обмежена полями документу.

5) В оригіналі документу з базисної точки робиться крок, визначається фіксована точка (комірка), визначається літера в цій точці.

6) Дія 5 з базисної точки повторяється $n+1$ разів для отримання набору точок.

7) У масиві растрових документів (електронна бібліотека, база даних) задається пошук, де отримана модель за кроками 2 – 6 накладається на аркуш растрового тексту і перевіряються співпадіння за комірками шляхом векторного опису растрового фрагменту тексту.

8) Отриманий фрагмент опису порівнюється з оригіналом.

9) У разі повного співпадіння – документ переноситься до архіву. Кінець виконання алгоритму.

10) У разі часткового співпадіння – точки, в яких значення співпало стають базисними і виконуються кроки алгоритму 4 – 8 до досягнення поля документа.

11) У разі повного неспівпадіння – виконуються пункти 3 – 10.

12) Досягнення краю документу – кінець виконання алгоритму.

Слід зазначити, що остання точка на векторі з ідентичним значенням оригіналу визначається полюсною точкою. Ідентичність вишуканого фрагменту оригіналу документу повинно бути підтверджене співпадінням значень (відповідних літер) у базисній та полюсних точках з врахуванням виконання умов [3].

Деяка складність реалізації подібного алгоритму на веб-порталі обумовлена тим, що для побудови веб-сервісу обробки графічної інформації необхідна реалізація на порталі або власного графічного редактору, або підключення існуючих, наприклад:

– Fotoshop-онлайн (<https://photoshop.adobe.com>);

– Method Draw (<https://editor.method.ac/>);

– інші векторні редактори (<https://www.autodraw.com/>).

Тому для апробації реалізованого алгоритму була використана емуляція комп'ютерної мережі за допомогою декількох віртуальних машин, що була розгорнута на базі Центру ІТ-рішень Луганської області, та використанні встановлених на комп'ютерах графічних редакторів Photoshop та CorelDraw.

Програмний модуль для переведення растрової графіки у векторну розроблено на основі вибору базисної точки, з якої починається опис контуру зображення за допомогою елементарних, тригонометричних та деяких гіперболічних функцій із застосуванням Z_m -апроксимації та побудови адаптивного алгоритму, математичні основи чого було викладено в попередніх розділах.

В графічному редакторі Photoshop реалізується безпосередньо створення масиву даних для пошуку – пошукова модель літер, за якими здійснюється пошук відповідності між оригіналом та деяким растровим текстом. Програмний модуль із супутніми файлами .rip1 та .h, прикладні компоненти *.crr та *.h створюють програмний додаток, що дозволяє виконати дії з побудови моделі тексту.

Робота починається з запуску графічного редактора Photoshop, завантаження зображення та його налаштування, після чого здійснюється виклик програмного модулю, який виконує побудову моделі у форматі .cmx, доступного для подальшої роботи у графічному редакторі CorelDraw. Вхідні параметри для побудови текстової моделі для пошуку – аркуш, рядок, символ. Аркуш має обмеження за текстовим полем, кількість рядків і символів не обмежена.

Основний компонент програмного модулю можна представити через значення аргументу вибору (selector), що можна використати з компонентів графічного редактора Photoshop:

- FILTER_SELECTOR_ABOUT з метою отримання інформації про програмний модуль через виконання меню «Help» – «About plugin» – «Use_Contour_01»;
- FILTER_SELECTOR_PARAMETERS, щоб задати початкові значення параметрів;
- FILTER_SELECTOR_CONTINUE, що призначений для виконання адаптивного алгоритму на цьому етапі реалізації завдань сервісу обробки інформації (рис. 1).

Безпосередньо виконання програмного додатку здійснюється через реалізацію функцій:

- структурування масиву інформації, що описує зображення,
- виділення контуру зображення, як послідовник точок на площині дослідження,
- формування контурів зображення,
- представлення параметрів контурів у вигляді кривих, що описані функціями.

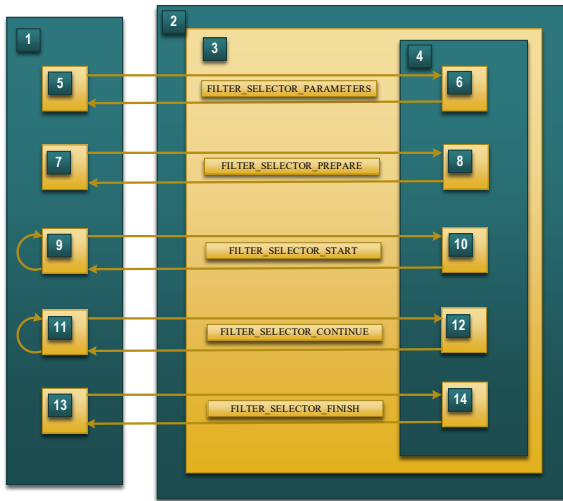


Рисунок 1 – Відпрацювання функцій сервісу обробки інформації: основні компоненти програмного модулю

Позначки та пояснення до рис. 1:

- 1 – Середовище графічного редактору «Photoshop»;
- 2 – плагин;
- 3 – функція `PluginMain`;
- 4 – функціональний блок;
- 5 – вибір пункту меню «Filter»;
- 6 – ініціалізація параметрів;
- 7 – вибір пункту меню «Last Filter»;
- 8 – виділення необхідної пам'яті для проведення операції обробки зображення;
- 9 – можливе зациклювання до завершення обробки зображення за адаптивним алгоритмом до закінчення процесу обробки або до виникнення помилки;
- 10 – перевірка параметрів, обробка зображення або визначення ділянки зображення, на якій за алгоритмом далі відбуватиметься пошук та обробка;
- 11 – повторення п. 9: зациклювання або помилка;
- 12 – обробка поточного фрагменту зображення, визначення наступного фрагменту для обробки і пошуку збігів;
- 13 – завершення роботи алгоритму;
- 14 – підготовка до завершення роботи плагіну.

Робота з неструктурованою інформацією відбувається за допомогою моделі формату .cmx графічного редактору CorelDraw. Особливості цього формату – призначення для роботи з будь-якими даними, формат яких залежить від їх типу, включаючи вкладені фрагменти (різновид Resource Interchange File Format для обміну різними ресурсами). Зовнішній фрагмент такого формату складається із заголовка та області даних. Перші чотири байти заголовку утримують код ідентифікатора даних FOURCC, де зареєстрована частина пишеться великими літерами, а незареєстрована – малими. Наступні чотири байти заголовка – розмір області даних, може утримувати нульовий байт для збереження розмірності. Безпосередньо область «Дані» утримує ідентифікатор «CMX1» та набір з десяти фрагментів у форматі .cmx.

Висновок: Реалізована задача створення програмного модулю для опису растрової графіки векторами, розробленої на основі вибору базисної точки, з якої починається опис контуру зображення за допомогою елементарних, тригонометричних та деяких гіперболічних функцій. Для реалізації та виконання такого програмного модулю застосована емуляція комп'ютерної мережі за допомогою декількох віртуальних машин та платформи графічних редакторів Photoshop та CorelDraw.

Список використаних джерел

1. Кряжич О.О., Трофимчук О.М., Коваленко О.В. Алгоритм визначення початкової точки при моделюванні за методом можливих напрямків / *Радіоелектроніка, інформатика, управління*. 2019. № 3, С. 40 – 46. DOI 10.15588/1607-3274-2019-3-6 (WoS).
2. Коваленко О.В., Кряжич О.О. Спосіб опису екологічного стану території та його програмна реалізація «Випадкова точка» з використанням методу можливих напрямків // *Вісник УжНУ. Серія: Математика і інформатика*. – 2016. – №1 (28). – С. 60–71.
3. Кряжич О.О. Вирішення оптимізаційних задач при обґрунтуванні проєктів ППР за методикою DOTMLPF / О.О. Кряжич // *Математичні машини і системи*. – 2014. – №2. – С. 43-50.

Розробка веб-порталу із сервісом обробки інформації для наукових досліджень

Кряжич О.О.,¹ Коваленко О.В.²

¹*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля,*

²*Інститут ядерних досліджень НАН України*

Метою роботи є представлення результатів створення веб-порталу, призначеного для обробки інформації дослідження міграції тритію в навколишньому середовищі.

Веб-портал проекту «Тритій на планеті Земля», на якому реалізовано сервіс обробки інформації, передбачає створення функціональної інформаційно-довідкової та інформаційно-пошукової системи з систематизацією та структуруванням даних щодо одного з найменш досліджених радіоізотопів водню – тритію. Для реалізації проекту зареєстроване доменне ім'я tritium.earth. Призначення веб-порталу: одночасне виконання функцій інформаційно-довідкової системи для зовнішніх користувачів інформації та інформаційно-пошукової системи для дослідників за напрямками, пов'язаними з екологічною безпекою, радіоекологією, медициною, природокористуванням та інш. Однією з головних технічних ідей реалізації веб-порталу із сервісом обробки інформації є реалізація можливості електронного блокування дослідника за методологією та алгоритмами програми «Випадкова точка» [1] для обробки інформації в режимі он-лайн з розпаралелюванням отриманих даних між зовнішнім порталом (довідка для зовнішніх користувачів) та внутрішнім порталом (пошук та накопичення даних для внутрішніх користувачів). На внутрішньому порталі реалізовано веб-сервіс обробки первинної інформації з побудовою тривимірних моделей забруднення територій (за результатами досліджень) з трансляцією цих моделей на зовнішній портал та можливістю роботи з цими моделями (зміна початкової точки, зміна ситуації у випадку зсуву ґрунту та інш.)

За основу для побудови веб-порталу із сервісом обробки інформації були взяті положення [2], а також враховані особливості, виявлені при тестуванні програми «Випадкова точка». В якості джерела для систематизації та структуризації даних, як тих, що використовуються в сервісі обробки, так і тих, що використовуються у пошуковій та довідковій системах веб-порталу, застосовано Державний класифікатор України ДК 011-96 «Класифікатор системи позначень одиниць вимірювання та обліку» (КСПОВО) [3]. Для створюваної системи обрані ключові елементи: множини одиниць вимірювання для вибору зі списку та одиниці обліку для вибору зі списку при позначенні показників (як розрахункових, так і статистичних). Код одиниці вимірювання та одиниці обліку за зазначеним класифікатором має структуру, наведену на рис. 1.

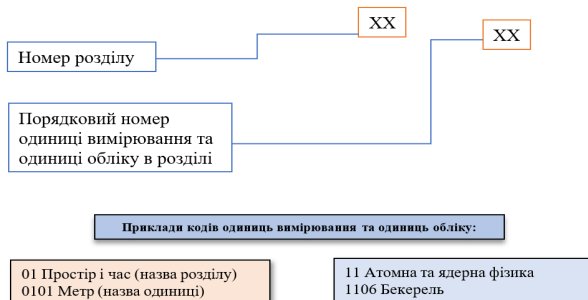


Рисунок 1 – Приклад представлення коду одиниці вимірювання та одиниці обліку за КСПОВО

Орієнтуючись на зазначений Державний класифікатор КСПОВО, розроблені специфікації полів для базових довідників ППС/ІДС порталу.

В цілому, за результатами проведеної роботи можна зазначити, що методологія побудови веб-сервісу обробки інформації представлена як сервіс обробки інформації екологічного призначення для виконання задач наукового експерименту та спостереження. На веб-порталі реалізовані математичні моделі та алгоритми, щодо яких частково вже доповідалося на конференціях [4, 5], включаючи алгоритм адаптивного пошуку інформації. Наведені особливості використання класифікаторів для систематизації та структуризації інформації з метою подальшого її задіяння у сервісі обробки інформації та використання у інформаційно-пошукових та інформаційно-довідкових системах веб-порталу.

Список використаних джерел

1. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 67750 «Комп'ютерна програма з реалізації способу опису забрудненої території «Випадкова точка» («Випадкова точка (Random point)»)). Автори: Кряжич Ольга Олександрівна, Коваленко Олександр Васильович. Дата заявки: 12.07.2016. Дата реєстрації: 12.09.2016.
2. Коваленко О.В. Сайт наукового проекту: особливості реалізації / О.В. Коваленко // Математичні машини і системи. – 2017. – №3. – С. 120-129.
3. Державний класифікатор України. Класифікатор системи позначень одиниць вимірювання та обліку. ДК 011-96. Затверджений Наказом Держстандарту України від 09.01.1997, № 8.
4. Кряжич О. О., Коваленко О.В. Реалізація адаптивного пошукового алгоритму при розробці веб-порталу / Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: актуальні питання // Колективна монографія за матеріалами XVII Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 01-02 жовтня 2019 р.) / За заг. ред. С.О. Довгого. – К.: ТОВ «Видавництво «Юстон», 2019. – С. 149-153.
5. Кряжич О.О. Коваленко О.В., Яворський Б.І. Особливості реалізації веб-порталу для виконання складних задач управління проектами / Сучасні інформаційні технології

управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: тенденції 2020 року // Коллективна монографія за матеріалами XIX Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 06-07 жовтня 2020 р.) / За заг. ред. С.О. Довгого. – К.: ТОВ «Видавництво «Юстон», 2020. – 205 с. – С.113-118. ISBN 978-617-7854-27-1

Застосування засобів опрацювання неструктурованих даних у задачах прогнозного моделювання

Терентьєв О. М., Просьянкіна-Жарова Т.І., Дякон Д. В.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України, e-mail: o.terentiev@gmail.com, t.pruman@gmail.com, dmitro.dyakon@gmail.com

Досить часто при розв'язанні задач прогнозного моделювання виникає потреба використовувати різнотипну інформацію, в тому числі, неструктуровану, розміщену в мережі Інтернет. Як правило, це значні обсяги структурованих та неструктурованих даних, що розміщуються різними користувачами. Це й блоги, портали новин, статті в електронних виданнях, офіційна інформація, обговорення подій користувачами, тощо. Всі ці джерела містять актуальну інформацію, яка дозволяє розширити уяву про об'єкт дослідження. Тому питання опрацювання неструктурованих даних для подальшого їх використання у прогнозному моделюванні є актуальним.

Використання такої інформації передбачає застосування методики, основаної на послідовній реалізації набору кроків, які охоплюють видобування текстової інформації з Інтернет, формування набору правил для аналізу, відбір найбільш значимих критерії та цілей, а також візуалізацію одержаних результатів [1-7]. Для реалізації вказаної методики обрано одні з найпотужніших засобів опрацювання неструктурованої інформації, розміщеної в мережі Інтернет - інструменти SAS Textual Analytics, алгоритм латентно-семантичного аналізу, реалізований засобами мови програмування SAS Base [8, 9].

Пропонована методика опрацювання неструктурованих даних вирізняється тим, що на етапах інтерпретації результатів та виявлення найбільш значимих факторів можуть бути застосовані дерева рішень, кластерний аналіз [10, 11], ймовірно-статистичні моделі [12], експертні оцінки [13]. Узагальнена методика використання неструктурованих даних для побудови моделей нелінійних нестационарних процесів представлена на рис. 1 [14].

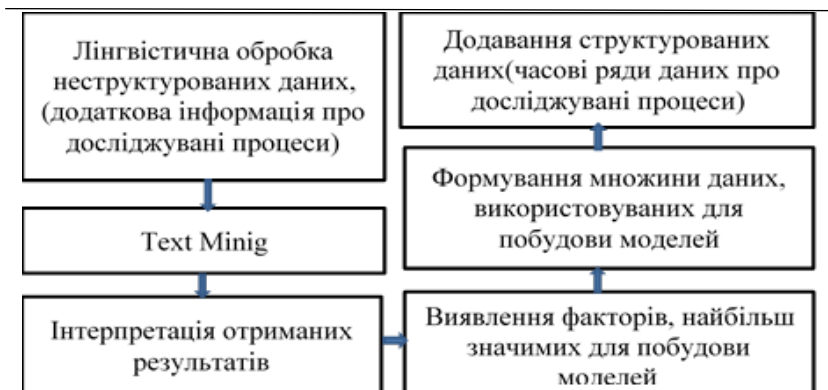


Рисунок 1 – Методика опрацювання неструктурованих даних із використанням Text Mining

Як видно з рис. 1, методика, запропонована у роботі, передбачає виконання попередньої обробки даних, формування множини правил для аналізу, відбір найбільш значимих критеріїв та цілей, візуалізацію одержаних результатів. Таке використання засобів текстової аналітики дає можливість найбільш повно сформулювати альтернативи та уточнити цільову настанову. У випадках, коли інформація, що описує досліджувані процеси має суттєві протиріччя, пропуски, похибки і затримки, може бути сумнівною щодо достовірності, доцільно додатково застосовувати й методику визначення подібності процесів, виконувати попередню обробку даних.

У найбільш загальному випадку, для формування набору альтернатив та цільової установки дослідження, необхідно:

1. Визначити коло питань, які цікавлять дослідників
2. Розробити таксономію проблемної сфери
3. Проаналізувати веб-ресурси з обраної проблематики, обравши оптимальні інструменти дослідження
4. Розробити правила для текстового аналізу
5. За потреби, визначити емоційне забарвлення інформації, що обробляється
6. Окреслити коло найбільш затребуваних питань
7. Сформулювати матриці PEST та SWOT аналізу (за потреби)
8. Розробити сценарії розвитку подій (за наявності, використовуючи результати PEST та SWOT аналізу)
9. Описати найбільш значимі фактори для кожного із варіантів сценаріїв
10. Розробити ймовірнісну модель для кожного із варіантів сценарію

11. Зробити висновки про можливі варіанти зниження (усунення) загроз та ризиків.

Для визначення емоційного забарвлення текстової інформації, пропонується побудувати множину правил для відбору позитивних та негативних вподобань для кожної частини мови.

На етапах 1-3 та 5 необхідно забезпечити автоматизоване опрацювання значних обсягів переважно тестової інформації за допомогою засобів SAS Textual Analytics, які мають широкий спектр можливостей для аналізу структурованих та неструктурованих даних. Це й SAS Web Crawler, SAS Search and Indexing, SAS Enterprise Content Categorization, SAS Ontology Management, SAS Text Miner та SAS Sentiment Analysis Studio (рис. 2).

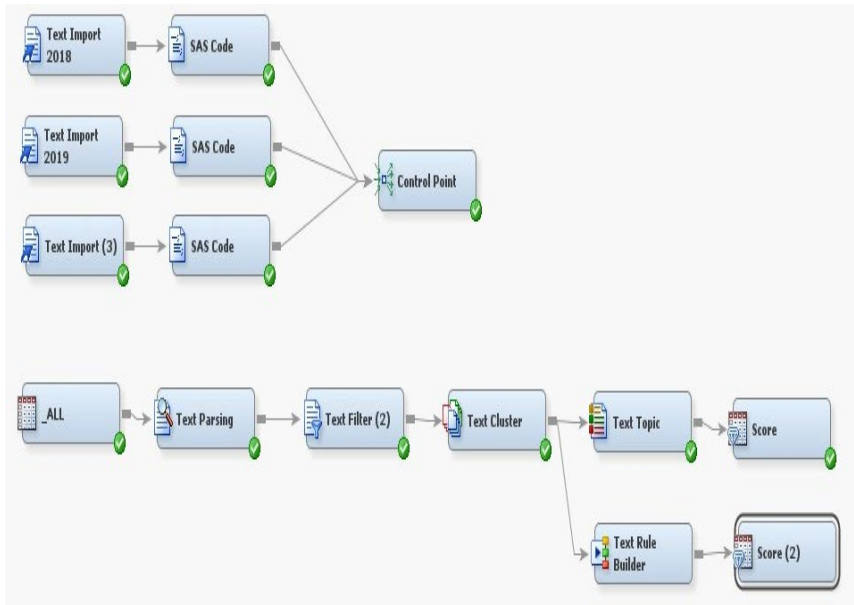


Рисунок 2 – Схема технологічного процесу з аналізу текстових повідомлень в системі SAS Text Miner

SAS Text Miner має потужний веб-краулер, який вилучає необхідний контент і зберігає його у вигляді файлів-документів.

Для проведення дослідження, передбаченого на етапі 5 запропоновано використовувати інструменти SAS Sentiment Analysis Studio, які дозволяють аналізувати тональність тексту на основі

побудованих правил, будувати моделі, в основу яких покладені правила та гібридні моделі (на основі статистичних моделей та моделях на основі правил).

Одним із наочних прикладів переваг використання неструктурованої інформації у прогнозному моделюванні є задача кредитного скорингу.

Вхідною інформацією для побудови моделей є персональні дані 3000 клієнтів одного з банків України, на основі яких необхідно спрогнозувати ймовірність повернення споживчого кредиту.

У модель були включені такі чинники як: вік клієнта; коефіцієнт відношення рівня доходу до позик, що сплачуються щомісяця; наявність власного авто; кількість дітей; дохід клієнта; кількість непогашених кредитів; наявність власної квартири або будинку; трудовий стаж клієнта (років).

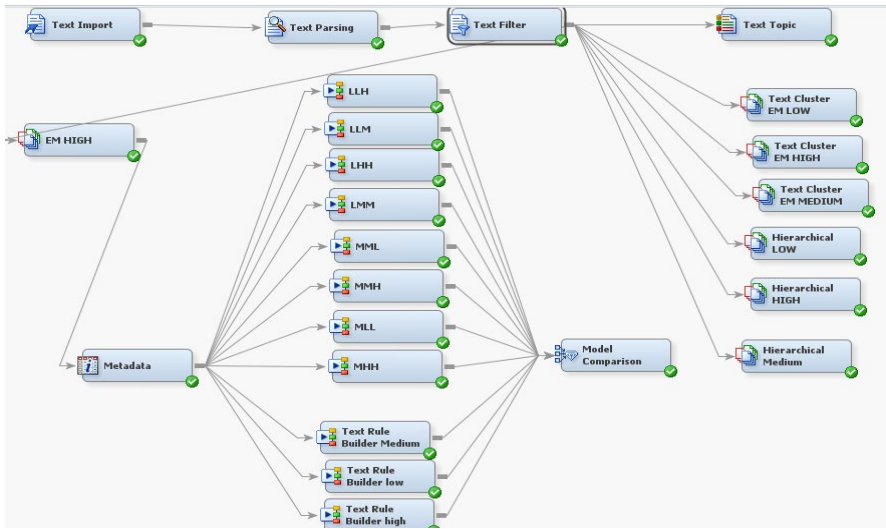


Рисунок 3 - Схема процесу аналізу контенту

В результаті кластеризації, виконаної за EM-методом, клієнти банку були згруповані у три кластери. В таблиці 1 представлені описи відповідних кластерів та терми, виявлені з корпусу документів, що їх описують.

Таблиця 1 – Терми, що описують кластери клієнтів

Кластер	Терми, що описують кластер.
1	економічна криза, влада, пандемія, стурбованість, швидка позика, дитина
2	комунальні послуги, ліки, пенсія, субсидія, соціальний працівник
3	перспективи, власна справа, освіта, IT, подорож, автомобіль, відпочинок, цікаві місця

На основі виявлених залежностей були побудовані моделі логістичної регресії.

Модель 1 – класична модель логістичної регресії на стандартних показниках, сформованих на аплікаційних формах клієнтів, що заповнювалися в місцях видачі споживчого кредиту.

Модель 2 – розширена модель логістичної регресії, в яку включено показник щодо належності клієнта до відповідного кластеру, який було визначено на основі результатів SVD аналізу.

Рівняння моделі 1 для обчислення значення прогнозу-рейтингу (логіт балу) має вигляд (1):

$$\text{logit}(\hat{p}) = \exp(-4,6301 + 0,0524 \cdot \text{AGE} + 0,3368 \cdot \text{Ratio} + 0,1361 \cdot \text{CAR} + 0,129 \cdot \text{CHILDREN} + 0,00015 \cdot \text{INCOME} - 0,1056 \cdot \text{NUMLOAN} + 0,0232 \cdot \text{RESIDENCE} + 0,00153 \cdot \text{TIMEJOB}) \quad (1)$$

Рівняння моделі 2 для обчислення значення прогнозу-рейтингу (логіт балу) має вигляд (2):

$$\text{logit}(\hat{p}) = \exp(-4,3826 + 0,0456 \cdot \text{AGE} + 0,3017 \cdot \text{Ratio} + 0,1381 \cdot \text{CAR} + 0,00828 \cdot \text{CHILDREN} - 0,1312 \cdot \text{CLUSTER}_1 - 0,2222 \cdot \text{CLUSTER}_2 + 0,00016 \cdot \text{INCOME} - 0,123 \cdot \text{NUMLOAN} + 0,00198 \cdot \text{RESIDENCE} + 0,00149 \cdot \text{TIMEJOB}) \quad (2)$$

Для переходу до значення прогнозу-оцінки (ймовірності повернення кредиту) використовується рівняння (3):

$$\hat{p} = \frac{1}{1 + \exp(-\text{logit}(\hat{p}))} \quad (3)$$

Таблиця 2 – Значення оцінок параметрів та статистик моделі 1

Параметр	Оцінка параметра	Стандартна похибка	p-значення
Intercept	-4,6301	15,317	0,7624
AGE	0,0524	0,0046	<,0001
Ratio	0,3368	1,3145	0,8275
CAR=YES	0,1361	0,2047	0,5061
CHILDREN	0,129	0,0422	0,0022

INCOME	0,00015	0,00003	<,0001
NUMLOANS	-0,1056	0,0509	0,0381
RESIDENCE=YES	0,0232	0,1029	0,822
TIMEJOB	0,00153	0,000487	0,0016

Значення оцінок параметрів та статистик моделі 2 наведені в таблиці 3.

Як можна побачити з результатів, представлених у табл. 3, після включення в модель логістичної регресії нового регресору – «приналежність до кластеру», в модель було додано дві проектні змінні (приналежність к 1 та 2 кластерам). Це стандартна ситуація, коли номінальна змінна, з n рівнями, представляються в моделі у вигляді ($n - 1$) регресора індикаторного типу.

Таблиця 3 – Значення оцінок параметрів та статистик моделі 2.

Параметр та його опис	Оцінка параметра	Стандартна похибка	p-значення
Intercept (вільний член моделі)	-4,3826	15,3948	0,08
AGE (вік клієнта)	0,0456	0,00515	78,41
Ratio (коефіцієнт відношення рівня доходу до позик що сплачуються щомісячно)	0,3017	1,3919	0,05
CAR=YES (наявність власного авто)	0,1381	0,2056	0,45
CHILDREN (Кількість дітей)	0,00828	0,0437	0,04
Cluster = 1 (приналежність до кластеру)	-0,1312	0,0977	4,67
Cluster = 2 (приналежність до кластеру)	-0,2222	0,0824	7,72
INCOME дохід клієнта	0,00016	0,00003	28,3
NUMLOANS (кількість непогашених кредитів)	-0,123	0,0512	5,76
RESIDENCE= YES (наявність власної квартири або будинку)	0,00198	0,1033	0
TIMEJOB (трудоий стаж, років)	0,00149	0,00048	9,66

Аналіз значень коефіцієнтів підвищення шансів повернення кредиту (odds ratio) показав, що:

- збільшення віку на 1 рік збільшує ймовірність повернення кредиту на 4,7%;
- збільшення значення Ration на 1% збільшує ймовірність повернення кредиту на 0,2%;
- наявність власного автомобіля збільшує ймовірність повернення кредиту на 12%;

- збільшення кількості дітей збільшує ймовірність повернення кредиту на 0,08%;
- збільшення доходу на 1000 грн збільшує ймовірність повернення кредиту на 0,4%;
- наявність кожного додаткового непогашеного кредиту зменшує ймовірність повернення кредиту на 16%;
- наявність власного житла збільшує ймовірність повернення кредиту на 4%;
- наявність кожного додаткового року трудового стажу збільшує ймовірність повернення кредиту на 1%;
- за приналежності до 1 кластеру, на відміну від випадку приналежності до 3 кластеру, зменшується ймовірність повернення кредиту на 12%, а приналежність до 2 кластеру, у порівняння з приналежністю до 3 кластеру, зменшує ймовірність повернення кредиту на 18%.

Порівняння результатів, отриманих за побудованими моделями представлене в табл.4.

Таблиця 4 – Статистичні характеристики отриманих моделей

Назва моделі	Похибка класифікації	Коефіцієнт Gini
Модель 1	32%	0,69
Модель 2	28%	0,72

Як можна побачити з табл. 4, підмішування до математичної моделі додаткового показника, отриманого на основі результатів кластеризації клієнтів за текстовою інформацією, що їх описує, дозволяє зменшити похибку класифікації на 4%.

Отже, використання SAS Textual Analytics дозволило знизити вплив людського фактору на вибір альтернатив та значно пришвидшити опрацювання значних обсягів неструктурованої інформації з Інтернет-джерел та сформулювати найбільш повне уявлення щодо розвитку ситуації, наявності ризиків та ознак кризових явищ, створити передумови для дослідження багатофакторних причинно-наслідкових залежностей, що можуть виникати серед різномірної та неструктурованої інформації, джерелом якої є відомості, одержувані з офіційних та неофіційних джерел.

Список використаних джерел

4. Galante R. Improving the Performance of Data Mining Models with Data Preparation Using SAS Enterprise Miner. Proceeding SAS Global Forum, April 26–29, 2015. Dallas, TX, USA, 2015. 21 p. URL:
5. <https://support.sas.com/resources/papers/proceedings15/SAS1965-2015.pdf> (Last accessed: 11.08.2020).

6. Matignon R. Data-mining using SAS Enterprise Miner. 2007. 584 p. URL:
7. <http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-0470149019.html>
8. Enders C.K. Applied Missing Data Analysis. NY : The Guilford Press, 2010. 401 p.
9. Multiple imputation in SAS / Institute for digital research and education. 2016 URL:
10. http://stats.idre.ucla.edu/sas/seminars/multiple-imputation-in-sas/mi_new_1 (Last accessed: 11.08.2020).
11. Agresti A. An Introduction to Categorical Data Analysis. New York: John Wiley & Sons, 1996. 718 p.
12. Chakraborty G., Pagolu M. Text Mining and Analysis: Practical Methods, Examples, and Case Studies Using SAS. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2013. 564 p.
13. Терентьев О. М., Просянкина-Жарова Т. І., Бідюк П. І., Связинська Н. О., Кириченко В. Е. Text mining analysis of agriculture internet sources using SAS software. Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту (ISDMCI 2016) : матеріали міжнар. конф. (м. Залізний порт, 24–28 трав. 2016 р.). Херсон : ХНТУ, 2016. С. 244–246.
14. Leonard M., Sloan J., Lee ., Elsheimer B. An Introduction to Similarity Analysis Using SAS. Proceedings of the SAS Global Forum 2007 . 2007. 22 p. URL: <https://support.sas.com/rnd/app/ets/papers/similarityanalysis.pdf>. (Last accessed: 10.03.2018).
15. Chakraborty G., Pagolu M. Text Mining and Analysis: Practical Methods, Examples, and Case Studies Using SAS. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2013. 564 p.
16. Breiman L., Friedman J., Olshen R., Stone C. Classification and Regression Trees. Florida : CRC Press, 2000. 360 p.
17. Art D., Gnanadesikan R., Kettenring, R. Data-based Metrics for Cluster Analysis. Utilitas Mathematica. 1983. Vol. 21. P. 75–99.
18. Трофимчук О., Бідюк П., Кожухівська О., Кожухівський А. Ймовірно-статистичні невизначеності в системах підтримки прийняття рішень. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». 2015. № 826. С. 237–248.
19. Heckerman D. E., Horvitz E. J., Nathwani B. N. Toward normative expert systems : Part I The Path Finder Project. Methods of information in medicine. 1992. Vol. 31, №2. P. 90–105.
20. Терентьев О. М. Моделі, методи та інформаційні технології прогнозування нелінійних нестационарних процесів в умовах невизначеності: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.06 / Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України. Київ, 2021. 357 с.

Побудова 3D моделі Комишнянського родовища: проблеми та шляхи їх вирішення

Носков О.В.¹, Миронцов М.Л²

¹АТ «Укргазвидобування», noskov.alexey@ndigas.com.ua

²Інститут телекомунікацій та інформаційного простору НАН України, myrontsov@ukr.net

В статті наведено результати побудови класичної 3D моделі Комишнянського газоконденсатного родовища. Викладено оцінку невизначеностей та наведено шляхи до збільшення рівня деталізації моделі через сіквенс-стратиграфічний аналіз та пошук зв'язків з сейсмічним полем.

Комишнянська площа знаходиться в центральній осьовій частині Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ). Розріз складений потужними відкладами палеозою, мезозою та кайнозою. Продуктивною частиною розрізу є відклади візейського ярусу кам'яновугільної системи (гор. В-15 – В-23), що віднесено до трьох покладів – Бакумівського, Комишнянського та Південно-Комишнянського. Горизонти відбиття $V_{B_2^1}$, $V_{B_2^2}$ і $V_{B_2^3}$ віднесено до продуктивних горизонтів В-15 – В-22, а $V_{B_3^{1-n}}$; $V_{B_3^2}$, V_{B_3-n} віднесено до В-24-26. Глибини залягання Візейських відкладів коливаються в межах 4800-6300м.

3D модель родовища було створено в 2020р, вона складається з петрофізичної інтерпретації, сейсмічної та геологічної (статичної) моделей. В геологічній моделі у якості трендів для розповсюдження петрофізичних властивостей гірських порід використовується аналіз свердловинних даних із побудовою варіограм та, частково, аналіз сейсмічних атрибутів хвильового поля, який здебільшого зосереджений на структурних факторах та відокремленню виклинювань горизонтів В-22 – В-24 (між ГВ $V_{B_2^3}$ і V_{B_3-n}).

Нерівномірність мережі свердловин дуже обмежує методику їх використання і, по факту, тільки використання вертикальних трендів розповсюдження може бути застосовано без обмежень.

Вказана ситуація призводить до потреби пошуку альтернативних методів аналізу басейну осадконакопичення для більшого залучення сейсмічних даних і пов'язаного з ними аналізу седиментації і розповсюдження колекторів.

В роботі пропонується сіквенс-стратиграфічний аналіз як один з можливих підходів в вказаній ситуації. Сіквенс-стратиграфія вивчає порядок (або сіквенс) у якому впорядковано генетично пов'язані породи, що було послідовно та повторювано відкладено в межах площі осадконакопичення, що вивчається.

Даний підхід має певний ряд переваг:

- Межа сіквенсу – єдина широко-розповсюджена межа, що відокремлює відклади по обидві її боки. Не зважаючи на те, що породи у сіквенсі відкладались у різний час і з різною швидкістю, вказана межа має єдиний час для всього басейну осадконакопичення. Таким чином, дана межа має стратиграфічну вагу.

- Межа сіквенсу формується незалежно від надходжень теригенних матеріалів. Швидке падіння рівня моря та масивне постачання уламкового матеріалу позначатиме межу сіквенсу, що супроводжується розмивом.

Робота складалась з аналізу змін геофізичного дослідження свердловин (ГДС) – гама-каротаж (ГК), пористості, кривої

компонентного складу, подальшого окреслення трендів змін площі осадконакопичення, пов'язаного з трансгресійно-регресійним циклом і асоційованим з ними системним трактом та вивченні сейсмічного сигналу в нових межах. Такий підхід призвів до покращення розуміння процесів седиментації в межах площі і збільшенню збіжності сейсмічного сигналу та каротажних даних [1]. На відміну від кількісної інтерпретації (еластичних інверсій) даний аналіз сконцентровано на якісному окресленні відмінних седиментаційних меж, які можуть бути імплементовані в 3D модель родовища.

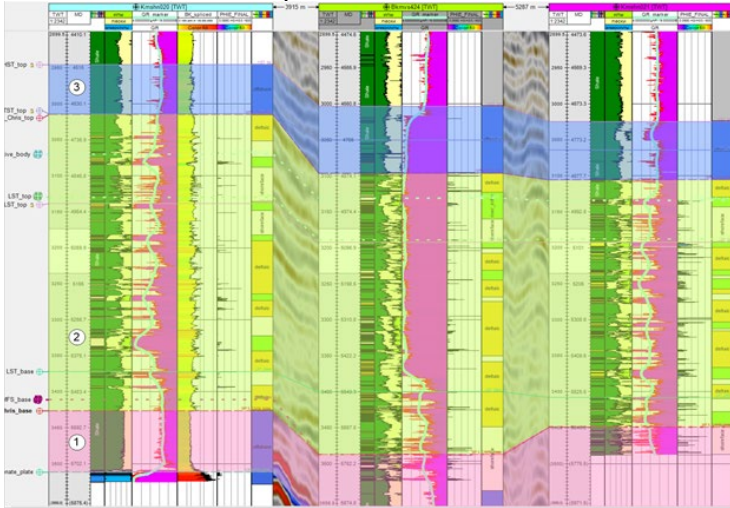


Рис. 1. Розріз з інтерпретованими системними трактами

За час роботи було виділено наступні системні тракти, обмежені поверхнями затоплення:

- LST (lowstand system tract, рис. 1, зона 1). Зона сформована за рахунок надходжень седиментаційного матеріалу, який накопичуються після початку відносного підйому рівня моря, під час нормальної регресії, поверх FSST, що відповідає підвищенню субаерального розмиву.

- FSST (falling stage system tract, тракт падіння рівня моря рис. 1, зона 2). Зона формується за рахунок вимушеної регресивної седиментації, відклади якої накопичилися після початку відносного падіння рівня моря та до початку наступного відносного підйому рівня моря. FSST лежить безпосередньо на кордоні сіквенсів і відобмежений відкладами, що знаходяться вище, в тракті низького рівня моря (LST). Падіння відносного рівня моря свідчить про ерозію підняття субаерної

поверхні осаду вгору по береговій лінії в кінці вимушеної регресії та утворення діахронної субаеральної неузгодженості, яка перекриває тракт високого рівня моря (HST).

- EHST (early highstand system tract, рання стадія тракту високого рівня моря, рис. 1, зона 3). HST складається з проградацийних відкладів, які утворюються коли швидкість накопичення теригенного матеріалу перевищує швидкість збільшення зони осадконакопичення на пізніх стадіях відносного підйому рівня моря. HST лежить безпосередньо на максимальній поверхні затоплення, що утворилася, коли морські відкладення досягли свого найбільш віддаленого від моря положення.

Відокремлення системних трактів привело до кращого розуміння середовища осадконакопичення та додаткової інтерпретації монохронних подій, таких як максимальна поверхня затоплення; зони стійкого осадження (берегова поверхня в кінці FSST) та більш змістовного аналізу сейсмічних атрибутів [2,3].

Виконаний аналіз товщин (isochron thickness), поєднаний з екстрагованими сейсмічними атрибутами та виконаним спектральним аналізом допомогли визначити час зміни напрямку седиментації і позначити перспективні зони для подальшого буріння (рис 2, [4]). Виконання даних досліджень також збільшило кількість трендів для розповсюдження колекторів для вже відомих покладів, що допомогло уточнити контури пасток і збільшити точність підрахунку запасів вуглеводнів.

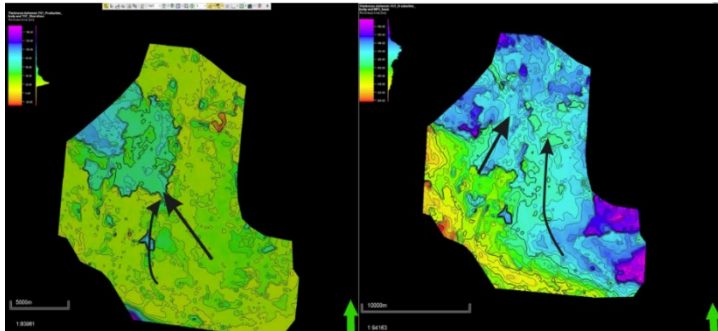


Рис 2. Зміна напрямків седиментації. Зліва – кінець FSST; Справа – початок FSST. Різка зміна зумовлена соляним діпіризмом.

Результати

Використання сіквенс-стратиграфічного підходу розкриває нові можливості аналізу умов седиментації ДДЗ [5].

На прикладі Комишнянського родовища даний підхід дав:

- покращене геологічне розуміння родовища через аналіз седиментацій та фацій каротажу [6, 7];
- додаткові входні дані для сейсмічної інтерпретації;
- додаткові тренди для розповсюдження колекторів [8];
- уточнення проведення бурових та каротажних робіт особливо електрометрію нових свердловин [9-11];
- додаткові об'єкти буріння.

Список використаних джерел

1. Catuneanu, O. (2006). Principles of Sequence Stratigraphy.
2. Van Wagoner, J. C., and R. M. Mitchum, (1989). High-frequency sequences and their stacking patterns, abstract: 28th International Geological Congress.
3. Wheeler, H. E., (1958). Time stratigraphy: AAPG Bulletin, v. 42.
4. Adigun, A., Ayolabi, E. (2013). The use of seismic attributes to enhance structural interpretation of z-field, onshore Niger delta.
5. Eros J. M., Montanez I, Osleger D.A. (2010). Carboniferous U-Pb-Calibrated Cyclostratigraphy and Relative Sea Level History: Donets Basin, Ukraine; AAPG Convention.
6. Nichols G. (2009), Sedimentology and Stratigraphy, s.e.,.
7. Neal J., Risch D., Vail P. (1993). Sequence Stratigraphy – a global theory for local success.
8. Taner, M.T. (2001). Seismic attributes. CSEG Rec. 26, 48–56.
9. Myrontsov, M., Karpenko, O., Trofymchuk, O., Dovgyi, S., Anpilova, Y. (2021a). Iterative solution of the inverse problem of resistivity logging of oil and gas wells: testing and examples. Systems, decision and control in energy III. Studies in systems. Decision and Control, Springer, Cham.
10. Myrontsov, M., Karpenko, O., Trofymchuk, O., Okhariev, V., Anpilova, Y. (2021b). Increasing vertical resolution in electrometry of oil and gas wells. Systems, decision and control in energy II. Studies in systems. Decision and Control, Springer, Cham. P. 101-117. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69189-9_6
11. Myrontsov, M., Karpenko, O. (2021c). Radial characteristics of lateral logging in thin-bedded formation. 20th International Conference “Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects”, Extended Abstracts.

Фактори регіонального впливу пост-майнінгу на екологічний стан транскордонних річкових басейнів України.

Анпілова Є.С.

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України,
anpilova@ukr.net*

Сучасні об'єми поверхневих водних ресурсів (ПВР) забезпечують формування до 70% питно-господарського водопостачання (ПГВ) України, при чому значна частина з них в останні десятиріччя мають зростаючий еколого-техногенний вплив, що викликає практично не керуємі затоплення численних шахт і кар'єрів на етапі пост-майнінгу

(ПМ), до яких можна віднести річкові басейни (РБ) Сіверського Донця, Дністра, Західного Бугу, Тиси.

Виконаний аналіз засвідчив, що вищезазначені транскордонні РБ відрізняються значними комплексними змінами параметрів водно-екологічного стану та формуванням гідрологічного режиму систем ПГВ (прирічкові водозабори, рибогосподарські ставки і ін.), умов експлуатації гідротехнічних та іригаційних споруд (греблі, мости, зрошувальні комплекси і ін.). Сьогодні, на наш погляд, вимагають науково-методичного удосконалення оцінки наслідків впливу численних об'єктів ПМ (більше 100, скид до 150 млн м³ /рік шахтно-кар'єрних вод з мінералізацією 3-8 г/дм³) на екологічні, ресурсо-гідрологічні та геополітичні параметри транскордонних РБ України. Крім того, слід врахувати значну нестабільність параметрів транскордонних РБ за умови за умови нескоординованого затоплення гірничо-добувних об'єктів, погіршення роботи очисних споруд, прискорення міграції забруднень при підтопленні і затопленні забруднених ландшафтів промислових майданчиків вугільних (транскордонні РБ Сіверського Донця, Західного Бугу) та соляних шахт (транскордонні РБ Тиси, Дністра), міст і селищ, а також зростання впливу на дані процеси чинників глобальних змін клімату (ГЗК-потепління, зростання нерівномірності і інтенсивності опадів, висоти і частоти повеней і паводків).

Вищезазначені водно-екологічні чинники ПМ у транскордонних РБ, на наш погляд, можна визначити як провідні у зростанні екологічної вразливості якості транскордонного стоку та зниження водно-екологічної складової безпеки життєдіяльності місцевого населення, в т.ч. внаслідок забруднення ґрунтового водоносного горизонту та донних руслових відкладів. В цих умовах вимагають динамічних і балансних оцінок процеси осідання земної поверхні в межах шахтних полів, руйнування регіональних водотривів та прискорення міграції техногенних забруднень транскордонних водозборів України по мірі розвитку процесів ПМ.

Виконані в ІТГП еколо-гідрологічні дослідження та аналіз матеріалів ДЗЗ в межах транскордонних РБ [1-6] засвідчили, що в останні роки водно-екологічний стан об'єктів ПМ в межах транскордонних річкових басейнів України суттєво збільшився внаслідок активізації переважно, як небезпечних гідрологічних процесів (затоплення міст і селищ, руйнування шляхів та ін.), так і екзогенних геологічних (НЕГП - зсуви, селі, ерозії земель, абразії прибережно-морських території у басейнів Тиси, Дунаю, Дністра).

В цілому отримані результати комплексної факторно-аналітичної оцінки впливу об'єктів ПМ на транскордонні РБ дозволили визначити наступні регіональні фактори змін їх екологічних параметрів (табл. 1).

В умовах активізації в Україні процесу екологічно незбалансованого зняття з експлуатації гірничо-добувних об'єктів та збільшення їх водно-екологічного впливу на транскордонні РБ зростає необхідність удосконалення системи екологічного моніторингу їх водозбірних ландшафтів, структурно-геологічних та фізико-географічних параметрів за умови зростання комплексності впливу чинників ПМ та ГЗК. У складі досліджень була також виконана оцінка інформаційної повноти системи екомоніторингу транскордонних РБ у зонах впливу об'єктів ПМ, яка склала за основними параметрами 25-35% [5, 7-11].

Таблиця 1. Провідні регіональні фактори впливу ПМ на екологічні параметри стану транскордонних річкових басейнів

Найменування транскордонного РБ	Головні фактори екологічного впливу шахтних і кар'єрних об'єктів ПМ			
	Гідрологічні	Ландшафтно-геохімічні	Екзогеодинамічні	Гідрогеологічні
Сіверський Донець	Переважаючо техногенна складова стоку	Суттєве техногенне забруднення водозбірних ландшафтів	Територіальна активізація НЕГП	Регіональне забруднення стоку ґрунтових вод
Дністер	Обмежений вплив техногенної складової стоку	Обмежене забруднення	Об'єктова активізація НЕГП	Локальне забруднення стоку ґрунтових вод
Західний Буг	Обмежений вплив техногенної складової стоку	Обмежене забруднення	Об'єктова активізація НЕГП	Локальне забруднення стоку ґрунтових вод
Тиса	Обмежений вплив техногенної складової стоку	Обмежене забруднення	Локальна активізація НЕГП	Об'єктове забруднення стоку ґрунтових вод

Результати досліджень в ІТГП з вищезазначеної проблеми [1-6] дозволяють дійти висновку, що особливу ефективність у складі екологічного моніторингу транскордонних РБ набувають технології ГІС (картографічне моделювання) та ДЗЗ (інтерферометрія-деформації рельєфу водозбірних ландшафтів, формування ділянок НЕГП; високочутлива спектрометрія зон впливу ПМ- зміна рослинного покриву, тепло-енергообміну ґрунтів та ін.).

В цілому можна визначити наступні науково-прикладні завдання з удосконалення системи екологічного моніторингу транскордонних РБ України за умови ускладнення подальшого впливу факторів ПМ та ГЗК:

- 1) Визначення накопичених змін транскордонних Р та їх спеціалізоване картографування;
- 2) Проведення екологічного обстеження та еколого-ресурсне районування транскордонних РБ України;
- 3) Наукове обґрунтування гранично-припустимих еколого-техногенних змін транскордонних РБ України;
- 4) Визначення першочергових захисних та еколого-стабілізаційних заходів;
- 5) Розробка Міждержавної програми співробітництва щодо запобігання негативних змін екопараметрів транскордонних РБ України та покращення БЖД місцевого населення.

Список використаних джерел

1. Myrontsov, M., Karpenko, O., Trofymchuk, O., Dovgyi, S., Anpilova, Y. (2021) Iterative solution of the inverse problem of resistivity logging of oil and gas wells: testing and examples. Systems, decision and control in energy III. Studies in systems. Decision and Control, Springer, Cham.
2. Karpenko, O., Myrontsov, M., Anpilova, Y. (2021) Application of discriminant analysis in the interpretation of well-logging data. Systems, decision and control in energy III. Studies in systems. Decision and Control, Springer, Cham.
3. Anpilova, Y., Yakovliev, Y., Trofymchuk, O., Myrontsov, M., Karpenko, O. (2021) Environmental hazards of the Donbas hydrosphere at the final stage of the coal mines flooding. Systems, decision and control in energy III. Studies in systems. Decision and Control, Springer, Cham.
4. Myrontsov, M., Karpenko, O., Trofymchuk, O., Okhariev, V., Anpilova, Y. (2021) Increasing vertical resolution in electrometry of oil and gas wells. Systems, decision and control in energy II. Studies in systems. Decision and Control, Springer, Cham. P. 101-117. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69189-9_6
5. Trofymchuk, O., Yakovliev, Y., Anpilova, Y., Myrontsov, M., Okhariev, V. (2021) Ecological Situation of Post-mining Regions in Ukraine. Systems, decision and control in energy II. Studies in systems. Decision and Control, Springer, Cham. P. 293-306. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69189-9_17
6. Trofymchuk, O., Myrontsov, M., Okhariev, V., Anpilova, Y., Trysnyuk, V. (2021) A Transdisciplinary Analytical System for Supporting the Environmental. Systems, decision and control in energy II. Studies in systems. Decision and Control, Springer, Cham. P. 319-331. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69189-9_19
7. Рудько Г. І., Бондар О. І., Яковлев Є. О. та ін. (2016) Екологічна безпека вугільних родовищ України. Київ: БукРек, 608 с.
8. Яковлев Є. О. (2010) Теоретичні основи оцінки часу затоплення шахт і кар'єрів. Мінеральні ресурси України, № 2. С. 35–39.
9. Анпілова Є.С. (2013) Інформаційні технології для управління екологічною безпекою поверхневих вод: Монографія. К.: Азимут-Україна, 104 с. + іл.
10. Yakovliev Ye., Chumachenko S. (2017) Ecological Threats in Donbas, Ukraine. Centre for Humanitarian Dialogue (Switzerland), 60p.

11. Risk Assessment Report of Advisory Mission to Ukraine “Solotvyno salt mine area”. (2016) Union Civil Protection Mechanism of EU. October 134 p.

Forecasting of the Kyiv reservoir overflow

Stefanyshyn D.V.

*Institute of Telecommunications and Global Information Space of NAS of Ukraine,
E – mail: d.v.stefanyshyn@gmail.com*

Reservoirs are an integral part of the world’s hydraulic infrastructure and form the basis of modern water management in most countries including Ukraine [1, 2]. They provide reliable managing and controlling water resources of rivers for various purposes delivering substantial social and economic benefits. It is argued (e.g. by Muller et al. [3]) that socio-economic development is curtailed in countries that have insufficient infrastructure to manage water, as a result of which many developing countries are held hostage to their hydrology.

However, reservoirs are also sources of an essential danger to the environment, socio-economic infrastructure, and population. The potential danger and risks to the population living near reservoirs especially downstream may be no less than to people living near nuclear facilities or chemical plants, with which experts and the public usually associate problems of technogenic safety [4]. There have been many cases of destructive incidents and accidents at reservoirs and water-retaining structures that led to numerous human victims. Moreover, statistics show that about a third of all failures on dams and levees occurred due to overflow of reservoirs when upstream water levels exceeded allowable values [4-6].

Reservoir overflows are especially dangerous in the case of uncompleted or damaged dams and levees. More than 80 per cent of dam accidents due to reservoir overflows occurred on such hydraulic structures [4]. Reservoir overflows can lead to flooding of areas and facilities situated upstream, threaten the loss of stability of riverbank slopes, cause overloading of water-retaining hydraulic structures and become triggers for the development of various emergency processes. In particular, reservoir overflows lead to serious problems to manoeuvre gates. An uncontrolled reservoir overflow often has an utterly adverse psychological impact on a dam staff. Eventually, reservoir overflow can lead to dam crest water overtopping; for embankment dams and levees, these events usually end in catastrophic destruction [4, 7, 8].

There are 1103 reservoirs in Ukraine with a total water volume of about 55,500 million m³ [2]. The Kyiv reservoir is the third one by volume and water

surface area in the country. Originally, at the normal storage level of 103.0 m, the reservoir volume was 3.73 km³, water surface area was 922 km² [9]. In addition, the reservoir is created by one of the longest dams in the world; the dam length reaches 70 km. Moreover, the reservoir contains the additional major threat connected with the consequences of the Chernobyl Nuclear Disaster in 1986. The possible accident and the reservoir descent might create the threat of radioactive contamination of the city of Kyiv and others cities, territories, and water bodies downstream [10].

Admittedly, the overflow of a reservoir can be caused by an extreme flood with inflow parameters exceeding the capacity of hydraulic structures. The challenge is that the capacity of water passage hydraulic structures may be insufficient both due to the inaccuracy of the hydrological forecast and because of faults, poor functioning, or failures of the hydraulic structures during a design flood. Different probability distribution functions including standardized ones can give different prognosis results especially regarding future floods having very long recurrence intervals. In particular, long-term forecasts of flood water discharges maxima of the Dnieper inflow into the Kyiv reservoir based on using various probability distribution functions show the essential divergence of the obtained results. So, for example, the estimated limits of water discharges maxima inflowing into the Kyiv reservoir for the annual exceedance probability (AEP) of 1 per cent differ by more than 1.2 times; the discharges for the AEP of 0.1 per cent differ more than 1.5 times; and the difference between the “sup” and “inf” estimates of flood water discharges maxima for the AEP of 0.01 per cent reaches almost 1.8 times. As well, as practice shows, the unavailability of some water passage tracts of the Kyiv reservoir can reach several months in a year. Sometimes repair works on the water passage tracts were performed even during floods.

The aim of this study consisted of probabilistic forecasting the emergency situation on the Kyiv reservoir as a result of its uncontrolled overflow through the possible inaccuracy of the hydrological forecast concerning an actual water inflow into the reservoir and due to failures of water passage hydraulic structures during floods. To achieve the study aim the following tasks were solved: (1) there was proposed a method of hydrological forecasting, which allows taking into account results of long-term forecasts of flood water discharges maxima based on using various probability distribution functions and fuzzy modelling; (2) there was performed hydrological forecasting of flood water discharges maxima of the Dnieper affecting the condition of the Kyiv reservoir based on the actual data collected the Vyshgorod water level gauge; (3) there was assessed the probability of the Kyiv reservoir overflow taking into account the occurrence possibility of a shortage of the capacity of water passage structures with using the failure and fault tree method.

To forecast of water discharges maxima of the Dnieper for the Kyiv reservoir site, there was considered a number of observations data collected the Vyshgorod water level gauge from 1787 to 1999. Eight model probability distributions were considered. In particular, the fuzzy modelling showed that the forecast value of the maximum water discharge for the AEP of 0.1 per cent generalized for the eight model probability distributions (17,170 m³/s) is less than the value of the design discharge of 17,580 m³/s of the 0.1 per cent or 0.001 (year⁻¹) flood, for which the spillway structures of the Kyiv reservoir were calculated. The forecasted AEP of the water discharge of 17,580 m³/s is estimated at 0.074 per cent or 0.00074 (year⁻¹). This may indicate that the design hydrological safety of the Kyiv reservoir hydraulic structures meets the current national standards with a 15 per cent risk margin.

To assess the probability of the Kyiv reservoir overflow taking into account the occurrence possibility of shortage of the capacity of various water passage hydraulic structures, totally, six incompatible hypothetical emergency situations at the Kyiv reservoir were considered. The calculations showed the total probability of the Kyiv reservoir overflow equal to $3.84 \cdot 10^{-4}$ (year⁻¹). As follow, the water passage hydraulic structures of the reservoir reduce the probability of the overflow from the value of $7.4 \cdot 10^{-4}$ (year⁻¹) to the value of $3.84 \cdot 10^{-4}$ (year⁻¹). It is near 1.9 times less compared to the forecasted AEP = $7.4 \cdot 10^{-4}$ (year⁻¹) of the design discharge of 17,580 m³/s, and gives a high guarantee the safety of infrastructure and the population downstream the reservoir. Moreover, the occurrence of the flood with water discharge of the inflow to the reservoir 17,580 m³/s is the most probable emergency situation to the Kyiv reservoir overflow. Floods with AEPs of more than 0.136 per cent give in a sum less than 5 per cent of the probability of the reservoir overflow. This may indicate the water spillway front of the Kyiv reservoir is designed with significant reserves for the passage of floods that are less than the design one.

References

1. Valuing Water. The United Nations World Water Development Report 2021. UNESCO. Paris, France. Available from <https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2021/>.
2. Ukraine. Water resources. FAO of the UN. Available from http://www.fao.org/NR/water/aquastat/countries_regions/Profile_segments/UKR-WR_eng.stm.
3. Muller, M., Biswas, A., Martin-Hurtado, R. and Tortajada, C. (2015). Built infrastructure is essential. *Science*, Vol. 349, No. 6248, 585–586; doi.org/10.1126/science.aac7606.
4. Veksler, A.B., Ivashintsov, D.A., and Stefanishin, D.V. (2002). Reliability, social and environmental safety of hydraulic structures: risk assessment and decision making. St. Petersburg, VNIIG B.E. Vedeneeva, 591 p. (in Russian).
5. Stefanyshyn, D.V. (2011). Forecasting accidents on dams in the tasks of assessment and ensuring their reliability and safety. *Hydropower of Ukraine*, № 3-4, 52-60. (in Ukrainian)

6. Lessons from historical dam incidents. Project: SC080046/R1. Environment Agency, Horizon House, Bristol, 160 p. Available from https://assets.publishing.service.gov.uk/media/603369e7e90e07660cc43890/_Lessons_from_Historical_Dam_Incidents_Technical_Report.pdf.
7. Zhang, L.M., Xu, Y. and Jia, J.S. (2009) Analysis of earth dam failures: A database approach. *Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards*, 3:3, 184–189; DOI: 10.1080/17499510902831759.
8. Toledo, M.Á., Morán, R., and Oñate, E. (Eds.).(2015). *Dam Protections against Overtopping and Accidental Leakage* (1st ed.). CRC Pr., London, 328 p.; <https://doi.org/10.1201/b18292>.
9. River basin management plan for the Upper Dnieper pilot basin of Ukraine. (2015). Draft. Contract No. 2011/279-666. Prepared by UNENGO “MAMA-86”. Kyiv, 115 p. Available from http://blacksea-riverbasins.net/sites/default/files/RBMP_Upper%20Dnieper_UA_EN_final_1.pdf.
10. Jacyk, A.V., Yakovlev, Ye.O., Osadchuk, V.O. (2002). On the question of the descent of the Kyiv reservoir. Kyiv, Oriiany, 52 p. (in Ukrainian).

The Chézy roughness coefficient estimation to support hydro-engineering calculations and mathematical modelling of open flows in river channels

Stefanyshyn D.V.¹, Khodnevich Ya.V.¹, Korbutiak V.M.²

¹ *Institute of Telecommunications and Global Information Space of NAS of Ukraine,*

² *National University of Water and Environmental Engineering,*

*E – mail: d.v.stefanyshyn@gmail.com, ya.v.khodnevych@gmail.com,
v.m.korbutiak@nuwm.edu.ua*

There are a lot of hydro-engineering tasks relating to open flow in river channels. Foremost, these are traditional hydraulic calculations of the river channels' capacity and the position of the free water surface, which are essential ones to designing hydraulic structures [1]. There are also the special tasks of mathematical modelling to determine the parameters of flood wave propagation and water releases from reservoirs including dam-break flood waves [2, 3], as well as prediction of general and local riverbed erosion, alluvium transport and sedimentation [4-7], modelling for designing highways, and for other infrastructure within the river environment [8-10].

The investigation and modelling of open flows in river channels is a complex problem. When solving it, independently on the research topic and methods used, a number of simplifications and assumptions are usually accepted. There are also a number of parametric uncertainties and vaguenesses requiring an empirical pre-research to overcome them. First of all, they relate to establishing hydraulic resistances, which can vary significantly depending on many factors [1].

When expressing the hydraulic resistance, the following integral empirical characteristics are usually used: the Chézy roughness coefficient C ($\text{m}^{1/2}/\text{s}$), the Manning (Gauckler – Manning) roughness coefficient n ($\text{s}/\text{m}^{1/3}$), and the Darcy-Weisbach friction factor λ . There are three well-known empirical equations linking mean flow velocity V to the hydraulic resistance expressed by these characteristics. They are the Chézy, Manning (Gauckler – Manning), Darcy – Weisbach equations, accordingly [1]:

$$V = C\sqrt{R \cdot S_f}, \quad V = \frac{1}{n} R^{2/3} \sqrt{S_f}, \quad V = \sqrt{\frac{8g \cdot R \cdot S_f}{\lambda}},$$

where $V = Q/A$ is the depth-averaged or cross-sectional averaged velocity (m/s), Q is the water discharge (m^3/s), $A = B \cdot h$ is the cross-sectional area of the flow (m^2), B is the average flow width (m), h is the average flow depth (m), $R = A/P$ is the hydraulic radius (m), P is the wetted perimeter (m), S_f is the energy grade line slope (hydraulic slope or the water surface slope); g is the gravitational acceleration (m/s^2).

Today, empirical characteristics of hydraulic resistance are used in numerous practical hydraulic and fluid mechanics tasks. In particular, they are used in the widespread 1D and 2D flow models of shallow water (De Saint Venant equations), which are successfully applied in the mathematical modelling of flows with free surfaces. They are used in the modern computational HEC-RAS River Analysis System supporting steady and unsteady flow water surface profile calculations, sediment transport computations, and water quality analyses, etc. [9]. They are not used only in the Navier – Stokes equations of the real fluid motion and in Reynolds averaged equations of turbulent water flow, which describe the behaviour of an unsteady 3D flow. However, computational results obtained from traditional hydraulic calculations and flow modelling due to shallow water models may be used as boundary conditions for computations with Reynolds and Navier – Stokes equations [5, 8-10].

This report deals with results of a systemized overview of the Chézy roughness coefficient calculation problem as one most frequently used empirical characteristics of hydraulic resistance. The overview is given in the context of the formation of reliable empirical data needed to support hydro-engineering calculations and mathematical modelling of open-channel flows. In many cases, the accuracy of determining empirical hydraulic resistance characteristics can largely affect the accuracy of solving tasks relating to designing hydraulic structures and water management regardless of chosen models and methods. At the same time, considering the variety of river hydro-morphology and hydrology, the Chézy roughness coefficient often appears to

be the most complete characteristic of hydraulic resistance to open flows in river channels comparing with other integral empirical characteristics.

There are a large number of empirical and semi-empirical formulas used to calculate the Chézy roughness coefficient. In general, all of them can be divided and systematized into four main groups. The first group consists of formulas in which mostly there is established the dependence of the Chézy coefficient C on the Manning roughness coefficient n characterizing the roughness of the banks and the bottom of a river channel including also, usually, the hydraulic radius R or the average flow depth h provided that the average flow width $B \gg h$ and $R \cong h$: $C = f(n, R)$, or $C = f(n, h)$. The second group consists of formulas in which the value of hydraulic resistance is determined by the height of protrusions of the roughness Δ of a river channel or average diameter d of soil particles making up the bottom and banks of the river channel, or the height h_r and length l_r of river channel bottom ridges: $C = f(d, \Delta, h_r, l_r)$. The third group consists of formulas taking into account the effect of the water surface slope (hydraulic slope) S_f , as well as the average flow depth h or hydraulic radius R : $C = f(S_f, h)$, or $C = f(S_f, R)$. The fourth group consists of formulas taking into account the influence of the relative width B/h (or B/R) of flow: $C = f(B/h)$, or $C = f(B/R)$. In addition, an implicit formulas group can also be singled out. To determine the Chézy coefficient using them, a trial-and-error procedure has to be used.

In total, 43 formulas to calculate the Chézy roughness coefficient, as well as 13 formulas that can be used to estimate the Manning roughness coefficient n were analyzed and systematized. Based on these formulas, about 250 empirical equations can be compiled to calculate the Chézy coefficient depending on hydro-morphological peculiarities of rivers and river channels, hydraulic conditions, formula application limits, and so on. In general, there is no ideal way or method to determine the Chézy roughness coefficient. Among the main challenges to be highlighted there is the uncertainty of hydro-morphological changes associated with sedimentation and erosion activity of natural watercourses, and the seasonal changes in aquatic and coastal vegetation including those of floodplains. As well as, the hydraulic resistance can depend on space-time changes of other hydraulic characteristics. Practical experience and possible options analysis considering different empirical formulas used to estimate the hydraulic resistance to open flows, as well as the comprehensiveness of field researches can have a key role when estimating of

the Chézy coefficient. The assessment of the accuracy of the Chézy coefficient computing based on field data according to different methods and formulas indicates that the accuracy of field measurements of the parameters included in selected formulas largely determines the relative error of the calculations.

References

1. Chow, V.T. (1959). Open-channel hydraulics. N.Y., McGraw-Hill, 680 p.
2. Veksler, A.B., Ivashintsov, D.A., and Stefanishin, D.V. (2002). Reliability, social and environmental safety of hydraulic structures: risk assessment and decision making. St. Petersburg, VNIIG B.E. Vedeneeva, 591 p. (in Russian).
3. Ponce, V.M., Taher-shamsi, A., and Shetty, A.V. (2003). Dam-Breach Flood Wave Propagation Using Dimensionless Parameters. *J. of Hydraulic Eng.*, Vol. 129, Issue 10, 777–782; DOI:10.1061/(ASCE)0733-9429(2003)129:10(777).
4. River channels: environment and processes. (1987). Institute of British Geographers Special Publications. By K., Richards. Wiley–Blackwell, 400 p.
5. Khodnevich, Y.V., Stefanyshyn, D.V. (2014). Mathematical modelling the conditions of intensification of the riverbed local erosion behind of obstacle that deviates from the shore downstream. *Zeszyty Naukowe Inżynieria Łądowa i Wodna w Kształtowaniu Środowiska*, Nr 10, Kalisz, 7–18.
6. Khodnevykh, Y.V., Stefanyshyn, D.V., and Korbutiak, V.M. (2017). Simulation modeling of condition for initiation of local riverbed erosion. *Environmental safety and natural resources*, 3–4 (24), 112–123. (In Ukrainian).
7. Julien, P.Y. (2010). Erosion and sedimentation. Cambridge University Press, 371 p.
8. Nikishov, V.I. (2007). From hydraulics of open streams to hydromechanics of river systems. *Applied hydromechanics*, Vol. 9, No. 2-3, 103–121. (in Russian).
9. HEC-RAS River Analysis System. User's Manual Version 6.0. (2021). US Army Corps of Eng. Hydrologic Eng. Centre. Available from https://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/documentation/HEC-RAS_6.0_Users_Manual.pdf.
10. Kasvi, E., Alho, P., Lotsari, E., Wang, Y., Kukko, A., Huuypä, H., and Huuypä, Yu. (2014). Two-dimensional and three-dimensional computational models in hydrodynamic and morphodynamic reconstructions of a river bend: sensitivity and functionality. *Hydrological Processes*, Pub. online in Wiley Online Library; DOI: 10.1002/hyp.10277.

Геоінформаційні дослідження водних екосистем України: моніторинг та прогнозування

*Довгий С.О., Трофимчук О.М., Триснюк В.М., Охарєв В.О.,
Радчук І.В., Загородня С.А., Триснюк Т.В., Шевякіна Н.А., Шумейко
В.О., Крета Д.Л., Бутенко О.С., Красовська І.Г., Попова М.А.,
Вишняков В.Ю.*

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору
Національної академії наук України, E - mail: trysnyuk@ukr.net*

Актуальність досліджень визначається зростанням вимог до підвищення оперативності та повноти інформації при проведенні

моніторингу лімнологічних систем з метою створення оптимальних форм управління екологічною безпекою прісних озер. Подібні дослідження проводяться як контактними методами, так і методами дистанційного зондування Землі. Проте при теперішньому розвитку інфраструктури та інформаційних технологій найбільш ефективно проявляє себе поєднання даних методів. Це логічно пояснюється тим, що контактні методи дозволяють одночасно досліджувати фізичні, хімічні, біологічні параметри досліджуваного об'єкту, а за допомогою дистанційних методів проводиться не лише географічна прив'язка результатів, що були отримані за допомогою контактних методів, а й здійснення спостереження за динамікою зміни рівня води, побудова тривимірних моделей озер, оцінка антропогенного навантаження прибережних територій безпосередньо на стан озер та ін.

Слід зазначити, що в Україні водні ресурси є одним з важливих природних факторів, які мають вплив на формування розвитку суспільства і держави. Залежність суспільства від водних ресурсів зростає, підвищуються вимоги до їхньої якості. Дослідження водних ресурсів кожного регіону є актуальним з точки зору вивчення закономірностей функціонування озерних екосистем в зв'язку з надмірним антропогенним навантаженням, яке призводить до змін водного режиму озер та гідробіологічних характеристик води (зокрема, масштабів евтрофікації).

Дослідження озер необхідне для забезпечення екологічної безпеки як природоохоронних територій та оцінки ресурсного потенціалу та збереження водних ресурсів в цілому. Озерним комплексам належить провідна роль у регулюванні і формулюванні стоку річок, процесів самоочищення води, нагромадження речовин. Акваторія і береги озер є середовищем збереження та розвитку біорізноманіття. На узбережжі озер розміщені об'єкти стаціонарної та регульованої рекреації, населені пункти, промислові та агропромислові заклади, що призводить до забруднення озерних комплексів.

В представленій науково – дослідній роботі було досліджено лімнологічні системи України, розташовані в регіоні Західного Полісся (Волинська, Рівненська області), регіоні Українських Карпат, Подільському регіоні України (Хмельницька, Чернівецька, Тернопільська обл.) та антропогенізовані лімнологічні об'єкти, а саме:

1. Природні лімноекосистеми Західного Полісся:

- озера Шацької групи (є утворюючим ядром Шацького національного природного парку, Волинська обл.).
- озера, що є складовими проточними для р. Прип'ять-Нобель, Омит, Любязь, (Волинська, Рівненська обл.).

- озеро Біле (Рівненський природний заповідник, Рівненська обл.)
- 2. Гірські озера Українських Карпат (Синевир та Озірце, Синевирський національний природний парк, Закарпатська область).
- 3. Лімноекосистеми Подільського регіону України Дністровський каньйон в межах НПП «Подільські Товтри», водно – болотне угіддя міжнародного значення затока «Бакота».
- 4. Урбанізовані лімнологічні об'єкти – Тернопільський став (м. Тернопіль), о. Вербне та систему озер Опечень, що утворилися у колишній заплаві річки Почайни, (м. Київ).

Територія Західного Полісся, як і Українського Полісся загалом, відносяться до екологічно нестійких регіонів. Зміна гідродинаміки ґрунтового покриву, обумовлена широкомасштабними осушувальною меліорацією, призвела до зміни атмосферних, геофізичних та геохімічних процесів, які суттєво впливають на стан досліджуваних екосистем.

Мета проведення експедиційних досліджень гідроекосистем України є прийняття відповідних рішень щодо оптимального використання, охорони та збереження природно-ресурсного потенціалу, розробки довгострокових планів ефективного його використання, обґрунтування стратегії та плану дій щодо захисту унікальних водних об'єктів, зокрема для збереження ландшафтного та біотичного різноманіття водойм.

Основними завданнями оцінки водних ресурсів є:

- проведення контролю за кількісними і якісними показниками (їх сукупністю), котрі характеризують стан водних ресурсів;
- контроль якості водних ресурсів внаслідок антропогенної діяльності;
- оцінка фактичного екологічного стану водних ресурсів;
- виявлення нових джерел забруднень та її динаміка, прогноз розвитку негативних процесів, які впливають на стан води;
- перевірка дотримання правил, стандартів якості водних ресурсів;
- прогнозування екологічних заходів зі зниження антропогенного впливу та мінімізації джерел забруднення.

Результати досліджень дозволяють вирішувати такі задачі екологічної безпеки: ресурсокористування та водоохоронної інтерпретації космічних зображень: картографування зон поширення та впливу стічних вод точкових та дифузних джерел; картографування просторового розподілу процесів евтрофікації водойм; картографування ділянок інтенсивної переробки берегів та прибережної території; картографування ділянок замулення та утворення відмілин в процесі акумуляції донних відкладів, як джерел вторинного забруднення водойм,

або зміни їх гідродинамічного режиму; ідентифікація еколого-санітарного стану поверхневих вод.

Розгляд кожної з цих задач стосовно конкретного об'єкта, дозволяє отримати доцільні для практики його господарського використання та охорони, оцінки періодичності їх реалізації та точності отримуваних картографічних моделей. В результаті досліджень отримуємо можливість не лише розв'язати проблему ефективного контролю режимів водокористування, але і накопичити достатні статистичні дані для достовірного аналізу сезонної динаміки екологічної ситуації на водоймах, а також прогнозу тенденцій і темпів її змін. Володіння об'єктивною інформацією про основні закономірності формування гідрологічних режимів, необхідне для екологічних експертиз та обґрунтування ефективності оптимізаційних водоохоронних заходів.

За умов нарощування антропогенного навантаження на природне середовище розвитку суспільного виробництва і зростання матеріальних потреб виникає необхідність розробки і дотримання особливих правил користування водними ресурсами, раціонального їх використання та екологічно спрямованого захисту. В прикладних аспектах охорони та раціонального управління водокористуванням особливої уваги заслуговує створення інформаційного середовища - тематична обробка космознімків в даних геоінформаційних та експертних систем різного рівня. Висока ефективність їх застосування обумовлена комплексністю оцінки еколого-санітарного стану поверхневих вод, а також параметрів, під впливом яких формуються ці стани. Вони характеризують динаміку основних процесів формування якості поверхневих вод. До цих процесів відноситься забруднення поверхневих вод точковими та дифузними джерелами. За результатами досліджень створено геоінформаційна модель потенціалу розвитку небезпечних процесів у верхній частині сточища Дністра з можливістю інтерактивної актуалізації вхідних даних.

Експедиційною групою вчених ІТГП НАН України було проведено гідрохімічний аналіз проб, взятих на визначених попередньо ділянках акваторії досліджуваних водних об'єктів зокрема, за такими нормативними показниками як: рН, вміст сульфатів, нітритів, нітратів, солей амонію, хлоридів, фосфатів, кальцію, магнію, заліза, кремнію.

Результатом проведення вище зазначених робіт є виявлення закономірностей процесів антропогенного впливу на екологічний стан лімнологічних систем. Досліджено процеси евтрофікації, закономірності процесів самоочищення та накопичення забруднюючих речовин у донних відкладах.

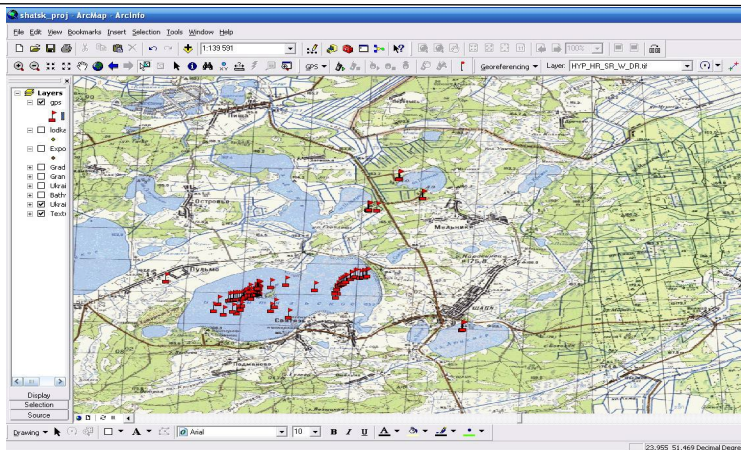


Рисунок 1. Точки відбору зразків проб на озерах Шацького НПП у геоінформаційній системі ArcGIS

Комплекс показників екологічної класифікації якості поверхневих вод включає загальні й специфічні показники, що характеризують ступінь забрудненості водного об'єкта[1-3].. Вихідними даними для екологічної оцінки якості води є, насамперед, зведені й розрізнені результати систематичного контролю за якістю води у водних об'єктах України, котрі зібрані й оброблені мережею пунктів спостережень і лабораторій систем Мінприроди, Держгідрометслужби та Держводгоспу України. Загальні показники, до яких належать показники сольового складу й трофо-сапробності вод (еколого-санітарні), характеризують звичайні властиві водним екосистемам інгредієнти, концентрація яких може змінюватись під впливом господарської діяльності. Специфічні показники характеризують вміст у воді забруднюючих речовин токсичної й радіаційної дії[4].. В період проведення експедицій були досліджені обриси і форми берегів, склад берегів, наявність терасових виступів і берегових валів. Обстеження берегової лінії проведено на човні. Наприклад, по периметру берегової лінії Дністровського каньйону зафіксовані вапняки, мергелі, пісковики, сланці, а також граніти та гнейси, що перекриваються лесами. Відзначається близьким до поверхні залегання порід кристалічного фундаменту. Поверхня берегів – це переважно підвищена полого-хвиляста лесова рівнина. Особливу увагу в роботі приділено математичному моделюванню, побудові 3D моделей досліджуваної території для прогнозування небезпечних процесів, що відбуваються в навколишньому природному середовищі, прогнозу тенденцій і темпів змін екологічного стану, а також створення бази

геоінформаційної системи оцінки рівня техногенних забруднень, орієнтованих на підтримку рішень з питань охорони і раціонального використання природних ресурсів. Метод батиметрії заснований на спектральній залежності глибини проникнення світла у водному середовищі. Тому, набір зображень, які отримані в різних спектральних діапазонах, забезпечує різноглибинні зрізи дна і водної товщі, що дозволяє використовувати результати мультиспектральної зйомки для батиметрії водойм. Алгоритм оцінки глибини водойми заснований на спрощеній моделі коефіцієнта відображення водної поверхні, яка враховує основну частину сигналу, але нехтує ефектами розсіювання і внутрішнім відбиванням водної поверхні. Алгоритм отримання батиметричної схеми полягає у перетворенні даних ехолотного профілю для візуалізації результатів гідроакустичного зондування. Дані ехолотного профілю, у вигляді файлу з розширенням *.slg експортуються в програму Lowrance Sonar Viewer для двовимірної візуалізацію профілю.



Рисунок 2. - Маршрут вимірів акваторії р. Дністер.

Програмне середовище забезпечує графічну інтерпретацію даних, при цьому усуваються перешкоди вторинних відбиттів сигналу від поверхні води, інші сторонні шуми, а також фіксуються неоднорідності товщі води у вигляді границь з різною температурою. На цьому етапі можлива фіксація особливостей характеристик донного рельєфу з визначенням їх координат. Перетворення відносних глибин в абсолютні значення здійснювалося з використанням опорних точок, які відбиралися за допомогою ехолота. При проведенні батиметричної зйомки

використовувався надувний гумовий човен «Brig Baltic», на якому встановлено ехолот Lowrance: «LMS-527CDF IGPS»

Методами дистанційного зондування землі (ДЗЗ) з використанням геоінформаційних систем (ГІС) вирішено задачі, пов'язані з формуванням бази даних системи екологічного моніторингу лімносистем для оцінки гідроекологічного потенціалу Нобельського ландшафту. Застосовано ДЗЗ/ГІС-технології для кількісної оцінки зміни морфометричних параметрів акваторій, шляхом інтеграції даних космічного і наземного моніторингу та топографічних карт, розроблено продукційні правила і алгоритми, що визначають високу інформаційну ємність синтезованих еколого-картографічних моделей евтрофікації озера Нобель. Використовувані відомі методи базуються на описових даних, що припускає ряд значних обмежень при оперативному прогнозі та оцінці реальних евтрофікаційних явищ [5..6.]. . Тому запропоновано методологію обробки первинної, аналітичної і прогнозної інформації для аналізу евтрофікації лімносистем, яка базується на методах тематичної обробки космічних знімків Західнополіського регіону та використанні можливостей сучасних ГІС.

Результати космічного моніторингу та застосування інформаційно-аналітичних технологій, забезпечують оцінку динаміки морфометричних характеристик і просторового розподілу таких досліджуваних інтегральних гідроекологічних параметрів як форма і периметр берегової смуги та процесів евтрофікації водойм.

Список використаних джерел

1. A transdisciplinary analytical system for supporting the environmental researches Trofymchuk, O., Myrontsov, M., Okhariev, V., Anpilova, Y., Trysnyuk, V. Studies in Systems, Decision and Control this link is disabled, 2021, 346, стр. 319–331 <https://www.springerprofessional.de/en/a-transdisciplinary-analytical-system-for-supporting-the-environ/18988474>
2. Trysnyuk, V.M., Smetanin, K.V., Holowan, Y.V., Kashchishin, O.L., Radlowska, K.O. [2019] The improvement of the system of ecological monitoring of the environment through the application of remotely piloted aircraft systems. Conference - Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment.
3. Адаменко О.М., Міщенко Л.В. Екологічний аудит територій: Підручник. – Івано-Франківськ: Факел, 2010. – 342 с.
4. Триснюк В.М. Екологія Гусятинського району. Тернопіль. Тернограф, 2004. – 219 с.
5. Trofymchuk O. Geo-information Technologies for Decision Issues of Municipal Solid Waste / O. Trofymchuk, V. Trysnyuk, N. Novokhatska, I. Radchuk // Journal of Environmental Science and Engineering A 3 (2014) s. 183-187.
6. Алгоритм оброблення інформації про радіоактивне забруднення місцевості з використанням даних ДЗЗ та ГІС. / В.М. Триснюк, А.А. Нікітін В.О. Шумейко // Системи управління, навігації та зв'язку. Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. Полтава. Випуск 6 (46) 2017р. – С. 102-110.

Дослідження процесів підтоплення територій: комплексний аналіз та прогнозування станів

Триснюк Т.В., Охарєв В.О., Хабова Н.В.

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ,
E - mail: taras24t@gmail.com*

У період зростаючого техногенного навантаження все частіше активізуються небезпечні процеси паводкових явищ. З метою своєчасного прийняття рішень щодо запобігання або ліквідації можливих негативних наслідків активно використовуються дистанційні аерокосмічні методи.

Щороку загострюється проблема підтоплення підземними водами нових територій, що призводить до погіршення санітарно-епідеміологічних умов, змінення хімічного складу підземних вод і ґрунтів, підвищення їх корозійної активності відносно фундаментів інженерних споруд та комунікацій, активізації небезпечних геологічних явищ та ін.

Запобігання надзвичайним ситуаціям, пов'язаним із підтопленням, потребує постійного моніторингу територій з оцінюванням та аналізом отриманих даних. Виявлення підтоплених ділянок здійснюється за допомогою контактних і дистанційних методів .

Екологічна небезпека паводкових явищ має місце у ландшафтних місцевостях терасованих днищ річкових долин у вигляді руйнівної берегової ерозії, а у передгір'ях в межах місцевостей заплави і низьких терас у вигляді паводкового затоплення. Серед геоморфологічних процесів значним ступенем екологічної небезпеки характеризуються зсувні явища притаманні місцевостям ерозійно-зсувних межиріч і пологосхилого низькогір'я, обвали і осипища - в крутосхилому середньогір'ї.

Хімічне забруднення території не має чіткої ландшафтної приуроченості і тяжіє до локальних джерел впливу навколо яких формуються техногенні геохімічні аномалії. Всього в Західному регіоні нараховується біля 18 техногенних аномалій.

Контактні методи дають змогу з високою точністю вимірювати глибину залягання підземних вод, але мають місце похибки під час встановлення їх меж. Ці методи потребують значних матеріальних і трудових витрат.

Розроблення нових і вдосконалення наявних методів побудови геомоделей визначення зон потенційних підтоплень є можливим тільки на основі комплексного використання даних аерокосмічних і контактних

досліджень з урахуванням різноманіття гідрогеологічних умов і специфіки ділянки, що вивчається.

Використання інтервальних оцінок при визначенні ступеня ризику для формування ієрархічної структури геомоделей робить можливим прийняття оперативних рішень щодо запобігання наслідкам небезпечних інженерно-геологічних процесів в умовах невизначеності. Усе це потребує встановлення залежностей між параметрами моделей, які характеризують різноманітні можливі стани досліджуваних ділянок місцевості, із використанням експертних оцінок і статистичних даних. Такий підхід сприяє підвищенню точності локалізації підтоплених зон із різними ступенями небезпеки.

На геоінформаційні систему покладається просторова прив'язка гідрологічних елементів і точок спостереження, підготовка цифрової моделі рельєфу, виділення басейнів водозбору, моделювання площ підтоплення.

Дослідження динаміки спектральних індексів вегетації та вологості водно – болотних екосистем

**Загородня С. А.¹, Шевякіна Н. А.¹, Клименко В. І.¹,
Вишняков В. Ю.²**

¹Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України
Zagorodnya.s@gmail.com

²Національний центр управління та випробувань космічних засобів wishnya_dzz@ukr.net

Питання моніторингу заповідних територій актуальне в будь-якій частині нашої планети. З метою збереження та збільшення біологічного і ландшафтного різноманіття необхідно мати вичерпну інформацію про стан та динаміку змін об'єкта дослідження, який є певною локальною екосистемою. Під час оцінки заповідних територій як складних екосистем слід враховувати особливості генетично об'єднаних, взаємопов'язаних біоценозів, цінних ландшафтних комплексів та транскордонних територій. Залучення інформаційних технологій для дослідження природно-заповідних територій, їх морфології та компонентів на сучасному науково-технічному рівні є важливим завданням для вирішення питань, що стосуються збереження природи та рекреаційно-економічних функцій заповідників та прилеглих територій. Природні заповідники створені з метою відновлення біотопів, для захисту видів флори і фауни, що перебувають під загрозою зникнення, вразливих, ключових або складних видів. Особливої уваги слід приділяти

дослідженню водно-болотних угідь, що є стабілізатором гідрологічного режиму екосистем і формуючим елементом регіонального клімату [1]. В роботі запропоновано залучення методів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) для вирішення питань вивчення стану водно-болотних угідь. Космічні знімки використовуються для моніторингу, інвентаризації та картографування природних ресурсів, спостереження сезонних та багаторічних змін природного середовища, а також для оцінки впливу антропогенної діяльності на природне середовище. Однією з характерних ознак рослинності та її стану є спектральна відбивна здатність, яка характеризується великими відмінностями у відображенні випромінювання різних довжин хвиль. Перспективним напрямком є застосування супутникової інформації, за якою розраховуються спектральні індекси. Взаємопов'язаність структури і стану рослинності та її спектральної - відбивної здатності дозволяє використовувати аерокосмічні знімки для картографування та ідентифікації типів рослинності і їх стресових станів. Подібні дослідження можуть стати основою для створення системи моніторингу за станом рослинності та їх вологозабезпеченість на дослідних територіях.

В межах даної роботи було застосовано розрахунок спектральних індексів для аналізу динаміки стану рослинних угруповань та вологозабезпеченості на території Білоозерської ділянки Рівненського природного заповідника (ПЗ), адже дана територія включає як значну частину лісових насаджень, водно – болотні угіддя, а також озера Біле. Водно-болотне угіддя «болото Коза-Березина» знаходиться у межиріччі Стоходу, Прип'яті і Стиру (рис. 1).

Водно-болотне «болото Коза-Березина» угіддя відіграє важливу роль у підтриманні гідрологічного режиму великого регіону у центральній частині Західного Полісся, тобто є своєрідним регіональним стабілізатором гідрологічного режиму, в тому числі і підземних водних горизонтів, необхідному для функціонування водних, болотних, лісових і лучних екосистем, і відповідно – збереження усього комплексу біорізноманіття, в тому числі і рідкісного, формуванні елементів регіонального клімату, якості питної води у навколишніх населених пунктах.

В дослідженнях інтегральним показником розвитку рослинності обрано нормалізований вегетаційний індекс (NDVI), а показником вологозабезпеченості території - нормалізований диференціальний водний індекс (NDWI) . Для оцінки території Білоозерської ділянки Рівненського ПЗ було здійснено розрахунки - фотосинтетично активної фітомаси нормалізований вегетаційний індекс (NDVI). Завдяки особливості відображення в NIR-RED областях спектра, природні об'єкти

мають фіксоване значення NDVI, що дозволяє використовувати цей параметр для їх ідентифікації та оцінки стану.

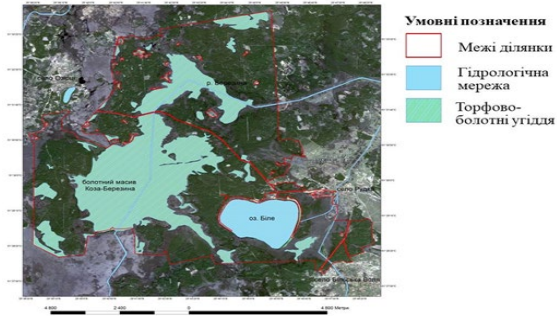


Рис. 1. Водно – болотні угіддя Білоозерської ділянки Рівненського ПЗ

Варто відзначити, що перед обрахунком вегетаційного індексу здійснювали атмосферну корекцію всіх досліджуваних знімків за загальноприйнятими методиками. Для розрахунку індексів за даними AVHRR KA NOAA в якості червоної області спектру використовували канал 1к – канал оптичний (0,58 - 0,68 мкм), в якості 2к – канал ближній інфрачервоний (0,725 - 1,0 мкм). Значення індексу вегетаційного нормалізованого-різницевого NDVI знаходяться в межах від -1 до + 1. Результуюче зображення було створене з використанням дискретної шкали NDVI для уніфікації отриманих значень. Іншою відносною опосередкованою ознакою стану рослинності є нормалізований диференційний індекс вологовмісту NDWI.

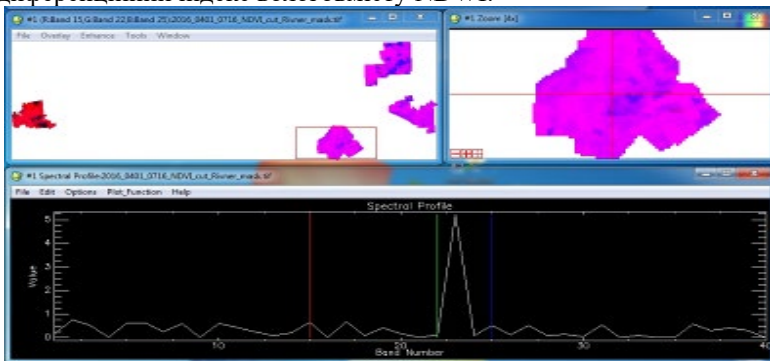


Рис. 2. Розрахунок спектральних індексів за космічним знімком сканеру AVHRR KA NOAA-16 програмним комплексом ITT ENVI

Для оцінки відносного вмісту вологи в надземній фітомасі використовувалась інформація отримана зі сканеру AVHRR KA NOAA-16 – нормалізований диференціальний водний індекс (NDWI). Значення індексів NDVI та NDWI для Білоозерської ділянки Рівненського ПЗ розраховані допомогою знімків сканеру AVHRR KA NOAA-16 у період квітень – липень 2015 року та квітень - липень 2016 року. NIR – 2 канал – (0.725-1.0 мкм); SWIR – (3b) канал – (3.55 - 3.93 мкм). В цей період на території природного заповідника було проведено натурні дослідження. Для обробки та інтерпретації даних ДЗЗ були використані програмні пакети ITT ENVI [2] та QGIS. Таким чином, завдяки використанню супутникової інформації здійснено оцінку структури, стану та продуктивності природної екосистем, а також визначення ступеню їх дигресії.

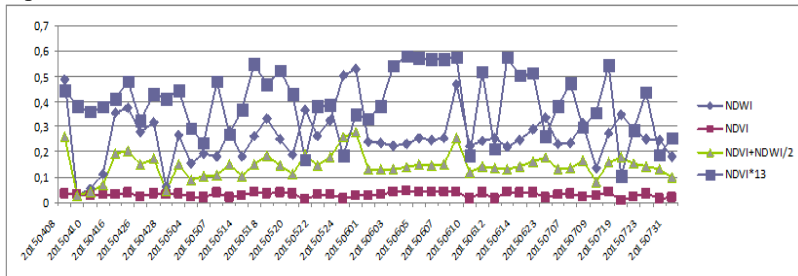


Рис. 3. Динаміка стану рослинності та вологості Білоозерської ділянки Рівненського природного заповідника протягом квітня – липня 2015р. на основі значень індексів NDVI та NDWI

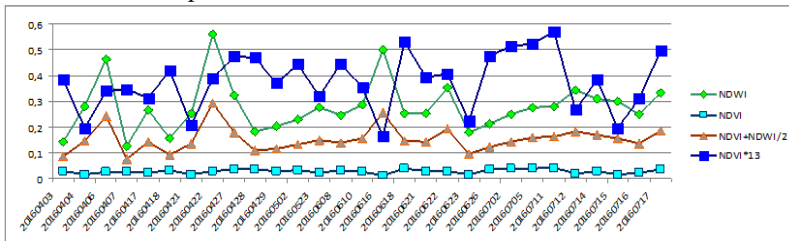


Рис. 4. Динаміка стану рослинності та вологості Білоозерської ділянки Рівненського природного заповідника протягом квітня – липня 2016р. на основі значень індексів NDVI та NDWI.

Результати даних розрахунків використано при подальшій оцінці території природного заповідника використовуючи засоби геоінформаційних технологій. Першим етапом проведення аналізу стало встановлення результатуючих змін стану рослинності за досліджуваний

період (рис. 3,4). Результуюче зображення також було створене з використанням стандартизованої шкали NDVI для уніфікації отриманих значень. Якщо отримане значення менше нуля – це свідчить про погіршення стану рослинності на даній ділянці. Відповідно, чим результуючий показник більше нуля – тим більш позитивних змін зазнала рослинність на певній території. Таким чином, аналіз отриманих даних дозволяє стверджувати, що для більшості території Білоозерської ділянки Рівненського ПЗ стан рослинності протягом досліджуваного періоду не змінився. Тобто, для досліджуваної території тенденції зміни стану рослинності протягом досліджуваного періоду можна охарактеризувати як позитивні. Водночас, не варто абсолютизувати отримані результати, адже цінність різних типів екосистем та рослинних комплексів може бути різною. Розвиток техніки космічної зйомки дає значно ширші можливості цільового застосування супутникових даних ДЗЗ щодо інформаційного забезпечення управління природоохоронними територіями. При цьому слід враховувати, що до відмінностей цих властивостей можуть приводити й інші, не зв'язані із змінами лісів фактори, такі як фенологічний стан рослинності, атмосферні умови, геометричні умови, освітлення й спостереження, рельєф місцевості та деякі інші особливості. Зазначимо важливість дослідження водно-болотних угідь для збереження біорізноманіття України, подальшої модернізації моніторингу довкілля та досягнення високого рівня екологічного захисту і забезпечення раціонального природокористування.

Список використаних джерел

1. Zagorodnya S.A., Novokhatska N.A., Okhariev V.O., Popova M.A., Radchuk I.V., Trysnyuk T.V., Shumeiko V.O., Atrasevych O.V. GIS-Based assessment of anthropogenic influence in Western Polissya region Limnological ecosystems. Екологічна безпека та природокористування - К., 2018, 2(26), С. 23-34.
2. Томченко О.В. Обґрунтування методів системного аналізу стану водно-болотних угідь з використанням даних дистанційного зондування Землі і наземних спостережень (на прикладі верхів'я Київського водосховища): дис...канд. техніч. наук: 05.07.12 – К., 2015. – С.79-82.
3. O.Korchenko, V.Pohrebennyk, J. Gancarczyk, N.Sheviakina, S.Zagorodnia Use of modern information technologies for and management of nature reserve areas. International multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2019 – Albena, Bulgaria, 2019, P. 697-703.
4. O. Trofymchuk, V. Klymenko, N. Sheviakina, S. Zahorodnya, I. Radchuk Assessment of the impact of anthropogenic activities on aquatic ecosystems. Water Supply and Wastewater Disposal, Designing, Construction, Operation and Monitoring: Monograph, Lublin, 2020. – P 328-335.
5. O. Trofymchuk, S. Zahorodnya, N. Sheviakina, I. Radchuk, O. Tomchenko Remote Sensing Monitoring of Biotopes Distribution within Nature Reserve Area. Journal of Environmental Research, Engineering and Management. – 2020, Vol.76, No. 3. – pp. 109-120.

Екологічні дослідження озер Шацької групи

Триснюк В.М., Шумейко В.О., Триснюк Т.В., Охарєв В.О., Курило А.В., Волинець Т.В.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України

Шацькі озера – це група з понад 30 озер у північно-західній частині Шацького району Волинської області, у межах річчя Прип'яті й Західного Бугу, поблизу селища міського типу Шацька. Шацькі озера обрамлюють тектонічні розломи, обрамлені лісовими масивами, де побудовано багато санаторіїв і таборів відпочинку. Тобто, існує певне антропогенне навантаження в окремі періоди року. З цією метою, для охорони рідкісних природних комплексів у районі Шацьких озер у 1983 році створено Шацький національний природний парк (площа 32 500 га). Характерною особливістю території парку є дуже близьке залягання до поверхні крейдяно-мергельних порід, особливо по берегах карстових озер і вершинах горбів і гряд. На території парку знаходиться 4 типи ґрунтів, які включають 10 підтипів і 94 різновидностей.

Вододіл на досліджуваній території дуже плаский. Низькі водорозділи зумовлюють слабе дренавання території та викликають заболочення. Підземні води знаходяться на водоносних горизонтах четвертинних і верхньокрейдяних відкладів. В болотних відкладах кількість води в водоносних горизонтах залежить від ступеня розкладу торфу і наявності мінеральних добавок в ньому.

Територія, на якій розташовані озера, називається Шацьким поозер'ям. Найбільші з Шацьких озер, які розглядалися у складі досліджуваного біогеоценозу під час експедицій:

- оз. Світязь (пл. 27,5 км², друга за розміром природна водойма в Україні після озера Ялпуг),
- оз. Пулемецьке озеро (пл. 16,3 км²),
- оз. Луки (пл. 6,8 км²),
- оз. Люцимир (пл. 4,3 км²),
- оз. Остров'янське озеро (пл. 2,5 км²),
- оз. Кримне (пл. 1,44 км²),
- оз. Пісочне (пл. 1,86 км²).

Шацьке поозер'я являє собою рівнину в межах Поліської низовини. Центральна його частина характеризується поширенням озерних карстових улоговин. Озера, що лежать серед болотних ландшафтів, утворилися внаслідок нагромадження алювію і підвищення рівня ґрунтових вод, за умов незначного похилу території й відсутності постійного стоку. Береги Шацьких озер низькі, улогі, складені піщаним, піщано-гальковим і біогенним матеріалами; є заболочені ділянки.

Живляться атмосферними і пластовими водами, а також за рахунок водообміну по каналах, якими сполучені окремі озера. Влітку вода добре прогрівається, взимку Шацькі озера замерзають. Як показало дослідження, мінералізація води помірна або знижена, її величина коливається від 75-125 до 200-250 мг/л. Колір води змінюється від жовтувато-зеленого у мілководних озерах до смарагдово-зеленого у глибоких. Дно вкрите переважно піщано-мулистими відкладами, торфовими й сапропелевими мулами, що було встановлено, використовуючи вдосконалений і виготовлений автором контактний метод відбору донних відкладів. В цілому, в Шацьких озерах зберігається досить висока якість води, оскільки поряд немає значних джерел забруднення вод, а статус національного природного парку сприяє охороні вод.

Серед риб водяться вугор, окунь, плітка, щука, лин, лящ, карась, короп, сом, в'юн. Є акліматизовані та інтродуційовані види (наприклад, в озерах Святизі, Пулемецькому й Кримному – канальний сом, у Пісочному – форелеокунь, у Пулемецькому – чудський сиг, у Люцимирі і Чорному Великому озері – судак і сазан амурський). В окремих озерах водяться раки.

Створено рибницькі господарства, зокрема ставково-рибницьке господарство з розплідником «Ладинка». На берегах Шацьких озер – місця гніздування водоплавних птахів (диких качок та гусей, лебедів та ін.). Більша частина Шацьких озер, як вже зазначалося, – у складі Шацького природного національного парку. На цій території постійно ведуться наукові дослідження Львівського та Луцького університетів.

Слід зазначити, що водні екосистеми Шацьких озер зазнають антропогенного впливу внаслідок господарського та рекреаційного використання. Тож під час проведення досліджень підтверджена активізація процесів евтрофікації водойм. Також зафіксоване незначне пониження водного дзеркала у період активної фази сільськогосподарських робіт. Фіксація рівня проводилась методами ДЗЗ. Під час декількох досліджень спостерігалось незначне посилення прогрівання озер, що у підсумку може спричинити їх ізоляцію, а у підсумках можливе і заболочення берегів деяких озер.

Було встановлено, що досліджувані озера є слабо проточними, проте навіть незначний приток води обумовлює зміну гідробіологічних процесів досліджуваних акваторій. Гідрологічні процеси визначають перенесення речовин в екосистемі, впливають на швидкість забруднення і самоочищення водойм. Основними гідродинамічними явищами в Шацьких озерах є течії і турбулентне перемішування. Для досліджуваних озер характерними є вітрові течії та супутні їм компенсаційні.

Наприклад, лише у верхньому шарі оз. Світязь водні маси мають швидкості в середньому 0,20 м/с, а на глибині від 10 м – 0,05 м/с.

Обслідування навколишніх територій озер дозволяє зробити негативні висновки про підсилення антропогенного тиску на межах Шацького національного природного парку. Так, розробка крейдяного родовища «Хотиславське» (Республіка Білорусь), що знаходиться в 300 метрах від кордону з Волинською областю може призвести до зневоднення Шацьких озер. Видобуток піска та крейди створює величезний резервуар, куди може перейти вода, що наповнює акваторію групи Шацьких озер

За результатами ряду дослідницьких експедицій українська сторона передала уряду Білорусі всі експертні висновки щодо розробки родовища.

Експедиційною групою вчених ІТГП НАН України було проведено гідрохімічний аналіз проб, взятих на визначених попередньо ділянках акваторії досліджуваних водних об'єктів зокрема, за такими нормативними показниками як: рН, вміст сульфатів, нітритів, нітратів, солей амонію, хлоридів, фосфатів, кальцію, магнію, заліза, кремнію.

Аналіз текстових даних ЗМІ

Орловський А.В.¹, Терентьєв О.М.²

¹ Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

*² Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України
orlovskiy.artem@iitl.kpi.ua¹, o.terentiev@gmail.com²*

Наразі кількість інформації у мережі Інтернет стрімко збільшується за рахунок різноманітних джерел, одними з яких є засоби масової інформації (ЗМІ). Серед цієї інформації велику частку становлять текстові пости, онлайн-видання, твіти, коментарі, які користувачі читають кожного дня. Інформації та новин стає настільки багато, що кожен читач фізично не здатен прочитати всі публікації з різних джерел, для того щоб мати можливість порівняти та оцінити інформацію. Аналітичні звіти та результати, вже існуючих видань тільки породжують нову інформацію, більш адаптовану для сприйняття, а також допомагає відфільтрувати необхідний контент та розставити створити пріоритети. Таким чином, виникає потреба в фільтрації контенту та сортуванню новин. Саме це і стало причиною вибору даної теми дослідження, з метою створення відповідної інформаційної системи.

В якості прикладу, розглянемо задачу аналіз настрою тексту, тобто пошуку емоційного забарвлення, що може бути корисним для визначення настрою аудиторії, маркетингових дослідженнях, моніторингу рейтингів публічних осіб, компаній та різного виду організацій. У багатьох країнах існують відповідні аналітичні проекти, що займаються схожими задачами на основі відкритих. Наприклад, ця задача вирішувалася організацією Cambridge Analytica [1], що застосовувала аналіз даних для політичних кампаній в США, а також у процесі Brexit.

Для виконання базового рішення цієї задачі в контексті українських ЗМІ необхідно застосувати одну з загальноприйнятих послідовностей дій для аналізу тексту., як показано на рис. 1.

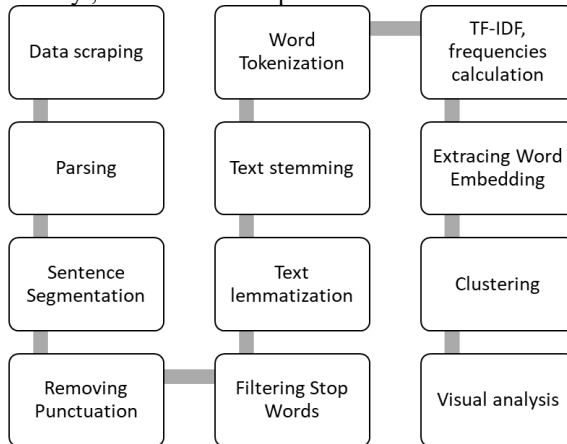


Рис 1. Послідовність дій при обробці природної мови

Основний матеріал для досліджень був зібраний з допомогою месенджера Telegram, а саме офіційних каналів ЗМІ у месенджері, Telegram-боту MediaMonitoringBot (<https://mediamonitoringbot.com>) [2] та написаною програмою RSS парсером, що збирає інформацію з різних ресурсів у режимі реального часу у форматі RSS та трансформує їх у формат для подальшого аналізу. Матеріал для дослідження у вигляді електронних статей, був зібраний з березня по серпень 2021 року.

Перед аналізом використовувався попередній препроцесинг даних, скрапінг статей з офіційних веб джерел у вигляді сайтів ЗМІ та перевірка на кількість постів за кожний день збирання датасету. Таким чином окремим дослідом буде вивчення поведінки ЗМІ в динаміці за певний часовий ряд.

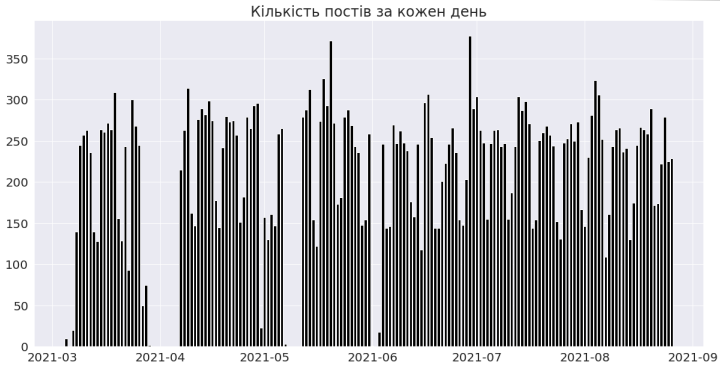


Рис. 2 Кількість постів за кожен день

Далі слідував процес токенизації та векторизації слів. Для векторизації було обрано нейромережеву модель Word2vec [3], яка створює для кожного слова у корпусі тексту його вектор з властивістю порівняння семантичної подібності з іншими словами в датасеті за певної математичної функції, як правило косинусної подібності векторів.

Для кожного ЗМІ було виділено окремий підкорпус цього джерела, для порівняння слів за схожістю у різних джерелах. І, для прикладу, було обрано варіант запиту пошуку топ 10 найближчих слів у даних моделей для слова «Порошенко», що зображено на нижче на рис. 3.

	cenсор_net	unian	espresotb	typical_ukr	korrespondent	gordonuacom	channel24	znua_live	svoboda_radio	news_5ua
0	петро	петр	петро	петро	олигархов	петро	петро	петро	медведчук	рейтинг
1	соціологічний	иск	чинний	петр	готовности	bihus	аваков	секретарь	віктор	відомитися
2	віктор	гордон	президентський	штаб	бывший	зеленского	арсен	просит	прокоментувати	скандал
3	forbes	главой	пятий	ответ	реестр	медведчук	розмова	ввел	підозра	опитування
4	порошенка	обвинения	мендель	внимание	юрия	запис	очопити	создание	підозрювати	зеленським
5	найкращий	пригласил	опитування	столар	станут	зеленскому	монастирський	подписал	переговорити	дипломатичний
6	рейтинг	конференции	выборець	историю	статус	пост	довіряти	действие	тема	агрессора
7	фінал	встретился	слуга	нбу	семье	пошутил	вбвця	олигархов	коментувати	співпраця
8	дослідження	встрече	юля	эфире	этой	иск	преконференцию	офиса	предмет	оборона
9	одразу	лидер	емоция	партии	должности	секретар	слексий	правления	вручити	меркель

Рис. 3 Найближчі слова до терму «Порошенко» за моделями Word2Vec, навчених на текстах від різних ресурсів ЗМІ

Основною проблемою аналізу новин з каналів у месенджері Telegram є їх формат подачі новин, це зазвичай короткі пости з зображенням або відео, та коментарями. Збирати дані з зображень та відео складна задача, як для дослідника аналітика так і для обчислювальних ресурсів комп'ютера. Тому для розгляду залишаються лише текстові дані, тобто текст посту та коментарі. Текст посту являє

собою лише короткий опис з посиланнями на офіційний сайт даного ЗМІ, в якому окремо необхідно оброблювати інформацію. Коментарі здатні виділити певний настрій відносно аудиторії у вигляді сентименту на певну новину, але корпус слів коментаторів доволі специфічний. Крім того, не варто забувати про акаунти-ботів, які змінюють істинний розподіл думок населення з цього приводу.

Підсумовуючи, створений дослідницький пайплайн дає змогу оцінити базовий сентимент слів у датасеті, виокремити категорії слів, порівняти ресурси між собою за ознаками згадувань певного матеріалу у різному вигляді на всьому отриманому часовому проміжку.

Список використаних джерел

1. SCL Group, материнська компанія Cambridge Analytica: веб-сайт. URL: <https://sclgroup.online/> (дата звернення: 16.08.2021)
2. MediaMonitoringBot Telegram-бот моніторингу згадувань в онлайн-ЗМІ України. Веб-сайт. URL: <https://mediamonitoringbot.com/> (дата звернення: 16.08.2021)
3. Mikolov T., Chen K., Corrado G., Dean J. Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space // Proc. of Workshop at ICLR. 2013. P. 1301-3781

Технологія ідентифікації онтологічної моделі даних з використанням NLP та NER методів

Гораши М.А., Лучко А.М.

*Вінницький національний технічний університет,
E-mail: kolia28011994@gmail.com, andriyluchko@gmail.com*

Раніше авторами було створено інформаційну веб-систему пошуку та збереження просторових та непросторових даних на основі онтологічних моделей GDMB-Search (рис. 1), що дозволяє зберігати та наповнювати набори відкритих числових даних із прив'язкою у часі, просторі та по ключових словах, здійснювати швидкий та комплексний пошук [1]. Але при її практичному використанні виник суттєвий недолік – складність у наповненні даними.

Отже, виникає необхідність уніфікованого та автоматичного наповнення онтологічної бази даних інформаційної веб-системи пошуку та збереження просторових і непросторових даних на основі онтологічних моделей. Дана проблема є актуальною, оскільки існують спроби її вирішення [2, 3].

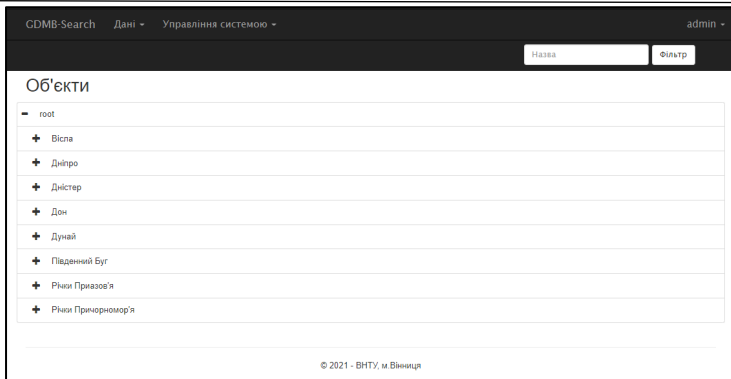


Рисунок 1 — Сторінка водних об'єктів у системі GDMB-Search

Для вирішення даної проблеми пропонуємо застосувати технології штучного інтелекту та машинного навчання, зокрема Name Entity Recognition (NER) як підвид Natural Language Processing (NLP) технології, що дозволить знаходити наперед невідомі можливі варіанти сутностей та їх зв'язки із відомими, але можуть займати певний час і знаходити чимало нерелевантних варіантів, тому потребують постійного коригування [4, 5].

Дані технології допоможуть опрацювати масиви даних та класифікувати їх у форматі, який потрібний для даної веб системи.

Для опрацювання даних застосуємо такий алгоритм:

1. Формування навчальної та тестової вибірки даних, які будуть використовуватися для навчання системи і тестування.

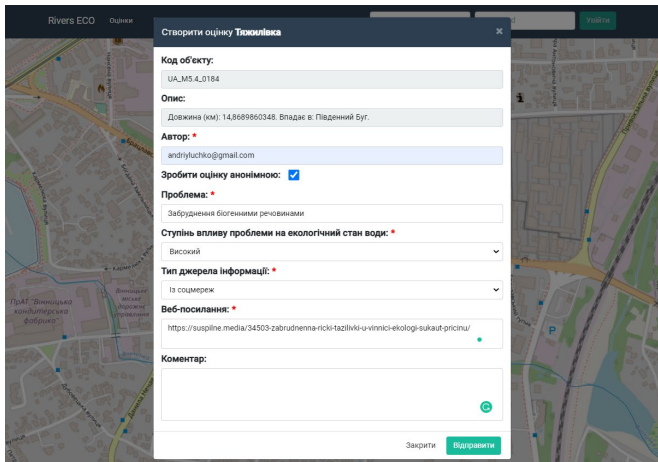
2. Підключення моделі BERT та проведення налаштувань даної моделі. Дана модель може розпізнавати біля ста мов, у т.ч. українську.

3. Навчання даної моделі. Спочатку для навчання моделі використаємо навчальну вибірку даних. Після опрацювання навчальної вибірки застосуємо тестову вибірку для перевірки можливостей моделі.

4. Опрацювання даного масиву даних для прив'язки його до відповідної локації. Під час опрацювання даних будуть виникати ситуації, коли фрагмент масиву даних не вийде прив'язати до відповідної локації, але для її вирішення будемо повторно опрацьовувати відповідний масив, поки даний фрагмент не отримає прив'язку. Повторне опрацювання даних покращить навчену модель і дозволить швидше і якісніше опрацьовувати масиви даних.

Результатом виконання алгоритму буде онтологічна модель, що використовується у системі GDMB-Search, яку можна експортувати у вигляді файлу, наприклад, типу RDF (Resource Description Framework).

Як вхідні дані для побудови моделі, можна використати експертні оцінки, отримані за допомогою розробленої авторами пілотної експертної інформаційної веб-системи виявлення та верифікації пріоритетних екологічних проблем у масивах вод басейну річки [6]. Система дозволяє залучити велику кількість користувачів-експертів з різною кваліфікацією та досвідом для оцінювання екологічного стану масивів вод та ідентифікації суттєвих проблем. Для оцінювання стану водного об'єкту експерт обирає його на карті та заповнює форму створення оцінки (рис. 2).



The image shows a web application interface for creating an assessment. The form is titled "Створити оцінку Тіазилівка" and is overlaid on a map. The form fields are as follows:

- Код об'єкту:** UA_MS_4_0184
- Опис:** Довжина (км): 14,8(69860348). Впадає в: Падений Буг.
- Автор:** andriy.luchko@gmail.com
- Зробити оцінку анонімною:**
- Проблема:** Забруднення біологічними речовинами
- Ступінь впливу проблеми на екологічний стан води:** Високий
- Тип джерела інформації:** Із соцмереж
- Веб-посилання:** <https://supline.media/34503-zabrudnenna-rizki-tiazilivki-u-vimnitsi-ekologi-sukaut-pricinu/>
- Коментар:** (empty text area)

Buttons: "Закрити" (Close) and "Відправити" (Submit).

Рисунок 2 — Форма створення оцінки

У формі він має вказати наступну інформацію:

- свою електронну пошту (якщо була поставлена помітка «Зробити оцінку анонімною», тоді пошта буде прихована);
- екологічну проблему із випадного списку;
- бачення ступеню впливу цієї проблеми на екологічний стан обраного масиву вод;
- тип джерела інформації (наприклад: власний досвід, із соцмереж та ін.);
- посилання на відкрите(і) веб-джерело(а), де є текстова інформація про дану проблему для обраного масиву вод;
- власний коментар (за бажанням).

Отже, нашою метою є розробка технології ідентифікації онтологічної моделі даних з використанням NLP та NER методів, що дозволить з текстів, написаних природною мовою, на виході давати

онтологічну модель даних для певного інформаційного ресурсу. Для початку, дана технологія дозволить автоматизувати наповнення даними інформаційну веб-систему пошуку та збереження просторових і непросторових даних на основі онтологічних моделей GDMB-Search та усуне проблему розробки механізму синхронізації для кожної системи із відкритими даними та ручного наповнення.

Список використаних джерел

1. Мокін В. Б., Овчаренко І. І., Лучко А. М., Давидюк О. М. Побудова масштабованої інформаційно-пошукової системи для управління річковим басейном на основі реєстрів та онтологічних моделей. Математичне моделювання в економіці. 2019. Т. 15, №2. С. 45–56.
2. Ali Ayadi, Mélanie Auffan, Jérôme Rose. Ontology-based NLP information extraction to enrich nanomaterial environmental exposure database. *Procedia Computer Science*. 2020. Vol. 176. P. 360–369. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050920318615> (date of access: 05.09.2021).
3. Engy Yehia, Hussein Boshnak, Sayed AbdelGaber, Amany Abdo, Doaa S. Elzanfaly. Ontology-based clinical information extraction from physician's free-text notes. *Journal of Biomedical Informatics*. 2019. Vol. 98. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1532046419301959> (date of access: 05.09.2021).
4. Vihar Kurama. Named Entity Recognition | NLP with NLTK & spaCy. URL: <https://nanonets.com/blog/named-entity-recognition-2020-guide> (date of access: 05.09.2021).
5. Zhifeng Hao, Di Lv, Zijian Li, Ruichu Cai, Wen Wen, Boyan Xu. Semi-Supervised Disentangled Framework for Transferable Named Entity Recognition. *Computation and Language (cs.CL); Machine Learning (cs.LG)*. 2020. URL: <https://paperswithcode.com/paper/semi-supervised-disentangled-framework-for> (date of access: 05.09.2021).
6. Мокін В. Б., Лучко А. М., Давидюк О. М., Вуж Т. Є. Технологія побудови експертної інформаційної веб-системи виявлення та верифікації пріоритетних екологічних проблем у масивах вод басейну річки. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2021. №1. С. 77–87.

Застосування системи автоматизованої обробки різностильових документів на прикладі океанографічних законодавчих актів

Гайко С. І.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, svitgai@i.ua

В багатьох країнах світу створюються системи отримання та використання екологічної інформації, зокрема у сфері морської діяльності. Для України до 2014 року процеси збору, зберігання та обміну океанографічними даними здійснювалися організаціями, розташованими здебільшого в Криму. Після їх втрати такі процеси здійснювалися самостійно різними організаціями, а прямий обмін інформацією між

ними, в основному, припинився. Як наслідок, великі обсяги важливих даних, які зараз присутні в Україні, зберігаються в розрізних архівах і базах даних і недоступні широкому колу фахівців.

Тому сьогодні активно розробляється концепція спеціалізованого океанографічного банку даних [1], що міститиме широкий спектр такої інформації і надаватиме інформаційно-аналітичну підтримку процесам прийняття рішень в даній сфері. Важливою складовою такого банку даних є база нормативної документації.

Для ефективного використання такої системи в рамках вирішення прикладних задач політематичного характеру, вона повинна надавати інструменти для:

- відбору та накопичення інформації з текстів природною мовою;
- побудови тематичних глосаріїв, тезаурусів, тощо;
- контекстно-орієнтованої тематичної класифікації та каталогізації інформації;
- онтологічного управління та дослідницького інжинірингу, які забезпечують встановлення ієрархічних структур на всіх рівнях мовно-онтологічного опису тематики предметних областей;
- побудови категоріальних рівнів мовно-онтологічних описів тематик предметних сфер на основі використання засобів онтологічного моделювання;
- витягу із множини текстових документів знань, релевантних до заданої предметної області, їх системно-онтологічної структуризації та формально-логічного подання, тощо [2].

В якості такого інтегрованого трансдисциплінарного інструменту побудови онтологій пропонується система автоматизованої обробки різностильових документів.

Система складається з двох підсистем: підсистеми, що здійснює структурування текстів («Рекурсивний редуктор» [3]), і підсистеми, що забезпечує користувацький інтерфейс («Підсистема формування інтерактивних документів»).

Центральним елементом системи є *онтологія стилів*. При запуску підсистеми структуризації онтологія стилів витягується зі сховища, і за допомогою спеціалізованої підпрограми («інтерпретатор онтології стилів») перетворюється в підмножину бази правил редукції.

З урахуванням цих правил здійснюється структуризація на першому етапі. Результати структуризації перетворюються в зростаючу пірамідальну мережу (ЗПМ) [4] за допомогою відповідної підпрограми, і на їх основі проводиться класифікація вихідного тексту за допомогою класифікаційної системи «Confog». Отримана класифікація подається на вхід підпрограми структуризації, що дозволяє повторити редукцію з

більшою точністю і отримати кінцевий результат – інформаційну онтологію, яка в подальшому зберігається у відповідній базі.

Підсистема формування інтерактивних документів містить дві основні складові: сховище онтологій і натуральну систему. Додатково використовується інтерпретатор онтологічних шаблонів представлення, що дозволяє модифікувати функціональність натуральної системи. Онтологічні шаблони представлення, що використовуються в роботі інтерпретатора, зберігаються в сховищі поруч з інформаційними онтологіями.

Додатково натуральна система дозволяє виконувати трансдисциплінарну інтеграцію інформації. Для цього використовується спеціалізований модуль індексації («Індексатор»). На вхід індексатора подаються як структуровані (інформаційні онтології), так і неструктуровані (ПМТ) документи, а результати його роботи відображаються за допомогою натуральної системи.

Наведемо приклад наповнення онтології стилів об'єктами законодавчого стилю (рис. 1), в яких міститься значна кількість уніфікованої інформації, що може бути корисною для застосування в галузі океанографічних досліджень.

1	побережжях	Елементи/Таблиця							
		Назва	Розмір шрифту	Жирний	Курсив	Підреслений	Шрифт	Початок	Регулярний вираз
2									
3									
4	Закон України	Назва типу документу	20	Так	Так		Times New Roman		
5	Закон України	Назва документу	16	Так			Times New Roman		
6	Закон України	Назва розділу	14	Так			Times New Roman	РОЗДІЛ	
7	Закон України	Назва статті	12	Так			Times New Roman	Стаття	
8	Положення класифікаційної діяльності	Назва типу документу	26	Так			Times New Roman		
9	Положення класифікаційної діяльності	Назва документу	24	Так			Times New Roman		
10	Положення класифікаційної діяльності	Назва розділу	12	Так			Times New Roman		
11	Положення класифікаційної діяльності	Назва підрозділу	11	Так			Times New Roman		
12	Положення класифікаційної діяльності	Терміни	11		Так		Times New Roman		
13	Кодекс	Назва документу	18	Так			Times New Roman		
14	Кодекс	Назва розділу	14	Так			Times New Roman	РОЗДІЛ	
15	Кодекс	Назва глави	14	Так			Times New Roman	ГЛАВА	
16	Кодекс	Назва статті	12	Так			Times New Roman	Стаття	
17	Кодекс	Відміна про редагування	12		Так		Times New Roman		\\(.*)
18	Конвенція	Назва документу	14	Так			Consolas		
19	Конвенція	Назва статті	12	Так			Consolas	Стаття	
20	Конвенція	Терміни	12				Consolas		\\(.*)
21	Постанова КМУ	Назва типу документу	14	Так			Arial		
22	Постанова КМУ	Назва документу	12	Так			Arial		
23	Постанова КМУ	Відміна про редагування	12				Arial		\\(.*)

Рисунок 9 – Атрибути об'єктів онтології стилів

В якості об'єктів обрано наступні документи: Конвенція ООН з морського права, Кодекс торговельного мореплавства України, Правила класифікації та побудови суден, Закон України про гідрометеорологічну діяльність, Постанова КМУ Про вдосконалення технічного, класифікаційного і судноплавного нагляду на морському і річковому транспорті.

В якості атрибутів даних об'єктів виступають особливості текстової розмітки, які описують особливості оформлення тексту конкретних

документів, і це дозволяє ефективно використовувати операції порівняння. Атрибути та їх значення представлені на рис. 1.

Після застосування редукції, система автоматизованої обробки різностильових документів автоматично виділяє задані елементи тексту і застосовує їх для побудови онтологій.

Таким чином, застосування системи автоматизованої обробки різностильових документів сприяє: 1) подальшому розвитку методу рекурсивної редукції, оскільки основним його недоліком є те, що правила, які використовуються для задання шаблонів ідентифікації, представлені в предикативній формі, незручній для користувача, а побудувавши перетворення, яке приводить до предикативної форми онтологічно задані описи інформації, яку слід ідентифікувати, ефективність процесу створення бази правил значно підвищується; 2) інтегрований взаємодії мережевих інформаційних ресурсів в рамках здійснення досліджень, що вимагають опрацювання як наукових так і законодавчих джерел.

Список використаних джерел

1. Stryzhak O., Prykhodniuk V., Popova M., Nadutenko M., Haiko S., Chepkov R. Development of an Oceanographic Databank Based on Ontological Interactive Documents. Intelligent Computing. Cham : Springer International Publishing. 2021. С. 97–114. ISBN: 978-3-030-80126-7
2. Гуржій А., Гайко С., Попова М., Стрижак О. Трансдисциплінарні когнітивні засоби підтримки наукових досліджень. Освіта для миру. 2019. С. 190–200.
3. Приходнюк В. В. Технологічні засоби транс-дисциплінарного представлення геопросторової інформації. ІТГП. 2017. 267 с.
4. Гладун В. П., Вашенко Н. Д., Величко В. Ю., Ткаченко Ю. Г. Структуризация и анализ данных в растущих пирамидальных сетях. System Research & Information Technologies. 2004. № 1. С. 82–92.

Structuration of Environmental Studies by using Multi-report Ontological Graph

Tarasenko R.A., Shapovalov V.B., Usenko S.A., Shapovalov Ye.B.

National Center «Junior Academy of Sciences of Ukraine»,

E-mail: tarasenko@man.gov.ua

The usage of information technologies extended, and the capability of software to classify and structure the information becomes increasingly important. The field of ecology and nature management is no exception. So, it seems relevant to find a solution that can simplify the scientific publications data processing.

To provide data management, it seems relevant to use metadata of each paper that contains data on publication. Metadata can include contact information, year of publication, author details, instrument and protocol information, survey tool details and much more [1].

Reference management software maintains a database of articles and creates bibliographies and reference lists for the written works. This software partially simplifies the record of metadata. There are several popular reference management software, for example, Refworks, Mendeley, EndNote and Zotero [2–5]. All of these managers can save profiles, build a database of citations, save PDF files and extract metadata from them, import references from library catalogues, websites, and other citation managers [6–8].

However, metadata in these systems is not fully used. So, systems do not use metadata such as "Results," "Materials and methods," "References" etc. All of these systems do not provide a systematic approach they are not completely structured and hierarchical.

One of the most perspective solution, in our opinion, is ontologies [9]. For example, we can use hierarchies with multi-criteria techniques during the classification of metadata of various articles. Ontologies aim to capture the domain knowledge in a general way and ensure a common understanding of the domain.

We proposed to use the cognitive IT platform Polyhedron for this aim. The core of the Polyhedron [10–12] system consists of advanced and improved functions of the TODOS IT platform described in previous works.

To create ontologies in cognitive IT-platform Polyhedron, Google Sheets were used to collect and structure the information (see example in figure 1). The sheets with study report data (structure file and numeric/semantic data file) have downloaded and saved in .xls format. The files have loaded to editor. stemua.science, the part of the cognitive IT platform Polyhedron. After that, the generation of the graph nodes (in .xls) with its characteristics using structure file have carried out. The obtained graphs have saved in .xml format and located in the database. The graphs have filled by semantic and numeric information for ranking or filtering.

A	B	C	D	E	F	G	H
Research on biotechnology	Research on biotechnology	Research on biotechnology	Research on biotechnology	Research on biotechnology	Research on biotechnology	Research on biotechnology	Research on biotechnology
Materials and methods	Main Materials	Materials and methods	References	Results			
Materials and methods	Materials for researching	Materials for researching					
References	References	References	References	References	References	References	References
Main Materials	Main Materials	Main Materials	Main Materials	Main Materials	Main Materials	Main Materials	Main Materials
Test parameters of the system	Test parameters of the system	Test parameters of the system	Test parameters of the system	Test parameters of the system	Test parameters of the system	Test parameters of the system	Test parameters of the system
Materials for researching	Materials for researching	Materials for researching	Materials for researching	Materials for researching	Materials for researching	Materials for researching	Materials for researching

Fig. 1. Google sheet with data.

The parent node of the resulting graph is the "Scientific reports" node. In its structure, the ontological graph is complex because it has additional branches from child nodes. Child nodes are: "Reports on biotechnology" and "Reports on anaerobic digestion." From the child node "Reports on anaerobic digestion" are going the central sub-leaf nodes that reflect the basic principle of systematization of scientific works: "Results," "Materials and methods," "References". A separate node of Main Metadata was also additionally created. This node contains the central metadata: object, subject of study; practical significance, the scientific novelty of study; hypotheses; keywords; abstract, conclusions. The general view of the resulting graph is shown in Figure 2.

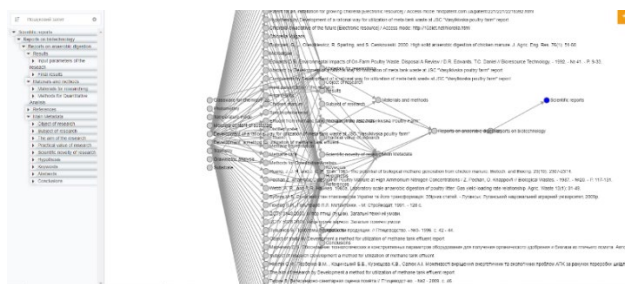


Fig. 2. General view of the resulting ontological graph

We have created a universal ontological solution that can provide systematization and structuration of any scientific studies. There are many advantages and potential scenarios of usage of our solution using ranking and auditing tools.

References

1. Noyer, U., Beckmann, D., Frank, K. Semantic technologies and metadata systematisation for evaluating time series in the context of driving experiments 1 Motivation and background 2 Architecture and approach. P. 1–2.
2. Kumar Basak, S. A Comparison of Researcher's Reference Management Software: Refworks, Mendeley, and EndNote. Journal of Economics and Behavioral Studies. 2014. Vol. 6, No. 7. P. 2220–6140.
3. Lambodara, Parabhoi; Arabinda, Kumar Seth; Sushanta, K. P. Citation Management Software Tools: a Comparison with Special Reference to Zotero and Mendeley Lambodara. 2017. Vol. 4, No. 3. P. 9–15.
4. Salem, J., Fehrmann, P. Bibliographic Management Software: A Focus Group Study of the Preferences and Practices of Undergraduate Students. Public Services Quarterly. 2013. Vol. 9, No. 2. P. 110–120.
5. Ram, S., John Paul Anbu, K. The use of bibliographic management software by Indian library and information science professionals. Reference Services Review. 2014. Vol. 42, No. 3. P. 499–513.
6. Ivey, C., Crum, J. Choosing the right Management tool. Journal of the Medical Library

Association. 2018. Vol. 106, No. 3. P. 399–403.

7. Butros, A., Taylor, S. Managing information: evaluating and selecting citation management software, a look at EndNote, RefWorks, Mendeley and Zotero. Proceedings of the 36th IAMSLIC Conference: Mar del Plata, Argentina, 17-21 October, 2010. 2011. P. 53–66.

8. Cuschieri, S., Grech, V., Calleja, N. WASP (Write a Scientific Paper): The use of bibliographic management software. Early Human Development. 2019. Vol. 128, No. xxxx. P. 118–119.

9. Parveen, D. A Graph-based Approach for the Summarization of Scientific Articles: Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg. 1–175p.

10. Stryzhak, O. Y., Gorburokov V., Franchuk, O., et al. Ontology of the choice problem and its application in the analysis of limnological systems. Ecological safety and nature management. 2014. P. 172–183.

11. Larysa Globa, Kovalskyi, M., Stryzhak, O. Y. Increasing Web Services Discovery Relevancy in the Multi-ontological Environment. Advances in Intelligent Systems and Computing. 2019. Vol. 342. P. 335–345.

12. Shapovalov, V. B., Shapovalov, Y. B., Bilyk, Z. I., et al. Centralized Information Web-oriented the Educational Environment of Ukraine. Proceedings of the 6 th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2018), Kryvyi Rih, Ukraine, December 21, 2018. 2019. Vol. 2433. P. 246–255.

Інформаційна технологія прогнозування тижневих трендів кількості нових хворих на коронавірус у країнах світу

Мокін В.Б., Лосенко А.В., Яцолт А.Р., Гевеленко А.О.

Вінницький національний технічний університет,

E-mail: vbmokin@gmail.com

Пандемія коронавірусу у світі стала справжнім випробуванням для людства. Важко знайти сферу діяльності, яка не зазнала б її впливу. Для запровадження ефективних превентивних карантинних та інших заходів важливо вміти моделювати і прогнозувати поширення цієї пандемії, передусім, прогнозувати кількість підтверджених нових хворих на коронавірус, хоча б на рівні країн. В усьому світі велика кількість дослідників різних галузей займається прогнозуванням цього та інших показників, але задача ускладнюється рядом факторів, які суттєво проявляються і в Україні:

- безсимптомність хвороби у багатьох людей та порівняно низька точність експрес-тестів;
- мала частка охоплення тестами людей у багатьох країнах та відсутність системних досліджень контактних осіб тих, в кого виявлено вірус;
- багатоденна затримка проявів хвороби у заражених людей;
- поява нових штамів;

- глобальність проблеми і вплив хворих із сусідніх країн, у т.ч. тих, з якими є транспортне (авіаційне та ін.) сполучення, тощо.

Особливу складність викликає останній з цих факторів, оскільки, як показує досвід, окремим країнам вдається на деякий час приборкати вірус, але весь час не просидиш на жорсткому карантині. Яскравими сумними прикладами впливу цього фактору було зростання кількості нових хворих у провідних країнах світу після фінальної стадії чемпіонату Європи з футболу та після Олімпіади, коли до них почали повертатись вболівальники. Отже, важливо вміти не тільки прогнозувати поширення хвороби в окремій країні, а й вміти враховувати вплив інших країн.

Для розв'язання цієї задачі пропонується наступне:

1. Побудувати адекватну модель для прогнозування кількості нових хворих у кожній країні світу, по якій є достовірні дані про такі дані.
2. Здійснити прогноз на період T у днях.
3. Виділити тренд цього прогнозу по кожній країні.
4. Співставити ретроспективно яким чином мала місце кореляція цих трендів в минулому і тоді можна спробувати здійснити порівняно довгостроковий прогноз поширення хвороби у заданій країні.

Довгостроковість такого прогнозу буде обумовлена тим, що, як правило, поширення між країнами не відбувається миттєво. Такий прогноз може бути достатньо достовірним на 1-2 місяці на відміну від короткострокових прогнозів, оснований на даних лише однієї країни.

У роботах [1, 2] описана технологія побудови універсальних моделей для прогнозування кількості нових хворих на коронавірус в Україні та інших країнах світу і підходи щодо їх використання для програвання сценаріїв. Результати роботи цих моделей увійшли у звіт (<https://www.nas.gov.ua/UA/Activity/covid/Pages/wg.aspx>) Робочої групи з математичного моделювання проблем, пов'язаних з епідемією коронавірусу SARS-CoV-2 в Україні (при НАН України), членом якої є Мокін В.Б. Цим результатам відведено окремий розділ у ряді звітів від «Прогноз РГ-30» до «Прогноз РГ-42», присвячених аналізу та прогнозу динаміки основних хвиль коронавірусу в Україні з осені 2020 року до весни 2021 року. Розроблено програму-ноутбук на Python [3], яка реалізує алгоритми робіт [1, 2] і на основі моделі Facebook Prophet здійснює прогнозування для 70 країн світу. У роботі [4] запропоновано спосіб картування нахилів трендів тижневих прогнозів за цими моделями, інтерпольованих прямими, який реалізовано у програмі-ноутбуку [5]. За допомогою цієї програми синтезовано і наведено у роботі [4] карти Європи за 7 різних тижнів, на яких добре видно закономірності щодо поширення коронавірусу у різних країнах протягом січня-березня 2021 року. На рис. 1, 2 наведено карти країн світу (на рис.

2 наведена карта Європа, яка є відповідним збільшеним фрагментом карти з рис. 1), побудовані в аналогічний спосіб у програмі [5, версія 21] за прогнозами, зробленими за допомогою моделі на основі Facebook Prophet у програмі [3, версія 48] 4.09.2021 р. на період 5-11.09.2021 р.

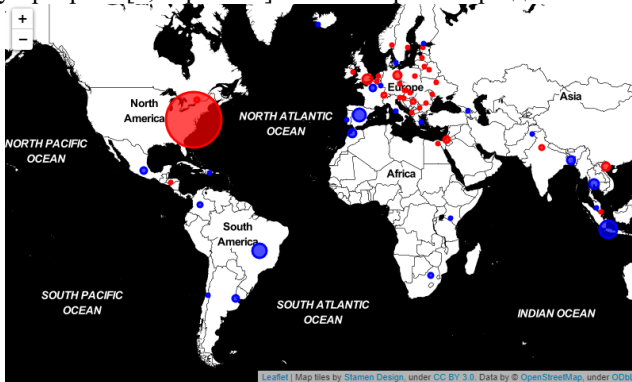


Рисунок 1. Карта трендів тижневих прогнозів на 5-11.09.2021 р. за моделлю Facebook Prophet зміни кількості нових хворих на коронавірус у країнах світу (червоні кола – позитивний тренд, тобто зростання кількості нових хворих, сині кола – негативний тренд, тобто зменшення цієї кількості)

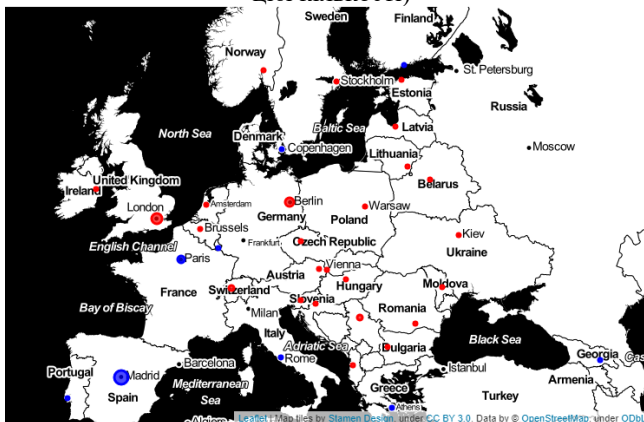


Рисунок 2. Карта трендів тижневих прогнозів на 5-11.09.2021 р. за моделлю Facebook Prophet зміни кількості нових хворих на коронавірус у країнах Європи (червоні кола – позитивний тренд, тобто зростання кількості нових хворих, сині кола – негативний тренд, тобто зменшення цієї кількості)

Список використаних джерел

6. В. Б. Мокін, А. В. Лосенко, і А. Р. Яшолт, «Інформаційна технологія аналізу та прогнозування кількості нових випадків захворювань на коронавірус SARS-COV-2 в Україні на основі моделі Prophet», *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, вип. 5, с. 71–83, 2020.
7. В. Б. Мокін, А. В. Лосенко, і А. Р. Яшолт, «Інформаційна технологія аналізу та прогнозування багатохвильової кількості нових випадків захворювань на коронавірус COVID-19 на основі моделі Prophet», *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, вип. 6, с. 65–75, 2020.
8. Мокін В.Б. COVID-19 in 70 countries: daily Prophet forecast / В. Б. Мокін, А. В. Лосенко // Kaggle. – Режим доступу: <https://www.kaggle.com/vbmokin/covid-19-in-70-countries-daily-prophet-forecast>
9. Мокін В. Б. Картування тренду тижневих прогнозів за моделлю Facebook Prophet зміни кількості нових хворих на коронавірус у країнах Європи протягом січня-березня 2021 року. В. Б. Мокін, А. В. Лосенко, матеріали L науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 10-12 березня 2021 р. <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2021/paper/view/12849>
10. Мокін В.Б. COVID-19: Week trends 70 countries mapping. Version 21. 05.09.2021. Kaggle. – Режим доступу: <https://www.kaggle.com/vbmokin/covid-19-week-trends-70-countries-mapping?scriptVersionId=74027060>

Природні біоантиоксиданти: структура, роль, основні джерела

¹Войціцький В М., ¹Хижняк С.В., ¹Мідик С.В., ²Полтавченко Т.В.,
¹Велинська А.О., ¹Гришук І.А.

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ

²Національний університет водного господарства та природокористування, м.Рівне,
khs2014@ukr.net

Окиснення енергоємких сполук викликає вивільнення енергії, яка використовується для виконання життєво необхідних робіт, зокрема, перетворення речовин, що потрапляють в організм з їжею, на синтез різноманітних сполук (білки, ліпіди, полісахариди, нуклеїнові кислоти), надходження до клітин необхідних для їх функціонування речовин, скорочення м'язів тощо.

В той же час Оксиген в реакціях окиснення здатний викликати ураження клітинних біологічно активних речовин чи навіть їх деструкцію. Потужними і ефективними окиснювачами є оксигенвмістні радикали – це сполуки, які містять Оксиген і виникають при віддаванні (втраті) або захопленні (придбанні) електрона електронейтральною молекулою, що відносяться до активних форм Оксигену (АФО) [1]. Токсична дія Оксигену на біологічні системи знаходиться під контролем різноманітних процесів, які забезпечують виживання і оптимальне існування живих організмів в

оксигеновому середовищі, а також забезпечують використання Оксигену в інтересах живих організмів. Це, насамперед, антиоксиданти (АО) – сполуки, що здатні запобігати процесам окиснення або їх гальмувати, тобто попереджувати чи зменшувати процеси окисної деструкції речовин [1-3].

Біоантиоксиданти (БАО) – це антиоксиданти, які утворюються, в самому організмі, а також ті, що потрапляють до нього з харчовими продуктами чи у вигляді харчових добавок або лікарських препаратів. Насамперед, це:

Вітаміни. Серед вітамінів найефективнішими АО є водорозчинний вітамін С (аскорбінова кислота), жиророзчинний *вітамін А* (вітамін А₁ – ретинол і А₂ – дегідроретинол, який має вдвічі меншу біологічну активність, ніж вітамін А₁), вітамін Е (загальна назва групи речовин, що містить біологічно активну вітамінну форму α-токоферол, а також β-, γ-, δ-токофероли, кожний з яких здатний утворювати по 8 ізомерів), вітамін К (вітамін К₁ – філохінон і К₂ – менахінон, який представлений декількома формами, що відрізняються довжиною бічного ланцюга). Фенольні сполуки (ФС) присутні у рослин в значній кількості (1–2% біомаси і більше) практично у всіх органах. Кількість відомих рослинних ФС перевищили 8000. Джерелами ФС є всі рослини, але найбільша АО-активність притаманна таким рослинним продуктам, як чаю, каві, какао, а також дещо менша часнику, шпинату, броколі, брюссельській і білокачанній капусти, червоному солодкому перці, баклажанам, батату, картоплі, листю латуки.

Терпеноїди. У рослин широко розповсюджені терпеноїди. До них відносять гормони рослин гібереліни, інгібітори росту ксантоксин і абсцизова кислота та ін. Антиоксидантною активністю володіють також дитерпени, білобетин, гінкгетин. На даний час фармакологічні властивості терпеноїдів як природних сполук, що володіють різноманітною біологічною активністю, насамперед АО-активністю, інтенсивно вивчаються з метою створення високоефективних лікарських препаратів.

Пектини. Одним з важливих класів харчових волокон полісахаридної природи є пектини, які у великих кількостях містяться в овочах (буряк, редька, ріпа), фруктах (яблука, груші, цитрусові, сливи) і харчових висівках. Основний АО-ефект пектинів – це зв'язування радикалів внаслідок ентеросорбції (поглинання в кишечнику).

Сапоніни. До органічних сполук з групи глікозидів (похідних цукрів) відносяться сапоніни, які здатні знижувати концентрацію радикалів, підвищувати активність антиоксидантних ферментів [4]. Основні джерела сапонінів-адаптогенів – женьшень, елеутерокок, аралія, радіола рожева, левзея, китайський лимонник.

Клітинні БАО. Це АО-ферменти: супероксиддисмутаза (СОД), яка каталізує реакцію дисмутації супероксидних аніон-радикалів з утворенням двох нейтральних молекул – O_2 і H_2O_2 ; каталаза (бере участь в утилізації продукту супероксиддисмутаційної реакції гідроген пероксиду (H_2O_2)), а також глутатіон-залежні ферменти. Глутатіон (GSH) – трипептид, який складається з глутамінової кислоти, цистеїну і гліцерину. Існує у двох формах: відновлений (GSH) і окиснений (GSSH). Важлива функція GSH – захист клітин, SH-груп білків від АФО, металів з перемінною валентністю тощо.

Важлива роль у АО-захисті відводиться сульфурвмісним (SH-вмісним) сполукам, до яких, крім глутатіону, належать, зокрема, амінокислоти цистеїн, цистин і метіонін. До АО-захисних систем клітин належать також інші низькомолекулярні сполуки, які здатні перехоплювати та інактивувати радикали, відновлювати АФО. До таких сполук, насамперед, належать, убіхінон (коензим Q, кофермент Q, КоQ). Білірубін – це кінцевий продукт деградації гемоглобіна старих еритроцитів, а також він може вивільнюватися з клітин селезінки, печінки, кісткового мозку. Карнозин – це дипептид гістидина і β -аланіна, який проявляє АО-активність як інактиватор АФО, активний протидіяч окисних процесів, синергіст (посилює дію) вітамінів С і Е. Меланіни – це один з класів конденсованих ФС, синтез яких відбувається в спеціалізованих клітинах меланоцитах, які розміщені в шкірі, волосяних фолікулах, епітелії сітківки та райдужній оболонці ока, в головному і спинному мозку, печінці, мозковій речовині наднирників. Ці речовини здатні захоплювати і зв'язувати всі типи активних форм Оксигену, Нітрогену і Хлору, а також метали з перемінною валентністю. α -Кетокислоти здатні без участі ферментів знешкоджувати H_2O_2 і $ONOO^-$.

Деякі гормони теж можуть проявляти АО-активність. Це, зокрема, естрогени жіночі статеві гормони, які здатні гальмувати окисні процеси, обриваючи ланцюги окиснення ліпідів, а також тероїдні гормони (тироксин і трийодотиронін).

Ліпоева кислота як АО-захисник здатна перехоплювати вільні радикали, зв'язувати іони Феруму та Купруму, і тим самим знижувати їх здатність приймати участь в окисних реакціях. Урати (зокрема, сечова кислота) ефективно перехоплюють вільні радикали, іони Феруму і Купруму.

Хімічний елемент Селен (Se) входить до активного центру глутатіонпероксидази (ГПО), по своїм біологічним властивостям подібний глутатіону. Селен міститься у наступних продуктах: вівсяна і гречана крупа, оливкова олія, бобові, морепродукти (морська капуста, гребінці, устриці, креветки).

Металотионеїни (МТ) – це група спеціалізованих білків (61–62 амінокислотних залишків, в тому числі 20 цистеїну, який містить SH-групи). Основна біологічна роль МТ – захист організму від важких металів (Феруму, Купруму, Кадмію, Меркурію, Плюмбуму та ін.) шляхом їх зв'язування. Вони також активно перехоплюють вільні та інші радикали, гальмують процеси вільнорадикального окиснення і пероксидного окиснення ліпідів.

У наведеному вище переліку представлені тільки певні ефективні природні БАО, як фізіологічно необхідні. Водночас, існує надзвичайно багато синтетичних БАО. Серед харчових біологічних добавок, містяться штучно синтезовані речовини, в тому числі БАО. Такі штучні БАО близькі по структурі та властивостям природним БАО. Але для природних БАО характерне взаємне підсилення ефектів. Різні групи природних БАО (вітаміни, феноли, пектини, сапоніни, терпеноїди, металотионеїни, Селен тощо) діють як синергісти. При застосуванні штучних БАО, що синтезуються за розробленими технологіями, такий синергічний ефект, як правило, не спостерігається. Як би там не було, але природні БАО значно ефективніші, ніж штучні. Водночас потужна індустрія харчових добавок, яка без недостатнього медичного контролю нав'язує свою продукцію споживачу, здатна при споживанні таких БАО нанести шкоду здоров'ю. Оптимальний шлях використання, зокрема, оздоровчих можливостей БАО – це збалансована дієта за рахунок природних харчових продуктів, насамперед рослинних (різноманітних фруктів та овочів), під контролем обізнаного лікаря-дієтолога.

Необхідно мати на увазі те, що кожний БАО проявляє свою ефективність за конкретних механізмів, нейтралізує певні АФО чи захищає специфічні клітинні мішені – білки або ліпіди, ліпопротеїни чи нуклеїнові кислоти. Навіть самий ефективний з відомих зараз БАО не може повністю попередити виникаючі окисні ушкодження навіть за його надходження в необхідній кількості. Тому, мабуть, максимальний ефект від використання екзогенних (тих, які застосовуються при внесенні із зовні) БАО вдасться отримати при недовготривалому їх потрапленні в організм. При відносно тривалому (тижні, місяці) введенні БАО екзогенно за рахунок саморегуляції розвивається до нього адаптивна (приспосувальна) реакція, що зводить нанівець ефекти від цього препарату.

Таким чином, при позитивному впливу на організм препаратів БАО, вони не є панацеєю у всіх випадках при їх споживанні. Тому використання препаратів БАО, зокрема, з профілактичною і лікувальною ціллю обов'язково необхідно проводити під контролем лікаря, аналізуючи як дози та терміни дії цих препаратів.

Список використаних джерел

1. Барабой В.А. Биоантиоксиданты. – К.: Книга плюс, 2006. – 462 с.
2. Остапченко Л.І., Андрійчук Т.Р., Бабенюк Ю.Д., Войціцький В.М. та ін. Біохімія: підручник. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2012. – 796 с.
3. Кутлахмедов Ю.О., Войціцький В.М., Хижняк С.В. Радіобіологія: підручник. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2011. – 543 с.
4. Барабой В.А. Стресс: природа, биологическая роль, механизмы, исходы. – К.: Фитосоциоцентр, 2006. – 424 с.

Аварії на Чорнобильській АЕС 35 років, Фукусима-1 – 10 років: реальна ситуація з кількістю ядерних енергоблоків у світі

Войціцький В. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

VolodymyrV1950@gmail.com

Основні стадії ядерно-паливного циклу: добування і переробка уранових руд (вилучення з них урану), збагачення урану та перетворення в паливо, експлуатація ядерного енергетичного комплексу (реактора). Додатково ще для відпрацьованого палива – його переробка для вилучення залишкових кількостей ядерного палива, а також деяких радіоізотопів, що застосовуються в господарських цілях, видалення, зберігання та захоронення радіоактивних відходів.

Ядерні (інколи називають атомні, але в основі їх роботи лежить явище ділення саме ядер атомів, зокрема, урану) реактори – це установки, в яких здійснюється керована ланцюгова ядерна реакція з виділенням і відведенням тепла [1]. Ядерну енергетику (перший ядерний реактор був побудований в 1942 р. в м. Чикаго (США) під керівництвом італійського фізика Е. Фермі), як потенційно радіаційно небезпечну, переслідували аварії з виникненням вогнища радіаційного ураження. За період з 1951 р. по 2020 р. на радіаційних об'єктах різних країн відбулося близько 350 небезпечних аварій з викидом у довкілля радіоактивних речовин, що призвело до підвищення рівня радіоактивного забруднення довкілля та збільшення доз опромінення персоналу і населення [2].

Самими небезпечними були аварія в 1957 р. на реакторі АЕС в Уіндекейлі (Великобританія), яка була спричинена несправністю контрольно-вимірювальної апаратури та помилковими діями персоналу. В атмосферу викинуто ряд радіоактивних речовин сумарною активністю 21 кКі, в тому числі ^{131}I - 20 кКі, ^{137}Cs - 600 кКі та ін. Потужність експозиційної дози в шлейфі викиду радіоактивних речовин була майже в 400 разів вищою за природний фон.

В 1979 р. сталася аварія на АЕС в Три-Майл-Айленді (США) внаслідок помилкових дій персоналу, що призвело до створення 10-ти кілометрової зони з відселенням населення і частковим вилученням та захороненням верхнього шару ґрунту в цій зоні.

Перелік офіційно зареєстрованих аварій на реакторах АЕС можна продовжити, але за масштабами викиду в довкілля радіоактивних речовин найнебезпечнішими аваріями, які класифікуються як глобальні екологічні катастрофи, є аварія на Чорнобильській АЕС, що відбулася 26 квітня 1986 р. і трохи менша за масштабами і наслідками аварія на АЕС Фукусима-1, яка відбулася 11 березня 2011 р. По Міжнародній шкалі ядерних подій (INES) цим аваріям наданий найвищий рівень радіаційної небезпеки.

Аварія на 4-му блоці Чорнобильської АЕС (ЧАЕС) стала наслідком недосконалості конструкції реактора РВПК – 1000 (реактор великої потужності канальний, одноконтурний, електрична потужність 1000 МВт) та відхиленн у режимі його експлуатації. Наслідок аварії – руйнування активної зони реактора, підвищення температури, диспергування ядерного палива (UO_2 , збагачений ^{235}U); утворення речовин, які спричинили подальші вибухи. Реактор повністю розгерметизувався, що спричинило викид у довкілля великої кількості радіоактивних речовин – 50 МКі, а за деякими оцінками – 90 МКі. Радіоактивного забруднення в колишньому СРСР зазнали території площею 150 тис. км² з населенням майже 7 млн. осіб.

Навколо ЧАЕС створено 30-ти кілометрову Зону відчуження (Зону відчуження і обов'язкового (безумовного) відселення). Від часу аварії на сьогодні (а пройшло 35 років) коротко- і середньоживучі радіоізотопи вже природно практично розпалися (ті, у яких пройшло вже 5 періодів напіврозпаду, $t_{1/2}$). Зараз все ще небезпеку за рахунок, в основному, внутрішнього опромінення (потрапляння в організм людини з продуктами харчування і питною водою, в меншій мірі з вдихуванням повітрям і контактним шляхом через шкіру, очі, слизові оболонки рота і носа за рахунок вторинного вітрового підйому (дефляції) пилу) складають ^{90}Sr ($t_{1/2}=29,12$ років) і ^{137}Cs ($t_{1/2}=30,17$ років), а також в місця випадання ^{241}Pu ($t_{1/2}=14,38$ років) – ^{241}Am ($t_{1/2}=432,2$ роки).

Аварія на АЕС Фукусима-1 відбулася внаслідок сильнішого в Японії за останні десятиліття землетрусу і подальшого за ним цунамі. Наслідок цього – відмова системи охолодження реакторів, розплавлення ядерного палива в енергоблоках, вибух накопиченої суміші з Тритієм (^3H) на енергоблоках 1, 3 і 4. Викид радіоізоотопів у довкілля, зокрема, ^{131}I і ^{137}Cs , склав приблизно 20 % від викидів при аварії на ЧАЕС. В пробах океанської води, які взяті біля берегів Фукусими, рівень ^{137}Cs в $5 \cdot 10^7$ разів

перевищував доварійний. Більше 150 тис. людей покинули забруднені території у радіусі 50 км від АЕС, в 20-ти кілометрову зону евакуації до цих пір закритий в'їзд.

Після аварії на ЧАЕС у світі набув потужності рух за заборону АЕС, відмову від ядерної енергетики. В Україні виведено з експлуатації ЧАЕС: зупинено 2-й енергоблок в 1991 р., 1-й – у 1996 р., 3-й – у 2008 р. Зупинено проекти будівництва 5-го і 6-го енергоблоків. Над зруйнованим аварією 4-м енергоблоком (1986 р.) спорудили спочатку об'єкт «Укриття», а потім вже додатково «Арку», термін експлуатації якого, за оцінками, приблизно 100 років.

На даний час (2021 р.) в Україні експлуатується 15 ядерних реакторів (всі типу ВВЕР – двоканальні водо-водяні енергетичні реактори електричною потужністю 440 МВт (ВВЕР-440) і 1000 МВт (ВВЕР-1000)) на 4-х АЕС:

- 1) Запорізька АЕС – 6 реакторів типу ВВЕР-1000;
- 2) Південно-Українська АЕС – 3 реактори типу ВВЕР-1000;
- 3) Хмельницька АЕС – 2 реактори типу ВВЕР-1000, а ще 2 недобудовані, але планується ввести їх в експлуатацію;
- 4) Рівненська АЕС – 2 реактори типу ВВЕР-440 і 2 реактори типу ВВЕР-1000.

Зупинені проекти будівництва:

- 1) Кримської АЕС – 4 реактори типу ВВЕР-1000, з них 1-й реактор на момент зупинки був готовий на 80% (Автономна Республіка Крим анексована Російською Федерацією в 2014 р.);
- 2) Чигиринської АЕС – 4 реактори типу ВВЕР-1000;
- 3) Харківської АТЕЦ – 4 реактори типу ВВЕР-1000;
- 4) Одеської АТЕЦ – 2 реактори типу ВВЕР-1000.

В Україні існують ще науково-дослідні та навчальний реактори:

- 1) в Інституті ядерних досліджень НАН України (м. Київ);
- 2) в Харківському фізико-технічному інституті НАН України;
- 3) Севастопольському національному університеті ядерної енергетики та промисловості (на території Автономної Республіки Крим).

Між «Енергоатом» (Україна) та фірмою «WESTINGHOUSE» (США) 01.09.2021 р. підписано меморандум на будівництво в Україні ядерних енергоблоків на суму 30 млрд. доларів (будівництво одного реактору – близько 5 млрд. доларів).

У світі шлях до повної глобальної відмови від ядерної енергетики виявився значно важчим, ніж припускалося раніше.

Згідно даних Міжнародного агентства по атомній енергії (МАГАТЕ) на початок 2021 р. кількість ядерних реакторів у світі досягла 443 [3], що

на два енергоблоки більше, ніж у світі малося в січні 2011 р., до аварії на Фукусимі-1. Зменшили число діючих реакторів АЕС тільки такі країни, як Німеччина (з 17 до 6), Японія (з 54 до 33), США (з 104 до 94), Великобританія (з 19 до 15), Швеція (з 10 до 6) і Франція (з 58 до 56). В той же час Китай збільшив число діючих енергоблоків з 13 до 50, Російська Федерація – з 32 до 38, Індія – з 19 до 23, Південна Корея – з 21 до 24 і Пакистан – з 2 до 5.

У найближчому майбутньому Китай внаслідок зростаючого попиту на електроенергію планує побудувати ще близько 40 ядерних енергоблоків на основі, як відмічається в ЗМІ, «незалежних вітчизняних технологій». Ця країна розширює продаж технологій ядерних реакторів, зокрема, в Пакистан, Аргентину, Турцію.

Російська Федерація швидко почала замінювати старі типи реакторів на нові, буде нові не тільки на своїй території, але і в Білорусі (1-й енергоблок вже введений в експлуатацію), Ірані, Індії та інших країнах. Також Південна Корея планує збільшити в найближчому майбутньому кількість діючих ядерних енергоблоків.

Згідно опитування, яке проведено в 30-ти країнах світу, тільки в Японії, Німеччині та Італії число прихильників заміни виробництва електроенергії з АЕС на теплові електростанції (ТЕЦ), де використовується найменш шкідливе паливо, а саме природний газ замість вугілля, переважає число тих, хто за використання АЕС. Це пояснюється тим, що АЕС є найбільш дешевим джерелом електроенергії, при експлуатації яких не потрапляє в атмосферу вуглекислий газ (CO₂), що спричиняє парниковий ефект і зв'язане з цим, як вважається, глобальне потепління.

Безумовно для покращення екологічного стану пріоритетним є зменшення використання викопних джерел палива для отримання енергії (вугілля, нафти, газу, торфу, сланцю). Тому вітрова, сонячна, геотермальна, приливів – відливів тощо енергетика вже інтенсивно розвивається та за нею майбутнє. У той же час з врахуванням існуючих тенденцій наразі МАГАТЕ прогнозує, що масштаби виробництва електроенергії на АЕС у світі до 2050 р. можуть збільшитися в два рази у порівнянні з теперішнім рівнем, і це незважаючи на існуючу вірогідність радіаційних аварій. Вважається, що АЕС стануть значно безпечнішими, ніж навіть зараз, і тим більше, ніж 35 років назад перед аварією на ЧАЕС і 10 років назад перед аварією на АЕС Фукусима-1.

Список використаних джерел

1. Кутлахмедов Ю. О., Войціцький В. М., Хижняк С. В. Радіобіологія: підручник. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2011. – 543 с.

2. Войціцький В. М., Хижняк С. В., Данчук В. В. та ін. Глобальне здоров'я, якість та безпека життя. В 3-х томах. Т. 3. – К.: ЦК «Компринт», 2019. – С. 265 – 375.
3. www.tokyo-np.co.jp

The effect of Hydrogen peroxide on the zeta potential of human erythrocytes under low-dose rate β -radiation

Zhirnov V.V.¹, Charochkina L.L.¹, Gorobets V. A.,²Brovarets V.S.¹

¹*Institute of Bioorganic Chemistry and Petroleum Chemistry, NAS of Ukraine, vic.bpci.kiev.ua*

²*The Heart Institute of the Ministry of Health of Ukraine*

Redox-mediated signal transduction depends on the enzymatic production of second messengers such as hydrogen peroxide, nitric oxide and hydrogen sulfite, as well as specific, reversible redox modifications of cysteine-residues in proteins. Two species, hydrogen peroxide (H₂O₂) and the superoxide anion radical (O₂^{•-}), are key redox signalling agents generated under the control of growth factors and cytokines by more than 40 enzymes, prominently including NADPH oxidases and the membrane electron transport chains. At the low physiological levels in the nanomolar range, H₂O₂ is the major agent signalling through specific protein targets, which engage in metabolic regulation and stress responses to support cellular adaptation to a changing environment and stress. [1]. Surface electrostatic charge on biomembranes plays an essential role in cell signaling, modifying the activity of signaling proteins and structuring of signalosomes [2]. Conversely, the negative surface charge of the cell membrane is affected by the three-dimensional structure of proteins, as well as various types of amino acids and lipids on the cell membrane [3]. Consequently, the surface membrane potential reflects the structural and functional state of the cell during its interaction with endogenous and exogenous factors. Indeed, β -radiation in the microgray range changes the functional response to receptor ligands [4] and increases the electronegative surface charge of the plasma membrane of human blood cells [5-8], apparently due to changes in the structural and functional state of the plasma membrane [6]. The purpose of this study was to study the effect of low-dose rate β -radiation on the response of the erythrocyte zeta potential (ZP) to Hydrogen peroxide.

Erythrocytes were isolated from the whole blood of donors by centrifugation in a working electrophoretic solution (KCl - 2.5; CaCl₂ - 2.0; glucose - 280.0; TrisHCl - 10.0 mmol/l, pH = 7.4). To assess the charge on the plasma membrane of cells, their electrophoretic mobility (EM) was determined by the method of microelectrophoresis, which is associated with

ZP on the membrane by a known ratio [9]. Blood cell electrophoresis was performed at room temperature according to [9] after introducing into the incubation medium the radioactive isotope ^{14}C -leucine (Amersham England, specific radioactivity 340 mCi / mmol) at a concentration of 0.1 mCi/l, (dose rate - 0,1 mGy/h). The incubation time of the cell suspension ($1 \cdot 10^6$ cells/ml) with the radionuclide was 1 hour. The radiation doses absorbed by the cell suspension were calculated according to [10]. Non-radioactive leucine at the administered concentrations did not affect the red blood cell ZP. Drugs were added into incubation medium at appropriate concentrations 10 minutes before the radionuclide. The ZP was calculated using the Zeta for Windows program. The experimental results are presented as the average and their standard deviations ($M \pm m$). The results were mathematically processed using the Statistica v5.5 program for Windows.

Data on the effect of hydrogen peroxide on the erythrocyte ZP s are given in the table. According to the data, hydrogen peroxide at concentrations of 100 μM and $1 \cdot 10^{-6}$ to $1 \cdot 10^{-10}$ M reduces the negative surface charge of erythrocytes, except for the concentration of 10 μM , in which it does not affect the response to control. The maximum decrease in the absolute value of zeta potential (ZP_{abs}) is observed at a concentration of hydrogen peroxide - 0.1 nM. Ionizing radiation removes the decrease in erythrocyte ZP_{abs} caused by appropriate concentrations of hydrogen peroxide. Moreover, in the concentration range of 0.1-1.0 μM and 0.1 nM radiation not only eliminates the action of hydrogen peroxide, but also increases ZP_{abs} to positive control value.

Table. The effect of β -radiation (100 $\mu\text{Gy/h}$) on the response of human erythrocytes to hydrogen peroxide

Experimental conditions	Zeta potential, mV						
	Concentration of hydrogen peroxide, M						
	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}
Hydrogen peroxide	-15.55 $\pm 0,58^*$	17.74 $\pm 0,85$	5.63 $0,72^*$	-14.62 $\pm 0,54^*$	-14.81 $\pm 0,64^*$	4.78 $0,58$	-13.35 $\pm 0,65^*$
% of control	85	97	5	80	81	1	73
Hydrogen peroxide + ^{14}C	-19.39 $\pm 0,67$	18.97 $\pm 0,64$	21.40 $\pm 0,85^*$	-23.23 $\pm 0,80^*$	-18.65 $\pm 0,91$	18.46 $0,97$	-22.50 $\pm 0,69^*$
% of control	106	103	117	127	102	100	123

ZP (control) = -18.29 ± 0.65 ; ZP (radiation) = 21.85 ± 0.76 ; * - the presence of significant differences from the control, $p < 0,05$.

It should be noted that the average concentration of hydrogen peroxide in human plasma is $3.00 \pm 0.09 \mu\text{M}$ ($p < 0.027$). Moreover, she has bimodal distribution with discrete frequency peaks of 2.69 ± 0.85 and $4.56 \pm 0.85 \mu\text{M}$ with proportions of 77% and 23%, respectively [11]. Nevertheless, the results obtained indicate a very high sensitivity of ZP, which reacts even to a small concentration of hydrogen peroxide (see Table). The absence of a functional dose-dependent effect of hydrogen peroxide influence on the ZP of erythrocytes, apparently, indicates its interaction with various electrogenerating components of the membrane, depending on its concentration.

Consequently, low-power ionizing radiation can not only restore membrane DP at prooxidant damaging concentrations of hydroperoxide (10-100 μM), but also change its reaction in concentrations of the latter in the region where it acts as a secondary messenger of the cell signaling systems.

References

1. Lorenzen I, Eble JA, Hanschmann EM. Thiol switches in membrane proteins - Extracellular redox regulation in cell biology. *Biol Chem.* 2020; 28;402(3):253-269.
2. Goldenberg N.M., Steinberg B.E. 2010. Surface charge: a key determinant of protein localization and function. *Cancer Res.* 70 (4), 1277-1280.
3. Nishino M., Matsuzaki I., Musangile F.Y., Takahashi Y., Warigaya K., Kinoshita Y., Kojima F., Murata S.I. 2020. Measurement and visualization of cell membrane surface charge in fixed cultured cells related with cell morphology. *PLoS One.* 15 (7), e0236373.
4. Zhynov V.V., Metelytsya L.O., Charockkina L.L., Mohilevych S.E., Haviy V.M. 2003. Influence of forskolin and quinacrine on leucocyte functions under radiation in low doses. *Ukr. Biochem. J.* 75 (1), 54-58.
5. Zhimov V.V., Iakovenko I.N. 2015. The osmotic resistance and zeta potential responses of human erythrocytes to transmembrane modification of Ca^{2+} fluxes in the presence of the imposed low rate radiation field of 90Sr . *Int. J. Radiat. Biol.* 91 (1), 117-126.
6. Zhimov V.V., Khyzhnyak S.V., Voitsitskiy V.M. 2010. The effects of ultra-low dose β -radiation on the physical properties of human erythrocyte membranes. *Int. J. Radiat. Biol.* 86 (6), 499-506.
7. Zhimov V.V., Iakovenko I.N., Voitsitskiy V.M., Khyzhnyak S.V., Zubrikova-Chugainova O.G., Gorobet V.A. 2015. Zeta potential response of human erythrocyte membranes to the modulators of Gardos channel activity under low rate β radiation. *Probl. Radiat. Med. Radiobiol.* 20, 490-499.
8. Zhimov V.V., Iakovenko I.N. Human blood cells zeta potential response under imposed β -radiation field of low rate. *Proceeding the First International Conference on Radiation and Dosimetry in Various Fields of Research.* 2012, 145-148.
9. Seaman GVF. Electrokinetic behavior of red cells. In: *The Red Blood Cell*, DM Surgenor, Ed, New York: Academic Press, 1975: 1135-1230.
10. Loevinger R., Berman M. A formalism for calculation of absorbed dose from radionuclides. *Phys. Med. Biol.* 1968, 13(2), P. 205-217.
11. Lacy F., Kailasam M.T., O'Connor D.T., Schmid-Schönbein G.W., Parmer R.J. Plasma hydrogen peroxide production in human essential hypertension: role of heredity, gender, and ethnicity. *Hypertension.* 2000;36(5):878-884

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ
БЕЗПЕКОЮ, ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯМ,
ЗАХОДАМИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ:
виклики 2021 року**

Колективна монографія

за матеріалами

XX Міжнародної науково-практичної конференції

(Київ, 04-08 жовтня 2021 р.)

Друкується в авторській редакції з оригінал-макетів авторів.
Відповідальність за синтаксис і орфографію включених до колективної
монографії матеріалів несуть автори. Науково-організаційний комітет та
редакційна колегія конференції
не завжди поділяє погляди авторів робіт.

Видавничий дім «Юстон»
01034, м. Київ, вул. О Гончара, 36.
Тел.: (044) 360-22-66

**Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців
НБ № 153324 від 05.11.2012 р.**

Підписано і здано до друку «28» 09. 2021. Формат 60X84 1/16.

Папір офсетний. Гарнітура Таймс. Офсетний друк.

Умовн. друк. арк. 20,38. Обл.-вид. арк. 21,8

Тираж 300.

Замовлення № _____

КИЇВ 2021