

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

Національний центр «Мала академія наук України»

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

Вінницький національний технічний університет

Національне космічне агентство України

ЗАО «ЕСОММ Со»

Колективна монографія за матеріалами
22 Міжнародної науково-практичної конференції
«Інформаційно-комунікаційні технології та сталий розвиток»

ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ДЛЯ ПЕРЕМОГИ ТА ВІДНОВЛЕННЯ

(14 - 15 листопада 2023р.)

Київ – 2023
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 31.10.2023р.*

Д58 Інформаційно-комунікаційні технології для перемоги та відновлення // Колективна монографія за матеріалами XXII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційно-комунікаційні технології та сталий розвиток» (Київ, 14-15 листопада, 2023 р.) / За заг. ред. С.О. Довгого. – К.: ТОВ «Видавництво «Юстон», 2023. – 220 с.

ISBN 978-617-7854-58-5

До колективної монографії включені сучасні розробки та досягнення вчених за матеріалами XXII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційно-комунікаційні технології для перемоги та відновлення». 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 ІТГП 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.

Професор кафедри технології захисту навколишнього середовища та охорони праці КНУБА, д.т.н., професор

Воробієнко П.П.

Гол.наук.співр. ІТГП НАНУ, д.т.н., професор, член-кор. НАПН України

Глоба Л.С.

Д.т.н., професор, КПІ ім.Ігоря Сікорського

Зайцев С.В.

Profesor uczelni, dr hab. inż., Katedra Systemów Informatycznych, Kielce University of Technology (Politechnika Świętokrzyska)

Калюх Ю.І.

Гол.наук.співр. ІТГП НАНУ, д.т.н., проф.

Каптур В.

Пров.наук.співр. ІТГП НАНУ, к.т.н., с.н.с.

Копійка О.В.

в.о. Заст. дир. з науково-інноваційної діяльності ІТГП НАНУ, д.т.н. професор

Королук Д.В.

Universita di Roma-2 “Tor Vergata”, Dipartimento di Matematica, д.ф.-м.н., проф.

Лебідь О.Г.

Заст.директора з наукової роботи ІТГП НАНУ, д.т.н., ст.досл.

Міхєєв В.С.

Заст. голови Державного космічного агентства України, к.т.н.

Миронцов М.Л.

Пров.наук.співр. ІТГП НАНУ, д.ф.-м.н., с.н.с.

Лупенко С.А.

Opole University of Technology, Opole, Poland, д.т.н., професор

Мокін В.Б.

Зав.кафедри системного аналізу та інформаційних технологій Вінницького національного технічного університету, д.т.н., проф.

Наконечний О.Г.

Завідувач кафедри системного аналізу та теорії прийняття рішень Київського національного університету ім. Тараса 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

- Сіменс Едуард** Директор Вищої школи інженерії та інформаційних технологій, керівник лабораторії майбутнього інтернету, Університет прикладних наук Анхальт, д.т.н., професор
- Ткаченко Т.М.** Завідувач кафедри технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці КНУБА, д.т.н., професор
- 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.** University of London (Royal Holloway), д.ф.-м.н., професор
- Хлобистов Є.В.** Професор кафедри екології факультету природничих наук Національного університету “Києво - моголянська академія”, д.т.н., професор
- Щипцов О.А.** Директор ДУ “Науковий гідрофізичний центр НАНУ”, д.г.н., член-кор. НАНУ, професор
- Яковлєв Є.О.** Гол.наук.співр. ІТГП НАНУ, д.т.н., с.н.с.

Секретаріат конференції:

- Зотова Л.В.** тел. моб.: 096-456-84-32,
Шевякіна Н.А. ,
Хабова Н.А. тел. 044-245-87-97, моб.: 095-779-57-99

ЗМІСТ

		<i>Стор.</i>
1	Алгоритм виділення нелінійного тренду сигналів з використанням міріадної фільтрації <i>Тулякова Н.О., Трофимчук О.М.</i>	14
2	Використання графічного процесора при моделюванні вихрової пелени в методі дискретних вихрових рамок <i>Довгий С.О., Буланчук О.М., Буланчук Г.Г.</i>	18
3	On the families of new graph based stream ciphers with the multivariate encryption maps of prescribed degree <i>Ustimenko V. O, Pustovit O. S.</i>	20
4	Відновлювана енергетика як пріоритетний напрям відновлення і розвитку енергетики України <i>Лебідь О.Г., Каян В.П., Василенко А.О.</i>	23
5	Інформаційна технологія короткострокового прогнозування кількості нових хворих на коронавірус на основі моделі Facebook Prophet <i>Мокін В.Б., Лосенко А.В.</i>	27
6	Про особливості оптимізації дискретних динамічних систем, процеси в яких задані на множині міри «нуль» <i>Мокін Б.І., Мокін О.Б., Шалагай Д.О.</i>	30
7	Прогнозування курсу на ринку криптовалют, на основі зміни процентної ставки Федеральної резервної системи США <i>Биль К. І., Терентьев О.М.</i>	35

8	Розробка прикладної аналітичної програми для отримання даних місцевих бюджетів з державної платформи Open Budget	38
	<i>Дуда В. О., Терентьев О.М.</i>	
9	Ефективне використання телекомунікаційної системи SCADA в нафтогазовій сфері	44
	<i>Ошкодъоров Є.О.</i>	
10	On one Monitoring Data Analysis Technology to Formation of Model Datasets	49
	<i>Stefanyshyn D.V., Demianiuk A.V., Rutkowska A.</i>	
11	Про вибір штучної нейронної мережі для обчислення коефіцієнта шорсткості Шезі	52
	<i>Ходневич Я.В., Стефанишин Д.В.</i>	
12	Розробка алгоритму оптимізації прогнозування ефективності робототехнічної платформи	54
	<i>Лактіонов О.І., Шефер О.В., Лактіонова І.С.</i>	
13	Дослідження класифікаторів для інтерфейсів мозок-комп'ютер на основі сигналів ЕЕГ	57
	<i>Лупенко С.А., Буцїй Р.А.</i>	
14	Theory of cyclic random functions and rhythm adaptive technologies for processing cyclic stochastic signals	60
	<i>Lupenko S.</i>	
15	Сутність класичного підходу до репрезентації серцевого ритму в системах медичної діагностики	63
	<i>Зозуля А.М.</i>	

16	Combination of artificial intelligence tools and Altshuller's invention algorithm for remote diagnosis of non-specific adaptation reactions	65
	<i>Vysotska O., Rak L., Porvan A., Zinchenko O., Besspalov Y.</i>	
17	Засоби машинного навчання для ідентифікації полезахисних лісових смуг та оцінювання наслідків бойових дій	67
	<i>Борисенко О.І., Висоцька Н.Ю.</i>	
18	Прогнозування фінансових показників шляхом удосконалення аналітичних методів та моделей на основі передпроцесингу даних	70
	<i>Коваленко О.М., Муравльов А.Д., Петровський В.Є., Гуськова В. Г.</i>	
19	Удосконалення інформаційної технології аналізу даних на порталі open budget	73
	<i>Халігов А.А., Просьянкіна-Жарова Т.І., Гуськова В. Г.</i>	
20	Проблеми прогнозування факторів, що впливають на обсяг видатків Пенсійного фонду України	76
	<i>Зарудний О. Б., Коваль Р. Г.</i>	
21	Formation of a network service for territorially dispersed IT infrastructure facilities	79
	<i>Dovgyi S.O., Kopyika O.V., Kozlov O.S., Lytvynenko A.O.</i>	
22	Architecture of IT infrastructure software applications	81
	<i>Dovgyi S.O., Kopyika O.V., Kozlov O.S., Lytvynenko A.O.</i>	
23	Гранична поведінка напівмарковського процесу залежно від малого параметру	83
	<i>Дегтяр С., Копійка О., Шушарін Ю.</i>	

24	Використання даних ДЗЗ для розвитку міст за концепцією смарт-сіті	84
	<i>Андрєєв С.М., Ісаєнко Т.О.</i>	
25	Analysis of Correlation Pleiades Parameters in the Margalef Succession Model for Remote Animal Monitoring	86
	<i>Klochko T.O., Bepalov Yu.G., Bereshko I.M., Vysotska O.V., Vetrova A O.</i>	
26	Використання механізму рекомендацій при вдосконаленні інструментів у комп'ютерній програмі «Випадкова точка»	89
	<i>Кряжич О.О., Коваленко О.В., Купрін О.М.</i>	
27	Узагальнення вимог ISO/ДСТУ для розроблення систем екомоніторингу	90
	<i>Лантій П. О., Данишина С. Ю.</i>	
28	Інформаційне забезпечення формування ГІС НПП «Північне Поділля»	93
	<i>Мокрий В.І, Арустамян Е.М., Бондарь В.І., Петрушка І.М.</i>	
29	Технології синтезу підсистеми консолідованої обробки інформації при вогневому ураженні	95
	<i>Тимчук В.Ю.</i>	
30	Застосування безпілотних засобів в інтересах національної безпеки та оборони країни	97
	<i>Зорін Д.О</i>	
31	Застосування безпілотних засобів в інтересах національної безпеки та оборони країни	102
	<i>Шумейко В.О., Мосійчук Д.І., Сметанін К.В., Волинець Т.В., Марущак В.М.</i>	

32	Science for the post-war recovery of Ukraine <i>Horoshkova L., Menshov O.</i>	105
33	Методи та алгоритми перехоплення супутникових систем зв'язку <i>Триснюк В.М., Єгоров В.О.</i>	109
34	Використання інтерферометрії для визначення просядкових процесів за даними ДЗЗ на прикладі Харківської області <i>Красовська І.Г.</i>	111
35	Інформаційна технологія побудови прогнозів функціонування об'єктів критичної інфраструктури в умовах кризової ситуації <i>Бідюк П. І., Терентьєв О. М., Присянкін-Жарова Т.І.</i>	114
36	Комплексне застосування ГІС-технологій для моніторингу пошкоджених об'єктів критичної інфраструктури <i>Триснюк Т.В., Конецька О.О., Нагорний Є.І., Приступа В.В., Дзюба В.А., Василенко В.М.</i>	117
37	Підходи до моделювання наслідків свідомої руйнації критичної інфраструктури Криму <i>Трофимчук В.О., Хлобистов Є.В.</i>	121
38	Дослідження ефективності застосування подвійних бар'єрів для захисту прибережної технічної інфраструктури від хвиль <i>Воскобійник В.А., Горбань І.М., Лебідь О.Г.</i>	123
39	Геоінформаційна підтримка поведінки з геологічним середовищем, як субстратом локалізації твердих побутових відходів <i>Трофимчук О.М., Рогожин О.Г., Азімов О.Т.</i>	130

40	Погіршення санітарно-екологічного стану міста Борислав в умовах зміни клімату <i>Філіпович В.Є., Мичак А.Г.</i>	133
41	Виявлення місць порушень поверхневого шару ґрунту на природоохоронних територіях України в зоні бойових дій <i>Трофимчук О., Загородня С., Вишняков В., Клименко В., Шевякіна Н., Радчук І., Слестін С.</i>	136
42	Метод оцінки можливості ведення сільгоспробіт на прифронтових територіях <i>Ілюхіна К.В., Бутенко О.С.</i>	139
43	Program for monitoring agricultural land using remote sensing data <i>Danshyna S. U., Podorozhko K. D.</i>	142
44	Usage of geoinformation data for climate change assessment (on the example of the Chernobyl radiation and ecological biosphere reserve) <i>Skydan O.V., Fedoniuk T.P., Pyvovar P.V., Topolnytskyi P.P.</i>	144
45	Методика визначення ділянок самозаліснення з використанням ГІС <i>Горелик С.І., Сич Р.С</i>	147
46	Ємність екосистем та роль у формуванні їх надійності <i>Войціцький В.М., Добшиш О.Б., Хиженяк С.В.</i>	150
47	Оцінка можливості застосування хімічної зброї в умовах сьогодення <i>Войціцький В.М., Хиженяк С.В., Самкова О.П.</i>	152

48	Еколого-геологічні наслідки створення, осушення та консервативного варіанту відновлення Каховського водосховища	155
	<i>Яковлев Є.О., Рогожин О.Г., Стефанишин Д.В., Крета Д.Л.</i>	
49	Регіонально-об'єктові еколого-геологічні небезпеки російської агресії у гірничо-добувних районах Донбасу та Кривбасу	160
	<i>Яковлев Є.О.</i>	
50	Оцінка розподілу важких металів та макрокомпонентів у поверхневих водах річки Тисмениця (вплив Бориславського нафтового родовища)	164
	<i>Мичак А.Г., Лубський М.С., Кураєва І.В., Азімов О.Т.</i>	
51	Методи моніторингу річки Південний Буг з використанням геоінформаційних технологій	167
	<i>Красовська І. Г., Колтакчі В. В.</i>	
52	Дистанційні методи дослідження оцінки впливу сільськогосподарських процесів на екологічну безпеку територій	171
	<i>Триснюк Т.В., Гордієнко О.В.</i>	
53	Екологічна безпека енергетичних об'єктів України в умовах кліматичних змін	173
	<i>Волошкіна О.С., Кордуба І.Б., Маршалл Д.В., Жукова О.Г., Ткаченко Т.М.</i>	
54	Інформаційні технології автоматизації моделювання та прогнозування гідрофізичної обстановки в акваторії Чорного моря	179
	<i>Щипцов О.А., Лебідь О.Г., Охарєв В.О., Клименков О.А., Федосєєнков С.Г.</i>	

55	Використання сучасних геоінформаційних технологій для моніторингу забруднення океанів твердими побутовими відходами	181
	<i>Андрєєв С.М., Трубочанінов І.К.</i>	
56	Гідрохімічний стан Печенізького водосховища	184
	<i>Клочко Т.О., Єлагіна Ю.В., Блажко І.О., Ткачук В.О.</i>	
57	Використання даних дистанційного зондування для оцінки стану поверхневих вод території нижньої течії Дніпра	187
	<i>Корбутяк В.М., Циганюк М.П., Стефанишин Д.В., Ходневич Я.В.</i>	
58	Комплексна оцінка та прогнозування екологічного стану природно-заповідних територій	190
	<i>Трофимчук О.М., Триснюк В.М., Шевякіна Н.А., Загородня С.А., Радчук І.В., Шумейко В.О., Пащенко Є.Ю., Горошкова Л.А., Зотова Л.В., Хабова Н.В.</i>	
59	Дослідження долини р.Супій як ланки Смарагдової мережі Європи методами ГІС технологій і ДЗЗ	193
	<i>Маргес С.В.</i>	
60	Використання геоінформаційних технологій для вибору ділянки з метою будівництва полігону твердих побутових відходів	196
	<i>Шевчук О.В.</i>	
61	Технологія оперативного прогнозування покладів вуглеводнів за комплексом структурно-термо-атомогеохімічних досліджень з використанням даних ДЗЗ та ГІС	199
	<i>Багрій І.Д., Дубосарський В.Р., Азімов О.Т.</i>	

62	Аналіз процесів підтоплень в межах Зони відчуження на підставі застосування ДЗЗ/ГІС-технологій	202
	<i>Азімов О.Т., Томченко О.В., Шевченко О.Л., Триснюк В.М., Андрєєв А.А., Кіреєв С.І.</i>	
63	Методика побудови картографічних моделей втрат лісу з використанням Google Earth Engine	205
	<i>Горелик С.І., Саул-Гоце Д.К.</i>	
64	Методика визначення вирубок лісу з використанням ГІС-технологій	208
	<i>Горелик С.І., Саул-Гоце Д.К.</i>	
65	Застосування дистанційних методів при дослідженні зсувів ґрунту	210
	<i>Столяр О.О., Азімов О.Т.</i>	
66	Частотні перетворювачі магнітного поля на основі двоколекторного магнітотранзистора	213
	<i>Семенов А.О., Мартинюк В.В., Осадчук О.В., Семенова О.О.</i>	
67	Розробка методики проведення інженерно-геодезичних вишукувань та реконструкції залізничної транспортної інфраструктури України	215
	<i>Андрєєв С.М., Прийма А.С., Данишина С.Ю.</i>	
68	Формування комплексного плану розвитку міста Суми	217
	<i>Данишина С. Ю., Руденко Н. Ю.</i>	

Алгоритм виділення нелінійного тренду сигналів з використанням міріадної фільтрації

Тулякова Н.О.¹, Трофимчук О.М.²

¹ Інститут прикладної фізики (м. Суми), ² Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України,

*E-mail: nataliyatulyakova@gmail.com,
trofymchuk@nas.gov.ua*

Алгоритми виділення тренду сигналів застосовуються в економіці, в системах автоматизованого керування, в біомедичній інженерії для вирішення завдань з виокремлення корисної інформації з часового ряду даних з шумом, прогнозування майбутніх значень [1], видалення дрейфу ізолінії й артефактів рухів у фізіологічних сигналах [2-4] та ін. Тренд сигналу може мати нелінійний (стрибокподібний) характер, що, зокрема, властиво для біомедичних процесів. Це обмежує застосування лінійної фільтрації для виділення тренду через значне згладжування стрибків ті інших різких змін сигналу [5, 6]. Для обробки сигналів, що містять стрибки та інші точки розриву похідної, більш підходять алгоритми нелінійної фільтрації на основі стійких (робастних) оцінок [6].

З метою вибору високоефективних алгоритмів нелінійної стійкої фільтрації розглянуто “зростаючий на місці” (“in-place growing”) алгоритм [2] виділення нелінійного тренду в реальному часі. Основна ідея цього алгоритму полягає в емуляції каскадної фільтрації через багаторівневу повторну обробку сигналу КІХ (з кінцевою імпульсною характеристикою) - гібридним медіанним фільтром із зростаючими з кожним наступним рівнем розмірами субапертур, розташованими зліва та справа від центрального положення вікна фільтру. Вихідний сигнал зазначеного алгоритму, що містить $N \times M$ КІХ-субапертур, описується так:

$$y_0(n) = x(n);$$

$$y_j(n) = \text{median}\{\Phi_{j1}(x(n)), \dots, y_{j-1}(n), \dots, \Phi_{jN}(x(n))\};$$

$$y(n) = y_M(n),$$

де $x(n)$ – відлік вхідного сигналу з індексом n , що відповідає центральному елементу в ковзному вікні фільтра; Φ_{ji} – вихідні значення КІХ-субфільтрів; $j=1, \dots, M$ – номер рівня повторної фільтрації; $i=1, \dots, N$ – індекс субапerture.

Спрощена структурна схема тривіневого “зростаючого на місці” алгоритму з КІХ-субапerture, що усереднюють дані (0-го порядку), зображена на рисунку 1.

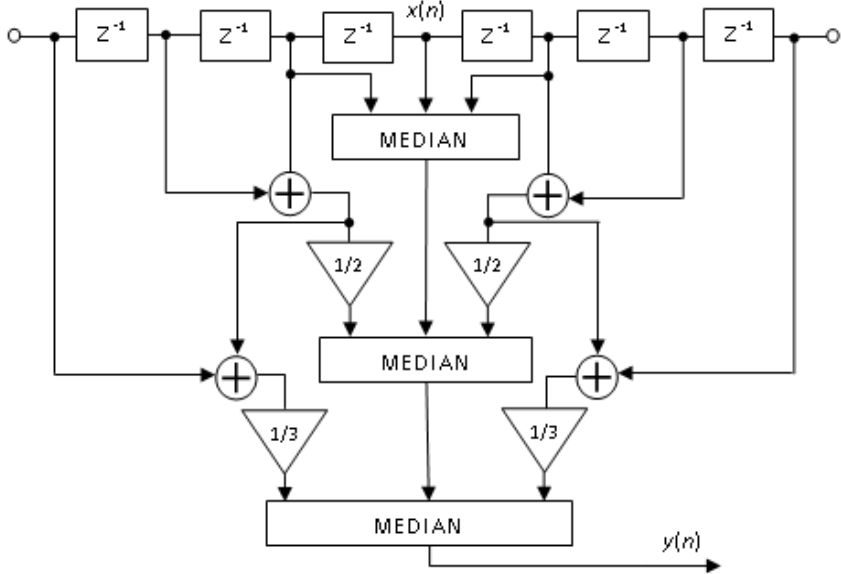


Рис.1

На підставі проведених досліджень [7-9], що показали більш ефективне застосування міриадної фільтрації для обробки стрибків та інших точок розриву похідної, пропонується в розглянутому алгоритмі замінити медіанну оцінку на міриадну та додати

вагу (кількість дублювань) вихідним значенням КІХ-субфільтрів. Цим досягається покращення якості фільтрації. Приклад виділення дрейфу ізолінії в сигналі електроністагмограми (ЕНГ) наведено на рисунку 2, де а – вхідний сигнал ЕНГ з шумом, зареєстрований з частотою дискретизації $f_s=500$ Гц; б – сигнал виході мірядного фільтру з довжиною ковзного вікна $N=321$ та параметром лінійності $K=0,1$; в – сигнал на виході “зростаючого на місці” мірядного фільтру з параметрами $N=321$, $K=0,1$; г – видалення дрейфу ізолінії шляхом віднімання з вхідного сигналу відповідних відліків вихідного сигналу фільтру.

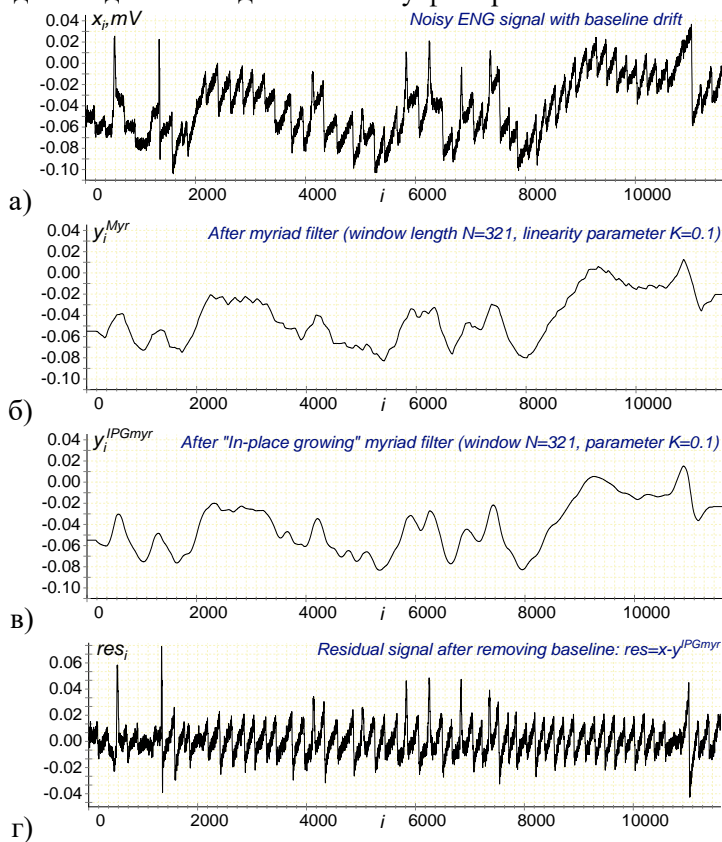


Рис.2

Література

1. Harvey A. C. Time Series Models, Philip Allan Publishers, Oxford, 1981.
2. Wichman R., Astola J., Heinonen P., Neuvo Y. FIR-Median Hybrid Filter with Excellent Transient Response in Noisy Conditions // Proc. of the IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing. 1990. Vol. 38, No. 12. P. 2108–2116.
3. Neejarvi J., Neuvo Y., Varri A., Mitra U. Algorithms for real-time trend detection // Signal Processing. 1989. Vol. 18. P. 1–15.
4. Varri A., Neejarvi J., Neuvo Y. A new class of filters to remove artifacts from physiological signals // EUSIPCO'92: Proc. of the 6th European Signal Processing Conf. Bruxelles (Belgium), 1992. P. 1741–1744.
5. Nodes T., Gallagher N. Median filters: some modifications and their properties. Proc. of the IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing. 1982. Vol. 30, N 5. P. 739–746.
6. Astola J., Kuosmanen P. Fundamentals of Nonlinear Digital Filtering. USA: CRC Press LLC, 1997. 276 p.
7. Tulyakova N.O., Trofimchuk A.N., Strizhak A.E. Algorithms of myriad filtering. Radioelectronic and Computer Systems. 2014. Vol. 4, N 68. P. 76–83.
8. Tulyakova N., Neycheva T., Trofymchuk O., Stryzhak O. Locally-adaptive myriad filtration of one-dimensional complex signal. Int. J. Bioautomation. 2018. Vol. 22, N 3. P. 273–294.
9. Tulyakova N., Trofymchuk O. Modified algorithms for signal nonlinear trend detection. Radiotekhnika. 2021. Vol. 206. P. 135–149.

Використання графічного процесора при моделюванні вихрової пелени в методі дискретних вихрових рамок

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

¹Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України

²НЦ “Мала академія наук України”

³ДВНЗ “Приазовський державний технічний університет

²obulan65@gmail.com, ³ggbulan7@gmail.com

Розглядається моделювання пластинки, розміщеної під довільним кутом до потоку методом дискретних вихрових рамок [1]. Останні роки для наукових розрахунків та візуалізації активно використовуються графічні процесори, наприклад [2], [3]. Це дає змогу значно пришвидшити розрахунки в тих задачах, де втрата точності не є суттєвою. У роботі [4] були проведені дослідження щодо точності розрахунків поля швидкості від системи вихрових відрізків для тривимірного випадку, які показали ефективність такого підходу. У даній роботі досліджується використання графічного процесора для обчислення координат пелени.

При такому моделюванні виникає ряд особливостей. Якщо моделювати пелену як сукупність площадок з подвійними шаром, тоді збільшується час розрахунку швидкості за рахунок того, що внутрішні вихрові відрізки обраховуються по два рази, але координати вершин можна обраховувати по одному разу при переміщенні пелени. Якщо ж представити пелену як сукупність вихрових відрізків (кожен з яких є окремим об'єктом), тоді розрахунок швидкості від відрізка рахується один раз, але переміщення кінців відрізка треба рахувати чотири рази. Найбільш економним по часу є методика, коли пелена зберігається як двовимірний масив, кожен елемент якого містить координату та густину подвійного шару. А для розрахунку швидкості створюється список, або одновимірний масив вихрових відрізків (затрати на створення $O(n)$) з координатами кінців та їх циркуляціями. Однак при цьому збільшуються затрати пам'яті. Оскільки на даному етапі оперативна

пам'ять є досить дешевим ресурсом, то такий підхід є виправданим. Окрім того, такий підхід дає змогу перенести обчислення швидкості (вартість $O(n^2)$) на графічний процесор.

У даній роботі здійснюється порівняння моделювання з використанням графічного процесора та моделювання на центральному процесорі руху вихрових пелен у випадку тривимірного обтікання пластинки в методі дискретних вихрових рамок. Порівнювались координати вихрової пелени для різних моментів часу. Розглядалися наступні геометричні конфігурації: квадратна пластинка, перпендикулярна до потоку, квадратна пластинка під кутом до потоку та прямокутна пластинка під кутом до потоку (варіанти крила). У випадку пластинки, перпендикулярної до потоку, така задача розглядалась, щоб протестувати умову збереження симетрії потоку. Алгоритм програми був розбитий на такі логічні блоки:

1. Створення структур даних для збереження вузлових та контрольних точок на пластинці.
2. Створення матриці для метода дискретних вихорів.
3. Розрахунок правої частини СЛАР.
4. Розв'язування СЛАР та визначення густини подвійного шару на пластинці.
5. Створення вихрових пелен для початкового моменту часу та задання густини подвійного шару пелен для наступних моментів часу.
6. Розрахунок швидкості у вузлах вихрових пелен.
7. Переміщення вихрових пелен.
8. Перехід до кроку 3 .

У даній роботі лише крок 6 здійснювався на GPU з використанням мови GLSL та комп'ютерних шейдерів, для усього іншого використовувалась мова програмування C# та фреймворк OpenTK. Порівняльні розрахунки показали, що відхилення координат є досить малим і візуально майже не помітними у випадку, коли кількість кроків по часу не дуже велика. З подальшим розрахунком та збільшенням кількості вихрових відрізків відхилення дещо нарастають.

По результатам можна зробити наступний висновок: використання GPU є виправданим з точки зору прийнятної точності.

Хоча точність погіршується з часом, але є ряд задач, в яких не вимагається великий час розрахунку, і тоді це погіршення не вплине на розрахунок поля швидкостей, тиску та сил, що діють на тіла, які знаходяться в потоці.

Список використаних джерел

1. Довгий С.О., Ліфанов І. К. Метод сингулярних інтегральних рівнянь.- Київ: КВІ, 2018.- 380 с.
2. Ling Fang Cao Development of a GPU-accelerated flow simulation method for wind turbine applications/A thesis submitted in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, University of Sheffield, 2022, 237 p.
3. Andrzej Kosior, Henryk Kudela Parallel computations on GPU in 3D using the vortex particle method//Computers & Fluids 80 (2013) p.423–428.
4. С.О. Довгий, Г. Г. Буланчук, О. М. Буланчук, В. В. Листопадова Точність розрахунків поля швидкостей від системи вихрових відрізків при використанні графічних процесорів//Вісник Національного технічного університету «ХПІ».Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях, № 1 , 2023.- С.105-109.

On the families of new graph based stream ciphers with the multivariate encryption maps of prescribed degree

Ustimenko V. O^{1,2}, Pustovit O. S.²

¹Royal Holloway, University of London

²Institute of telecommunication and global information space, NAS of Ukraine

E - mail: vasylustimenko@yahoo.pl, sanyk_set@ukr.net

Funding: This research is partially supported by the Fellowship of British Academy for Researchers at Risk 2022

Discovery of q -regular forest description in terms of an infinite system of quadratic equations over finite field F_q had an impact on the development of Graph Based Cryptography and constructions of robust stream ciphers. Family of algebraic graphs $D(n, K)$ defined over arbitrary commutative ring K with unity already was used for the development of some graph based ciphers. The survey of known $D(n, K)$ based stream ciphers reader can find in [1] or [2].

We introduce new ciphers constructed in terms of $D(n, K)$ where K is a finite commutative ring which has nontrivial multiplicative group K^* . The space of plaintexts is created as $(K)^{n-s}$ where s has size $O(1)$. In fact it can be arbitrary parameter $\leq \lfloor (n+2)/4 \rfloor$. The password can be selected as arbitrary pair of tuples of kind $(a_1, a_2, \dots, a_k) \in (K^*)^k, (d_1, d_2, \dots, d_s) \in (K)^s$ where even $k, k \leq \lfloor (n+5)/2 \rfloor$ has size $O(1)$.

We prove that different passwords produce distinct ciphertext from the selected plaintext. So the cost of direct attack by an adversary is $q^s p^k$ where q is the cardinality of K and p is the order of multiplicative group K^* . The encryption is a bijective polynomial transformation G_n of K^{n-s} to itself of prescribed linear in n degree d . Appropriate selection of large d makes linearisation attacks on cipher of multivariate nature unfeasible. The speed of encryption/ decryption is $O(n)$.

Let us consider the encryption scheme. The graph $D(n, K)$ is a bipartite graph with the set of points of kind $(x) = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ and lines of kind $[y] = [y_1, y_2, \dots, y_n]$ where x_i and y_i are elements of K . Point (x) and line $[y]$ are incident $(x)I[y]$ if and only if $x_i - y_i = x_{s(i)} y_{r(i)}, i = 2, 3, \dots, n$ where $s(i) < i, r(i) < i$ the values of parameters can be found in [2]. It is easy to see that coordinates $x_i = \rho(x)$ and $y_i = \rho([y])$ of a point (x) and a line $[y]$ play special role. Each vertex $v = \langle v_1, v_2, \dots, v_n \rangle$ (point or line) has a unique neighbour u with selected first coordinate $\rho(u) = a$. We refer to $\rho(v)$ as the colour of the vertex v .

There are quadratic connectivity invariants $a_1, a_2, \dots, a_t, t = \lfloor (n+2)/4 \rfloor - 1$ from $K[x_1, x_2, \dots, x_i]$ such that if two vertices $v = \langle v_1, v_2, \dots, v_n \rangle$ and $\langle u_1, u_2, \dots, u_n \rangle$ are in the same connected components then $a_i(v_1, v_2, \dots, v_n) = a_i(u_1, u_2, \dots, u_n)$ for $i = 1, 2, \dots, t$. In fact there are indexes $i(1) < i(2) < \dots < i(t)$ such that

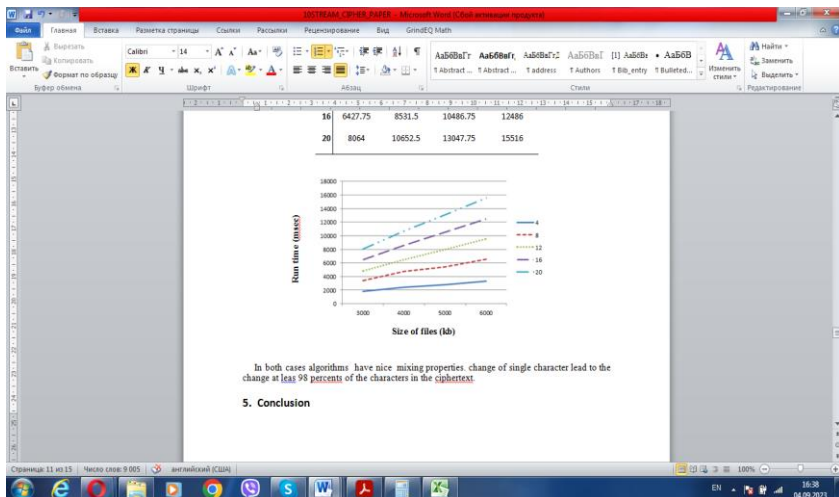
$a_1=x_{i(1)}-b_1(x_1, x_2, \dots, x_{i(1)-1}), b_1 \in K[x_1, x_2, \dots, x_{i(1)-1}], a_2=x_{i(2)}-b_2(x_1, x_2, \dots, x_{i(2)-1}), b_2 \in K[x_1, x_2, \dots, x_{i(2)-1}], \dots, a_t=x_{i(t)}-b_t(x_1, x_2, \dots, x_{i(t)-1}), b_t \in K[x_1, x_2, \dots, x_{i(t)-1}].$

We select some subset $J=\{j(1), j(2), \dots, j(s)\}$ of $\{i(1), i(2), \dots, i(t)\}=T$ and consider induced subgraph $D_J(n, K)$ of all vertexes v of $D(n, K)$ such that $a_{j(1)}(v)=F_1(a_1(v), a_1(v), \dots, a_{j(1)-1}(v)), F_1 \in K[x_1, x_2, \dots, x_{j(1)-1}], a_{j(2)}(v)=F_2(a_1(v), a_1(v), \dots, a_{j(1)-1}(v)), F_1 \in K[x_1, x_2, \dots, x_{j(1)-1}], \dots, a_{j(s)}(v)=F_s(a_1(v), a_1(v), \dots, a_{j(s)-1}(v)), F_s \in K[x_1, x_2, \dots, x_{j(s)-1}].$ Graph $D_J(n, K)$ can be interpreted as a bipartite biregular graph with the partition sets isomorphic to K^{n-s} .

Let $N_a(z)$ stands for the operator of taking the neighbour of the vertex v with the colour a in the graph. We take a general point $(x) = (x_1, x_2, \dots, x_{n-s})$ and $F(y_1, y_2, \dots, y_{t-s})$ from $K[x_1, x_2, \dots, x_{t-s}]$ and consider the path $(x), v_1, u_1, v_2, u_2, \dots, v_k, u_k$ in the graph $D_J(n, K)$ starting in (x) with consecutive colours $F_0(x)+a_1, x_1+b_1, \dots, F_0(x)+a_1+a_2, u_2=x_1+b_1+b_2, \dots, v_k=F_0(x)+a_1+a_2+\dots+a_k, x_1+b_1+b_2+\dots+b_{k-}$ where $F_0=F(a_{k(1)}(x), a_{k(2)}(x), \dots, a_{k(t-s)}(x)), \{k(1), k(2), \dots, k(t-s)\}=\{i(1), i(2), \dots, i(t)\}-J$ and (a_1, a_2, \dots, a_k) and (b_1, b_2, \dots, b_k) are from $(K^*)^k$.

Let E be polynomial transformation sending (x) to u_k . We combine E with two sparse linear transformations T_1 and T_2 and use $G=T_1ET_2$ as encryption map. We assume that images of $F_i, i=0,1, \dots$ are computed in time $O(n)$ and the sum of their degrees is $>\alpha n$ for $\alpha > 0$.

We prove that encryption speed of the cipher is $O(n)$, degree of G is a linear function in variable n , different active passwords $(a_1, a_2, \dots, a_k, b_1, b_2, \dots, b_k)$ produce distinct ciphertexts from the selected plaintext.



References

1. I.V. Ustimenko, Graphs in terms of Algebraic Geometry, symbolic computations and secure communications in Post-Quantum world, UMCS Editorial House, Lublin, 2022, 198 p.
2. V.Ustimenko, U. Romanczuk-Polubiec, A. Wroblewska, M. Polak, E. Zhupa, On the constructions of new symmetric ciphers based on non-bijective maps of prescribed degree, Security and Communication Networks, Wiley_Hindavi, 2019, Article ID 2137561, 15 pages

Відновлювана енергетика як пріоритетний напрям відновлення і розвитку енергетики України

Лебідь О.Г., Каян В.П., Василенко А.О.

(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, o.g.lebid@gmail.com)

Антропогенні зміни клімату на Землі вже призвели до підвищення глобальної температури на нашій планеті у 2022р. на 1,15-1,2°C відносно до середньої глобальної температури на початку

20 століття, в той час як Паризька угода 2015р. закликала обмежити це підвищення не більш ніж на 1,5-2°C до кінця 21 століття. Водночас на території України це потепління складає вже більш ніж 3,5°C, а в Арктичному басейні більш ніж 4°C. У 2023р. світ пережив своє найбільш спекотне літо за останні тисячоліття – глобальна температура досягла 16,77°C, що на 0,66°C вище середньої, а в Європі - 19,63°C, що на 0,83°C вище середнього показника. Крім того в серпні була зафіксована найвища глобальна середньомісячна температура поверхні моря — 20,98°C, з «надлишком» у 0,55°C.

Основною причиною цих змін на Землі є надмірна емісія парникових газів, головними емітентами яких є енергетика, промисловість та транспорт, перш за все внаслідок спалення викопного палива. Так, у 2022 р. викиди в атмосферу вуглекислого газу (CO₂) досягли 36,8 млрд тон, що на 0,5 млрд тон більше, ніж у попередньому році. В результаті військових дій на території України у 2022р. в атмосферу було викинуто ще більш ніж 100 млн тон CO₂. Науковці заявили, що у вересні 2023р. кількість CO₂ в атмосфері побила рекорд, досягнувши 424,04 частки на мільйон (чнм), а середньорічна концентрація CO₂ в атмосфері за 2022р. склала 417,06 чнм. Все це входить у протиріччя з концепцією сталого розвитку людства, якою передбачається щорічне збільшення глобального виробництва енергії при зменшенні глобальної емісії парникових газів.

Ключову роль в досягненні цієї мети будуть мати низковуглецева електрика та електрифікація, тобто заміна викопного палива електрикою на транспорті, у будівництві і в промисловості. В 2022р. електроенергія становила лише 19% світового споживання енергії. До 2050р. цей показник має досягти 35%. Очікується, що глобальний попит на електрику збільшиться з 29500 ТВт-год у 2022р. до 60800 ТВт-год у 2050р. [1]. Нагальним також є перехід світової енергетики на видобуток електрики з чистих джерел енергії.

Виробництво електроенергії з відновлюваних джерел у всьому світі збільшиться з 8800 ТВт-год у 2022р. до 15000 ТВт-год у 2035р. Найбільшу частку у цьому збільшенні займають сонячна і вітрова енергетики. Так, потужність сонячних електростанцій у

2004р. була всего 1 ГВт, а в 2019р. становила вже 100 ГВт. У 2022р. ця потужність досягла вже майже 250 ГВт і очікується, що до 2040 року глобальна потужність сонячної енергетики досягне 500 ГВт.

Глобальне виробництво вітрової електроенергії з 2022р. до 2050р. збільшиться з 2000 ТВт-год до 18 300 ТВт-год в рік, що становить середньорічний темп росту у 8%. Очікується, що загальна встановлена потужність вітроенергетики збільшиться з 950 ГВт в 2022р. до 6400 ГВт в 2050р.

Темпам розвитку відновлюваної енергетики додає прискорення ще й те, що вона стає все більш дешевою з кожним роком. Зараз середня глобальна ціна (LCOE) для фотоелектричних сонячних електростанцій становить близько \$40/МВт-год (або не більш ніж \$70/МВт-год для сонячних електростанцій, оснащених акумуляторними накопичувачами). Для вітроенергетики на суші очікується що її базова ціна у \$49/МВт-год в 2022р. зменшиться до \$33/МВт-год у 2030р., і до \$27/МВт-год у 2050р.

В Україні на початок 2022р. загальна потужність об'єктів зеленої енергетики сягнула позначки 9 656 МВт. Але вже восени після нищівних ударів російських агресорів по об'єктах енергетичної інфраструктури були вимушено виведені з експлуатації майже всі вітрові електростанції та близько половини сонячних (більшість їх була побудована в південних і східних регіонах країни). Близько 50% всієї енергетичної інфраструктури країни було пошкоджено. Крім того, 31 зі 104 об'єктів енергетики України знаходяться на окупованих територіях.

Справа ускладнюється тим, що 56 теплоелектро-централей (ТЕЦ) України, які працюють на вугіллі та на природному газі, збудовані до 1980р. і частина з них теж отримала серйозні ушкодження. Якщо раніше згідно світового тренду уряд України збирався закінчити виробництво електроенергії з вугілля до 2035р., то сьогодні в уряді вважають, що використання вугілля до 2050р. впаде лише наполовину або на дві третини порівняно з сьогоднішнім рівнем [2].

Крім того пропонується у післявоєнні роки вкласти в Україні майже \$30 млрд у розвиток старих і нових газових родовищ. Але ж відомо, що об'єми газу, що спалюється для обігріву будівель та

для теплопостачання можна було б суттєво знизити шляхом модернізації систем централізованого теплопостачання та інвестування у підвищення енергоефективності. Крім того, викиди від спалювання газу лише вдвічі менші ніж при спалюванні вугілля для отримання тієї ж кількості електроенергії, тому не є обґрунтованими цілі заміни в електроенергетиці вугілля на газ.

Також викликають подив пропозиції про виділення десятків мільярдів доларів на будівництво нових ядерних реакторів. Світовим досвідом доведено, що будівництво нових реакторів є дуже дорогою і тривалою справою. Наприклад, планувалося, що електростанція у Фінляндії з реактором французького виробництва почне працювати в 2009р. і обійдеться у €3 млрд. Але на практиці вона почала виробляти електроенергію тільки в 2023р. і її остаточний кошторис склав €11 млрд. Авторам цієї доповіді здається що вкладати \$десятки млрд в будівництво нових атомних станцій з перспективою отримати енергію через 10-20 років дуже ризиковано і нераціонально.

Найбільш прийнятним, на думку авторів, для розвитку післявоєнної енергетики в Україні був би розвиток вітрової (наприклад на шельфі Чорного моря біля берегів Одеської, Миколаївської і Херсонської областей, де глибина майже не змінюється на великій площині і не перевищує 20 м) та сонячної (горбкуваті землі, що мало придатні для сільського господарства або поверхні озер) енергетики з одночасним будівництвом потрібної кількості станцій для накопичення та збереження енергії [3]. Крім того, альтернативна енергетика має додаткову перевагу з точки зору енергетичної безпеки – адже велика кількість сонячних панелей та розміщені на достатньо великій відстані одна від одної вітроустановки мають більше шансів зберегти працездатність навіть при попаданні на їхню територію ворожих ракет та снарядів.

1. Energy transition outlook 2023: A global and regional forecast to 2050. DNV AS, Norway. 2023. 210p. <https://www.dnv.com/energy-transition-outlook>.
2. S. Pirani. War in Ukraine makes just transition on energy more urgent. *FPIF, IPS, USA*. <https://www.fpif.org/war-in-ukraine-makes-just-transition-on-energy-more-urgent/>

3. Лебідь О.Г., Каян В.П. Технології тривалого збереження енергії в післявоєнному відновленні енергетичної інфраструктури України. *Матеріали 24-ї міжнародн. науково-практ. конфер. «Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті»*, (Київ, 18-19.05.2023р). К.:ІВЕ НАНУ. С.508-509. DOI:<https://doi.org/10.36296/renewable.conf.18-19.05.2023>

Інформаційна технологія короткострокового прогнозування кількості нових хворих на коронавірус на основі моделі Facebook Prophet

Мокін В.Б., Лосенко А.В.

*(Вінницький національний технічний університет,
E-mail: vbmokin@vntu.edu.ua, arsenloenko@gmail.com)*

Не дивлячись на значні досягнення у сфері медицини, пандемія коронавірусу за 2020-2023 рр. за офіційними даними забрала вже 6961014 життів. Для вчасного введення жорстких карантинних заходів необхідно мати максимально точний прогноз поширення хвороби, хоча б у короткостроковій перспективі – як правило, на 1-2 тижні [1]. Отже, метою дослідження є розроблення інформаційної технології для підвищення точності короткострокового прогнозування кількості нових хворих на коронавірус.

Автори обґрунтували, що, за умови великої зашумленості даних, невизначеності факторів, які впливають на заданий дискретний ряд даних y_t , зокрема – наявності сезонних складових $s(t)$, впливу аномалій $h(t)$, обумовлених дією урядових рішень, метеорологічних умов та поведінкою населення у певні дати $H(t)$, в загальному випадку варто використовувати мультиплікативну модель Facebook Prophet [2]:

$$y_t = g(K_g, t) \cdot \prod_{i=1}^{\Phi} s(K_{si}, t) \cdot h(\cup_{j=1}^{\Psi} H_j(K_{hj}, t)) \cdot \epsilon_t \quad (1)$$

або

$$y_t = f(K_g, K_{si}, K_{hj}), i = \overline{1, \Phi}, j = \overline{1, \Psi}, \quad (2)$$

де K_g – параметри тренду (тип, ступінь регуляризації, тобто «гнучкості»); Φ – кількість сезонних складових; K_{Si} – параметри кожної сезонної складової (період, порядок ряду Фур'є, ступінь регуляризації); Ψ – кількість видів аномалій; K_{hj} – параметри складових, які враховують вплив дат аномалій (зсув – тривалість від моменту зараження до моменту проявлення симптомів інфекції (наприклад, для коронавірусу це – 4-7 діб), початок і кінець вікна впливу та ступінь регуляризації цього впливу), ϵ_t – похибка («шум») з нульовим середнім, розподілений за нормальним законом.

Основною задачею є ідентифікація структури (визначення Φ і Ψ) та параметрів K_g, K_{Si}, K_{hj} моделі (2). У разі повного перебору варіантів для пошуку оптимальної моделі це може бути надто довготривалий процес.

Пропонуємо визначати Φ на основі розвідувального аналізу даних шляхом декомпозиції ряду на складові з різним періодом. А параметр Ψ – вибирати на основі вивчення процесу протікання хвороби та факторів, які на неї можуть впливати (медичні дослідження, ретроспективні рішення та різна експертна інформація) – як правило, чим більше буде ідентифіковано і враховано обгрунтованих дат аномалій, тим точнішим буде розв'язок.

Ідентифікацію параметрів моделі пропонуємо здійснювати багатоітеративно паралельно-послідовно: спочатку параметри дат аномалій K_{hj} , задавши початкові значення K_{g0}, K_{Si0} , потім – параметри тренду та сезонних складових K_g, K_{Si} і так – в циклі до досягнення достатньої точності, тобто наближеності до даних спостережень $J = F(y_t, \hat{y}_t)$ за цією моделлю або певного обмеження на W кількість таких циклів ($w = \overline{1, W}$):

$$\begin{aligned} J_{opt11} &= F(f(K_{hj} \rightarrow K_{hjopt1}, K_{g0}, K_{Si0}), \hat{y}_t), \\ J_{opt12} &= F(f(K_{hjopt1}, K_g \rightarrow K_{gopt1}, K_{Si} \rightarrow K_{Siopt1}), \hat{y}_t), \dots \\ J_{optw1} &= F(f(K_{hj} \rightarrow K_{hjoptw}, K_{goptw-1}, K_{Sioptw-1}), \hat{y}_t), \\ J_{optw2} &= F(f(K_{hjoptw}, K_g \rightarrow K_{goptw}, K_{Si} \rightarrow K_{Sioptw}), \hat{y}_t). \end{aligned} \quad (3)$$

У статті [2] був реалізований подібний алгоритм побудови моделі за умови $W = 1$ (рис. 1). У 2021-2022 рр. відносна похибка цієї моделі, дещо погіршилась до 36.2-87.14% [1], через значну волатильність процесу, але, використовуючи алгоритм (3), цю точність можна підвищити.



Рис. 1. Результат прогнозування кількості нових хворих на коронавірус в Україні на 2 тижні за даними 2020 р. [2]

Таким чином, розроблено інформаційну технологію короткострокового прогнозування кількості нових хворих на коронавірус на основі моделі Facebook Prophet, для ідентифікації параметрів якої запропоновано паралельно-послідовний багатоітераційний метод, який дозволить підвищити точність такого прогнозу навіть за умов суттєвої волатильності часового ряду.

Список використаних джерел

1. Бровченко І.О., Беженар Р.В., Мокін В.Б., Лосенко А.В. та ін. Звіти Робочої групи з математичного моделювання проблем, пов'язаних з епідемією коронавірусу SARS-CoV-2 в Україні при НАН України:
<https://www.nas.gov.ua/UA/Activity/covid/Pages/wg.aspx>

2. В. Б. Мокін, А. В. Лосенко, А. Р. Яцолт, 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, Лис 2020.

Про особливості оптимізації дискретних динамічних систем, процеси в яких задані на множині міри «нуль»

Мокін Б.І., Мокін О.Б., Шалагай Д.О.

(Вінницький національний технічний університет

E - mail: borys.mokin@gmail.com, d.shalagai@gmail.com)

Загальновідомим фактом є те, що оптимальні траєкторії руху динамічних систем, процеси в якій на відрізку часу $t \in [a, b]$ описуються неперервними функціями часу $y(t)$, за відсутності обмежень знаходяться із диференціального рівняння Ейлера

$$F_y = \frac{d}{dt} F_{y'} = 0, \quad (1)$$

виведеного Ейлером шляхом мінімізації критеріального функціоналу

$$J = \int_a^b F(t, y(t), y'(t)) dt. \quad (2)$$

Нагадаємо, що в рівнянні (1)

$$F_y = \frac{\partial F}{\partial y}, \quad F_{y'} = \frac{\partial F}{\partial y'}, \quad y' = \frac{dy}{dt} \quad (3)$$

З прикладами застосування рівняння (1) в задачах пошуку оптимальних траєкторій руху динамічних систем, процеси в яких описуються неперервними функціями часу, можна ознайомитись, наприклад в роботі [1].

Але, якщо функція, якою описується процес в динамічній системі, не є неперервною, а є решітчастою

$$y[kT] = y(t)|_{t=kT}, T > 0, k = 0, 1, 2, \dots \quad (4)$$

або часовим рядом

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_n y_{t-n} + \xi_t, \quad (5)$$

в якому $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n$ – коефіцієнти, а ξ_t – імпульс білого шуму в момент часу t , тобто якщо ця функція визначена на множині міри «нуль», то для неї не можуть бути визначеними ні похідна у дискретній множині точок, заданій на відрізку $[a, b]$, ні інтеграл (2), бо його інтегральну суму складатимуть добутки значень функції в точках на нульову довжину цих точок. А отже визначити функцію в класі функцій, заданих на множині міри «нуль», яка доставить мінімум функціоналу (2), за методом Ейлера не є можливим в принципі.

Тож нашою задачею є пошук методу, за допомогою якого можна визначити оптимальну траєкторію руху дискретної динамічної системи в класі функцій, заданих на множині міри «нуль».

Для зручності подальших викладок решітчасту функцію (4) задаватимемо на відрізку $[a, b]$ на множині міри «нуль»:

$$\{k\} = \left\{ 0, 1, 2, \dots, \frac{b-a}{T} \right\}, \quad (6)$$

де T – період дискретизації, у безрозмірному часі

$$t^* = \frac{t}{T} = k \quad (7)$$

У цьому випадку ця решітчаста функція набуде вигляду

$$y[k] = y(t^*) \Big|_{t^*=k}, \quad k = 0, 1, 2, \dots, \frac{b-a}{T}, \quad T > 0 \quad (8)$$

Цілком очевидно, що ця решітчаста функція, будучи підставленою у критеріальний функціонал (2), заданий у формі інтегралу Рімана, робить його обчислення неможливим, а тому неможливим стає і спосіб визначення такого значення цієї решітчастої функції, який доставляє мінімум цьому функціоналу.

Отже критеріальний функціонал потрібно задавати у такій інтегральній формі, яка допускає його обчислення на множині решітчастих функцій (8). І в якості цієї форми ми пропонуємо використати інтеграл Лебега, про який можна почерпнути інформацію, наприклад, в роботі [2] і в якому здійснюється інтегрування функції $y(t^*)$, заданої на множині міри «нуль» на відрізку $[a, b]$,

не по осі аргументу t^* , а по функціональній осі y . У цьому випадку, навіть коли координата t^* задається на нульвимірній множині (6), координата y буде елементом множини дійсних чисел на відрізку $[m, M]$ осі y , мірою якого є його довжина, і лівою границею якого є дійсне число m , що є мінімальним значенням цієї функції на відрізку $[a, b]$, а правою границею є дійсне число M , що є максимальним значенням цієї функції на цьому ж відрізку $[a, b]$.

Для решітчастої функції (8), заданої на множині міри нуль (6) на відрізку $[a, b]$, інтегральна сума Лебега матиме вигляд

$$L = \lim_{\Delta ky \rightarrow 0} \sum_{k=1}^n y_{k-1} mE_k (y_{k-1} \leq y < y_k), \quad (9)$$

де

$$mE_k (y_{k-1} \leq y < y_k), \quad (10)$$

міра функції y на відрізку її значень

$$\Delta_k y = y_k - y_{k-1}, \Delta_k \subset [m, M], y_k = y[k], y_{k-1} = y[k-1] \quad (11)$$

Але оскільки міра mE є обмеженою монотонно-зростаючою функцією координати y (від її мінімального значення до максимального на відрізку $[a, b]$) то, позначивши її як $g(y)$, вираз (9) можна переписати у вигляді

$$L = \lim_{\Delta ky \rightarrow 0} \sum_{k=1}^n y_{k-1} (g(y_k) - g(y_{k-1})), \quad (12)$$

який уже має вигляд інтеграла Стілтєса (про який теж можна почерпнути інформацію, наприклад, в роботі [2]), а тому може бути записаним і так

$$L = \int_m^M y dg(y) \quad (13)$$

Приклади обчислення інтегралу Лебега, як у вигляді (9) так і у вигляді (13), з використанням програм, написаних мовою Python, приведені в роботах [3], [4].

Отже, спираючись на вище викладене, можна стверджувати, що при розв'язанні задачі оптимізації дискретної динамічної системи, процес в якій описується решітчастою функцією (8), в яко-

сті критеріального функціоналу, який враховує не лише саму решітчасту функцію, а і швидкість її зміни, що задається в разі використання безрозмірного аргументу m приростом (11) в сусідніх точках, доцільно використовувати функціонал на основі інтеграла Лебега (12) у формі інтегралу Стільтєса (13), тобто функціонал

$$L_F = \int_m^M F(y, \Delta y) dg(y) \quad (14)$$

А метод визначення решітчастої функції у формі (8), яка доставляє мінімум функціоналу (14), побудуємо, застосувавши той же підхід, який використав Ейлер, коли здійснював пошук неперервної функції, що доставляла мінімум функціоналу (2).

Отже припустимо, що нам відома решітчаста функція $y[k]$, яка доставляє мінімум функціоналу (14) на множини міри «нуль» (6) на відрізьку $[a, b]$. Синтезуємо іншу решітчасту функцію

$$y[k] + \alpha y_1[k], \quad (15)$$

в якій α – параметр, а допоміжна решітчаста функція $y_1[k]$ є такою, що має нульові значення в тих точках множини міри «нуль» (6) на відрізьку $[a, b]$, в яких решітчаста функція $y[k]$, що доставляє мінімум функціоналу (14), досягає свого мінімального та максимального значень. Ця умова потрібна для того, щоб міра цієї функції (15) не стала більшою міри функції $y[k]$, що дорівнює

$$mE(m \leq y < M) = M - m \quad (16)$$

Цілком очевидно, що на решітчастій функції (15) ми матимемо приріст функціоналу (14), тобто матимемо

$$\Delta L_k(\alpha) = \int_m^M F(y + \alpha y_1, \Delta y + \alpha \Delta y_1) dg(y) - \int_m^M F(y, \Delta y) dg(y) \geq 0, \quad (17)$$

Розкладаючи вираз (17) в степеневий ряд по степеням параметру α і враховуючи те, що в околі нульового значення цього параметра приріст $\Delta L_F(\alpha)$ функціоналу (14) можна прийняти рівним його першій варіації δL_F , від виразу (17) можна перейти до виразу

$$\alpha \frac{d}{d\alpha} \left(\int_m^M F(y + \alpha y_1, \Delta y + \Delta y_1) dg(y) \right) \geq 0, \quad (18)$$

який при довільних значеннях α може задовольнятися лише за умови, що

$$\frac{d}{d\alpha} \left(\int_m^M F(y + \alpha y_1, \Delta y + \alpha \Delta y_1) dg(y) \right) = 0 \quad (19)$$

Міняючи місцями операції диференціювання та інтегрування і враховуючи, що диференціювання здійснюється за правилами знаходження повної похідної, із виразу (19) матимемо

$$\int_m^M \left(\frac{\partial F}{\partial y} y_1 + \frac{\partial F}{\partial(\Delta y)} \Delta y_1 \right) dg(y) = 0 \quad (20)$$

Оскільки приріст міри $dg(y)$ решітчастої функції (8) в межах від нижньої границі цієї функції до верхньої дорівнює різниці цих границь $M-m$, то вираз (20) може виконуватись лише за умови, що

$$\frac{\partial F}{\partial y} y_1 + \frac{\partial F}{\partial(\Delta y)} \Delta y_1 = 0 \quad (21)$$

Рівняння (21) і є аналогом рівняння Ейлера для решітчастих функцій, розв'язок якого визначає решітчасту функцію, яка доставляє мінімум критеріальному функціоналу, заданому інтегралом Лебега у формі інтеграла Стілтєса (14)

Література

[1] Мокін Б.І. Теорія автоматичного керування. Методологія та практика оптимізації. /Б. І. Мокін, О. Б. Мокін. – Вінниця: ВНТУ, 2013.-210 с.

[2] Мокін Б.І. Функціональний аналіз, адаптований до прикладних задач в галузі інформаційних технологій: навчальний посібник / Б.І. Мокін, В.Б. Мокін, О.Б. Мокін. – Вінниця: ВНТУ, 2020 – 192 с.

[3] Мокін Б.І. Про один із підходів наближеного обчислення інтегралів Стілтєса і Лебега на мові Python в задачах системного аналізу з дискретними моделями./ Б.І. Мокін., О.Б. Мокін , Д.О. Шалагай - Вісник ВПІ, 2021, №3 – С. 61-68.

[4] Мокін Б.І. Особливості обчислення інтегралу Лебега від функцій, заданих на множині міри «нуль»/Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, О. Б. Мокін, Д. О. Шалагай// Електронне наукове видання «Збірник матеріалів Інтерне-конференції «Проблеми вищої математичної освіти: виклики сучасності (2022)», 11-12 жовтня 2022 р.» - Вінниця: ВНТУ, с.112-113

Прогнозування курсу на ринку криптовалют, на основі зміни процентної ставки Федеральної резервної системи США

Биль К. І.¹, Терентьев О.М.²

1 Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

2 Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України.

kirilbyl@gmail.com, o.terentiev@gmail.com

Вступ

Криптовалюти стали важливою частиною сучасного фінансового світу, до яких зростає інтерес як серед роздрібних інвесторів, так і серед великих фінансових інститутів і організацій. На сьогоднішній день ринок криптовалют функціонує в умовах високої волатильності, і однією з ключових змінних, що впливають на його стан і напрямок руху, є процентна ставка Федеральної резервної системи США (Federal Reserve або "Федеральний резерв").

Федеральна резервна система США відіграє важливу роль у світовій економіці, і її рішення щодо процентних ставок мають значний вплив на світові фінансові ринки, включаючи ринок криптовалют. Зміни процентних ставок ФРС можуть вплинути на інвестиційні рішення, інфляцію, грошовий оборот і, в кінцевому рахунку, на процентні ставки запозичень для ринку криптовалют.

Робота присвячена вивченню взаємозв'язку між федеральними процентними ставками і змінами курсів криптовалют, а також розробці моделей аналізу інформації та прогнозування, які допоможуть інвесторам і професіоналам фінансової індустрії приймати більш продумані і обґрунтовані рішення. У роботі будуть висвітлені ключові фактори, що впливають на ринок криптовалют, і допоможуть зрозуміти, як рішення ФРС впливають на цей новий і швидко зростаючий клас активів.

Опис експерименту

Такі події, як звіти Федеральної резервної системи (ФРС) про грошово-кредитну політику, виступ голови ФРС, пана Пауелла, у 2022-2023 роках завжди викликали негативну реакцію на фінансовому ринку, оскільки вони, зазвичай, містили погані показники економіки США [1].

Використовуючи дані курсу Біткоїну [2], за період з січня 2022 року по липень 2023 року та даних зміни ставки ФРС, було сформовано 13 часових періодів аналогічних кількості зміни ставки за цей час.

Було побудовано **2 моделі**, які дозволяють прогнозувати зміну середньодобового курсу криптовалюти у день зміни ставки ФРС. Для формалізації регресорів та цільової змінної моделей було введено набір правил-перетворень, а саме, якщо значення прогнозу нижче наведених показників, співпадає з актуальним значенням, або нижче за прогнозне, то це позитивна подія, в протилежному випадку – негативна.

В якості регресорів було вивантажено та використано з сайту [1] наступні показники: (1) підвищення процентної ставки ФРС; (2) число первинних заявок на отримання допомоги з безробіття; (3) індекс цін виробників (PPI); (4) рівень безробіття; (5) індекс споживчих цін (ІСЦ), (6) :індекс ділової активності у секторі послуг; (7) індекс ділової активності у виробничому секторі; (8) число виданих дозволів на будівництво; (9) продажі на вторинному ринку житла; (10) базовий ціновий індекс видатків на особисте споживання; (11) кількість відкритих вакансій на ринку праці JOLTS; (12) зміна числа зайнятих у несільськогосподарському секторі; (13) індекс довіри споживачів.

Таблиця. 1. Статистичні характеристики моделей.

	RMSE (середньоквадратичне відхилення)	MAPE (середня абсолютна процентна похибка)
Модель 1	1,13	0,83 %
Модель 2	0,27	0,33 %

Перша модель враховує середньодобові зміни ціни активу за останні декілька днів, натомість друга модель окрім цього використовує попередні події, що відбулися протягом попереднього тижня.

Висновки.

Провівши експеримент та перевіривши 2 моделі, можна зробити висновок, що дійсно економічні події в США мають прямий вплив на курс криптовалют. Також можна зробити висновок, що обидві моделі мають непоганий прогноз, але модель 2, що також враховує додаткові події в економіці США, має прогноз краще за першу модель.

Список літератури

1. Список подій від ФРС: <https://investing.com/economic-calendar> (дата звернення: 25.10.2023)
2. API для вивантаження даних з біржи Binance: <https://api.binance.com/api/v1/klines?symbol=BTCUSDT&interval=1d&limit=700> (дата звернення: 25.10.2023)

Розробка прикладної аналітичної програми для отримання даних місцевих бюджетів з державної платформи Open Budget

Дуда В. О., Терентьєв О.М.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України.

dudavolodimir@gmail.com , o.terentiev@gmail.com

Вступ

Аналіз доходів та видатків місцевих бюджетів допомагає визначити, чи ефективно використовуються гроші місцевого бюджету. Це дозволяє уникнути неправомірних витрат та забезпечити ефективне використання ресурсів. Такий підхід допомагає місцевим органам влади планувати майбутні видатки та робити якісні рішення з питань розвитку і соціальної підтримки громади. Результати аналізу можуть використовуватися, як основа для розроблення стратегій економічного зростання.

Огляд платформи Open Budget

Для отримання цих даних було використано державний аналітичний інструмент Open Budget [1], що доступний за посиланням в мережі Інтернет: <https://openbudget.gov.ua>. На цьому порталі кожен громадянин може отримати інформацію про доходи, видатки, кредитування та фінансування як держави так і місцевих бюджетів.

Аналітична платформа Open Budget має публічне API, за допомогою якого будь-який громадянин може розробити систему для аналізу та обробки статистичних даних, що містяться на цьому порталі. Відповідна інструкція користувача розміщена на сайті за посиланням [2]:

<https://confluence-ext.spending.gov.ua/pages/viewpage.action?pageId=364490>

Крім цього на порталі є інструмент автоматичної побудови запитів:

<https://api.openbudget.gov.ua/swagger-ui.html>

Одним із головних параметрів запиту є значення змінної `budgetCode`, що описує ідентифікатор коду місцевого бюджету.

Його числове значення є частиною посилання сторінки, наприклад, ідентифікатор міста Київ - 2600000000 у посиланні:

<https://openbudget.gov.ua/local-budget/2600000000/info/indicators>

Також цей ідентифікатор можна знайти на основній сторінці після вибору регіону в блоці для пошуку бюджету, як наведено на рис. 1.

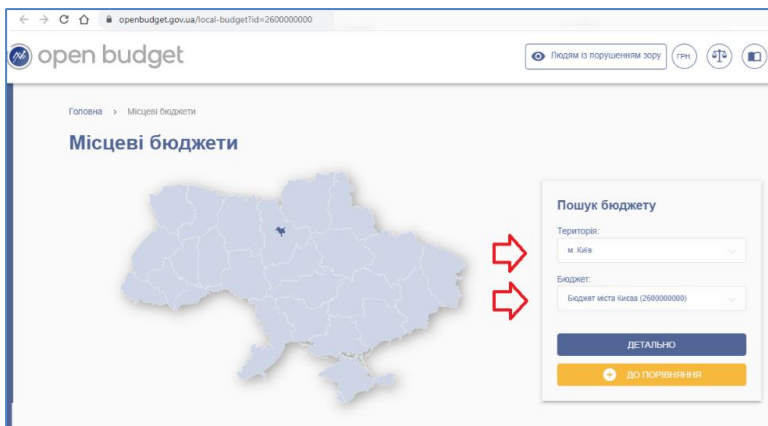


Рис. 1. Пошук місцевого бюджету.

Розробка аналітичної програми

В рамках аналітичного дослідження було написано власну програму для видобування усіх наявних на порталі даних в період з 2017 по 2023 для всіх громад, що містяться в базі даних portalу.

На першому етапі було визначено, що для отримання потрібної інформації потрібно мати ідентифікатор місцевого бюджету (budgetId / budgetCode).

Так як на сторінці з API відсутній приклад запиту на отримання інформації про ідентифікатори усіх місцевих бюджетів, то було прийнято рішення на пошук їх на головній сторінці portalу. За допомогою інструмента розробника для дослідження REST запитів, було створено запит для отримання списку бюджетів за допомогою ідентифікатору території.

Довідник з ідентифікаторами регіонів було знайдено як JSON об'єкт на головній сторінці. Кожен елемент цього документу має вигляд:

```
{  
  "id": 26,  
  "territoryName": "м. Київ",  
  ...  
}
```

Після цього для кожного ідентифікатора було отримано перелік місцевих бюджетів. Приклад одного елемента на запит пов'язаний з Києвом:

[https://openbudget.gov.ua/api/localBudgets/getBudgets?regionId=26:](https://openbudget.gov.ua/api/localBudgets/getBudgets?regionId=26)

```
{  
  "budgetId": "2600000000",  
  "budgetName": "Бюджет міста Києва",  
  ...  
}
```

Щоб отримати всі ідентифікатори місцевих бюджетів, потрібно послідовно перебрати ідентифікатори регіонів, у кількості 29 штук (по кількості регіонів в Україні та міст із особливим статусом).

На порталі Open Budget деякі бюджети мають більш детальну агрегацію, тому між ними є ієрархічний зв'язок. Для розуміння і побудови графу зав'язків потрібно отримати інформацію про батьківський елемент кожного бюджету. Приклад запиту на отримання цих даних:
<https://openbudget.gov.ua/api/localBudgets/2600000000/about>.

На другому етапі, після завантаження 12340 ідентифікаторів місцевих бюджетів, з'явилась можливість отримати інформацію про доходи, видатки, кредитування та фінансування всіх місцевих бюджетів. Приклад запиту:

<https://openbudget.gov.ua/api/localBudgets/sankey2?year=2022&month=12&budgetCode=2600000000&fundType=TOTAL>

де 2022 – це рік з початку якого ми хочемо отримати інформацію, 12 – останній місяць року до якого буде розраховуватись інформація, 2600000000 – ідентифікатор бюджету.

Приклад результату виконання запиту:

```
{
  "budgetType": "LOCAL",
  "budgetCode": "26000000000",
  "fundType": "TOTAL",
  "incomes": [
    {
      "code": "11010000",
      "codeName": "Податок та збір на доходи фізичних осіб",
      "donePeriod": 31528431328.35
    },
    {
      "code": "18050000",
      "codeName": "Єдиний податок",
      "donePeriod": 11236214434.85
    },
    ...
  ],
  "financing": {
    "code": "financing",
    "codeName": "Financing",
    "donePeriod": -7823780361.09
  },
  "expenses": [
    {
      "code": "0920",
      "codeName": "Загальна середня освіта",
      "donePeriod": 11318812724.59
    },
    {
      "code": "0450",
      "codeName": "Транспорт",
      "donePeriod": 9586611565.01
    },
    ...
  ],
  "credit": {
```

```
"code": "credits",  
  
"codeName": "Credits",  
  "donePeriod": 914313454.23  
},  
"incomesSum": 68333411231.48,  
"expensesSum": 59595317416.16  
}
```

На третьому етапі отримані результати зберігаються у вигляді таблиць бази даних:

- expense – витрати бюджетів,
- income – доходи бюджетів,
- financing – таблиця містить значення витрат та доходів бюджетів.

На четвертому етапі перевіряється якість даних [3, 4].

В таблиці 1 наведена статистика у процентах, щодо наповненості фінансових показників громад. Проаналізовано наступні змінні:

- financingValue – фінансування бюджету, що обчислюється за формулою:

$$financingValue = expensesSum - incomesSum + creditValue$$

- creditValue – надані кредити бюджету,
- incomesSum – податки бюджету,
- expensesSum – видатки бюджету.

Таблиця. 1. Таблиця якості завантажених даних з платформи Open Budget.

Рік	Відсоток заповнення змінної financingValue	Відсоток заповнення змінної creditValue	Відсоток заповнення змінної incomesSum	Відсоток заповнення змінної expensesSum
2017	немає даних	немає даних	немає даних	70,64
2018	79,89	6,73	79,89	78,19

2019	76,15	6,34	76,14	74,37
2020	69,05	4,59	69,11	67,61
2021	13,99	3,47	13,99	13,41
2022	13,86	2,91	13,87	13,41

Висновки

Як видно, з таблиці 1, за 2017 рік частина статистики по деяких змінних взагалі відсутня. Краще всього заповнені 2018-2020 роки.

При виконання дослідження виникла проблема із обробкою великої кількості запитів, а саме 12 340 запитів на кожен рік, що загалом становить 74040 запитів, які виконувались протягом двох діб.

В подальшому планується розробити прикладний додаток для візуалізації процесів фінансування громад, виявлення патернів, трендів та прихованих взаємодій в даних.

Список літератури

1. Open Budget URL: <https://openbudget.gov.ua> (дата звернення: 25.10.2023).
2. Інструкція користувача Державного веб-порталу бюджету для громадян. URL: <https://confluence-ext.spending.gov.ua/pages/viewpage.action?pageId=364490> (дата звернення: 25.10.2023).
3. Дуда В.О., Терентьев О. М. Порівняння реалізацій систем збору інформації з криптобірж, у реальному часі, на мовах програмування C++, JavaScript та Python // Інформаційно-комунікаційні технології та сталий розвиток [колективна монографія за матеріалами XXI Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 14-16 листопада 2022 р.) / За заг. ред. С.О. Довгого]. – К.: ТОВ “Видавництво Юстон”, 2022. – 58-62 с. – ISBN 978-617-7854-76-9. – https://itgip.org/wp-content/uploads/2022/12/2022-12-06_UDK_book_Monografia_48x210.pdf.
4. Бідюк П.І. Прикладна статистика (навчальний посібник) / П.І. Бідюк, О.М. Терентьев, Т.І. Просьянкіна-Жарова. – Вінниця :

ПП “ТД Едельвейс і К”, 2013. – 288 с. – ISBN 978-966-2462-21-0.

Ефективне використання телекомунікаційної системи SCADA в нафтогазовій сфері

Ошкодъоров Є.О.

(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України, E-mail: oshkodorov.e@gmail.com)

Анотація

Нафтогазова промисловість є однією з найбільш технологічно передових галузей у світі. Вона покладається на телекомунікаційні мережі, щоб полегшити технологічний процес видобутку нафти та газу і контроль за свердловинами в реальному часі. Телекомунікаційний зв'язок з'єднує центральний офіс і віддалені місця або польові офіси. Телекомунікаційні потреби нафтової та газової промисловості різноманітні. Існують різні робочі умови, географічне розташування та джерела даних усередині та за межами операційної мережі. Телекомунікаційні рішення повинні мати відповідний розмір для цих різноманітних вимог, щоб не накласти непотрібних витрат на будь-яку частину мережі. Однією із найефективніших телекомунікаційною мережею, що надає дані в реальному часі з різних датчиків (польових пристроїв), що встановлені на свердловинах видобутку нафти та газу – є Scada-системи.

Ключові слова: Системи SCADA, видобуток нафти та газу, нафтогазова промисловість, нафтогазові свердловини, системи моніторингу та збору даних.

Вступ

Протягом останнього десятиліття нафтогазовий промисловий сектор у всьому світі перейшов від класичних методів управління та автоматизації до найсучасніших технологій. Це дозволило галузі досягти вищого відсотка зростання видобутку нафти і газу.

Цю зміну можна вирішити, просуваючи локально розроблені системи SCADA, які могли б спонукати нафтогазову промисловість стати на шлях сучасної автоматизації.

SCADA (диспетчерське керування та збір даних) є типом промислової системи управління (ICS). Системи промислового керування — це керовані комп'ютером системи, які відстежують і контролюють промислові процеси, що існують у фізичному світі. Системи SCADA історично відрізняються від інших систем ICS тим, що вони є великомасштабними процесами, які можуть включати кілька сайтів і великі відстані [3].

Архітектура телекомунікаційної мережі SCADA

Системи SCADA - важливий моніторинг інформації про виробничі процеси, а також фізичні об'єкти, ґрунтуючись на отриманні, обробці та представленні зміні процесу та керування/виконання користувачами [6]. На малюнку 1 показано комунікаційну архітектуру системи SCADA. SCADA-вузли, які взаємодіють із програмованими логічними контролерами (PLC), представлені внизу і сервер терміналів показано в середині малюнка. Клієнтами термінальних серверів є на вершині.

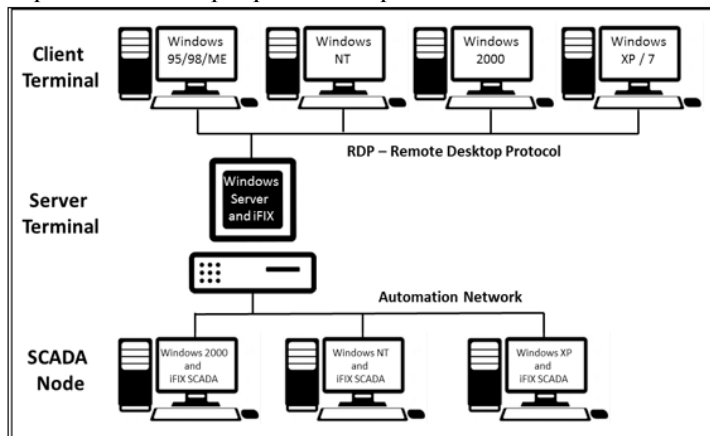


Рис.1 Архітектура SCADA-системи

Система SCADA складається з кількох віддалених терміналів (RTU), які збирають польові дані та надсилають ці дані назад на

головну станцію через систему зв'язку. Головна станція відображає отримані дані та дозволяє оператору виконувати завдання дистанційного керування.

Точні та своєчасні дані дозволяють оптимізувати роботу по нафтогазовому видобутку. Інші переваги включають більш ефективну, надійну і, що найважливіше, більш безпечну роботу. Це призводить до нижчої вартості експлуатації порівняно з попередніми неавтоматизованими системами.

У більш складній системі SCADA існує п'ять рівнів або ієрархій:

- Контрольно-вимірювальні прилади та контрольні пристрої польового рівня;
- Віддаленні термінали (RTU);
- Системи зв'язку;
- Сервер (головна станція);
- Комп'ютерна система відділу обробки даних (диспетчерська).

RTU забезпечує інтерфейс до польових аналогових і цифрових датчиків, розташованих на кожному віддаленому місці. Система зв'язку забезпечує шлях для зв'язку між головною станцією та віддаленими об'єктами. Ця система зв'язку може бути дротовою, оптоволоконною, радіо-мережевою, телефонною лінією і супутниковою мережею.

Протокол, який використовується в цьому зв'язку – протокол віддаленого робочого столу Microsoft (RDP), який використовує коротку пропускну здатність зв'язку, яка є однією з важливих функцій для віддаленої роботи, як комунікаційна система [4]. У нафтовій промисловості є кілька обмежень можливостей технологій передачі, обумовлених розташуванням виробничих підрозділів, як правило з обмеженням пропускну здатності [7]. На випадок непередбачених обставин (втрати зв'язку з нафтовою свердловиною чи платформою) у телекомунікаційних системах прийнято резервування даних.

Головна станція (сервер) збирає дані з різних RTU і, як правило, забезпечує інтерфейс оператора для відображення інформації та керування віддаленими об'єктами. У великих системах телеметрії підлеглі вузли збирають інформацію з віддалених вузлів

та діють, як ретранслятори на головну станцію моніторингу. На малюнку 2 показано телекомунікаційну систему SCADA [5].

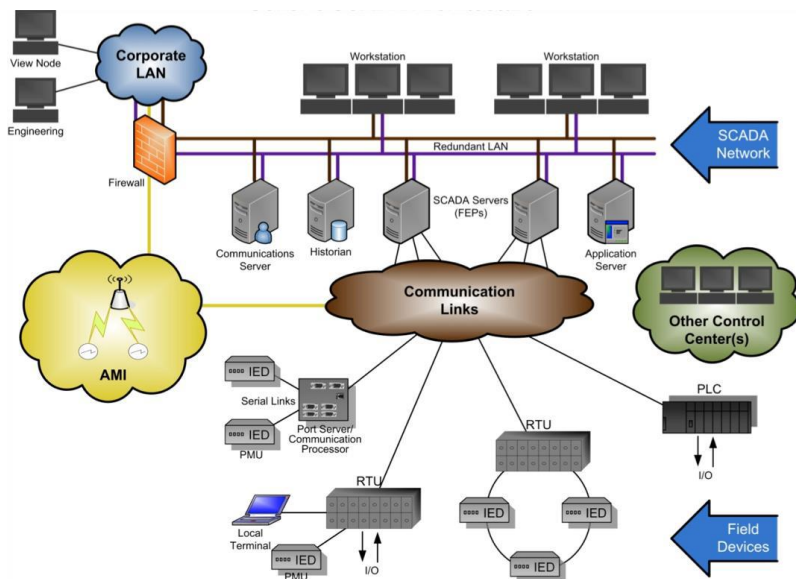


Рис. 2 Система SCADA

Переваги SCADA-системи в нафтогазовій сфері

Прогрес у технологіях SCADA допомагає покращити не лише те, що бачать інформанти працівники, але й те, як і де вони її бачать. Сучасні системи SCADA дозволяють працівникам переглядати інформацію з більшої кількості джерел і на більшій кількості пристроїв. Системи також можуть значно скоротити кількість часу, який працівники витрачають на маніпулювання даними для отримання необхідної інформації [8].

Системи SCADA для нафти та газу надає операторам можливість контролювати видобуток трубопроводів і газових свердловин та містять розширені функції безпеки, які допомагають запобігти нещасним випадкам і зменшити небезпеку для навколишнього середовища. Наприклад, у разі виникнення проблем, система може виявляти потенційні витіки нафти або газу або прориву трубопроводу і надсилати автоматичні сповіщення на пристрій, який інтегрований в систему моніторингу та автоматично

зупиняти роботу, запобігаючи подальшому пошкодженню і завдаючи шкоди навколишньому середовищу. Оператори знають, коли сталася несправність, завдяки сповіщенню системи SCADA та запобігають швидкому вирішенню проблеми, що допомагає забезпечити безпеку населення та дотримання стандартів захисту навколишнього середовища [2].

Крім того, SCADA інтегрується з датчиками та пристроями, що забезпечує моніторинг критичних процесів у режимі реального часу, таких як температура та тиск у трубопроводі, сприяючи безпечній та ефективній роботі цих систем, які передаються у диспетчерську для аналізу та прийняття рішень.

Переваги використання SCADA в нафтогазовій промисловості:

- 1) Моніторинг і управління виробничими процесами в режимі реального часу;
- 2) Підвищена операційна ефективність і продуктивність;
- 3) Підвищена безпека за рахунок виявлення та запобігання небезпечним ситуаціям;
- 4) Завдяки централізованому збору та аналізу даних процес прийняття рішень покращується;
- 5) Зменшення витрат на обслуговування та простоїв;
- 6) Підвищена загальна прибутковість за рахунок підвищення ефективності використання ресурсів [1].

Висновки

Телекомунікаційні системи SCADA стали ключовими для роботи нафтогазової інфраструктури, оскільки вони надають цінні та своєчасні дані, сприяють ефективній роботі та є економічно ефективними. З цих причин використання технології SCADA продовжує зростати в усіх аспектах нафтогазового комплексу [3].

Список використаних джерел

1. Ланге Т. Інтелектуальні системи SCADA // Інженер ІТ. Автоматизація та технічний контроль. Квітень 2007. С. 26–30.
2. Самойлова Є. Інтеграція штучний інтелекту в автоматизованих системах управління і проектування технологічних процесів / Самойлова Є., Ігнат'єв А. // Вісник СГТУ. 2010. № 2(44). С. 117–119.

3. David B., Edwin W. Practical SCADA for Industry.
4. Cronbach LJ (2004) My Current Thoughts on Coefficient Alpha and Successor Procedures, Educational and Psychological Measurement, 64(3):391-418.
Doi: <http://10.0.4.153/0013164404266386>
5. Gordon C., Deon R. Practical Modern SCADA Protocols: DNP3, 60870.5 and Related Systems.
6. Junior S. (2006) Use of new telecommunications technologies in offshore oil rigs, Master Thesis, Rio Grande do Norte Federal University, Brazil.
7. Ellender D (August, 2005) Digital Architecture Technology Brings Full-Scale Automations To Remote Oil, Gas Fields, The American Oil & Gas Reporter - Houston, USA.
8. Using Scada in the Oil and Gas Industry.
URL: <https://www.scadainfo.com/using-scada-in-the-oil-and-gas-industry/>

On one Monitoring Data Analysis Technology to Formation of Model Datasets

Stefanyshyn D.V.¹, Demianiuk A.V.², Rutkowska A.³

*(¹Institute of Telecommunications and Global Information Space of
NASU, Kyiv, E – mail: d.v.stefanyshyn@gmail.com,*

*²National University of Water and Environmental Engineering,
Rivne, E – mail: a.v.demianiuk@nuwm.edu.ua,*

*³University of Agriculture, Kraków, Poland,
E – mail: rmrutkow@cyf-kr.edu.pl)*

In the structure and organization of modern management of complex systems, facilities and processes, a key role is played by monitoring. Monitoring provides a necessary data basis for analyzing diverse processes and assessing the condition of systems and facilities, understanding problems of their reliability and safety, and supporting decision-making and effective control and maintenance.

Monitoring is an ongoing, continuous process involving the collection of routine data. As a means of management, monitoring is a holistic system of purposeful and systematic observations and tracking of specified components or parameters of an item or process, organized in space and time, including methods of collected data processing and forecasting. Modern monitoring systems can generate large amounts of so-called “big data” [1], which essentially exceeds the capacity of traditional data analytics in the context of data volume, variety, velocity, veracity and value [2].

The volume of big data generated daily or hourly is measured in terabytes and petabytes [3]. New data is created fast. In addition, big data needs to be processed and analysed just as quickly (data velocity). Because of exponential increases in data, its quality often suffers, and new methods must provide reliable ways to “sift” big data to overcome its uncertainty (support veracity) while using it [4].

Although big data acquisition and processing tools and data analysis technologies, data acquisition systems, advanced statistical techniques, system simulation and parameter identification using monitoring data, stochastic process analysis, neural network analysis, intelligent self-learning and semi-self-learning, etc., have achieved great success in terms of diverse applications and tasks in the field of monitoring, there remain many complex issues to be further addressed. One of the biggest challenges is to learn to forecast with big data. The nature of big data itself can be identified as the major issue that hinders obtaining meaningful forecasts [5, 6]. In conditions of big data, traditional prognosis methods and models based on regression analysis, trend analysis or, for example, using probability distribution functions do not always provide the required results [7]. Anyhow, whatever data and fitting procedures are employed, changes in the variety and size of monitoring data require the development of new techniques for data analytics to provide reliable forecasting [8].

This report deals with big data sets presented as time series collected by an automated monitoring system. The task is to form model datasets to forecast using probability distribution functions. To solve the task, we propose using an original monitoring data analysis technology based on situational modelling. The key idea of situational modelling is to replace with a finite set of generalised model situations

an actual time series of data relating to a resulting (endogenous) variable. Such model situations are assumed to show the history of real events connected to the resulting variable, which occurred depending on an exogenous variable (predictor) in separate limited periods. In separate situations, situational models may be presented by the simplest single-factor regression models where every regression is adapted to an individual model situation connected with a limited period. As a result of situational modelling, a set of relevant situational models is formed. Each of these situational models determines a separate situation. Then, an appropriate value of the resulting variable (maxima, min, etc.) is selected to define each situation, and, as a result, a required model dataset is formed.

References

1. Tsai, Ch.-W., Chin-Feng Lai, Ch.-F., Chao, H.-Ch., and Vasilakos, A.V. (2015). Big data analytics: a survey. *Journal of Big Data*, 2:21. DOI 10.1186/s40537-015-0030-3.
2. Curry, E., Metzger, A., Zillner, S., Jean-Christophe Pazzaglia, J.-Ch., and Robles, A.G. Editors. (2021). *The Elements of Big Data Value. Foundations of the Research and Innovation Ecosystem*, Springer, 412 p.
3. Malik, H., Nuzhat Fatema, N., and Iqbal, A. (2021). *Intelligent Data-Analytics for Condition Monitoring: Smart Grid Applications*. Academic Press, 268 p.
4. The feasibility of using big data in anticipating and matching skills needs. (2020). Editors: A. Podjanin, and O. Strietska-Ilina. ILO, Geneva, 113 p. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/--emp_ent/documents/publication/wcms_759330.pdf.
5. Richards, N.M., and King, J.H. (2013). Three paradoxes of big data. *Stanford Law Rev. Online*, 66 (41), 41–46.
6. Hossein Hassani, H., and Silva, E.S. (2015). Forecasting with Big Data: A Review. *Ann. Data. Sci.*, 2(1), 5–19. DOI 10.1007/s40745-015-0029-9.
7. Kuhn, M., and Johnson, K. (2013). *Applied Predictive Modeling*. Springer Science+Business Media, N.Y., 600 p.
8. Stefanyshyn, D.V. (2020). On One Approach to Predictive Modeling Based on Monitoring Data. *Modeling, Control and Information*

Technologies: Proc. of Int. Scientific and Practical Conf., (4), 104–107. <https://doi.org/10.31713/MCIT.2020.21>.

Про вибір штучної нейронної мережі для обчислення коефіцієнта шорсткості Шезі

Ходневич Я.В., Стефанишин Д.В.

(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, ya.v.khodnevych@gmail.com, d.v.stefanyshyn@gmail.com)

Штучні нейронні мережі (ШНМ, нейронні мережі, нейронні обчислення) є однією з найпопулярніших та швидкозростаючих областей наближених обчислень при розв'язанні завдань прогнозування, які мають справу з наближеними моделями і використанням неточних рішень [1, 2]. Це пояснюється тим, що ШНМ мають ряд переваг порівняно з іншими методами прогнозування: результати залежать від точності наявних даних; ШНМ допускають використання неповних наборів даних; вони є адаптивним методом; нейронні мережі можуть навчатися без будь-яких попередніх припущень; це нелінійні моделі з хорошою здатністю до узагальнення [1, 2].

У доповіді розглядається задача вибору оптимальної модифікації повно-зв'язаної багатосарової ШНМ для обчислення коефіцієнта Шезі C , що характеризує гідравлічний опір відкритому водному потоку [3], в межах запропонованої в [4] обчислювальної моделі:

$$C = f(x_1, x_2), \quad x_1 \in \{n, \Delta, S_f, B\}, \quad x_2 \in \{h, R\}, \quad (1)$$

де n – коефіцієнт шорсткості Гоклера-Меннінга; Δ – висота виступів шорсткості; S_f – гідравлічний ухил; B, h – середні ширина та глибина потоку; R – гідравлічний радіус.

Дослідження проводилося для таких модифікацій ШНМ: 1) застосування одного, двох та трьох прихованих шарів нейронів; 2) використання різних функцій активації – сигмоїдної логістичної

функції, тангенсу гіперболічного, випрямної функції (ReLU – Rectified linear Unit); 3) прорідження ШНМ – видалення випадково обраних нейронів прихованого шару на етапі навчання [5].

Навчання та тестування ШНМ в її модифікаціях здійснювалися з використанням актуальних даних, що в цілому визначають гідравлічний опір у руслах річок: для ділянок русла р. Дніпро нижче за течією Києва, р. Десна поблизу м. Чернігів та р. Прип'ять поблизу міста Турів [4]. Навчання ШНМ здійснювалося методом зворотного поширення помилки. Для побудови ШНМ застосовано середовище об'єктно-орієнтованого програмування Python [6]. Прогнозна майстерність мережі перевірялася за коефіцієнтом Неша-Саткліфа (NSE) шляхом порівняння спостережених і обчислених при визначених ШНМ значеннях коефіцієнта Шезі витрат води [4].

В результаті проведених досліджень встановлено, що гіперболічний тангенс і випрямна (ReLU) функції активації виявилися нерелевантними для апроксимації коефіцієнта Шезі відповідно до обчислювальної моделі (1). У цьому випадку, можливо, потрібні додаткові налаштування та модифікації, щоб використати ці функції для отримання бажаних результатів. Це завдання може бути метою майбутніх досліджень. Збільшення кількості прихованих шарів і нейронів сприяє тому, що ШНМ згідно моделі (1) навчається швидше. Проте це практично не впливає на результати обчислення коефіцієнта Шезі. В свою чергу процедура прорідження ШНМ [5] покращує результати обчислення коефіцієнта Шезі лише при її використанні для першого прихованого шару ШНМ з двома та трьома прихованими шарами нейронів.

В результаті тестування різних модифікацій ШНМ було встановлено, що для обчислення коефіцієнта шорсткості Шезі в межах обчислювальної моделі (1) достатньо використовувати ШНМ прямого поширення з одним-двома прихованими шарами і сигмоподібною логістичною функцією активації. Коефіцієнт ефективності прогнозування NSE при цьому коливався в межах 0,94-0,98; відносна похибка прогнозу витрат води – в межах 0,9-13,9% залежно від річки, що вказує на достатню для практики точність обчислення коефіцієнта Шезі.

Література

1. Zhang, G., Patuwo, B.E., and Hu, M.Y. (1998). Forecasting with artificial neural networks: The state of the art. *International Journal of Forecasting*, 14, 35–62, DOI: 10.1016/S0169-2070(97)00044-7.
2. Soft computing approach for mathematical modeling of engineering problems. (2022). Ed. by A. Ahmadian, and S. Salahshour. CRC Press. Taylor & Francis Group, 203 p.
3. Stefanyshyn, D.V., Khodnevich, Y.V., Korbutiak, V.M. (2021). Estimating the Chezy roughness coefficient as a characteristic of hydraulic resistance to flow in river channels: a general overview, existing challenges, and ways of their overcoming. *Екологічна безпека та природокористування*, 39(3), 16–43. <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2021.3.16-43>.
4. Khodnevysh, Y.V., Stefanyshyn, D.V. (2022). Data arrangements to train an artificial neural network within solving the tasks for calculating the Chezy roughness coefficient under uncertainty of parameters determining the hydraulic resistance to flow in river channels. *Екологічна безпека та природокористування*, 42(2), 59–85. <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2022.2.59-85>.
5. Baldi, P., and Sadowski, P. (2014). The dropout learning algorithm. *Artificial Intelligence*, 210, 78–122. <http://dx.doi.org/10.1016/j.artint.2014.02.004>.
6. Gad, A.F., Jarmouni, F.E. (2021). *Introduction to Deep Learning and Neural Networks with Python. A Practical Guide*. Elsevier Inc., 285 p.

Розробка алгоритму оптимізації прогнозування ефективності робототехнічної платформи

Лактіонов О.І., Шефер О.В., Лактіонова І.С.

(Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», E - mail: laktionov.alexander@ukr.net)

Процес прогнозування ефективності робототехнічних платформ важливий елемент промислової революції [1]. Перші етапи

дослідження прогнозування ефективності (2022-2023 рік) були зорієнтовані на розробку відповідних ансамблевих методів [2], котрі не передбачали пошуку оптимального рішення, що актуалізує проблему дослідження.

Виявлена проблема вирішується шляхом розробки алгоритму оптимізації прогнозування ефективності робототехнічної платформи, який відрізняється від існуючих тим, що у якості вхідних оцінок використовує індексні оцінки, визначені за індексним методом ефективності. У напрацюванні [2] доведено перевагу запропонованих індексних методів над існуючими.

Алгоритм оптимізації прогнозування ефективності робототехнічних платформ включає наступні блоки. Блок 1. Ініціалізація. Здійснюється ініціалізація блоку 1 з вхідними первинними ознаками елементів робототехнічних платформ X_i й цільовою змінною (індекс ефективності робототехнічної платформи) $I_{ЕРП}$.

Індекс ефективності робототехнічної платформи визначається як:

$$I_{ЕРП} = \sqrt[4]{X_1 X_2 X_3 + X_1 X_2 X_4 + X_1 X_3 X_4 + X_2 X_3 X_4}, \quad (1)$$

де X_i – оцінки елементів робототехнічної платформи визначені 5 бальною шкалою.

Блок 2. Перша ітерація. Крок 2.1. Виконати блок 1 для вхідних даних X_i й $I_{ЕРП}$.

Крок 2.2. Передати вихідний результат блоку 1 у блок 2 для побудови моделей машинного навчання (Модель 1, Модель 2, ..., Модель n).

Крок 2.3. Передати навчальний результат, блок 2, до блоку 3 для прогнозу результатів на основі побудованих моделей.

Крок 2.4. Дослідити якість отриманих результатів за критеріями R^2 , RMSE, MAX, MAE.

Крок 2.5. Зберегти прогнозовану вибірку як $I_{ЕРП_np}$.

Блок 3. Друга ітерація. Крок 3.1. Сформувати нову вибірку ознак X_i , $I_{ЕРП}$ та $I_{ЕРП_np}$ розмір котрої залежить від розміру прогнозованої вибірки $I_{ЕРП_np}$ з попередньої ітерації.

Крок 3.2 – Крок 3.6 аналогічні до попередньої ітерації.

Крок 3.7. Завершити повторення другої ітерації при збільшенні похибки прогнозування. Завершити алгоритм, коли досягнуто задану кількість ітерацій або інших умов завершення.

Тестування запропонованого алгоритму здійснено за допомогою вибірки 625 оцінок робототехнічних платформ, визначеної методами комбінаторики. У якості моделей машинного навчання використано Gradient Boosting Regressor, Random Forest Regressor, K Neighbors Regressor, Bagging Regressor, Support Vector Machines. Один з кращих результатів продемонструвала модель Gradient Boosting Regressor, табл. 1.

Таблиця 1

Результати дослідження алгоритму оптимізації прогнозування ефективності робототехнічної платформи за допомогою моделі модель Gradient Boosting Regressor

Досліджувана модель Gradient Boosting Regressor		
Критерій	Ітерація 1	Ітерація 2
R ²	0,99/0,99	0,99/0,99
MAE	0,00963	0,00834
MAX	0,0334	0,0266
RMSE	0,0119	0,0105

Отримані результати табл. 1, свідчать про високу точність побудованих моделей, що доводить адекватність запропонованого алгоритму. Проведений порівняльний аналіз запропонованого підходу з існуючими теж продемонстрував ефективність запропонованих рішень.

Практична значимість запропонованого підходу полягає у підборі оптимальних конфігурацій робототехнічної платформи для вирішення завдань у сфері енергетики.

Література

1. Human hand motion prediction based on feature grouping and deep learning: Pipe skid maintenance example / T. Zhou та ін. Automation in Construction. 2022. Т. 138. С. 104232. URL: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104232> (дата звернення: 24.10.2023).

2. Investigation of combined ensemble methods for diagnostics of the quality of interaction of human-machine systems / O. Laktionov та ін. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2023. № 4. С. 138–143. URL: <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-4/138> (дата звернення: 24.10.2023).

Дослідження класифікаторів для інтерфейсів мозок-комп'ютер на основі сигналів ЕЕГ

Лупенко С.А. докт. техн. наук, проф.^{1,2}, Буцій Р.А.¹,

¹Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України, Україна

²Політехніка Опольська, Польща

E-mail: s.lupenko@po.edu.pl, romanbutsiy@gmail.com

Анотація. Робота присвячена удосконаленню інтерфейсів мозок-комп'ютер (ВСІ), які використовують електроенцефалографічні (ЕЕГ) сигнали для створення каналу зв'язку між мозком та зовнішніми пристроями. Порівняно ефективність різних класифікаторів, використовуючи матриці невідповідностей для візуалізації та аналізу їх здатності правильно класифікувати сигнали.

Ключові слова: нейроінтерфейс, ЕЕГ, ВСІ, вектор циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів.

Системи ВСІ на основі обробки та інтерпретації сигналів ЕЕГ відіграють важливу роль у сучасних нейроінтерфейсах. У роботі [1] було розглянуто та порівняно декілька класифікаторів для класифікації ЕЕГ сигналів. У працях [2, 3] було запропоновано та обґрунтовано нову математичну модель векторної ЕЕГ у вигляді вектора циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів. Використовуючи оцінену функції ритму, попередньо опрацьований вектор інформаційних ознак сегментовано на цикли. Характеристики зон активності та пасивності було розкладені в ряди Фур'є.

Для дослідження обрано та порівняно ряд класифікаторів, щоб оцінити їх здатність ефективно працювати з ЕЕГ даними. Серед

випробуваних класифікаторів були: k-Nearest Neighbors (k-NN), Linear Support Vector Machine (Linear SVM), Decision Tree, Random Forest, Multilayer Perceptron (MLP), Adaptive Boosting (AdaBoost), і Naïve Bayes. Кожен класифікатор навчено використовуючи коефіцієнти Фур'є, отримані способом описаним вище. Використання матриці невідповідностей надало можливість не тільки виміряти точність, але й оцінити специфічні помилки, які кожен класифікатор робив, тим самим забезпечуючи більш глибоке розуміння їх поведінки у різних сценаріях навчання та класифікації.

Як видно з рисунків 1-2, більшість з класифікаторів показали подібну поведінку.

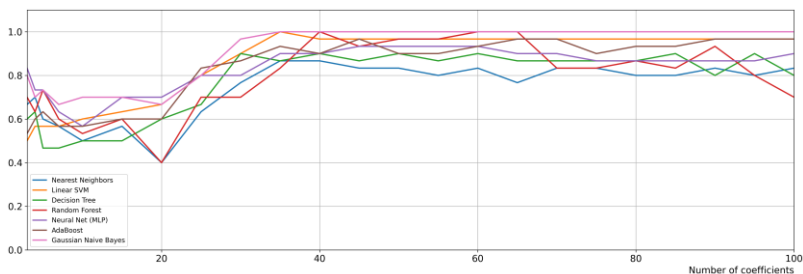


Рисунок 1. Accuracy (ACC)

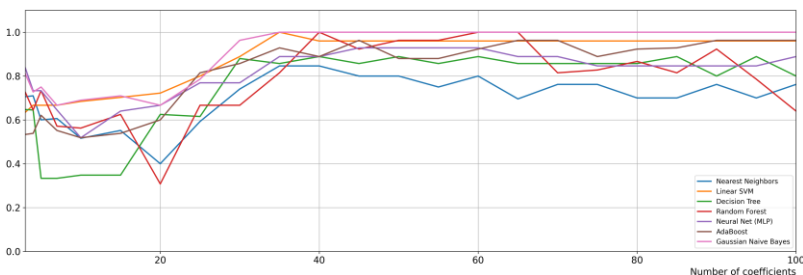


Рисунок 2. The harmonic mean of precision and sensitivity (F1 score)

Було встановлено, що оптимальні результати досягаються при використанні від 30 до 40 коефіцієнтів. З ростом кількості коефіцієнтів зростає ймовірність перенавчання, що особливо помітно при використанні класифікатора k-NN. Це можна пояснити тим,

що інші коефіцієнти часто відображають шум і не несуть в собі інформативного навантаження.

Отже, у роботі представлено глибоку оцінку ряду класифікаторів для аналізу сигналів ЕЕГ в галузі інтерфейсів мозок-комп'ютер. Оцінка класифікаторів була підкріплена використанням матриць невідповідностей, які забезпечують детальне розуміння ефективності кожного класифікатора шляхом візуалізації їх здатності правильно класифікувати сигнали. Це дозволило збільшити надійність вибору найбільш ефективних технологій прийняття рішень в системах ВСІ.

Список використаних джерел

1. Butsiy, R.; Lupenko, S. Comparison of Modern Methods of Classification of EEG Patterns for Neurointerface Systems. In: Yang, X.S., Sherratt, S., Dey, N., Joshi, A. (eds) Proceedings of Seventh International Congress on Information and Communication Technology. Lecture Notes in Networks and Systems. Springer, Singapore 2022, 465, 345-354.

doi: https://doi.org/10.1007/978-981-19-2397-5_32

2. Lupenko, S.; Butsiy, R.; Shakhovska, N. Advanced Modeling and Signal Processing Methods in Brain-Computer Interfaces Based on a Vector of Cyclic Rhythmically Connected Random Processes. Sensors 2023, 23, 760.

doi:<https://doi.org/10.3390/s23020760>

3. Лупенко С.А.; Буцій Р.А. Математична модель векторної ЕЕГ у вигляді вектора циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів. Інформаційно-комунікаційні технології та сталий розвиток: Колективна монографія за матеріалами ХХІ Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ 14 - 16 листопада 2022). ТОВ Вид-во "Юстон", Київ 2022, 49-52.

Theory of cyclic random functions and rhythm adaptive technologies for processing cyclic stochastic signals

Lupenko S.^{1,2}

¹Institute of Telecommunications and Global Information Space of the National Academy of Sciences of Ukraine,

²Opole University of Technology (Poland),

E-mail: lupenko.san@gmail.com

Signals and processes that combine stochasticity and cyclicity in their structure are widespread in nature and human life, in particular, in telecommunications, medicine, energy, astrophysics, economics, and have long been the objects of intensive scientific research using modern digital signal processing technologies. The most developed approach to the modeling and processing of cyclic stochastic signals is the approach based on the theory of random processes with periodic probability characteristics. This theory combines several classes of random processes. In particular, these are such models as periodic and periodically correlated random processes, periodic white noise, Markov periodic processes and chains, processes with independent periodic increments. However, despite the fact that periodic random processes reflect the cyclicity and stochasticity of signals, these models do not take into account the variability (irregularity) of the rhythm of the investigated signals.

The last 25 years have been developing stochastic models and technologies, which are adequate both for signals with periodic probabilistic characteristics and for cyclic stochastic signals with a variable rhythm. The central idea in the construction of new classes of random processes is the idea of isomorphism with respect to the linear order and probabilistic characteristics of the studied cyclic signals. Such isomorphism was considered between relational systems, the carriers of which were segments of cyclic signals. Actually, these segments are cycles of the investigated signals. To display the multidimensional cyclical structure, a set of isomorphic relational systems is formed, the carriers of which are the Cartesian products of the segments of cyclic signals.

Based on these ideas, the class of cyclic random processes and the class of cyclically correlated random processes were defined [1-3]. The probabilistic characteristics of these random processes are invariant to time shifts determined by the rhythm function. In a similar way, the vector of cyclic rhythmically connected random processes and the vector of cyclically correlated rhythmically connected random processes can be defined. The cyclic random process generalizes the periodic random process to the case of variability of the rhythm of the investigated signals. This model does not separate, but integrates (synthesizes) the model of cyclic signals with a regular rhythm and the model of signals with an irregular rhythm.

Based on the considered mathematical models, a number of important rhythm-adaptive technologies have been developed. A powerful tool for transforming the rhythm of a cyclic random process is the scale transformation operator. The fundamental analytical relations between the main characteristics of the rhythm of cyclic functions, namely, between the rhythm function, the instantaneous angular frequency, the scale transformation function and the dynamic shift function were obtained.

Rhythm-adaptive technologies for processing cyclic stochastic signals are based on the procedure of preliminary estimation of their rhythm function. A number of technologies for interpolation and approximation estimation of the rhythm function of cyclic signals have been developed. For the purpose of processing cyclic signals in digital systems, the method of discretization of cyclic random processes adaptive to a change in rhythm has been developed.

The methods of statistical estimation of probabilistic characteristics of a vector of cyclic rhythmically connected random processes have been developed. These methods are similar to methods of statistical estimation of periodic random processes, however, due to the use of the rhythm function, they already have means of adaptation to changes in the rhythm of the investigated signals.

The technology of rhythm-adaptive spectral analysis of cyclic random processes has been developed. This technology is based on Fourier series decompositions of one-dimensional probabilistic characteristics of a cyclic random process with a rhythm-adaptive harmonic basis. Developed methods of Fourier series decompositions

with a rhythm-adaptive harmonic basis, significantly increases the efficiency of the results of analysis and synthesis of cyclic signals with variable (irregular) rhythm in comparison with known classical methods of harmonic analysis. When applying classical Fourier series, a significant error of approximation of one-dimensional probabilistic characteristics arises, and when applying the Fourier transform - a significant increase in the number of spectral components.

Technologies of computer simulation of cyclic random processes and vectors have been developed, which, thanks to the presence of the identification procedure of simulation algorithms, enable computer simulation of cyclic signals with given rhythmic and morphological characteristics.

The developed models and methods have proven themselves well in various applied fields, in particular, the fields of medical diagnostics, biometric authentication of a person, econometrics, diagnostics of the state of materials, in brain-computer interfaces, energy.

The cyclic signal processing technologies described above are based on their previously developed mathematical models in the form of random processes, vectors and fields. However, one cannot ignore the intensive development of data-based machine learning technologies. In particular deep learning technologies have been fruitfully applied to the cyclic stochastic signals digital processing.

Our latest research concerns the development of hybrid information technologies integrating model-based and data-based approaches, which concentrates the advantages of each of these two approaches to cyclic signal processing. More precisely, technology of optimal selection of informative statistical characteristics, features and classifiers based on the estimation of the confusion matrix and indicators of the computational complexity of the algorithms of cyclic signal processing has been developed.

Список використаних джерел

1. Лупенко С.А. Теоретичні основи моделювання та опрацювання циклічних сигналів в інформаційних системах. Друге видання. Стереотипне. Львів: Магнолія 2006, 2020. –с.340. ISBN 978-617-574-108-5.

2. Лупенко С.А. Математичне моделювання та методи опрацювання синхронно зареєстрованих сигналів серця з використанням циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів /С.А. Лупенко, А.С. Сверстюк// Львів: Видавництво «Магнолія – 2006», 2020. –148 с. ISBN 978-617-574-184-9.
3. Лупенко С.А. Моделювання та методи аналізу і прогнозування циклічних економічних процесів в інформаційних системах підтримки прийняття рішень/ С.А. Лупенко, А.Б. Горкуненко // Львів: Видавництво «Магнолія – 2006», 2020. – 140 с. ISBN 978-617-574-184-9.

Сутність класичного підходу до репрезентації серцевого ритму в системах медичної діагностики

Зозуля А.М.

*Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ.
E - mail: bestguru7@gmail.com*

Анотація. Розроблені та впроваджені нові класичного підходу до репрезентації серцевого ритму в системах медичної діагностики. Обґрунтовано множину нових діагностичних ознак в комп'ютерних системах медичної діагностики за векторним ритмокардіосигналом для оцінювання стану регулятивних механізмів серцево-судинної системи та організму в цілому.

Ключові слова: серцевий ритм, медична діагностика, геоінформаційні системи, психо-емоційний стані, комплексний аналіз, математичне моделювання.

Аналіз серцевого ритму є одним із високоефективних методів діагностики як стану серцево-судинної системи, так і адаптивних можливостей цілого організму людини. Серцевий ритм є носієм відомостей про узгодженість, впорядкованість у процесі функціонування організму людини як цілісної системи. Зокрема, аналіз серцевого ритму дає змогу оцінити загальну активність регулято-

рних механізмів організму, механізми нейрогуморальної регуляції серця, співвідношення між симпатичним та парасимпатичним відділами вегетативної нервової системи, а також психоемоційний стан людини. Також аналіз серцевого ритму проводять для ранньої діагностики патологічного стану плода, стану вегетативної системи у хворих діабетом. Серцевий ритм дає змогу оцінити величину ризику настання смерті при інфаркті міокарда, міру напруженості стану регуляторного процесу в організмі людини та ін. Дослідження серцевого ритму, переважно, здійснюється за допомогою сучасних комп'ютерних кардіодіагностичних систем, які уможливають автоматизацію оцінювання інформативних його показників. Розробка інформаційно-вимірювальних та діагностичних медичних систем, зокрема, у сфері кардіології, без сумніву, є важливим напрямом розвитку сучасної науки та технологій, адже серцево-судинні захворювання є одні із найпоширеніших та найнебезпечніших захворювань людини, а застосування сучасних медичних діагностичних та терапевтичних комп'ютеризованих систем суттєво підвищують ефективність та якість надання кардіологічних послуг населенню. Одним із високоінформативних методів дослідження стану серцево-судинної системи, адаптивно-регулятивних можливостей організму пацієнта, а також психологічного стану людини є аналіз серцевого ритму. Особливої ефективності даного кардіологічного методу досягають, шляхом використання сучасних інформаційно-вимірювальних та діагностичних комп'ютеризованих систем, які уможливають автоматизацію оцінювання діагностичних ознак та прийняття медичних рішень про ритм серця людини за зареєстрованими кардіосигналами, переважно, електрокардіосигналами. У переважній більшості кардіодіагностичних систем серцевий ритм досліджується шляхом формування із електрокардіосигналу реалізації ритмокардіосигналу (ритмокардіограми (РКГ)), який є послідовністю значень, що дорівнюють часовим інтервалам між піковими значеннями R-зубців електрокардіограми (ЕКГ) (реєстрограми електрокардіосигналу) в послідовно слідуючих серцевих циклах. А саме, процес формування ритмокардіограми полягає в розпізнаванні та вимірюванні часових тривалостей R-R-інтервалів на ЕКГ

та формуванні відповідних часових рядів (часових послідовностей).

Combination of artificial intelligence tools and Altshuller's invention algorithm for remote diagnosis of non-specific adaptation reactions

Olena Vysotska¹, Larisa Rak², Andrii Porvan¹, Oleksander Zinchenko¹, Yurii Bespalov³

(¹National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", E-mail: a.porvan@khai.edu, ²State Institution "Institute for Children and Adolescents Health Care at the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", E-mail: larisarakdoct@ukr.net, ³V. N. Karazin Kharkiv National University, E-mail: y.bespalov@karazin.ua)

Weakening of the non-specific adaptation reactions (NAR), described at the time by H. Selye [1], creates serious threats to biosecurity. It is about the threat of epidemics and pandemics. These threats can be averted to a large extent with the use of effective means of mass control of the NAR state. The known means of diagnosing NAR are invasive. In particular, the simplest of them involves the diagnosis of NAR using the analysis of the leukocyte formula of capillary blood [2]. There is an urgent need for the development of non-invasive means of diagnosing NAR. These are means suitable for mass use in extreme conditions. These requirements are met by means that do not require qualified medical personnel to collect primary clinical information. In addition, they can be collected with the help of medical equipment that is now in widespread household use. This work deals with equipment for measuring heart rate (HR), systolic blood pressure (SBP) and diastolic blood pressure (DBP). The subject of this work is the study of the possibilities of diagnosis of NAR with the help of artificial intelligence (AI) tools and the well-known [3] algorithm of Altshuller's invention (AAI). We are talking about diagnostics using system physiological parameters (SPP), the determination of which values is possible using a sample of data on the values of HR, SBP and

DBP. We mean the sample, the volume of which allows, during its processing, to obtain statistically significant values of certain significant variation parameters. Natural language text was provided for AI processing regarding two such that they differ in leukocyte formula, NAR. Within the scope of this work, we are talking about NAR with the following conventional names: low-active steady state (LASS) and high-active steady state (HASS).

According to AAI, the following was determined with the help of AI (Chat GPT-3 package).

The ideal form of the invention corresponds to a method of diagnosis that allows distinguishing LASS and HASS by measuring HR, SBP and DBP.

There is a certain contradiction in the named ideal form of the invention. It consists in the fact that, on the one hand, diagnosis is carried out by measuring the values of HR, SBP and DBP. On the other hand, one-time measurement of these parameters does not make it possible to diagnose NAR.

A way out of the above contradiction is possible by using the same element for a dual purpose. Namely: the measurements of HR, SBP and DBP are carried out with the aim of directly finding their values. But it is also possible to use the results in another way - to calculate the values of certain SPP using samples from the results of multiple measurements of HR, SBP and DBP. The role of such SPPs can be, for example, correlations.

Such a solution, obtained with the help of AI, is confirmed by the data given in the work [4]. According to these data, it is possible to distinguish LASS and HASS by the values of Spearman's correlations between the values of HR and SBP.

According to the authors, the results obtained in this work should be considered purely preliminary. However, given the current importance of the issues of the broadest interaction of human and artificial intelligence, they may have a certain significance.

REFERENCES

1. Selye H. Stress and disease. *Science*. 1955; 122 (3171): 625-631. <https://doi.org/10.1126/science.122.3171.625>

2. Галіяш, Н. Б. Діагностико-прогностичні можливості визначення загальних неспецифічних адаптаційних реакцій для встановлення реактивності організму здорових та хворих на пневмонію дітей. *Вісник проблем біології і медицини*. 2015; 4 (1), 63-68.
3. Altshuller, Genrich. *The Innovation Algorithm: TRIZ, systematic innovation, and technical creativity*. Worcester, MA: Technical Innovation Center. 1999. ISBN 978-0-9640740-4-0.
4. Беспалов, Ю. Г., Высоцкая, Е. В., Рак, Л. И., Печерская, А. И., & Цапенко, К. В. Моделирование динамики согласованности параметров сердечно-сосудистой системы на разных стадиях адаптационного синдрома. *Вісник Національного технічного університету «ХПИ»*. Серія: *Механіко-технологічні системи та комплекси*. 2016; 4, 74-78.
http://nbuv.gov.ua/UJRN/vcpimtc_k_2016_4_15

Засоби машинного навчання для ідентифікації ползахисних лісових смуг та оцінювання наслідків бойових дій

Борисенко О.І.¹, Высоцька Н.Ю.²

(¹Національний аерокосмічний університет ім.М.С.Жуковського «ХАІ», o.i.borysenko@khai.edu,

²Estonian University of Life Sciences, Estonia)

Ползахисні лісові смуги (ПЛС) впродовж століть впливають на зміни умов в агрокосистемах, забезпечують економічні, соціальні та екологічні переваги. Вони беруть участь у біогеохімічних циклах, утворюють середовище для існування, захищають ґрунти від ерозії, сприяють підвищенню врожайності сільськогосподарських культур, сприяють покращенню якості води та збереженню біорізноманіття, регулюють водостік, виробляють продукти харчування, а також є джерелом природної та соціокультурної інформації. Сьогодні ПЛС на сході та півдні України є однією з ключових арен бойових дій. Це призводить до порушення рельєфу, забруднення ґрунтів та вод токсичними речовинами, знищення

деревно-чагарникової рослинності, втрати біорізноманіття. Фіксується накопичення твердих відходів (залишків техніки, боєприпасів), тіл людей і тварин, які загинули, а також мінування на значних територіях.

Факти порушення норм міжнародного права щодо охорони природи та отримані від цього збитки повинні стати однією з основних складових всіх позовів України до міжнародних юридичних інституцій, що розглядають питання екологічної безпеки. Головну увагу доцільно зосередити на вимогах і релевантних методиках збору доказів, а також обґрунтованого розрахунку розміру нанесеної шкоди довіллю від воєнних дій.

У зв'язку з тим, що в Україні не було проведено повної інвентаризації ПЛС, для достовірного оцінювання втрат доцільно використовувати часові ряди мультиспектральних космічних знімків та засоби машинного навчання для ідентифікації ПЛС.

У нашому дослідженні для вивчення впливу бойових дій на ПЛС використано супутникові знімки Sentinel 2. Також використано дані лісовпорядкування для створення шару-маски лісів з метою точнішої ідентифікації ПЛС. Для автоматизації процесу використано алгоритм Random Forest. Тестова вибірка сформована на наборі даних, дешифрованих експертами.

Відпрацьований нами алгоритм виглядає наступним чином. Використання платформи Google Earth Engine для Supervised Classification космічних знімків Sentinel 2 або PlanetScope з поділом на класи об'єктів та застосуванням шарів-масок доступних для території. На наступному етапі – конвертація отриманих пікселів деревного покриву у векторний формат. Фільтрація об'єктів за геометричними ознаками (периметр, середня ширина та довжина). В результаті застосування такого фільтру можна зробити доволі точну маску ПЛС для території, на основі якої можна визначити зміни показників вегетаційних індексів для часових рядів космічних знімків та розрахувати площу втрати ПЛС (рис.1).

Аналіз отриманих даних показав, що бойові дії суттєво вплинули на стан ПЛС та прилеглих територій. Дослідження підтверджує ефективність використання засобів машинного навчання для ідентифікації полезахисних лісових смуг та оцінки впливу на-

слідків бойових дій. Отримані результати відкривають нові можливості для оперативного та точного моніторингу стану ПЛС у постконфліктний період.

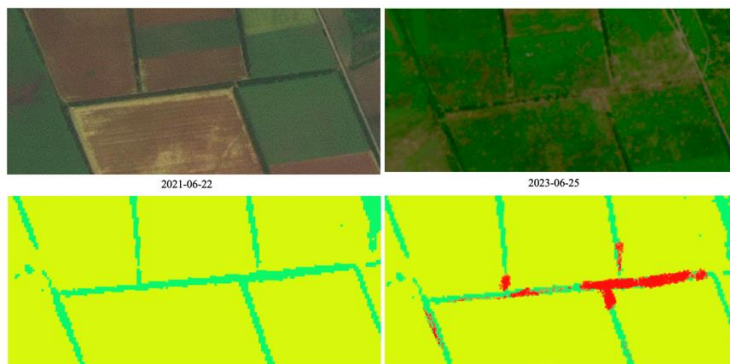


Рис. 1 Приклад роботи алгоритму з ідентифікації ПЛС та оцінювання наслідків бойових дій (Запорізька область)

Перелік літератури:

1. Висоцька, Н., Калашніков, А., Сидоренко, С.В., Сидоренко, С.Г., & Юрченко В. (2021). Екосистемні послуги полезахисних лісових смуг як основа компенсаційних механізмів їхнього створення та утримання. Наукові праці Лісівничої академії наук України, (22), 199-208.
2. Farsad Layegh, N.; Darvishzadeh, R.; Skidmore, A.K.; Persello, C.; Krüger, N. Integrating Semi-Supervised Learning with an Expert System for Vegetation Cover Classification Using Sentinel-2 and RapidEye Data. *Remote Sens.* 2022, 14, 3605. <https://doi.org/10.3390/rs14153605>
3. Abida, K.; Barbouchi, M.; Boudabbous, K.; Toukabri, W.; Saad, K.; Bousnina, H.; Sahli Chahed, T. Sentinel-2 Data for Land Use Mapping: Comparing Different Supervised Classifications in Semi-Arid Areas. *Agriculture* **2022**, 12, 1429. <https://doi.org/10.3390/agriculture12091429>

Прогнозування фінансових показників шляхом удосконалення аналітичних методів та моделей на основі передпроцесингу даних

*Коваленко О.М., Муравльов А.Д., Петровський В.Є.,
Гуськова В. Г.*

Інститут прикладного системного аналізу Національного технічного університету України “КПІ ім. Ігоря Сікорського”, e-mail: guskovavera2009@gmail.com

На сучасному етапі розвитку методів інтелектуального аналізу даних, прикладної статистики та методів аналізу часових рядів, вирішення завдань моделювання та прогнозування фінансових процесів та оцінки можливих фінансових ризиків має важливе значення. Однією з ключових проблем є створення адекватних математичних моделей та розробка ефективних методів для вирішення цих завдань.

Сучасний прогрес у цьому напрямку передбачає підвищення якості та розширення можливостей систем математичного моделювання, оптимального оцінювання станів, прогнозування розвитку стохастичних процесів в таких галузях, як економіка, фінанси, технічні системи та технології, а також оцінювання різних типів фінансових ризиків. Проте досягнення таких цілей неможливо без використання сучасних методів системного аналізу та інформаційних технологій, а також без належної обробки статистичних даних та врахування набуття з питань невизначеності різного характеру, включаючи структурну, статистичну та параметричну невизначеність.

Джерела даних для побудови математичних моделей можуть бути різноманітними та залежать від конкретної задачі і дослідження. Це можуть бути дані, отримані з онлайн-сервісів та веб-сайтів, з фізичних вимірювальних пристроїв, як результат соціологічного опитування або заповнення анкети людиною і так далі. Кожен з цих методів збору даних може включати в себе певні недоліки: наявність помилок, неповноту або відсутність даних, шумову складову. Всі ці фактори будуть впливати на якість навчання математичної моделі та на результати прогнозування.

У свою чергу, виявлення та врахування таких недоліків і артефактів є важливою задачею в науковому аналізі даних з метою забезпечення надійності та правильності результатів.

Давайте розглянемо алгоритм (рис. 1) для запобігання наявності помилок та мінімізації ризиків на наступних кроках, при моделюванні та побудові прогнозу.



Рисунок 1. - Алгоритм оптимізації ризиків та показників через послідовний аналіз даних

Давайте розглянемо кожен з етапів алгоритму докладніше. Перший крок у створенні системи для адаптивного моделювання та прогнозування - це вибір об'єкта дослідження, аналіз поточного стану даних.

Наступним кроком перед моделюванням є підготовка даних, що включає в себе такі процеси як обробка пропусків у вхідних даних, фільтрацію для видалення шумового сигналу та нормалізацію даних для приведення всіх показників до одного масштабу. Даному кроку аналізу даних здебільшого не приділяють достатньо уваги, проте саме він має вирішальне значення для підвищення інтерпретованості і якості вихідних даних.

У разі, коли маємо справу з багатокритеріальною задачею, в якій кілька атрибутів та факторів впливають на кінцевий результат, необхідно виконати аналіз інформативності даних з метою структурування вибірки та зменшення кількості атрибутів. Це досягається шляхом ідентифікації тих атрибутів, які мають суттєвий вплив на кінцевий результат.

Лише після виконання оцінювання інформативності даних та зменшення кількості атрибутів переходимо до вибору методів та підходів для побудови математичної моделі. При створенні моделі важливо орієнтуватися на показники якості моделі. Якщо ці показники відповідають заданим критеріям та певним значенням, переходимо на наступний етап - прогнозування. У випадку, якщо показники якості моделі не задовольняють критеріям і не досягають необхідної якості, потрібно повернутися до початкових етапів для розгляду та вибору інших підходів і методів аналізу наявних даних.

Заключним кроком даного алгоритму є побудова прогнозу та оцінка якості цього на основі завчасно заданих характеристик. У разі відповідності всім характеристикам та показникам якості прогнозу ми можемо приймати рішення щодо наступних кроків у роботі та застосуванні даних.

Застосування даного алгоритму та корегування методами попередньої обробки даних можуть включати стільки ітерацій, скільки необхідно, для досягнення задовільного якісного результату.

Список використаних джерел:

1. Бідюк П. І. Аналіз кредитоспроможності за допомогою методів інтелектуального аналізу даних / П. І. Бідюк, В.

- Г. Гуськова // Електронне моделювання. - 2019. - Т. 41, № 2. - С. 111-120.
2. Бідюк П.І., Романенко В.Д., Тимошук О.Л. Аналіз часових рядів: навчальний посібник Київ: НТУУ «КПІ», 2013. 600 с.
 3. Бідюк П. І. Моделі оцінки ризиків кредитування фізичних осіб / П. І. Бідюк, Є. О. Матрос // Кібернетика та обчислювальна техніка. – 2007. – №153. – С. 87–95.
 4. Кузнецова Н.В. Системний підхід до аналізу кредитних ризиків з використанням мереж Байєса / Н.В. Кузнецова, П.І. Бідюк // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2008. – № 3. – С. 11 – 24.
 5. Шовгун Н.В. (Шаповал Н. В.) Аналіз кредитоспроможності позичальника за допомогою методів з нечіткою логікою/ Н.В. Шовгун // Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка: Зб.: наук. пр. – К.: Век+, - 2012. - №55. – С.169-173.

Удосконалення інформаційної технології аналізу даних на порталі open budget

*Халігов А.А., Просянкіна-Жарова Т.І., Гуськова В. Г.
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного прос-
тору Національної академії наук України, e-mail:
uskovavera2009@gmail.com, t.pruman@gmail.com*

Активне впровадження інформаційних технологій стало особливістю всіх реформ, які продовжуються в економіці, фінансах, державному управлінні та місцевому самоврядуванні. Одним із прикладів відкритості влади, забезпечення широкого кола громадськості інформацією про цілі, завдання, пріоритетні напрями бюджетної політики, спрямування бюджетних витрат та обсягів доходів, планові і досягнуті результати виконання бюджетів різних рівнів є інтегрована інформаційно-аналітична система «Прозорий бюджет», зокрема, її модуль «Бюджет для громадян» [1, 2].

Доступ до інформації, представлений на порталі є вільним та безоплатним для всіх зацікавлених осіб (за винятком інформації з обмеженим доступом).

Бюджет територіальної громади – основний інструмент виконання повноважень керівництвом об'єднаної територіальної громади. Аналіз фінансової спроможності та самодостатності та оцінка надходжень до нього дає змогу оптимізувати доходи, сформувавши фінансову основу соціально-економічного розвитку об'єднаних територіальних громад.

Саме тому модуль «Бюджет для громадян» [1, 2] пропонується доповнити засобами, що забезпечують використання сучасних високопродуктивних технологій накопичення та доступу до даних типу Big Data та методів Data Science, на основі яких реалізується повний цикл розв'язання задач аналітичного процесу моделювання та прогнозування, тощо. Всі етапи: від збору інформації для аналізу до підтримки прийнятті рішення будуть об'єднані загальною формалізованою системною методологією з використанням засобів мультиплатформенного середовища аналізу даних та хмарних сховищ.

Розв'язання вказаних задач потребує розробки та впровадження нових інформаційних технологій. У даному дослідженні пропонується на основі методів, моделей та алгоритмів, в тому числі, байєсівського підходу до аналізу даних, умовних багатовимірних розподілів, регресійних моделей та моделей стохастичної волатильності створити модуль, що доповнює існуюче програмне забезпечення. У розробці передбачається використовувати такі інструменти як SAS, SPSS, Python, а також служби хмарних сервісів Amazon [3, 4].

Система включає в себе клієнтську частину, доступну для користувачів, яка дозволяє визначати набір даних та встановлювати кінцеві цілі через інтерфейс користувача (UI), реалізований за допомогою бібліотеки ReactJS та мови програмування Python. Взаємодія між клієнтською та серверною частиною системи здійснюється через API за допомогою HTTP-запитів [4].

Користувачі взаємодіють з клієнтською частиною, використовуючи веб-інтерфейс, де вони можуть вибирати параметри, налаштування та ініціювати запити. Ці запити передаються серверній

частині системи через API. Серверна частина обробляє ці запити, взаємодіє з базою даних PostgreSQL для отримання необхідної інформації, проводить аналіз даних та генерує відповіді для клієнтів.

API визначає структуру та формат запитів і відповідей, що дозволяє коректно обмінюватися інформацією між клієнтом і сервером. Цей механізм взаємодії через HTTP-запити дозволяє користувачам отримувати результати аналізу даних та зберігати інтермедіатні значення в системі. У результаті цієї взаємодії користувачі можуть виконувати різноманітні завдання та отримувати необхідну інформацію з системи через API-запити.

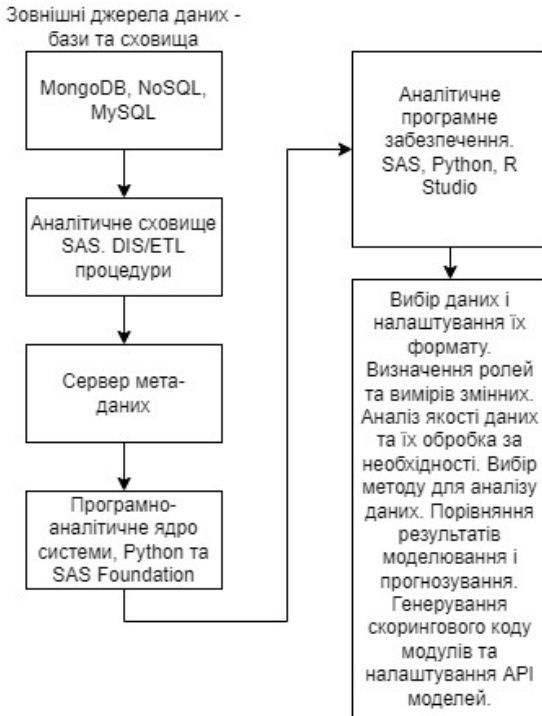


Рисунок 1 – Концептуальна схема функціонування інформаційної системи

Впровадження розробки у роботу органів місцевого самоврядування та державного управління дозволить підвищити ефективність урядування в тому числі, за рахунок запобігання втратам від реалізації необґрунтованих управлінських рішень в задачах реалізації децентралізації, розробки перспективних планів формування територій громад, громадського бюджету, визначення спроможності утворених громад та шляхів її підвищення.

Список використаних джерел

1. Державний веб-портал бюджету для громадян URL: <https://spending.gov.ua>.
2. OpenBudget public API. URL: <https://api.openbudget.gov.ua/swagger-ui.html#/OpenBudgetPublic>.
3. Kaptein M., van den Heuvel E. Statistics for Data Scientists. Cham: Springer, 2022. 321 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-10531-0>
4. Abirami N. Kadry S., Gandomi A., Balusamy B. Big Data: Concepts, Technology and Architecture. John Wiley & Sons, 2021. 368 p.

Проблеми прогнозування факторів, що впливають на обсяг видатків Пенсійного фонду України

Зарудний О. Б., Коваль Р. Г.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України, e-mail: oleksii.zarudnyi@gmail.com, roman.koval.science@gmail.com

Проблема дефіциту бюджету Пенсійного фонду залишається невирішеною, не зважаючи на значну кількість досліджень науковців та фахівців-практиків. Більшість пропозицій зводиться до необхідності підвищення пенсійного віку, як основного засобу зниження видатків на виплату пенсій. Однак, збільшення пенсійного віку не принесло очікуваного результату – дефіцит бюджету

Пенсійного фонду не зменшується. Тому дослідження та прогнозування факторів, що впливають на видаткову та доходну частину бюджету Пенсійного фонду є актуальною задачею [1].

Пропонована методика передбачає аналіз таких груп факторів як демографічні, макроекономічні, соціальні. У дослідженні розглядалось три сценарії. Першим розглянуто сценарій, за якого передбачається збільшення демографічного навантаження населення у віці 16-59 років, структура пенсій не змінюється, із повільним поступовим зростанням інфляції. Другий сценарій характеризується збільшенням демографічного навантаження населення у віці 16-59 років та підвищеною інфляцією. За третього сценарію розглядалось суттєве зростання демографічного навантаження та рівня інфляції.

У дослідженні розглянуто часові ряди статистичних показників соціального захисту населення за 2002-2021 рр. [2].

Оскільки досліджувані часові ряди місять значну кількість показників соціального захисту, які характеризуються мультиколінеарністю, для відбору найбільш значимих факторів було застосовано метод головних компонент. Перша головна компонента – агрегований показник, який збільшується за збільшення загальних видатків зведеного бюджету при одночасному зменшенні чисельності пенсіонерів, зокрема, одержувачів пенсії по інвалідності, соціальних пенсій. Друга головна компонента збільшується при зменшенні видатків зведеного бюджету, валового внутрішнього продукту, одержувачів пенсій по вислuzі років, збільшенні мінімальної заробітної плати та зростанні демографічного навантаження населення у віці 16-59 років. В результаті, для побудови моделі (1) використано дві головні компоненти, які описують 81,78% варіабельності даних.

$$VID_PF = 107067 + 110045 * K_1 + 23574 * K_2, \quad (1)$$

де K_1, K_2 – головні компоненти.

У таблиці 1 представлені статистичні характеристики побудованої моделі.

Таблиця 1 - Статистичні характеристики моделі видатків Пенсійного фонду

Параметри моделі	K_1	K_2	Вільний член моделі
Кількість ступенів свободи	1	1	1
Оцінка параметра моделі	110045	23574	107067
Стандартна похибка оцінки параметра моделі	2912.50	2912.50	2853.66
Значення t-статистики Стьюдента	37.78	8.09	37.52
p- критерій значимості	<.0001	<.0001	<.0001
Коефіцієнт мультиколінеарності	1	1	0

Результати прогнозування видатків Пенсійного фонду за пропонуваними сценаріями представлені в табл. 2.

Таблиця 2 – Результати моделювання видатків Пенсійного фонду на пенсійне забезпечення, млн грн

Рік	Фактичне значення	Прогноз за сценаріями		
		перший	другий	третій
2018	309363,60	303980,0	298946,2	296732
2019	321786,70	340464,1	335644	332861,7
2020	346720,50	368035,3	363293,2	360104,6
2021	354950,60	300422,9	341457,4	352306,4
2022		315128,6	360432,3	377995,5
2023		329834,3	379407,2	403684,6
2024		344540,1	398382,1	429373,8
2025		359245,8	417357,1	455062,9
2026		373951,6	436332	480752
2027		388657,3	455306,9	506441,1
2028		403363,1	474281,8	532130,3
2029		418068,8	493256,7	557819,4
2030		432774,5	512231,6	583508,5

Як видно з табл. 2, за базового сценарію, до 2030 року очікується зростання видатків на пенсійне забезпечення на рівні 22%, переважно за рахунок старіння населення та зростання чисельності одержувачів пенсій по інвалідності.

Отже, в подальших дослідженнях доцільно приділити увагу дослідженню демографічних чинників та причинам зростання чисельності інвалідів.

Список використаних джерел

1. Огляд основних підсумків роботи Пенсійного фонду України за січень – вересень 2023 року. URL: <https://www.pfu.gov.ua/2160820-oglyad-osnovnyh-pidsumkiv-roboty-pensijnogo-fondu-ukrayiny-za-sichen-veresen-2023-roku/>
2. Соціальний захист населення. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua>
3. Blankley A., Cottell P.G., McClure R. H. Rational Prediction Of Future Pension Expense: A Simulation Approach. The Journal of Applied Business Research. 2015. Vol. 20 No. 5. PP. 45-58
4. Trofymchuk O. M, Bidiuk P. I., Prosiankina-Zharova T. I., Terentiev O. M. Decision support systems for modelling, forecasting and risk estimation: monography. Riga : LAP LAMBERT Academic Publishing. 2019. 176 p.

Formation of a network service for territorially dispersed IT infrastructure facilities

*S.O. Dovgyi, O.V. Kopiika, O.S. Kozlov,
A.O. Lytvynenko*

*The Institute of Telecommunications and Global Information
Space of the National Academy of Sciences of Ukraine*

The most modern technology for provision of large corporations needs with IT services is DCaaS (DataCenter as a Service), a technol-

ogy that ensures the operation of the Data Center as a set of IT services. Services consist of services aimed at maintaining certain elements of the IT infrastructure in a technically sound condition.

Network services consist of: network device services; network service. Data management services consist of: data storage device services; data management services; archiving and recovery services. IT infrastructure management services consist of: automatic software deployment service; IT infrastructure management services; file and print services. Information system infrastructure services consist of: directory service; online services of management systems and collective work; integration services. Security services consist of: perimeter protection service; certificate management services (PKI).

For example, the principles of forming a network service for territorially dispersed IT infrastructure facilities are considered. When organizing a network service, the construction of a secure corporate network is ensured, in which multi-service (message transfer, electronic document management, Internet access, IP telephony, video conferencing) function. For the formation of network services, the following organizations are considered: Domain Name System (DNS) and Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP). The main content of the process of data exchange in the telecommunication network as a means of managing a highly complex system, the structural characteristics of data transmission networks and the function of the process of managing the telecommunication network are considered. The requirements for data transmission in the telecommunications network are defined. The considered process of message transmission in a telecommunications network, provided by the graph-tree of events. Data transmission is estimated by the probability inverse of the probability of information loss in the telecommunications network. The resulting probability of occurrence of independent favorable events is determined. It is established that all messages in the telecommunications network must be formalized - the formalization of messages is a condition for automation of both information exchange and its processing on computer control automation tools.

Architecture of IT infrastructure software applications

*S.O. Dovgyi, O.V. Kopyika, O.S. Kozlov,
A.O. Lytvynenko*

*The Institute of Telecommunications and Global Information
Space of the National Academy of Sciences of Ukraine*

Taking into account the modern requirements for information and communication technologies, it is economically expedient to use "cloud technologies" when implementing projects for large enterprises. At the same time, the modern trend is the construction of a single information space for the enterprise using modern IT infrastructure focused on data centers. The main components of a single information space are: a single transport environment (software-configured networks SDN (software-defined networking)); service-oriented architecture of information systems; infrastructural and functional services of Data centers.

At the same time, a system of components is created that describe: general approaches to building a system architecture; IT services - technological systems that solve the tasks of the corporation; logical model of IT infrastructure.

We offer the following principle of IT infrastructure construction: IT infrastructure architecture defines a set of services. IT services are provided to three groups of clients. IT services and clients are connected by 5 implementation scenarios. The integration of IT services is determined by 5 architectures.

As IT services, we understand information technologies aimed at maintaining the following elements in a technically sound state: network devices, computing equipment, data storage devices, automatic software deployment services, network services, perimeter protection services, directory services, file and print services, services data management, business application services, IT management services, archiving and recovery services, certificate management services, integration services.

One of the most important Architectures is the Architecture of software applications.

The architecture of software applications is determined by the business needs of the corporation and the approaches and methods of creating applications by a specific developer. It defines the execution environment for applications, mechanisms of communication between applications and components, tools for controlling the application and managing its state, as well as storage for structured and unstructured data types.

Tasks of architecture:

1. To provide an environment for the execution of application components.
2. Support dispatch mechanisms for communications between application components.
3. Implement tools for monitoring the level of services and diagnosing problems.
4. To ensure the storage of structured and unstructured information.

Standardization of application architecture allows to minimize the costs associated with the support of several types of architectures, each for one type of business applications.

The formalization of the application architecture will allow taking into account the necessary changes for the IT infrastructure as a whole, as well as minimizing the costs of implementing new technology by using already existing components (databases, application servers, web servers).

Гранична поведінка напівмарковського процесу залежно від малого параметру

С. Дегтяр, О. Копійка, Ю. Шушарін

(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана)

Гранична поведінка напівмарковського процесу, залежно від малого параметру, є важливою для аналізу та оптимізації телекомунікаційних систем. Напівмарковські процеси є розширеннями марковських процесів, які дозволяють моделювати системи зі збереженням певних попередніх станів. Ці процеси важливі, наприклад, для моделювання передачі даних через бездротові канали чи комунікаційні мережі.

Гранична поведінка напівмарковського процесу визначається малим параметром, який зазвичай позначається як ε (epsilon). Від граничного значення ε залежать різні важливі характеристики системи, такі як ймовірність блокування, швидкість передачі даних, середній час очікування тощо.

При аналізі телекомунікаційної системи для випадку передачі даних через бездротовий канал, ε визначає ймовірність помилки передачі даних. Важливо встановити, як змінюються характеристики системи при малих значеннях ε .

Гранична поведінка може включати в себе такі аспекти:

1. Ймовірність блокування: як ε збільшується або зменшується, які ймовірності блокування дзвінків або передачі даних в системі?
2. Пропускна спроможність: як ε впливає на максимально можливу пропускну спроможність системи?
3. Середній час очікування: як ε впливає на середній час очікування користувачів чи пристроїв у черзі на обслуговування?
4. Стійкість до помилок: як система веде себе при різних рівнях помилок в передачі даних?

Для вирішення цих питань часто використовують методи асимптотичного аналізу, такі як аналіз великого числа користувачів, аналіз сходження (convergence analysis) та інші. Малий параметр

є дозволяє здійснювати асимптотичний аналіз системи та розуміти, як вона реагує на різні умови.

Загалом, гранична поведінка напівмарковського процесу є важливою для розуміння та оптимізації телекомунікаційних систем та інших систем зі збереженням попередніх станів, особливо при аналізі їхньої ефективності при малих значеннях параметрів.

Використання даних ДЗЗ для розвитку міст за концепцією смарт-сіті

Андрєєв С.М., Ісаєнко Т.О.

(Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського

кого

«Харківський авіаційний інститут», E-mail:

taras.isenko01@com)

Постійне зростання міст викликає різноманітні проблеми щодо покращення розвитку та управління багатограними міськими системами, включно зі стійкістю та розумністю. Незважаючи на багато значних зусиль у дослідницькій сфері, обидва поняття залишаються мінливими, зберігаючи таким чином відсутність загальноприйнятих концептуальних і термінологічних рамок.

Для форсування концепції смарт сіті необхідно визначення пріоритетних сфер життєдіяльності міста для її впровадження. Такими областями можуть бути: транспорт, безпека, освіта, медицина та охорона здоров'я, екологія, бізнес, спорт тощо (рис 1).



Рис. 1 – Приклад системи смарт сіті

Для ефективного функціонування системи смарт сіті необхідне оновлення гео-просторових даних у реальному часі, наприклад: радарні знімки вони можуть проникати через хмари та нічний час, надаючи можливість моніторингу транспорту, земельного використання та навіть виявлення змін у терені або знімки зі спектральними даними вони надають інформацію про характеристики рослинності, ґрунту, водних ресурсів тощо, що може бути використано для екологічного моніторингу та розумного використання ресурсів.

Так під час менеджменту транспортної мережі данні ДЗЗ дозволили б спростити планування оптимальних маршрутів для громадського транспорту, а також впровадити системи "розумних" світлофорів, які реагують на трафік. Завдяки ДЗЗ можна моніторити зміни в використанні землі та розташування нових будівель. Ця інформація допомагає уникнути незаконної забудови, раціонально використовувати землю та сприяти сталому розвитку міста. Дистанційне зондування та інформаційні технології можуть бути використані для виявлення надзвичайних ситуацій, таких як пожежі, повені, землетруси тощо, що допомагає вчасно реагувати на кризові ситуації та координувати рятувальні операції.

Перелік джерел посилання

- 1) <https://www.mdpi.com/2412-3811/6/2/24>
- 2) https://www.researchgate.net/publication/335565513_Developing_and_monitoring_Smart_Cities_the_potential_of_Earth_Observation_data
- 3) https://econ.vernadskyjournals.in.ua/journals/2019/30_69_4/30_69_4_2/20.pdf

Analysis of Correlation Pleiades Parameters in the Margalef Succession Model for Remote Animal Monitoring

Klochko T.O., Bepalov Yu.G., Bereshko I.M., Vysotska O.V., Vetrova A O.

*(National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute»,
Kharkiv 61070, Ukraine, E - mail: t.klochko@khai.edu)*

The influence of global climate change on the ecological situation underscores the importance of expanding the array of remote (aerospace) methods for animal monitoring. Rapid fluctuations in animal populations and migrations can pose various threats to biosecurity.

The current supply of relatively inexpensive and easy-to-use drones creates a great opportunity for the development of recording methods, alongside the development of artificial intelligence tools. The capabilities of artificial intelligence in animal registration are often diminished when an animal's body part is hidden by vegetation, for instance.

For animal identification, these problems can be solved by detecting changes in the colorimetric parameters of the image. This includes changes caused by the animal's coloring or its impact on the background plant communities. In the case of several plant communities, the cycle of colorimetric parameter dynamics is described by the well-known Margalef succession model [1]. This study [2] presents the results of modeling this cycle using colorimetric parameters obtained through computer analysis of the components in an RGB model of a digital phytobenthos image.

In the current study, we analyzed the impact of the animal's presence in the image on the structure of the pleiades. The pleiades represent the correlation relations between colorimetric parameter values: R/G , $G/(R+G+B)$, $R/(R+G+B)$, and $(R+G)/(R+G+B)$. The analysis revealed the following effects:

- when a part of the brown-green back of a frog (*Pelophylax esculentus*) appeared against a background of green grass, we observed a significant shift towards negative correlations between R/G and $R/(R+G+B)$. Additionally, there was a notable shift towards positive correlations between $R/(R+G+B)$ and $G/(R+G+B)$.

- when a locust grasshopper (*Locusta migratoria*) appeared against a background of vegetation adapted to its protective cryptic coloration, two significant changes were observed. First, a noticeable positive correlation between $R/(R+G+B)$ and $G/(R+G+B)$ disappeared. Second, there was a shift from a negative correlation to a positive one between R/G and $(R+G)/(R+G+B)$.

- when a trail from the movement of the two-shell mollusk (*Unio pictorum*) appeared against the river bottom sediments background, we observed a shift towards negative correlations between R/G and $G/(R+G+B)$, as well as between R/G and $(R+G)/(R+G+B)$.

The varying nature of correlations between the red and green components of colorimetric parameters in the background and the protective coloration of animals can be explained by the dynamics of the Margalef succession model, which influences the diversity of combinations of red and green components. This pattern impacts the correlations of colorimetric parameter values in the plant background.

The diversity of protective animal coloration, following the principle of optimal variety [3], may be limited by the availability of certain resources, which can be compensated through equalization [4]. In the case of protective animal coloration, the resource in question is the angular size of the animal's silhouette, which can accommodate only a limited number of multicolored spots. This, in turn, leads to positive or negative shifts in the correlations of colorimetric parameter values. In other cases, various factors disrupting the Margalef succession model can be considered.

The results obtained, which pertain to various specific cases, should be considered preliminary. However, they provide opportunities to develop new approaches and expand the array of remote animal recording methods.

References:

1. Margalef, R. (1967). Some concepts relative to the organization of plankton, in: Barnes, H.B. (Ed.) *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 5. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 5: pp. 257-289.

2. Bepalov Y., Nosov K., Kabalyants P. (2017). Discrete dynamical model of mechanisms determining the relations of biodiversity and stability at different levels of organization of living matter. *bioRxiv* doi:10.1101/161687.

3. Bukvareva, E. N. Optimization, Niche and Neutral Mechanisms in the Formation of Biodiversity / E. N. Bukvareva, G. M. Aleshchenko // *American Journal of Life Sciences*. – 2013. – V. 1. – No. 4. – P. 174-183. – doi: 10.11648/j.ajls.20130104.16.

4. Bepalov, Yu., Kabalyants, P., Zuev, S. (2021). Relationships of diversity and evenness in adaptation strategies of the effect of protective coloration of animals. *bioRxiv*, 05.06.441914; doi: <https://doi.org/10.1101/2021.05.06.441914>.

Використання механізму рекомендацій при вдосконаленні інструментів у комп'ютерній програмі «Випадкова точка»

Кряжич О.О.¹, Коваленко О.В.², Купрін О.М.¹

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

²Інститут ядерних досліджень НАН України,
E - mail: akovalenko@kinr.kiev.ua

Метою дослідження є розширення функціоналу комп'ютерної програми «Випадкова точка» [1], призначеної для дослідження міграції радіоізоотопу водню – тритію.

Для реалізації мети, що передбачає вирішення задачі надання рекомендацій при проведенні польових досліджень (за умов під'єднання до мережі Інтернет), розроблено математичний апарат та проведено алгоритмізацію окремих процесів.

Сутність розширеного функціоналу полягає у створенні рекомендацій, які можуть бути виконані як спливаючі підказки, стосовно особливостей місцевості, на якій відбуваються дослідження, відносно яких рекомендується прив'язати точку забору проб.

Математичний апарат реалізації використовує перетворення функцій з мінімізацією похибок з раціональними наближеннями. Такі наближення можна заздалегідь задати таблично, що при алгоритмізації та наступному програмуванні зменшить кількість виконуваних операцій. Також запропонований підхід у деяких випадках введе операцію поділу, що збільшить ефективність використання апроксимації.

Традиційний підхід до дробово-раціональних наближень [2] можна реалізувати через алгоритм розкладання шуканої функції в ряд нев'язок, що дозволяє спростити алгоритм автоматизації в цілому.

Наприклад, візьмемо відношення двох багаточленів такого типу:

$$R_{k,l} = \sum_{i=0}^k a_i x^i / \sum_{i=0}^l b_i x^i .,$$

де: k – кількість ітерацій при наближенні функції багаточленом; l – кількість операцій при наближенні функції функцією. При проведенні їх наближення з врахуванням кількості точок та абсолютної погрішності можна провести апроксимацію різними методами при зменшенні або збільшенні кількості ітерацій. Такий підхід дозволяє апроксимувати функції з різноманітними особливостями, наприклад, яружні, що набагато важче зробити багаточленами. При програмній реалізації подібний підхід дещо полегшує алгоритми виконання обчислень, що може виражатися у зменшенні часу на проведення обчислень.

Висновок: Зазначений підхід дозволить пропонувати точки у прив'язці до особливостей місцевості, що у підсумку сприятиме візуалізації результатів за конкретними об'єктами. Наприклад, точка дослідження біля місць найбільшого скупчення людей або джерела води і т.інш.

Використані джерела:

1. Кряжич О.О., Коваленко О.В. Комп'ютерна програма з реалізації способу опису забрудненої території «Випадкова точка» («Випадкова точка (Random point)»). Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 67750. Дата заявки: 12.07.2016. Дата реєстрації: 12.09.2016.
2. Теслер Г.С. Новая кибернетика. – К.: Логос, 2004. – 404 с.

Узагальнення вимог ISO/ДСТУ для розроблення систем екомоніторингу

Лаптії П. О., Данишина С. Ю.

(Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»),

E-mail: p.o.laptii@khai.edu, s.danshyna@khai.edu)

У сучасному світі питання екології та охорони навколишнього середовища стають все більш актуальними та важливими. Еколо-

гічні проблеми, пов'язані зі зміною клімату, забрудненням водних і повітряних ресурсів, втратою біорізноманіття, вимагають комплексних рішень і негайних дій. У цьому контексті системи екомоніторингу, що дають змогу відстежувати та оцінювати стан навколишнього середовища, грають важливішу роль.[3]

Розроблення і впровадження систем екомоніторингу є складними завданнями, які потребують дотримання низки нормативних вимог і стандартів. Важливим етапом у цьому процесі є обґрунтування вимог, установлених у державних та міжнародних стандартах (ISO та ДСТУ), з метою забезпечення узгодженості та ефективності систем моніторингу. Ці стандарти стають підґрунтям для забезпечення якості та надійності систем екомоніторингу, а також гарантують їх погодження із законодавством в галузі охорони природи.

Узагальнюючи вимоги стандартів, виділімо низку обов'язкових, які використовують під час розроблення та впровадження систем екомоніторингу різного типу. При аналізі розглянуті такі Державні стандарти України (погоджені з чинними міжнародними стандартами):

1. ДСТУ ISO 14004:2011 «Системи екологічного управління. Керівництво щодо впровадження та застосування»;
2. ДСТУ ISO 14031:2016 «Системи екологічного управління та оцінка ефективності екологічних заходів»;
3. ДСТУ ISO 14040:2010 «Екологічне управління. Оцінка життєвого циклу. Принципи та структура»;
4. ДСТУ ISO 14063:2008 «Системи екологічного управління. Інтегровані екологічні процеси та аспекти на підприємстві. Класифікація та керівництво»;
5. ДСТУ ISO 14015:2009 «Екологічне управління. Керівництво щодо аудиту екологічної інформації».

Узагальнюючи їх зміст, зазначимо, що в них присутні спільні положення, які можна розглядати як загальні вимоги для розроблення та впровадження систем екомоніторингу різного типу. Це:

1. **Збір та обробка інформації.** Усі проаналізовані ДСТУ акцентують увагу на необхідності створення систем для

збору, оброблення та збереження інформації про стан навколишнього середовища, зокрема данні про шкідливі викиди, водні ресурси, забруднення тощо.

2. **Аналіз та оцінка впливу.** У ДСТУ, що розглянуто, наголошується на необхідності етапу проведення аналізу та оцінки впливу різних шкідливих факторів на навколишнє середовище. Підсумком цього етапу стає визначення ризиків і можливостей для зменшення негативного впливу.

3. **Вимоги до звітності.** Усі ДСТУ приділяють особливу увагу формуванню звітів, зокрема, підготовці та створенню регулярних звітів та документації щодо поточного стану навколишнього середовища.

4. **Співпраця з регулюючими органами.** Багато ДСТУ особливу увагу приділяють взаємодії та співпраці з регулюючими органами та особливо наголошують на погодженні всіх дій з екомоніторингу з чинним законодавством.

5. **Постійне вдосконалення.** Всі ДСТУ містять вимоги щодо постійного вдосконалення та оновлення системи екомоніторингу задля вирішення багатьох екологічних проблем та покращення стану навколишнього середовища.

Таким чином, проведений аналіз державних стандартів дає змогу зробити такий висновок: розроблення і впровадження систем екомоніторингу різного типу при реалізації екологічних проєктів в Україні потребує дотримання загальних вимог, визначених відповідними національними стандартами та технічними умовами. Ці загальні вимоги поєднують збір та оброблення інформації про стан навколишнього середовища, проведення аналізу та оцінки впливу, ведення звітності та співпрацю з регулюючими органами. Також, системи екомоніторингу повинні постійно вдосконалюватися та оновлюватися відповідно до чинного законодавства та його змін.

Отже, ефективна система екомоніторингу є ключовим інструментом для забезпечення сталого розвитку шляхом виконання екологічних проєктів і зменшення негативного впливу на навколишнє середовище в Україні. Ця система має відповідати всім вимогам і стандартам, які регулюють національні нормативи та законодавство в галузі охорони навколишнього середовища.

Список літератури

1. Державний стандарт України (ДСТУ) ISO 14004:2011. «Системи екологічного управління. Керівництво щодо впровадження та застосування» [Text].
2. Державний стандарт України (ДСТУ) ДСТУ ISO 14015:2009. «Екологічне управління. Керівництво щодо аудиту екологічної інформації» [Text].
3. Danshyna, S. Formalization of environment condition evaluation processes [Text] / S. Danshyna, P. Laptii // Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: матеріали ХХ Міжнар. наук.-практ. конф. – К., 2021. – С.87-88.

Інформаційне забезпечення формування ГІС НПП «Північне Поділля»

¹Мокрий В.І, ²Арустамян Е.М., ³Бондарь В.І.,
¹Петрушка І.М.

⁽¹⁾Національний університет «Львівська політехніка»,
E-mail: mokriy@ukr.net)

²Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України,
E-mail: info@mepr.gov.ua

³Національний університет біоресурсів і природокористування
України,
E-mail: plantprotect_dean@nubip.edu)

Природоохоронним законодавством України передбачено використання засобів геоінформаційних систем (ГІС) для проектування, моніторингу та управління об'єктів природно-заповідного фонду (ПЗФ). Ефективне управління національним природним парком (НПП) базується на основі моніторингових даних – вивчення природних процесів, спостереження їх змін, складання

екологічного прогнозу, розробки науково обґрунтованих рекомендацій щодо підвищення ефективності використання земель, побудови систем охорони і відновлення природних ресурсів, біоти та особливо цінних об'єктів.

Метою роботи є систематизація технологій застосування засобів ГІС для підвищення ефективності функціонування НПП «Північне Поділля».

Результати виконаних досліджень полягають у розробленні структури ГІС НПП «Північне Поділля», відпрацьовані алгоритми, методів і технологій екологічного моніторингу, для оцінювання сучасного стану та управління розвитком парку. НПП «Північне Поділля» відноситься до парків кластерного типу – окремі його території розташовані на значній відстані одна від одної. На основі проведеного аналізу функціонального зонування території НПП оцінено сучасні та потенційні екологічні загрози для біорізноманіття. Діяльність НПП «Північне Поділля» спрямована на збереження цінних природних та історико-культурних комплексів й об'єктів Північного Поділля, підтримання екологічної природної рівноваги в регіоні, зокрема збереження реліктових екстразональних степових угруповань та букових лісостанів.

Геоінформаційне забезпечення територій ПЗФ здійснюється за двома напрямками: 1) при проектуванні та створенні природоохоронних територій; 2) для забезпечення ефективного функціонування створеного природоохоронного об'єкта. ГІС-забезпечення функціонування природоохоронних територій розглядається та реалізується у вигляді: 1) Інтернет-сайту з картами та іншою довідковою інформацією; 2) ГІС-проекту, як сукупності взаємозв'язаних геоінформаційних шарів даних; 3) спеціалізованої ГІС, як окремого програмного комплексу, призначеного для виконання сукупності чітко визначених завдань, згідно з функціями та специфікою діяльності об'єкта ПЗФ.

Висновки та перспективи подальших досліджень передбачають реалізацію запропонованого ГІС-проекту для інформаційного забезпечення функціонування НПП «Північне Поділля», що включає кадастровий, географічний, туристичний і господарський блоки. Як частини виділяються аналітичні блоки, які є ре-

зультатом аналізу базових шарів інформації та можуть розширюватись у процесі використання ГІС. Розвинутий науковий підхід до побудови системи адаптивного управління територіями та об'єктами НПП «Північне Поділля», сприятиме прискореному впровадженню концепції сталого розвитку такого класу об'єктів і територій, в умовах інтенсифікації антропогенної діяльності, техногенних навантажень та кліматичних змін.

Технології синтезу підсистеми консолідованої обробки інформації при вогневому ураженні

Тимчук В.Ю.

*Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного
voljuty@gmail.com*

Анотація. Розроблені та впроваджені нові методи синтезу підсистеми консолідованої обробки інформації при вогневому ураженні. Удосконалено теоретичні основи інтегрованого аналізу різнорідних та різнорівневих апаратно-програмних систем для комплексного застосування військово-технічної системи. .

Ключові слова: бойові дії, апаратно – програмне забезпечення, військово-технічна система, програмне забезпечення.

Властиво невизначені бойові дії у сучасній добі характеризуються інформаційним перенасиченням, нерівномірним у часі, просторі, динаміці, інтенсивності та спрямуванні, що продукується протиборчими сторонами та іншими афілійованими у бойових діях учасниками. Відповідно, збір, узагальнення, обробка, аналіз та інші дії є постійно критично-значущими на всіх рівнях ухвалення управлінських рішень. У той же час реальність, особливо це чітко спостерігається в російсько-українській війні, зокрема на окремих її стадіях (АТО, ООС, кібервійна, диверсійні дії у різних сферах), показує апаратно-програмну, технологічну, організаційно-кадрову, компетентнісну та іншу невідповідності до

сприймання інформації, необхідної для ухвалення рішень, і наступної роботи з нею. Як наслідок, неспинний ріст інформаційних потоків, розширення номенклатури засобів і алгоритмічних (програмних) рішень для роботи з даними (інформацією), вимоги військової специфіки (обмеження доступу, приховане управління військами тощо), наявність чітко-визначених рівнів, на яких ухвалюються рішення, з різними рівнями інформаційної достатності та апаратно-програмного забезпечення, неunikнене застосування портативних засобів комунікації, кадровий та компетентнісний дефіцити та чимало іншого гостро зумовлюють необхідність розробки методологічних основ інформаційної консолідації для того або іншого рівня ухвалення рішення. На сьогодні розв'язання цієї наукової та технічної проблеми – побудови військово-технічної системи для опрацювання консолідованої інформації – хоча би для якогось сегменту та рівня командної сфери у Сухопутних військах Збройних сил України нам невідоме. У той же час у структурі СВ ЗС України є сегменти, у яких швидкість і відповідність ухваленого рішення на застосування сил і засобів є надкритичними, передусім на полі бою на підготовчій і початковій стадіях бойової активності. Одним із таких сегментів є артилерія механізованої (мотопіхотної, танкової, гірсько-штурмової, десантно-штурмової та ін.) бригад, у якої, у свою чергу, пріоритетною є контрбатарейна боротьба. Відповідний артилерійський командир організовує функціонування пункту управління та артилерійської розвідки (ПУАР), на який покладається завдання щодо добування розвідувальних відомостей, їх опрацювання, збір інших даних і підготовка висновків для ухвалення рішення на бойове застосування артилерії. Частка артилерії у загальному обсязі виконання вогневих завдань Сухопутними військами, як показує досвід АТО в її активній фазі, складає понад 70%. У фазі стримування (підтримання режиму тиші), що має місце в Операції Об'єднаних сил, критично високою є роль контрбатарейної боротьби. Артилерійський командир, перебуваючи у консолідованому інформаційному середовищі, повинен вчасно і адекватно ухвалити рішення на виконання вогневої задачі, або досягнувши успіху, або унеможлививши собі втрати. Окрім регламентованої

своїї діяльності (з'ясування замислу старшого начальника, аналізу розвідувальних даних, формулювання висновків із оцінки обстановки тощо) командир створює поле для застосування різних методів – від методів теорії ймовірностей та автоматизації процесів до експертних і інтуїтивно-орієнтованих методів. Така сукупність створює передумови до застосування онтологічних підходів. Отже, розробка методологічних основ побудови ПУАР на основі інформаційної консолідації та застосування його у пріоритетних артилерійських задачах представляє науковий, інженерно-технічний та інформаційно-алгоритмічний інтереси, що визначає новизну наукового дослідження.

Застосування безпілотних засобів в інтересах національної безпеки та оборони країни

Зорін Д.О

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. м. Івано-Франківськ
E - mail: denolzor@gmail.com*

Анотація. Метою статті є показати можливість прогнозування виникнення, розвитку та подолання наслідків катастрофічних паводків.

Для досягнення мети необхідно було виконати картографування четвертинних відкладів, геоморфологічних рівнів і ландшафтної структури та побудувати прогнозну карту затоплення території при підйомі води на 1, 3, 5 і 10-12 м;

Теоретичні та практичні завдання вирішувались **методами** системного аналізу з використанням ГІС, ІТ, ДЗЗ технологій, теорії ймовірностей, атомно-адсорбційного, рентгенофлюоресцентного, хроматографічного, електрохімічного та інших методів у Науково-навчальній лабораторії фізико-хімічних досліджень ІФНТУНГ [3].

Ключові слова: катастрофічні паводки екологічний моніторинг, геоінформаційні системи, методика

Прогноз будь-якого природного явища, в тому числі і катастрофічних паводків, вимагає відповіді, як мінімум, на такі питання: 1) масштаб прояву, тобто, яка територія буде затоплена; 2) інтенсивність процесу або на яку максимальну висоту підніметься вода. Розглянемо усе за порядком.

Перша частина – територіальний прогноз. ДПП має площу 1460 км² (рис. 1), яка поділена на 72 квадрати площею 20 км² 1:10 000 масштабу. До вивчення було залучено 52 студентів-майбутніх магістрів, які на кожному квадраті оцінювали екологічну ситуацію, відбирали проби ґрунтів та ін. Таким чином, було проведено картографування полігону у 1:10000 масштабі та складені карти четвертинних відкладів, геоморфологічна та ландшафтна (рис. 2). Сумісний їх аналіз дозволив виділити гіпсометричні рівні низької (+1 м над урізом води у Дністрі та його допливах), середньої (+3 м), високої (+5 м) заплавних та I надзаплавної (+10-12 м) терас [7,10]. На такій основі побудована Карта екологічного ризику затоплення територій катастрофічними паводками (рис. 3). Це дозволяє не тільки виконати геоінформаційний просторове прогнозування, тобто які території будуть затоплені, а й визначити для кожного населеного пункту спостереження, які залишаться «сухими», звідки потрібно і не потрібно буде евакуювати населення.

Цікаво, що еколого-техногеохмічні карти токсичних елементів Cd, Cu, Pb, Ni, Zn та ін. до і після затоплення виявились різними. Після затоплення забруднення зменшилось, ніби то було «змите» паводковими водами.

Паводок 2008 р. розвивався класичним способом: надмірні опади випадали в верхів'ях річок Бистриць Надвірнянської і Солотвинської, Лукви, Лімниці, Свічі, Гнилої Липи, Горожанки та ін. Дошові води збиралися у циркоподібних верхів'ях річок, а потім швидко скочувались вниз, у долину Дністра, де і відбувалися підйоми води з поступовим затопленням рівнів +1, +3, +5 та +10-12 м.

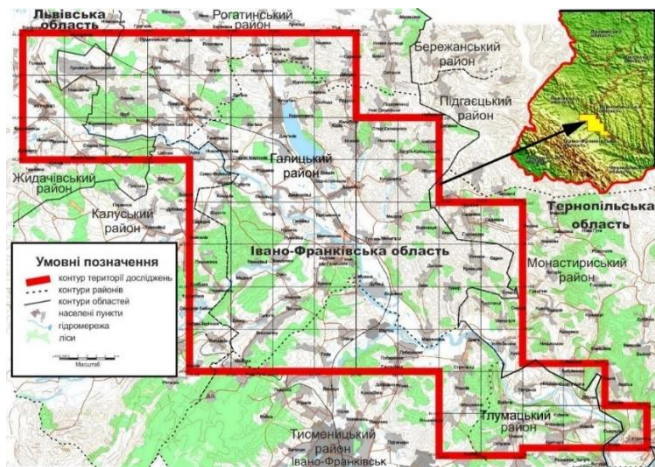


Рис. 1. Оглядова фізико-географічна карта

А ось паводок 2020 року розвивався спочатку за класичним способом затоплюючи долини рік, але потім почалася міграція зливових хмар на більш широку територію. Дощами були накріті не тільки долини, а й вододільні простори у Тернопільській, Волинській, Вінницькій і навіть у Одеській областях. У такому випадку територіальний прогноз виконується за даними космічних знімків дистанційного зондування Землі (ДЗЗ).

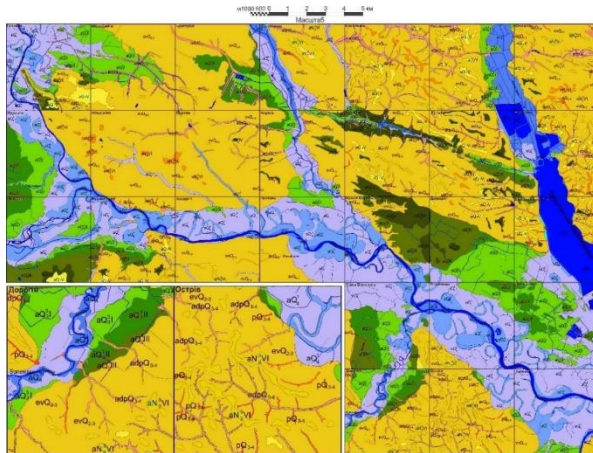


Рис. 2. Карта четвертинних відкладів

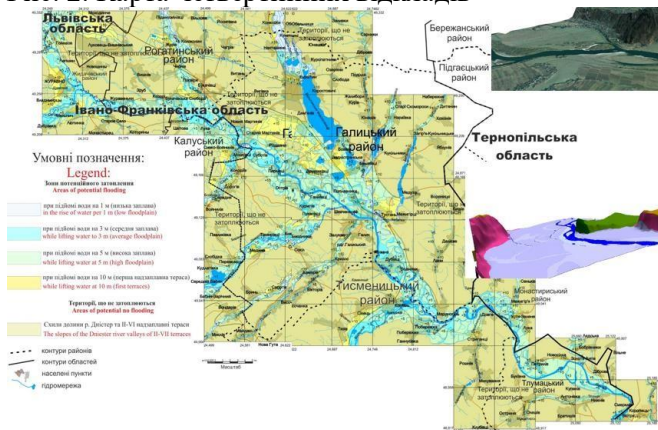


Рис. 3. Карти екологічного ризику затоплення територій катастрофічними паводками

Щоби контролювати процеси розробили ідею АВПС. Дністер – автоматизовану інформаційно – вимірювальну протипаводкову систему [1, 2, 4]. Пропонуємо у верхів'ях кожного допливу Дністра розмістити автоматизовані метеорологічні станції (АМС), а у гирлах доплив-автоматизовані гідрологічні пости (АГП), які б

вимірювали кількість опадів у верхів'ях кожної долини і відповідний підйом води у гирлах доплив Дністра. Таким чином, можна було б забезпечити збалансоване управління паводками [1, 2].

Висновки. Отже викладені вище матеріали дозволяють впевнено (на 75-90%) прогнозувати – масштаби майбутнього прояву паводків, тобто їх просторове поширення та інтенсивність прояву, або висоту підйому води. Третя складова – коли це відбудеться, поки що прогнозується з малою імовірністю (до 30%).

Повторюваність повеней кожного року – це звичайне явище, коли тане сніг. Через 3-4 роки відбуваються літні паводки, іноді катастрофічного характеру. Через 5-6 років вони можуть повторюватись, але максимальної інтенсивності досягають через 11-15-19 років

Література

1. Адаменко О. М. Стан довкілля у річкових долинах з катастрофічними паводками. Перший етап екологічних досліджень на Дністровському протипаводковому полігоні (2012-2018 рр.): монографія / О. М. Адаменко, Д. О. Зорін. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2018. – 240 с.

2. Адаменко О. М. Еколого-економічні наслідки катастрофічних паводків та їх подолання на Дністровському інженерно-екологічному полігоні (О. М. Адаменко, Д. О. Зорін, М. І. Мосюк, К. О. Радловська // Екологічний форум, 2020, №1 – С. 54-64.

3. Зорін Д. О. Географічні інформаційні системи екологічної безпеки: навчальний посіник / Д. О. Зорін. – Івано-Франківськ: Супрун В.П., 2016. – 180 с.

4. Трофимчук О. М. Геоінформаційні технології захисту довкілля природно-заповідного фонду / О. М. Трофимчук, О. М. Адаменко, В. М. Триснюк. – Івано-Франківськ: Супрун В. П., 2020. – 340 с.

Застосування безпілотних засобів в інтересах національної безпеки та оборони країни

*Шумейко В.О., Мосійчук Д.І., Сметанін К.В.,
Волинець Т.В., Марущак В.М.,*

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

E - mail: deusplus@gmail.com

Анотація. Розглянуто актуальну наукову задачу, яка пов'язана з удосконаленням системи екологічного моніторингу з використанням ДПЛА за рахунок розробки нових моделей та методів оцінювання якості виконання завдань екологічного моніторингу засобами ДПЛА. В ході проведення досліджень отримало подальший розвиток методика проведення екологічного моніторингу з використанням ДПЛА для комплексного оцінювання техногенного забруднення навколишнього середовища, яка на відміну від існуючих, враховує особливості території спостереження, що дозволяє підвищити достовірність та оперативність збору даних про характер впливу на навколишнє середовище.

Ключові слова: екологічний моніторинг, система управління польотом, дистанційно-пілотований літальний апарат, бортове обладнання, методика

Одним з перспективних методів проведення екологічного моніторингу є дистанційний, що базується на основі комплексного використання космічних, повітряних та рухомих наземних комплексів систем спостереження. У якості повітряних комплексів розглядаються дистанційно пілотовані літальні апарати (ДПЛА)

Враховуючи антропогенний вплив на природу, постійну зміну навколишнього середовища під впливом промислових об'єктів, а також військової агресії росії, виникає необхідність достовірного виконання завдань екологічного прогнозування та екологічної безпеки на основі застосування інформаційних технологій. Тому розширення можливостей екологічного моніторингу можна здійснити з використанням рухомих екологічних комплексів, диста-

нційно пілотованих літальних апаратів і космічних систем спостереження при використанні дистанційних методів контролю параметрів довкілля, а також за рахунок удосконалення науково-методичного апарату оцінки стану зон екологічного ризику. Інтенсивне використання дистанційних засобів в екологічному моніторингу на сучасному етапі є пріоритетним для більшості провідних країн світу. Це пов'язано з тим, що здатність дистанційних засобів відкриває нові можливості у визначенні стану навколишнього природного середовища без прямого контакту. Ефективне керування бортовим обладнанням ДПЛА, при їх застосуванні в польоті, дозволяє розширити коло визначених екологічних завдань завдяки спостереженню та підвищити якість їх розв'язання при менших витратах. Особливість системи керування ДПЛА полягає в тому, що у зв'язку зі змінами польотних завдань потрібно коригувати алгоритми керування у реальному часі польоту ДПЛА. Існуючі підходи до оптимального керування передбачають обчислювальні процедури, які у реальному часі не можуть бути реалізовані на ДПЛА. Тому, проблематика розробки та впровадження систем оптимального керування ДПЛА є актуальною. Інформація, що поставляється з бортових систем ДПЛА, дуже різна. Тому основне завдання щодо доставки інформації про територію, що спостерігається, зазвичай розділяється на ряд часткових завдань, кожне з яких вирішується різними підсистемами бортових систем ДПЛА, що мають спеціальні можливості. Тому розподіл сил і засобів бортових систем ДПЛА за різними завданнями є основним змістом роботи ланки керування системами. Одним з основних завдань є визначення координат об'єктів спостереження, що раптово з'являються. При цьому положення цих об'єктів може характеризуватися відповідними статистичними характеристиками невизначеності. У такому випадку ймовірність виконання завдання бортовими системами ДПЛА можна визначити за виразом

$$W_2 = \sum_{i=1}^m W_i P_{em} , \quad (1)$$

де W_i – ймовірність виконання завдання моніторингу бортовими системами ДПЛА по здобуттю і обробці відповідної інформації.

Час проведення екологічного моніторингу ДПЛА і передачі даних можна визначити за виразом

$$T = T_c + T_{об} + T_{пр}, \quad (2)$$

де T_c – час зйомки бортовими системами ДПЛА;

$T_{об}$ – час первинної обробки інформації на борту;

$T_{пр}$ – час передачі даних з ДПЛА на НПУ.

При цьому, ймовірність виконання проведення екологічного моніторингу із застосуванням ДПЛА буде залежати від ймовірності виявлення (визначення) антропогенного впливу під час зйомки

$$P_{эм} = \frac{1}{2} \int_0^{\infty} \frac{1}{\langle t_{ог} \rangle} e^{-\frac{t}{\langle t_{ог} \rangle}} \left[\Phi \left(\frac{t - m_T}{\sqrt{2D_T}} \right) + \Phi \left(\frac{m_T}{\sqrt{2D_T}} \right) \right] dt, \quad (3)$$

де $\Phi(\dots)$ – функція Крампа (інтеграл ймовірності);

m_T – математичні очікування зйомки;

D_T – дисперсії випадкових величин зйомки;

$t_{ог}$ – середній час поширення отруйної речовини в середовищі.

Істотною особливістю процесів функціонування бортових систем ДПЛА є їх випадковість, яка викликана не повною визначеністю умов, в яких ці процеси протікають, а також різними випадковими відхиленнями і помилками, що виникають при зборі інформації, виробленню дій, що управляють, та їх виконання. Отже, результат функціонування бортових систем ДПЛА є стохастичним і з кількісного боку характеризується законами розподілу параметрів, що визначають цей результат.

Science for the post-war recovery of Ukraine

L. Horoshkova, O. Menshov

*National university of «Kyiv-Mohyla academy», E-mail:
goroshkova69@gmail.com*

*Taras Shevchenko National University of Kyiv, Institute
of Geology, E-mail: menshov.o@ukr.net*

The main scientific results include conducting geophysical studies of geohazards for precision agriculture and other magnetic measurements of soil conditions and contamination levels for different areas of Ukraine.

One of the important geohazard processes currently occurring in Ukraine is soil loss. Water erosion is one of the main threats to soils in the European Union, which has a negative impact on ecosystem services, agriculture, drinking water, and carbon reserves. Therefore, there is the need for an effective and inexpensive method to assess soil processes and minimize risks associated with improper land use. Magnetic measurements of soils located in the Forest-Steppe zone of Ukraine were conducted, and a connection was found between magnetic and agricultural parameters.

Given that the modern agrarian complex requires the use of new methods to determine soil characteristics for the adequate information support of modern technologies, magnetometric methods were used. Research on slope processes that regulate the implementation of specific measures to increase soil fertility and protect soil from erosion was conducted. The research was carried out on sloping agro-landscapes in Kharkiv region.

Inexpensive, energy-efficient magnetic measurement methods were used to study contamination in the Lviv agglomeration, a major industrial and cultural center in Western Ukraine. The obtained results can be valuable for identifying hotspots and contamination levels in Lviv region through magnetic soil measurements, as well as further precision geochemical research.

To perform landslide susceptibility prediction, it is important to select appropriate mapping units and landslide-related conditioning factors. Magnetic method is a low cost and rapid instrument for the landslide and soil erosion identification. An example of the application of the magnetic methods for the local prediction of possible landslide activation was performed at the territory of the Alpine hill of O. V. Fomin Botanical Garden of Taras Shevchenko National university of Kyiv. The results of the soil magnetic studies demonstrates the redistribution of the soil genetic horizons. The confirmation is the visible difference from the normal natural conditions according to the magnetic susceptibility (MS, χ) values. The anthropogenic pollution is registered too. The values of MS are 1.5–2 times higher compared with the natural chernozems of Kyiv region.

The experimental design of the soil magnetic properties studies includes both field and laboratory experiments. Vertical profiles are important to assume the redistribution of the soil horizons according to the soil movement within the slope as well as related to the local landslides.

Research important for Ukraine during wartime and for post-war recovery, namely the prediction of extraction and use indicators of non-metallic minerals for the post-war period with the aim of restoring Ukraine, was carried out.

Mathematical modeling was conducted with the aim of forming a management system for the rational extraction and utilization of mineral resources in Ukraine, using non-metallic minerals for construction as an example to support the conditions of post-war recovery in the country. Predictive extraction volumes and rational utilization were proposed, taking into account the needs of technologically related industries. The authors' mathematical model of forecasting the development of complex systems has been used to forecast industry's development. It has been proven that the model will allow managing the production of techno-logically related minerals depending on their utilization volumes. It was demonstrated that, in the context of war and the resulting destruction of the country's infrastructure, adjustments need to be made to the model to balance the extraction and use of non-metallic minerals for construction, taking into account the generated construction waste and the needs of post-war recovery for the country

and its infrastructure. The mathematical modeling was carried out considering the new industry development conditions, and a five-year forecast was generated regarding the extraction and utilization of construction sand, building stone, and raw materials for expanded clay aggregate.

The next research direction is the development of Ukraine's logistics infrastructure, taking into account the possibilities of using maritime and river transport.

An investigation was carried out into the actual operational status of the existing river ports in Ukraine at that time, unloading terminals, and docks, along with their topological connections, considering spatial factors. Expert surveys were conducted among logistics experts, including those specializing in river logistics. Key assessment criteria are substantiated for the selection of ports with the aim of organizing logistic zones within their territories or in proximity to them.

Using the proposed evaluation criteria, seven river ports were selected as potentially suitable for establishing logistics zones within or near them. It is assumed that these logistics zones could serve as core elements of regional distribution logistics centers or regional logistics clusters.

It is shown that Ukraine has significant potential for the development of inland waterways and river transport, which has been underutilized for a long time. In the context of the war in 2022, the performance indicators of the Danube ports significantly improved, enabling the transportation of goods after the use of several Ukrainian ports became impossible. Using the analysis of the state and efficiency of the “Izmail Sea Commercial Port” as an example, the possibilities for improving its performance were demonstrated. Based on the results of predictive mathematical modeling of its activities until 2026, expected indicators of cargo transportation volumes and cargo flow structure were determined. The feasibility and efficiency of using feeder container transportation on the route of the “Izmail Sea Commercial Port” - the Constanta Port were justified.

To build an eco-oriented model of transport and logistics infrastructure, an analysis of the dynamics and volumes of cargo transportation was conducted to identify opportunities for optimizing their structure. The research provided the opportunity to form a predictive

model for the development of Ukraine's transportation system, taking into account the war and the needs of post-war recovery in Ukraine. It is demonstrated that, in the context of the intensification of Euro integration processes, there is a need, in addition to traditional transportation tasks, to address environmental issues related to ensuring compliance of the national cargo transportation sector with the requirements of the European Green Deal. Therefore, the justification for the use of water transport and the determination of possible volumes of maritime and river transportation were carried out. The feasibility of using intermodal, multimodal, and feeder container transportation was also established as means of meeting "green" standards in the transport industry.

Research is conducted to assess the impact of hostilities on natural resources, nature conservation areas, and the environment. A methodology for evaluating missed opportunities for objects of the nature reserve fund was developed, which can be used for the restoration of territories in the post-war period. A study is conducted to analyze the dynamics of changes in land cover types within the Azov-Sivash National Nature Park territory. Data was collected using the Google Earth Engine software. It is demonstrated that the changes that have occurred since the onset of the war create conditions for potential risks to the ecosystem, including the possible reduction of populations of certain species of mammals or even their complete extinction. The situation requires immediate attention and active measures to restore ecological balance. Natural reserves like the Azov-Sivash National Nature Park require additional monitoring and management to preserve species diversity and ecosystem stability. This may include the implementation of population control programs for predators and the study of their impact on ungulate populations to prevent negative consequences from this dynamic.

An analysis of the existing "Methodology for determining damage and the size of losses incurred by enterprises, institutions, and organizations of all forms of ownership due to the destruction and damage to their property as a result of armed aggression by the Russian Federation" was conducted, as well as the "Missed benefits from the impossibility or hindrance of conducting economic activities" for application in assessing the missed benefits of the Azov-Sivash National

Nature Park. Given the non-profit nature of the institution's activities, proposals were developed to improve the methodology by creating an algorithm for assessing missed benefits for non-profit organizations engaged in economic activities and of significant societal/state importance.

Методи та алгоритми перехоплення супутникових систем зв'язку

Триснюк В.М., Єгоров В.О.

(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України, Житомирський військовий інститут імені С.П.Корольова, E - mail: trysnyuk@ukr.net, volodymyregorov@ukr.net)

Супутникові системи зв'язку в сучасному світі є надзвичайно важливими для багатьох аспектів нашого життя, від глобального інтернет-зв'язку до військових операцій. Перевагами супутникового зв'язку є його висока мобільність та безпека. Цей спосіб забезпечує безпечний доступ до мережі Інтернет та організацію супутникового зв'язку між віддаленими абонентами у будь-якій ділянці місцевості — там, де немає наземних ліній зв'язку, кабельних мереж, телефонних комунікацій, де не працюють мережі 3G або WiMax.

Основними методами перехоплення супутникових систем зв'язку є:

1. Перехоплення радіосигналів (RF Interception).

Перехоплення радіосигналів є одним з найбільш поширених методів перехоплення супутникових систем зв'язку. Для цього використовуються спеціалізовані антени та радіоприймачі, які приймають радіосигнали від супутників. Після цього сигнали можуть бути проаналізовані, демодульовані та декодовані для отримання доступу до передачі даних. Цей метод може бути використаний як для цивільних, так і для військових цілей.

2. Атаки на протоколи зв'язку.

Велика кількість супутникових систем використовують певні протоколи зв'язку для обміну даними. Атаки на ці протоколи можуть включати в себе перехоплення або втручання в сеанси зв'язку. Наприклад, "Man-in-the-Middle" дозволяє перехоплювати та навіть модифікувати передачу даних між двома точками зв'язку.

3. Перехоплення ключів шифрування.

Сучасні супутникові системи використовують шифрування для захисту передачі даних. Перехоплення ключів шифрування та подальше їх використання дозволяє відкрити шифр та розкодувати інформацію. Цей метод вимагає великих обчислювальних ресурсів та відповідної технічної компетентності в криптографії.

Проаналізувавши основні методи супутникового перехоплення можна виділити наступні алгоритми та приклади реалізації:

1. Спектральний аналіз (Spectrum Analysis).

Спектральний аналіз дозволяє аналізувати та ідентифікувати супутникові сигнали на основі їхнього частотного спектра. Найбільше застосовуються: FFT (Fast Fourier Transform) - використання перетворення сигналів з часового представлення в частотне; спектральна кореляція - визначення ступені відповідності між сигналами; аналіз часо-частотної складової - використання методів "вейвлет-перетворення"; методи моделювання сигналу - побудова моделей сигналів для визначення їхніх характеристик. Ці алгоритми дозволяють визначити основні параметри сигналів, такі як частота, модуляція та потужність.

2. Використання спрямованих антен.

Для ефективного перехоплення сигналів може використовуватись спеціалізовані спрямовані антени, які налаштовані на конкретний супутник. Це дозволяє підвищити якість прийому та знизити інтерференцію від інших супутників. Для цього доцільно використовувати антени з великим коефіцієнтом підсилення.

3. Аналіз протоколів та шифрування.

Для аналізу протоколів та шифрування можливо використання спеціалізованого програмного забезпечення, що дозволяє перехоплювати, аналізувати та декодувати дані, передані між супутниками та приймачами. Це може включати в себе ідентифікацію слабких точок у протоколах та спроби їх використання.

Таким чином, перехоплення супутникових систем зв'язку є складним завданням, яке вимагає технічної спроможності та відповідних ресурсів. Поєднання технічних програмно — апаратних засобів зумовлює вирішення завдання ефективного перехоплення супутникових ліній зв'язку.

Література

1. Супутникові системи зв'язку і навігації. Навчальний посібник/ Срібна І.М., Махонін Є.І., Власенко Г.М., Кирпач Л.А. – Київ: ВІТІ, 2019. – 123 с.
2. <https://www.mil.gov.ua/ukbs/shhodenni-kiberzagrozi/>
3. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9622204>

Використання інтерферометрії для визначення просадкових процесів за даними ДЗЗ на прикладі Харківської області

Красовська І.Г.

Національний аерокосмічний університет

ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»,

E - mail: ines75ma@ukr.net

Просадка ґрунту - це зниження рівня поверхні ґрунту в результаті втрати об'єму або ущільнення. Вона може бути спричинена факторами, такими як зневоднення, дія стічних вод, виробнича діяльність або природні процеси. Основні причини просадок ґрунту на прикладі Харківської області:

1. Природні: розповсюдження лесоподібних суглинків, які при намоканні дають просадку до 10%. Ці відклади доволі поширені на річкових терасах рр. Харків, Лопань, Уди.

2. Антропогенні: воєнні дії; суфозійні процеси (вимивання пухких порід), які виникають внаслідок витоків з комунікацій (водопроводи, каналізації, теплотраси); навантаження будівель та інженерних споруд на ґрунти; зміни рівня ґрунтових вод.

Супутникова інтерферометрія використовується із супутників з активними синтетичними апертурами для вимірювання змін у

висоті поверхні. Інтерферометричний радар із синтезованою апертурою (InSAR) використовує різницю фаз між двома складними радарними спостереженнями SAR, отриманими з дещо різних положень датчиків, і витягує інформацію про земну поверхню. Сигнал SAR містить інформацію про амплітуду та фазу. Амплітуда – це потужність відгуку радара, а фаза – це частка одного повного циклу синусоїдальної хвилі (одна довжина хвилі SAR). Фаза SAR-зображення визначається насамперед відстанню між супутниковою антеною та наземними цілями. Об'єднавши фазу цих двох зображень після спільної реєстрації, можна створити інтерферограму, фаза якої сильно корелює з рельєфом місцевості. У випадку диференціальної інтерферометрії (DINSAR) цей внесок топографічної фази видаляється за допомогою цифрової моделі рельєфу (DEM). Решту варіації інтерферограми можна віднести до змін поверхні, які відбулися між двома датами отримання зображення, а також до небажаних атмосферних впливів.

Для проведення інтерферометричної обробки за допомогою продуктів Sentinel-1 Interferometric Wide Swath, було завантажено знімки з сайту Copernicus Open Access Hub . Платформа Copernicus Open Access Hub - це онлайн-портал ESA, який надає повний, безкоштовний та відкритий доступ до даних Sentinel-1, Sentinel-2, Sentinel-3 та Sentinel-5P. Було завантажено знімки за 13 вересня 2022 року та 12 березня 2023 року території Харківської області.

Архітектура Sentinel Application Platform (SNAP) ідеально підходить для обробки та аналізу даних спостереження Землі завдяки таким технологічним інноваціям: розширюваність, портативність, модульна клієнтська платформа, загальна абстракція даних EO, мозаїчне керування пам'яттю та структура обробки графіків.

Sentinel Application Platform (SNAP) - це спільна архітектура для всіх інструментів Sentinel. Програмне забезпечення розроблене компаніями Brockmann Consult, Skywatch, Sensar та C-S 12. SNAP має такі технологічні інновації як: розширюваність, переносимість, модульна платформа Rich Client, загальна абстракція даних EO, управління пам'яттю в плитках та фреймворк обробки графіків. Подальша обробка знімків проводилася в програмному

середовищу SNAP. В результаті багатоетапної обробки двох різночасових супутникових знімків однакової території було отримано інтерферограму, застосовано фільтр Гольдштейна, зроблено перетворення радіанів в абсолютні зміщення (м), результат імпортовано у вигляді файлу kmz, який можна проаналізувати в Google Earth для перегляду розташування шаблонів зміщення на базовій карті супутникового зображення (рис. 1).

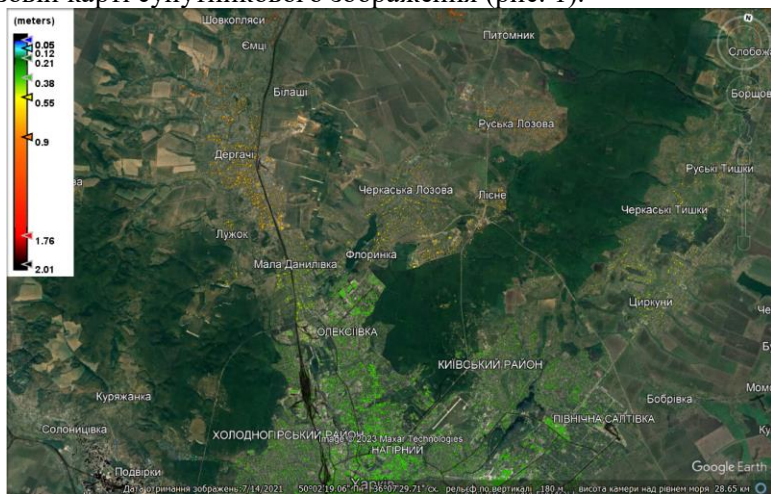


Рис. 1. – Частина території Харківської області з відміченими просадковими процесами

Радіолокаційна інтерферометрія з використанням знімків Sentinel 1 та програмного забезпечення SNAP є ефективним методом визначення просядок, особливо для аналізу великих територій та складнодоступних місць. Це дозволить скоротити матеріальні та часові витрати за рахунок зменшення об'єму польових робіт на начальному етапі досліджень. Але для отримання більшої точності обробка інтерферометричних даних вимагає високого рівня компетентності та використання складних алгоритмів для витягування корисної інформації та зменшення впливу атмосферних умов.

Інформаційна технологія побудови прогнозів функціонування об'єктів критичної інфраструктури в умовах кризової ситуації

*Бідюк П. І., Терентьєв О. М., Просянкіна-Жарова Т.І.
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору
Національної академії наук України, e-mail:
pbidiuk@ukr.net, o.tereniev@gmail.com, t.pruman@gmail.com*

Безпекове середовище України характеризується високим рівнем невизначеності, наявністю критичних загроз, як з боку внутрішніх тенденцій, так і глобальних викликів. Тому, актуальним є питання розробки інформаційних технологій, у яких реалізовано нові моделі та моделі математичного моделювання і прогнозування, що створюють методологічну основу дослідження стійкості критичної інфраструктури, забезпечення прийняття швидких ефективних управлінських рішень щодо її функціонування та забезпечення життєдіяльності національної економіки, безпеки населення, тощо в умовах постійного перебування під загрозою.

Функціонування критичної інфраструктури, зокрема у критичній ситуації, залежить від сукупного впливу багатьох чинників, кількість яких може бути різною для різних об'єктів чи процесів, а вибірка вхідних даних, що описують конкретний об'єкт чи процес є регламентованою, зокрема, чинними нормативними документами. Тому, особливо важливою, є задача конструювання вхідного набору змінних, що будуть використані для побудови моделей, адже необхідно не лише забезпечити варіабельність відібраних факторів з точки зору впливу на результат, а й позбутися мультиколінеарності вхідних змінних.

Для подолання вказаних проблем, пропонується застосування інформаційної технології математичного моделювання у якій реалізовано методику структурно-параметричної адаптації на основі регресійних моделей (лінійної регресії, гребневої (рідж) регресії, регресії на основі головних компонентів) та нейронних мереж (трьохшарової та чотирьохшарової) (рис. 1).



Рисунок 1 – Застосування математичного моделювання для прогнозування функціонування об'єктів критичної інфраструктури в умовах кризової ситуації (фрагмент загальної схеми)

Розроблена інформаційна технологія, в основу якої покладено пропонувану методикау математичного моделювання, дозволяє

отримувати прогнози функціонування об'єктів критичної інфраструктури із використанням прогнозуючих моделей високого ступеня адекватності та якості завдяки коректному підбору параметрів моделі, зокрема кількість точок часового ряду, на основі яких виконується оцінювання коефіцієнтів моделі, визначення найбільш значимих чинників, а також покрокового покращення структури моделі. Побудова прогнозу відбувається покроково, вхідні дані розподіляються на тренінговий та валідаційний набори у співвідношенні 30 і 70 відсотків. Конструювання вхідного набору даних для побудови моделей відбувається наступним чином: набір дані розділюють на рівні частини (кількість вимірів визначається для кожної конкретної задачі), використовуючи першу частину відібраних вхідних даних будують модель та оцінюються її коефіцієнти, якщо, результати задовільні, будується прогноз на один крок вперед, спрогнозоване значення додається до наступної частини вхідного набору даних. Далі будується прогноз на один крок зі зміщенням в часі на один вимір вперед. Процес повторюється, доки всі вхідні дані не будуть опрацьовані.

Апробацію розробленої методики виконано на матеріалах підприємства енергетичної сфери.

В подальшому, методику оцінювання якості прогнозів, обчислених за побудованими моделями буде удосконалено: розроблено процедуру автоматизованого вибору кращої прогнозної моделі на основі інтегрального критерію якості, який включає 2-5 окремих статистичних критеріїв якості. Також буде розширене коло використовуваних прогнозних моделей, використано ансамблі моделей.

Пропонована інформаційна технологія передбачає застосування математичного моделювання з метою реалізації міждисциплінарного інструментарію прогнозування, як безпосередньо ймовірності настання критичної ситуації, так і наслідків різних загроз та чинників, їх впливу на розгортання різних сценаріїв подій у критичній інфраструктурі. Це сприятиме розробці єдиних узгоджених протоколів скоординованих дій на різних етапах реагування на загрози.

Список використаних джерел

1. Kaptein M., van den Heuvel E. Statistics for Data Scientists. Cham: Springer, 2022. 321 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-10531-0>
2. Сайт компанії SAS Institute. URL: https://www.sas.com/ru_ua/software/visual-analytics.html
3. Statistics 1: Introduction to ANOVA, Regression, and Logistic Regression URL: <https://learn.sas.com/course/view.php?id=451>
4. Theory of Ridge Regression Estimation with Applications. Eds: Saleh A.K. Md. Ehsanes, Arashi M., Kibria B.M. G. New York: John Wiley & Sons, Inc. 2019. | <https://doi.org/10.1002/9781118644478.refs>

Комплексне застосування ГІС-технологій для моніторингу пошкоджених об'єктів критичної інфраструктури

*Триснюк Т.В., Конецька О.О., Нагорний Є.І.,
Приступа В.В., Дзюба В.А., Василенко В.М.*

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

*E - mail: taras24t@gmail.com, olgademidenko1010@gmail.com,
[rhbz777@ukr.net](mailto:rhz777@ukr.net)
vavpris@gmail.com
navvon@ukr.net
vladvasilenko9@gmail.com*

Анотація. Комплексне застосування ГІС-технологій, космічних знімків високої роздільної здатності та сучасних програмних засобів обробки, використання мобільних екологічних комплексів дозволяє отримати інформацію про навколишнє середовище, створити базу даних цифрових тематичних карт і статистичних даних різного рівня. Це дозволить підвищити рівень екологічної безпеки навколишнього середовища і техногенних об'єктів.

Ключові слова: екологічний моніторинг, моніторинг рослинного покриву, космічні знімки, екологічна безпека, інформаційні технології, екологічний ризик, підсистема.

Розширення можливостей екологічного моніторингу можна здійснити з використанням рухомих екологічних комплексів, дистанційно пілотованих літальних апаратів і космічних систем спостереження при використанні дистанційних методів контролю параметрів навколишнього середовища, а також за рахунок удосконалення науково-методичного апарату оцінки стану зон екологічного ризику.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що на сьогоднішній день напрацьовано різні методи, механізми, принципи і методики визначення стану навколишнього природного середовища при проведенні екологічного моніторингу з використанням аерокосмічних технологій. Це підтверджується проведеними дослідженнями та працям в галузі застосування аерокосмічних технологій для завдань екології та природокористування таких вчених, як Трофимчук О.М., Горбулін В.П., Красовський Г.Я., Лялько В.І., Машков О.А., Мокін В.Б. та інші. Завдяки комплексному застосуванню різних датчиків первинної інформації (емпіричної і теоретичної частин ГІС-технологій) можна оперативно оцінити поточні та прогнозні зміни навколишнього середовища в глобальних (планетарних) масштабах [1]. Для організації управління режимом моніторингу використовуються наступні вимірювальні системи: супутники, повітряні, морські (річкові) лабораторії, наземні рухомі пункти спостережень. За своєю структурою система моніторингу навколишнього середовища і екологічно небезпечних техногенних об'єктів повинна виконувати наступні функції: збір інформації про об'єкт моніторингу; обробка, зведення, угруповання і зберігання інформації; моделювання (імітація, організація взаємозв'язків, навчання) фізико-хімічних процесів різних видів геоекосистем; оцінка поточного стану геоекосистем; прогноз стану геоекосистем; зворотний зв'язок, оцінка дефіциту інформації, її оптимізація. Синтез системи мобільного екологічного моніторингу з використанням аерокосмічних технологій передбачає створення таких її підсистем:

1. Підсистема збору та експрес-аналіз даних.
2. Підсистема первинної обробка і накопичення даних.
3. Підсистема комп'ютерного картографування.
4. Підсистема оцінки стану атмосфери.
5. Підсистема оцінки стану ґрунтово-рослинних покривів.
6. Підсистема оцінки стану водного середовища території.
7. Підсистема оцінки рівня екологічної безпеки і ризику для здоров'я населення території.
8. Підсистема ідентифікації причин порушення екологічного та санітарного стану.
9. Підсистема інтелектуальної підтримки прийняття рішень.

Запропоновано оцінювати ризик загроз екологічної та природно-техногенної безпеки регіонів. В роботі отримано статистичні оцінки інтенсивності надзвичайних ситуацій λ_i і визначено ймовірності загрозливої екологічної ситуації ρ_{ij} та функції безпеки $S_{\Sigma}(t)$ для розглядової зони екологічного ризику (Донецька область) (рис. 3.).

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

де n_{ij} – число загрозливих екологічних ситуацій i -го виду з порушенням j -й компоненти екосистеми, n_i – загальне число подій i -го типа.

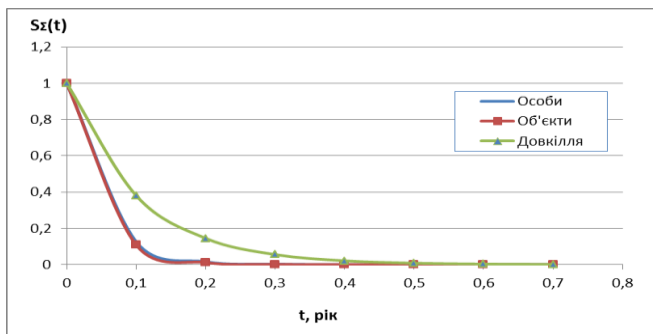


Рис. 1. Функції безпеки об'єктів екосистеми

Запропонований підхід дозволить підвищити ефективність управлінських рішень по забезпеченню екологічної безпеки, знайти найкращий компроміс між суперечливими показниками якості функціонування системи, вибрати і обґрунтувати пріоритетні напрямки розвитку складних екосистем.

Література

1. Трофимчук О.М. Геоінформаційні технології захисту довкілля природно-заповідного фонду / О.М. Трофимчук, О. М. Адаменко, В. М. Триснюк. – Івано-Франківськ: Супрун В. П., 2020. – 340 с.
2. Vasylyk Trysnyuk, Taras Trysnyuk, Anatolii Nikitin, Anatolii Kurylo, Olga Demydenko. Geomodels of space monitoring of water bodies. ICSF 2021. E3S Web of Conferences 280, 09016 (2021). DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128009016>.
3. Красовський Г. Я. Інвентаризація водойм регіону з застосуванням космічних знімків і геоінформаційних систем / Г. Я. Красовський, О. С. Волошкіна, І. Г. Пономаренко, В. А. Слободян // Екологія і ресурси. – 2005, вип. 11. – С. 19-41.

Підходи до моделювання наслідків свідомої руйнації критичної інфраструктури Криму

Трофимчук В.О., Хлобистов Є.В.

(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України, E-mail: trofymchuk.vk@gmail.com; Національний університет «Києво-Могилянська академія», E-mail: ievgen.khlobystov@ukr.net)

Нині ми спостерігаємо суцільну мілітаризацію Криму, яка посилалася з початку повномасштабного вторгнення. Водночас, суттєво скоротились можливості доступу до офіційних інтернет-ресурсів рф з України, а також інформація на таких ресурсах почала носити оглядовий та не системний характер. Однак, при реалізації політики деокупації, ми звертаємо увагу експертного середовища в Україні на наступні виклики, ризики та небезпеки, пов'язані з свідомою руйнацією силовими структурами окупаційної влади об'єктів критичної інфраструктури при виводі з Криму регулярних частин армії рф та інших силових підрозділів рф.

Наявність на території Криму низки об'єктів критичної інфраструктури життєдіяльності загрожує, в разі їх свідомого пошкодження або знищення, гуманітарною катастрофою, а саме: загроза водозабезпечення та водовідведення, загроза електро- та газопостачання, загроза поведження з твердими побутовими відходами (ТБО) в разі пошкодження полігонів ТБО та інших місць організованого видалення відходів. Нині маємо перелік об'єктів критичної інфраструктури, які уможливають реалізацію життєдіяльності відповідно до адміністративно-територіального устрою Криму на 01.01.2014 р.

Свідоме пошкодження ключових об'єктів з боку рф, а саме – станцій водоочищення, мереж водопостачання, розподільних станцій, трансформаторних станцій, об'єктів управління газопостачанням, місць виділення ТБО, промислових об'єктів з залишками екологічно-небезпечних речовин тощо може за декілька днів свідомого підризу або знищення в інший спосіб цих об'єктів привезти до катастрофи. Мається на увазі: неможливість поста-

чання населенню води, енергії, газу, вивіз сміття, забруднення території. Без спеціальної політики реагування на цю ситуацію, підготовки резерву для ремонту та відновлення, допомоги наших партнерів у цих питаннях (бо Україна не має можливості сформувати такий резерв самостійно) – ситуація може вийти з під контролю і створити ризики для розвитку епідемій, паніки, втрати урядування, чим можуть скористатися силові структури РФ для перетворення Криму в зону екологічного та соціального лиха. Такий резерв може бути створений в результаті спільної домовленості з партнерами України у вигляді переліку можливостей (і зобов'язань) оперативне надати визначену кількість ремонтного обладнання та інші види рятувальної допомоги в короткі терміни.

Моделювання наслідків таких дій нині є вкрай актуальною задачею. Розглянемо складові такого моделювання. Перша складова – моделювання стійкості об'єктів критичної інфраструктури з урахуванням їх зношеності та особливостей експлуатації при суттєвому збільшенні фактичного населення півострова (збільшення за час тимчасової анексії склало майже 50%), друга складова – моделювання наслідків для довкілля руйнації таких об'єктів, третя складова – моделювання скорочення можливостей забезпечення населення базовими потребами в воді, електроенергії, газопостачанні, поводженню з твердими побутовими відходами.

Дослідження ефективності застосування подвійних бар'єрів для захисту прибережної технічної інфраструктури від хвиль

*Воскобійник В.А. *, Горбань І.М. *, Лебідь О.Г. ***

** Інститут гідромеханіки НАН України, vlad.vsk@gmail.com,
ivgorban@gmail.com*

*** Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного про-
сторю НАН України, o.g.lebid@gmail.com*

Розвиток технологій відновлювальної енергетики, спрямованих на використання енергії морських хвиль, є важливою проблемою в сучасній морській гідродинаміці. Серед пристроїв, що застосовуються для перетворення енергії хвиль в електричну, важливе місце займають OWSC-перетворювачі (Oscillating Wave Surge Converters), які встановлюються в ближній прибережній зоні і використовують горизонтальні переміщення частинок рідини. Незважаючи на те, що експлуатаційні ресурси тут є нижчими, ніж на шельфі, хвильові ферми на основі OWSC набули значного поширення у комерційному застосуванні, завдяки їхній простоті у використанні та економічності. Однак, при експлуатації цих пристроїв потрібно враховувати, що вони постійно знаходяться під дією ударного хвильового тиску. Ризики значно посилюються в умовах шторму або при проходженні довгих хвиль. Тому, для безпечного функціонування OWSC-перетворювачів потрібно захистити їх від екстремальної хвильової енергії, що викликається штормами та цунамі [1].

Останнім часом для послаблення хвильових навантажень на прибережну зону усе частіше використовуються занурені хвилегасники у вигляді тонких жорстких вертикальних стінок (бар'єрів), які влаштовуються перпендикулярно до фронту хвиль. Ці перешкоди зменшують енергію хвиль, що набігають на берег, завдяки відбиттю та виникненню турбулентних процесів. Щоб підвищити ефективність такого хвилегасника, ми пропонуємо багатобар'єрну конфігурацію, яка складається з двох бар'єрів, розташованих паралельно один за одним. Важливим геометричним

параметром, від якого залежить ефективність споруди, є відстань між бар'єрами. Коректний вибір цієї величини дозволить мінімізувати фінансові витрати на улаштування та подальше технічне обслуговування такого хвилегасника. Мета цього дослідження полягає у знаходженні оптимальної відстані між елементами в двохбар'єрній системі хвилегасників на основі чисельного експерименту, який передбачає моделювання взаємодії солітонної хвилі зі спорудою, що розглядається.

Схема розрахункового каналу у поперечному перерізі і головні параметри задані на рис. 1. Чисельна модель, застосована в цьому дослідженні, поєднує метод граничних інтегральних рівнянь, що використовується для моделювання еволюції вільної поверхні, та гібридну вихрову схему для інтегрування в'язких рівнянь динаміки рідини [2].

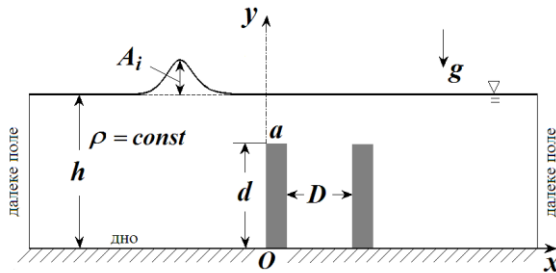


Рис. 1. Схема проходження солітонної хвилі над двохбар'єрним зануреним хвилегасником

Виконані систематичні розрахунки взаємодії солітонної хвилі відносної амплітуди $A_i/h = 0.2$ з подвійними бар'єрами різної висоти d та змінної конфігурації, де в якості головного параметру розглядалася відстань D . Ефективність цієї споруди в якості хвилегасника оцінюється за енергетичними коефіцієнтами проходження, відбиття та дисипації, розрахованими на основі даних про деформацію хвилі та розвиток вихрового поля в області, що розглядається.

На рис. 2 представлені отримані в цьому чисельному експерименті еволюційні картини профілів вільної поверхні при взаємодії солітонної хвилі з двохбар'єрним хвилегасником, які відповідають різному розташуванню елементів споруди. Висота і ширина бар'єру в цих розрахунках дорівнюють $d/h = 0.8$ і $a/h = 0.1$, відповідно. Рис. 2а, отриманий при $D/h = 0.4$, свідчить про те, що, коли відстань між бар'єрами є значно меншою за глибину води, картина деформацій вільної поверхні подібна до тієї, яка формується при проходженні солітонної хвилі над окремим бар'єром, коли хвиля спочатку накочується на перешкоду, а потім поділяється на прохідний і відбитий солітони. Далі ці дві хвилі розходяться, а за ними утворюються ланцюжки вторинних солітонів. Крім того, зразу за спорудою спостерігається стояча хвиля, викликана вихровим полем. На рис. 2б, де $D/h = 1$, видно, що коли відстань між елементами споруди та глибина води стають однаковими, динаміка процесу якісно не відрізняється від попереднього випадку. При цьому, змінюються кількісні характеристики, зокрема, амплітуда відбитої хвилі збільшується, а прохідної – зменшується. Аналіз отриманих результатів показує, що такий тренд продовжується до тих пір, поки відстань D не перевищить глибину води приблизно вдвічі, як на рис. 2в ($D/h = 2$). Цей рисунок демонструє складну динаміку прохідної хвилі, коли її гребінь знаходиться між першим і другим бар'єрами. У цей проміжок часу хвиля, яка тільки утворилася і є нестійкою, натикається на другий бар'єр, але повноцінного відбиття від нього не відбувається. Мають місце лише дрібні хаотичні збурення вільної поверхні, які слабо затухають з часом. Незважаючи на те, що амплітуда першої відбитої хвилі є малою у порівнянні з попередніми випадками, а друга відбита хвиля майже не спостерігається, прохідна хвиля істотно втрачає у висоті та енергії. Очевидно, що це є наслідком активної поверхневої діяльності, а також генерації потужного вихрового поля навколо перешкоди. На рис. 2г, де відстань між бар'єрами є ще більшою ($D/h = 3$), видно, що хвиля, яка утворилася після поділу солітону на першій перешкоді, встигає розігнатися і накочується на другу перешкоду. Після цього відбувається повноцінний повторний поділ прохідної хвилі, завдяки чому її амплітуда додатково

зменшується. З рис. 2 випливає, що ефективність хвилегасника, який складається з двох паралельних бар'єрів, посилюється при збільшенні відстані між його елементами.

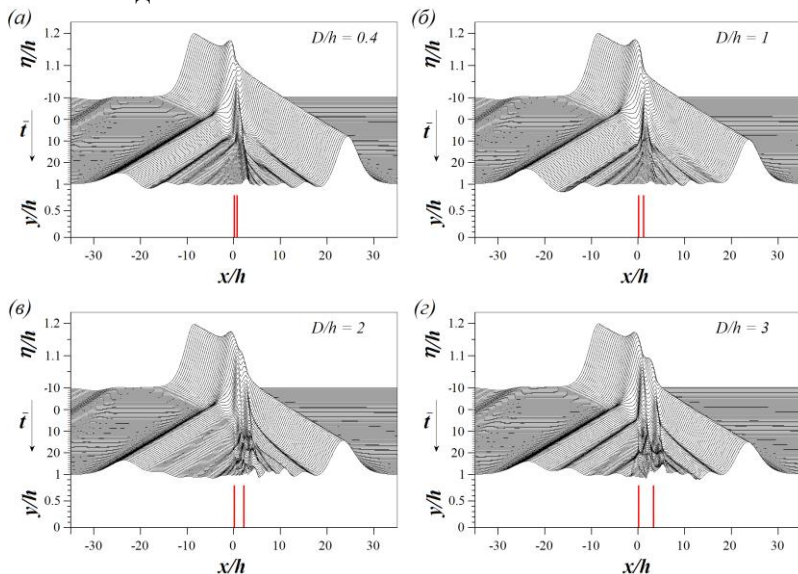


Рис. 2. Вплив відстані між елементами подвійного бар'єру на динаміку профілів вільної поверхні, які утворюються при проходженні солітонної хвилі

Солітонна хвиля, рухаючись, тягне за собою частинки рідини. В цьому сенсі можна вважати, що солітонна хвиля подібна до локальної однорідної течії. Коли ця течія зустрічає на своєму шляху перешкоду, вона перебудовується, що супроводжується генерацією зсувного потоку, з якого згодом формується вихрове поле. На рис. 3 наведені поля швидкості та завихореності в різні моменти часу, за якими можна спостерігати розвиток вихрового поля, генерованого хвилею у випадку малої відстані між елементами двохбар'єрної споруди. Зазначимо, що число Рейнольдса в цих розрахунках вводиться по глибині води в розрахунковому каналі і осередненій швидкості під гребенем хвилі, $Re = 0.7 \cdot 10^6$.

На рис. 3а видно, що хвиля, яка підходить до перешкоди, розганяє воду над нею. В результаті утворюється зсувний потік, який надалі відривається на вершині кожного з бар'єрів і згортається у вихори, що обертаються у напрямку руху хвилі. Оскільки хвильовий потік має найвищу швидкість під вершиною хвилі, момент, коли вона знаходиться між першою і другою перешкодами, характеризується найбільш інтенсивною течією в цій області (рис. 3б). Завдяки цьому, перший вихор доганяє другий, і вони зливаються в одну велику структуру. Потрібно зазначити, що до цього моменту рідина між бар'єрами практично не рухається. Коли вершина хвилі переходить за споруду, як на рис. 3в, частина завихореності гальмується і залишається між першим і другим бар'єрами, а інша – навпаки, розганяється та відривається з другого бар'єру, і тут починає формуватися великий вихор. Чим далі переміщується хвильовий фронт, тим менше він впливає на область поблизу споруди, тому, в ній починає домінувати циркуляційна течія. Обертання великого вихору, що розвинувся за другим бар'єром, викликає генерацію вторинної завихореності (рис. 3г,д). Поступово вона розрізає вихор, який утворився за першим бар'єром, і він ділиться на дві частини. Одна опускається вниз, а інша підіймається до вільної поверхні. Видно, що завдяки циркуляційній діяльності, рідина між бар'єрами приходить у рух. Отже, вихрове поле в цій системі бар'єрів складається з негативного вихору, розташованого у підніжжя другої перешкоди, пари протилежно спрямованих вихорів в зазорі між вільною поверхнею і спорудою, а також великого вихору за другою перешкодою (рис. 3е). Розрахунки показують, що надалі відбувається повільна дисипація цих вихорів без зміни конфігурації вихрового поля.

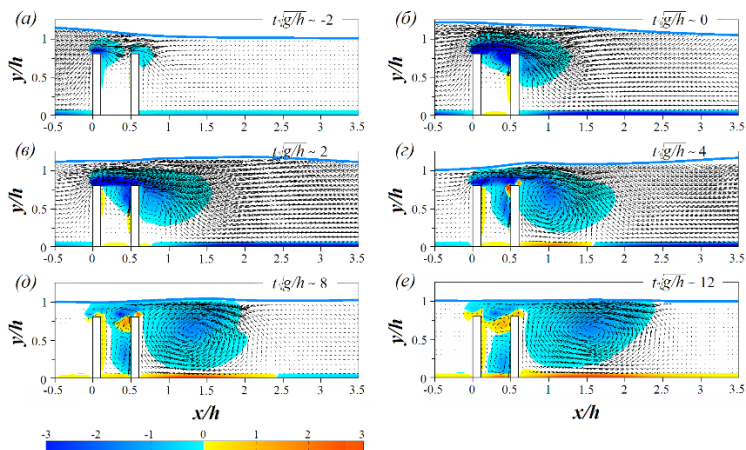


Рис. 3. Чисельна візуалізація полів швидкості і завихореності, які генеруються солітонною хвилею навколо зануреної спороуди з двох бар'єрів при $D/h = 0.4$

Рішення про оптимальну відстань між бар'єрами приймається на основі аналізу енергетичного хвильового коефіцієнту проходження, який характеризує долю енергії прохідної хвилі в енергії падаючої хвилі:

$$k_t = \sqrt{E_{tr} / E_{inc}} ,$$

де E_{inc}, E_{tr} – енергія падаючої та прохідної хвиль відповідно. Ми будемо розглядати квадрат цього коефіцієнту, оскільки він надає пряму інформацію про відсоток енергії, пов'язаної з процесом проходження. На рис. 4 наведені отримані в розрахунках залежності коефіцієнту k_t^2 від відстані між бар'єрами D/h . Зазначимо, що ця величина розраховувалася за формулами, отриманими в [3], на основі даних про амплітуду прохідної хвилі, яка остаточно відновлюється після другого бар'єру. Три криві на рисунку відповідають різній висоті бар'єрів. Можна бачити, що усі три залежності на початку зростають, тобто, захисні властивості такої споруди погіршуються, якщо порівнювати з однією захис-

ною стінкою. Це свідчить про неефективність двохбар'єрної конфігурації, якщо відстань між її елементами істотно менша за глибину води. Дійсно, в цьому випадку, як свідчить рис. 3б, міжбар'єрний проміжок відгороджений від хвилі завихореністю, і тоді хвиля розглядає споруду як суцільну широку перешкоду. Відновлення ефективності такого хвилегасника починається при $D/h \approx 1.5$. Після цього коефіцієнт k_t^2 ще повільно спадає, і, аналізуючи отриманій графіки можна зробити висновок, що $D/h \approx 2.5$ є оптимальною відстанню, після якої енергія прохідної хвилі майже не змінюється в усіх розглянутих випадках. Інший висновок, який випливає з рис. 4, полягає в тому що, ефективність хвилегасника, який розглядається, істотно залежить від висоти стінки (бар'єрів). Видно також, що застосовуючи двохбар'єрний хвилегасник, можна зменшити енергію падаючої хвилі майже на 80% (крива 3, $d/h = 0.9$).

Загальний підсумок проведеного моделювання полягає в тому, що двохбар'єрний занурений хвилегасник може бути ефективним інструментом захисту прибережної зони від хвиль, але розробка таких пристроїв потребує проведення досліджень щодо визначення їх ефективних конфігурацій, інакше, конструкція може виявитись недієвою.

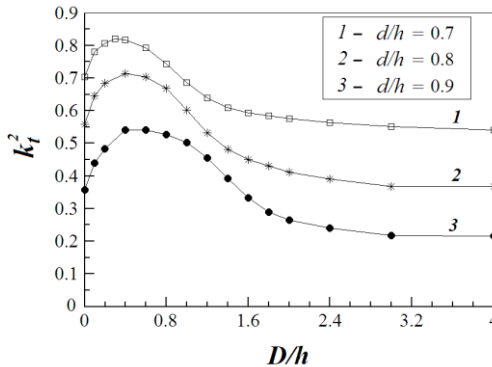


Рис. 4. Залежності квадрату енергетичного хвильового коефіцієнту k_t^2 від відстані D/h при різній висоті бар'єрів d/h

1. Wei Y., Rafiee A., Henry A., Dias F. Wave interaction with an oscillating wave surge converter // J. Ocean Engineering. – 104. – 2015. – P. 185–203. doi.org/10.1016/j.oceaneng.2015.05.002
2. Gorban I. A numerical study of solitary wave interactions with a bottom step// In: Sadovnichiy V., Zgurovsky M. (eds) Continuous and Distributed Systems II. Studies in Systems, Decision and Control, vol 30. Springer, Cham. – P. 369–387. doi.org/10.1007/978-3-319-19075-4_22
3. Li Y., Raichlen F. Energy balance model for breaking solitary wave runup // J. of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering. – 129. – № 2. – 2003. – P. 47–59. [doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-950X\(2003\)129:2\(47\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-950X(2003)129:2(47))

Геоінформаційна підтримка поводження з геологічним середовищем, як субстратом локалізації твердих побутових відходів

Трофимчук О.М.¹, Рогожин О.Г.¹, Азімов О.Т.²

¹*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Trofymchuk@nas.gov.ua, olexarog@gmail.com*

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

Полігони й звалища відходів (зокрема, твердих побутових відходів – ТПВ), виконуючи роль природоохоронних споруд шляхом захоронення та біодеградації, самі є джерелами негативного впливу на довкілля, які тим самим становлять загрозу для здоров'я людей. До **негативних видів впливу** слід віднести виведення значних земельних площ із господарського використання на довгостроковий термін, забруднення ґрунтів та порушення їх структури, забруднення поверхневих, ґрунтових і підземних вод, забруднення рослинного покриву, атмосферного повітря, підвищена пожежонебезпечність тощо [1].

Фахівці виділяють такі **види забруднення**: фізичне, теплове, хімічне, мікробіологічне, а в деяких випадках – радіоактивне. Фізичне забруднення зумовлене можливістю засмічення довколишньої території відходами і пилом, теплове – зміною теплового режиму геологічного середовища (ГС) в результаті підвищення температури в товщі відходів, хімічне – надходженням до довкілля хімічних сполук. Бактерійне забруднення пов'язане з розвитком патогенних організмів.

Таким чином, методологічна сутність об'єктів локалізації ТПВ може формулюватися як **природно-техно(антропо)генна система**. Ця система включає певну масу відходів і являє собою діюче або потенційне джерело надходження небезпечних забруднювачів до довкілля. Якщо в певній автономності від інших геосфер розглядати літосферу та її взаємодію з місцями розміщення ТПВ, тоді маємо **техно(антропо)генно-геологічну підсистему** в рамках природно-техно(антропо)генної системи загалом. За визначенням [2] техногенно-геологічна (під)система – частина ГС, що вміщує техногенні об'єкти; вона обмежується границями зон впливу геологічної діяльності.

Методичний **комплекс інформаційного забезпечення** досліджень і робіт з **поводження з ГС**, як субстратом локалізації ТПВ, повинен включати два блоки:

- створення прогнозно-палеореконструктивної ретроспективно-статичної моделі ГС;
- створення комплексної еколого-геологічної моделі техногенно-геологічного об'єкту.

При створенні **прогнозно-(палео)реконструктивної моделі ГС** маються на увазі дві **функції моделювання** – прогнозна і реконструктивна. **Прогнозна функція** моделювання охоплює три аспекти:

- прогнозування перспективних для локалізації ТПВ геологічних об'єктів (різної предметності, в різних масштабах);
- прогнозування функціональних властивостей ГС у межах локальних об'єктів ізоляції ТПВ;
- прогнозування розвитку геологічних процесів у часі в межах локальних об'єктів ізоляції ТПВ.

Реконструктивна функція моделювання ГС у районах, перспективних для ізоляції ТПВ, має на увазі встановлення структурних і літологічних (петрофізичних) (а відповідно і функціональних) характеристик геологічних об'єктів (різних масштабно-формаційних рангів), як головного завдання цільового статичного моделювання, і в той же час як параметрів до інструменту для встановлення геологічних процесів сучасності й реконструкції їх у минулому.

Основним робочим інструментом інформаційного забезпечення дій з поводження з об'єктами локалізації ТПВ у ГС є надання **інформаційних моделей** конкретних інфогеофреймів. У випадку ізоляції ТПВ у ГС *інфогеофрейм* – це геоінформаційне структурно-речовинне прогнозно-ретроспективно-статичне відображення (образ) певного класу геологічних об'єктів (або конкретного геологічного об'єкта), яке може використовуватися для цільового дослідження і (або) проведення дій з поводження з ГС [3]. Зміст інформаційних моделей (еколого-геологічних моделей) визначається цілями і завданнями поводження з референтним класом об'єктів (абстрактним інфогеофреймом).

Для обох класів локалізації ТПВ (полігонів захоронення та несанкціонованих звалищ) комплексна еколого-геологічна модель має ідентичну структуру, що включає підпорядковані підмоделі: цифрову структурно-літологічну (структурно-петрологічну), що є матричною для всіх інших побудов; гідрогеологічну (гідродинамічну і гідрохімічну), міграційну (для екологічно небезпечних елементів і сполук); інженерно-геологічну та ін. Виходячи з результатів моделювання, виконується аналіз безпеки – поточної для запланованих заходів і довгострокової для об'єктів захоронення ТПВ (полігонів), що проєктуються.

Одним з важливих інструментів моніторингу об'єктів локалізації ТПВ поряд з дослідженнями по регулярній мережі наземного опробування (літо-, гідро- і біогеохімічного) є застосування геоінформаційних технологій, що включають методи дистанційного зондування Землі.

Список використаних джерел

1. 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://nbuv.gov.ua/UJRN/geoinf_2020_1_9
2. Хрущов Д.П., Ремезова Е.А., Белевцев Р.Я. и др. Формационные алгоритмы теории информационного обеспечения исследований и работ по обращению с геологической средой. *Геоинформатика*. 2019. № 1 (69). С. 70–90. <http://www.geology.com.ua/ru/7673-2/>
3. Azimov O.T., Rogozhin O.G., Trofymchuk O.M., Khrushchov D.P. (2021). Geoinformation support for the management of the localization objects of municipal solid waste. *Proc. 20th EAGE Int. Conf. on Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects, 11-14 May 2021, Kyiv, Ukraine*, 1–8. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521169>

Погіршення санітарно-екологічного стану міста Борислав в умовах зміни клімату

Філіпович В.Є., Мичак А.Г.

(ДУ “Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі
Інституту геологічних наук НАН України”
vefilin2000@gmail.com)

Глобальне потепління до якого призводить зміни клімату стає новим екологічним чинником, що викликає нові, небезпечні для здоров'я населення, ситуації у районах тривалого нафтогазовидобування. Екологічним проблемам м. Борислав, що виникли внаслідок видобування вуглеводнів (нафти, газу, озокериту), вже більше 200 років. За цей час на родовищі в межах Борислава у кінці ХІХ– початку ХХ століть було споруджено близько 20 тис. шахт та колодязів глибиною до 100-200 метрів для видобутку озокериту та нафти та більше 2 тис нафтових свердловин (Tołwiński,

1934–1937; Копач, 1998; Цайтлер, 2010). З часом, такі гірничі виробки були ліквідовані, шляхом простого закидання стволів будь-яким підручним матеріалом, часто їх просто залишали у відкритому стані. Підземні пустоти заповнювались водою, абсорбували, акумулювали вуглеводні, що рухались шляхами міграцій з більш глибоких горизонтів і ставали активними джерелами газових еманцій у приземні шари атмосфери міста. З іншої сторони, в умовах глобального потепління відбувається зростання температури земної поверхні геологічного середовища, або в англійській інтерпретації — LST (Land Surface Temperature). Для розрахунків LST і аналізу розподілу температур по поверхні Бориславського родовища використані матеріали супутникових зйомок Landsat за серпень місяць протягом 1984–2023 рр. (рис. 1). На приведеній діаграмі чітко відстежуються зростання денних максимальних, мінімальних і середніх LST та їхніх лінійних трендів.



Рисунок. 1 — Зростання денної поверхневої температури у м. Борислав в серпні місяці протягом 1984–2023 рр.

При цьому мінімальні денні температури зростають більше ніж максимальні. Так мінімальні LST збільшилися з 11–15°C (1984–1988 рр.) до 23–26°C (2019–2023). Максимальні денні температури зросли з 35–40°C до 44–46°C. Середні денні температури

мають дещо повільніше зростання з 22-26°C до 28-31°C. Зауважимо, що як правило, мінімальні LST приблизно відповідають температурі приземного повітря, що підтверджується даними метеоспостережень. Таким чином з 1984 р. спостерігається перманентний ріст температур, як у повітрі, так і на земній поверхні.

По площі родовища (у межах ареалу максимальної щільності нафтогазовидобувних свердловин) відмічається зростання LST у центрі міста (рис.2). На рисунку, зліва показано розподіл LST на території м. Борислав у серпні 1989 р, а справа – у серпні 2022 р. Звертає на себе увагу збільшення прогріву поверхні у межах ареалу розповсюдження виявлених нафтодобувних шурфів та колодязів, через які відбуваються постійні еманції вуглеводнів. Природньо, що з підвищенням температури поверхні у літній період 1989 р. з 25-30°C до 40-45°C і більше у 2022-2023 рр. підвищується і швидкість та кількість випаровування вуглеводнів, що веде до забруднення нижніх шарів атмосфери і погіршення санітарно-екологічного стану міста.

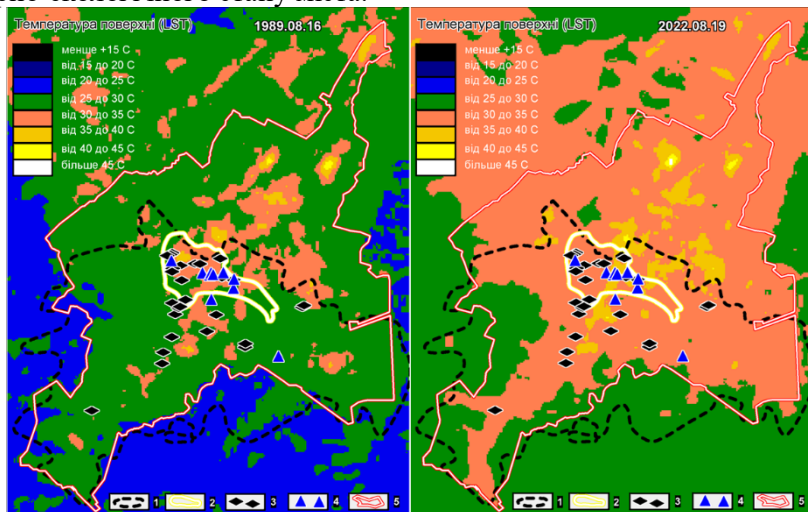


Рисунок. 2 — Зміна літньої денної температури поверхні міського середовища на протязі 1989-2022 рр.

Умовні позначення: 1-ареал максимальної щільності нафтогазовидобувних свердловин; 2-ареал розповсюдження виявлених

нафтодобувних шурфів та колодязів; 3-місяця нафтопроявів на денній поверхні; 4-місяця газових еманцій (більше 6% по метану); 5-межа м.Борислав.

Максимальним прогрівом характеризуються і забруднені вуглеводнями та важкими металами відвальні ґрунти озокеритової шахти. В таких нових екологічних умовах ліквідація джерел вуглеводневих еманцій у центрі міста та рекультивация відвальних ґрунтів озокеритової шахти є нагальною і необхідною потребою захисту здоров'я населення м.Борислав.

Виявлення місць порушень поверхневого шару ґрунту на природоохоронних територіях України в зоні бойових дій

*Олександр Трофимчук¹, Сніжана Загородня¹,
В'ячеслав Вишняков¹, Вікторія Клименко¹, Наталя Шевякіна¹,
Ігор Радчук¹, Сергій Слатін²*

¹Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Чоколівський бульв., 13, 03186 Київ, Україна, e-mail: zagorodnya.s@gmail.com

²Національний центр управління та випробувань космічних засобів, вулиця Князів Острозьких, 8, 02000 Київ, Україна

Війна викликає широкий спектр екологічних проблем. Це стає особливо актуальним, коли військові дії тривають тривалий час, є інтенсивними та охоплюють велику територію[1]. На території України внаслідок впливу війни протягом останніх років відбувається значний вплив на природні екосистеми та руйнування поверхневих шарів ґрунту [2]. Згубні наслідки війни на ґрунтовий покрив проявляються через порушення поверхневих шарів, хімічне забруднення та мінеральне забруднення [3]. Наявність сміття та хімічних залишків ще більше погіршує ситуацію, оскільки вони можуть проникнути в місцеві джерела ґрунтових вод і згодом порушити місцевий харчовий ланцюг. Також відбувається порушення міграційних шляхів і знищення критичних середовищ

існування – все це сприяє зменшенню біорізноманіття в зонах бойових дій.

Метою роботи є оцінка стану та просторово-часових змін з ідентифікацією порушень ґрунтового покриття на території природоохоронних об'єктів внаслідок військових дій за допомогою обробки даних ДЗЗ. Проведено широкий аналіз супутникових знімків і топографічних даних, щоб виявити та кількісно визначити ступінь порушення поверхневого шару ґрунту. Дослідження має на меті отримати інформацію для сталого управління природоохоронними ресурсами та зусиль щодо збереження. В процесі досліджень здійснено обробку серії супутникових знімків місії Sentinel-2A, SkySat і WorldView 01-03, з просторовою роздільною здатністю від 10 до 0,5 метрів та радіолокаційні дані таких супутників, як Sentinel-1A, Capella, CSM, RCM1 і ICEYE. Супутникові знімки оброблено за допомогою програми ArcMap 10. Для дешифрування космічних знімків застосовано наступні методи обробки: Попередня обробка зображень, виправлення та покращення якості зображень, класифікація супутникових зображень, ідентифікація різних об'єктів за їхніми характеристиками. Виділення особливостей зображень: вилучення цікавих об'єктів для подальшого аналізу зображень дороги, будівлі та інші військові об'єкти ідентифіковано та представлено як векторні дані. Об'єднано кількох супутникових зображень з різною спектральною або просторовою роздільною здатністю для створення складеного зображення з розширеною просторовою та спектральною інформацією.

За результатами супутникового моніторингу природно-заповідних територій Чорноморського біосферного заповідника та Національного природного парку «Білобережжя Святослава» у Херсонській та Миколаївській областях період з 07.03.2022 р. по 13.04.2023 р. отримано наступні результати. В зоні зйомки (територія Кінбурнської коси) було ідентифіковано більше 2100 га знищеної поверхні природно - заповідної зони внаслідок будівництва різноманітних фортифікаційних споруд (траншей, окопів, укриття для техніки), вогневих позицій, вирв, зруйнованих будівель та згарищ. Виявлено місця порушення поверхневого шару

грунту, зруйновані середовища існування. За даними супутникової зйомки з космічного апарату WorldView 03 в зоні зйомки було ідентифіковано 22,2 км. траншей, 21 км² згарищ, 159 вирв від снарядів загальною площею 6 406 м². За результатами супутникового моніторингу вищевказаних окупованих природно – заповідних територій сформовано 35 ситуаційних карт оглядової космічної зйомки, що надає можливість збільшити періодичність дослідження зазначених територій та довести факти: присутності ворожої військової техніки, будівництва різноманітних фортифікаційних споруд (траншей, окопів, укриття для техніки), наявності вогневих позицій, знаходження і пересування автомобільних та інших габаритних транспортних засобів. Що свідчать про суттєві порушення та зміни поверхневого шару ґрунту в межах природоохоронних територій, що знаходяться в районі бойових дій. Ці порушення включають збільшення темпів ерозії, втрату рослинності в тому числі види які знаходяться під особливою охороною та погіршення якості ґрунту. Спираючись на виявлені порушення поверхневого шару ґрунту, необхідна подальша розробка та впровадження ефективних відновлювально-охоронних заходів. Стратегії інтегрованого управління природоохоронних територій, що включають ґрунто відновлення, ініціативи з боротьби з ерозією та практики сталого землекористування, визначені як важливі підходи до відновлення та майбутнього захисту цих природоохоронних територій. Це дослідження надає наукові докази для підтримки процесів прийняття рішень щодо ініціатив щодо збереження та зусиль з відновлення навколишнього середовища після війни в постраждалих регіонах.

Література

1. Lawrence, Michael J, Holly L.J Stemberger, Aaron J Zolderdo, Daniel P Struthers, and Steven J Cooke. "The Effects of Modern War and Military Activities on Biodiversity and the Environment." *Environmental Reviews* 23.4 (2015): 443-60. DOI: 10.1139/er-2015-0039
2. Tomchenko, O., Khyzhniak, A., Sheviakina, N., Zahorodnia, S., Yelistratova, L., Yakovenko, M. & Stakhiv, I. (2023). Assessment and monitoring of fires caused by the War in Ukraine on Landscape scale.

Journal of Landscape Ecology,16(2) 76-97. [DOI: 10.2478/jlecol-2023-0011](https://doi.org/10.2478/jlecol-2023-0011)

3. Trofymchuk, O., Vishnyakov, V., Sheviakina, N., Klymenko, V., and O. Tomchenko (2022). Detection of thermal anomalies as a result of military actions in Ukraine by remotesensing methods. International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM 22.2:303-13.DOI: 10.5593/sgem2022/2.1/s10.35

Метод оцінки можливості ведення сільгоспробіт на прифронтових територіях

Ллюхіна К.В., керівник Бутенко О.С.

(Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»)

Війна, що точиться на території України, призвела до суттєвого здорожчання основних ресурсів, скорочення кількості потужностей для зберігання зерна, а також стрімкого погіршення фінансового стану сільгоспвиробників В поточному сезоні собівартість вирощування зернових та олійних культур в Україні суттєво зросла, тоді як у динаміці ціни на вирощене збіжжя переважає знижувальний тренд.

У зоні бойових дій опинилося приблизно 20 % сільгоспземель України. За оцінками експертів, на відновлення родючості цих земель знадобиться щонайменше 15 мільярдів доларів та близько 10 років, щоб привести ґрунт у більш-менш нормальний порядок.

Важливе значення в даний час набуває сьогоденний аналіз ґрунтів, які деокупаються, та на яких уже можна розробляти методику оцінки їх якості й відновлення для подальшого ведення сільгоспробіт. Оскільки, чим раніше буде опрацьовуватися це питання, тим швидше країна зможе вийти з економічної та промислової кризи. Отримання відомостей про детальну складову ґрунтів та їх занепад корисно з точки зору прогнозу врожайності, який призводиться через війну, оскільки інтенсивність отруєння

земної поверхні від збрядь може лише збільшуватися під впливом часу чи нових бойових атак, що у свою чергу несуть за собою негативні природні та економічні наслідки.

Тому метою роботи є підвищення ефективності ведення сільгоспробіт на прифронтових територіях. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі: визначити основні фактори, що спричиняють занепад якості ґрунту на прифронтових територіях та загрозу фермерів під час роботи на них; провести наукометричний аналіз методів визначення можливості ведення сільгоспробіт на прифронтових територіях; розробити методіку оцінки можливості ведення сільгоспробіт на прифронтових територіях.

Згідно із концепцією сталого розвитку (Sustainable development) вирішення поставлених задач повинні орієнтуватися на трьох базових принципах:

1. Економічний – використання обмежених ресурсів та застосуванні природо-, енерго- і матеріалозберігаючих технологій для створення потоку сукупного доходу, який би забезпечував принаймні збереження (не зменшення) сукупного капіталу (фізичного природного, або людського), з використанням якого цей сукупний дохід створюється.

2. Соціальний – розвиток, спрямований на збереження стабільності суспільних і культурних систем, на зменшення кількості конфліктів у суспільстві;

3. Екологічний – забезпечення цілісності біологічних і фізичних природних систем, їх життєздатності, від чого залежить глобальна стабільність усієї біосфери.

Одним із найефективніших методів проведення моніторингу являється використання БПЛА. Використання малогабаритних безпілотних літальних апаратів має багато переваг у порівнянні із традиційними методами зйомки з використанням пілотованого літака, а саме: відсутність необхідності в спеціальних злітно-посадкових майданчиках, можливість літати при мінімальній висоті в 150–200 м, що, в свою чергу, дозволяє перебувати під хмарами практично в будь-який час. Найголовніший плюс використання БПЛА — це можливість детальної зйомки невеликих об'єктів, так

як даний вид аерофотозйомки дозволяє проводити роботи з аерофотозйомки невеликих об'єктів і малих майданчиків там, де зробити це іншим видам аерофотозйомки не рентабельно, а в ряді випадків технічно неможливо.

Проте, незважаючи на позитивність використання БПЛА, існують також й інші фактори впливу з урахуванням його специфіки. Ці фактори можуть оцінюватися як зі знаком «+», так і «-», де «+» є посиленням результату, а «-» - гальмуванням.

Отже, використання ГІС-технологій якраз дозволяє дотримуватися базових принципів при вирішенні поставлених нами задач, а також розпланувати маршрути за якими буде проводитися оцінювання можливостей нейтралізації наслідків ураження сільгосп територій, оптимізувати розміщення ресурсів і об'єктів управління розвитку землі, спиратися на просторово-розподілені дані та аналізувати сферу походження складової ґрунту як систему. Головною перевагою БПЛА є те, що вихідні дані аерознімання можна також застосовувати для одержання просторової інформації у важкодоступних зонах, моніторингу потенційно небезпечних для життя людини об'єктів, інвентаризації земель населених пунктів.

Література

1. «Реалізація врожаю в умовах війни: випробування на міцність для українських аграріїв» // Інформаційний ресурс. — Режим доступу: <https://www.apk-inform.com/uk/exclusive/topic/1530854>
2. «Основи ГІС» // Інформаційний ресурс. — Режим доступу: <http://www.geoguide.com.ua/survey/survey.php?part=gis>
3. «Світовий центр даних з геоінформатики та сталого розвитку» // Інформаційний ресурс. — Режим доступу: <http://wdc.org.ua/uk/node/356>

Program for monitoring agricultural land using remote sensing data

Danshyna S. U., Podorozhko K. D.

(National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute"

e-mail: s.danshyna@khai.edu, k.d.buriak@student.khai.edu)

The problem of unregulated plowing of land in the Siverskyi Donets River basin is very urgent. Tracking the emergence of new agricultural land is a complex and lengthy process that requires new approaches to implement. The development of remote sensing capabilities and geographic information systems opens up new opportunities for monitoring the state of the land using satellite images. An image is considered a more capacious data carrier that can be analyzed as a two-dimensional signal. However, solving monitoring tasks while working with visual data requires special image processing tools that can be used throughout the country with the required level of efficiency.

A program has been developed that can be used to identify land plots on satellite images for further verification by specialists as to whether they belong to agricultural land. The program was written in the Microsoft Visual Studio software environment in the C# object-oriented programming language. It combines a set of modules that are responsible for certain functions that are implemented by the program as events generated by the user selecting the appropriate program button.

The main functions of the program in the main menu are realized using: buttons of the upper panel; windows of variable parameters of the lower panel and informative windows of the right panel. At the beginning of the work, using the buttons of the lower panel ("Outline the working area", "Working window size"), select the area of work with the image, specifying the value of the working window size (fig. 1).



Fig. 1. Interface of the program bottom panel

In addition to typical service buttons ("Open File", "Save to File", etc.), the top panel combines buttons for working with image parameters and analyzing them (fig. 2).



Fig. 2. Top panel of the main program menu

Pressing the buttons for working with image parameters triggers events that implement typical image management functions, such as changing the image brightness and contrast. Additionally, the Spectrum button implements the function of decomposing the image into its main color components (red, green and blue), and the RGB button displays the image in one of the main colors of the spectrum, which is necessary when identifying objects with certain characteristics on the satellite image.

Noise removal is an important task in image processing, as noise makes it difficult to analyze images visually. Implementation of image noise smoothing functions is carried out by selecting a specific filter from the list, in particular: linear (arithmetic mean, simple threshold, Gaussian), rank (median, alpha-cut), or nonlinear (geometric mean, harmonic mean, counter-harmonic mean). To determine the variable parameters of the filters, use the buttons of the lower panel (Fig. 1): threshold P (when using a linear simple threshold filter), sigma (when using a linear Gaussian filter), alpha (when using a rank filter), and q (when using a nonlinear filter). The "Luminance Differences" button allows you to get a certain visualization of the contrast image by selecting from the list of output signal encoding algorithms, namely the nonlinear Roberts, Sobel, Kirsch, or Wallis algorithm (fig. 2). The Histogram button in the program's main menu implements the function of building separate histograms of brightness by RGB values of the selected image area. Histogram colors are also set separately. Clicking the "Calculate maximum" button launches the function of reading from a text file, which is formed at the stage of building histograms of brightness. The RGB values of the selected area of the im-

age are written to a text file generated by the program and automatically saved to disk D. These values are presented in the form of three columns

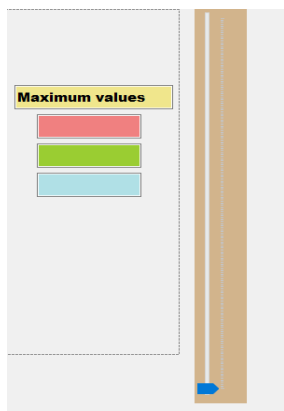


Fig. 3. The right panel of the program

for each RGB value. By pressing the Probability button, you can highlight objects in red based on the probability of their brightness value (pixels with the same brightness) falling within a certain range. Using the buttons of the informative windows of the right panel (Fig. 3), you can display pixel brightness values by RGB indicators (values from 0 to 255) from the file that is generated by clicking the "Write to file" or "Histogram" buttons. Informative windows are arranged on the panel according to RGB values, each with a corresponding

color for better visualization of the maximum brightness values.

Usage of geoinformation data for climate change assessment (on the example of the Chernobyl radiation and ecological biosphere reserve)

Skydan O.V., Fedoniuk T.P., Pyvovar P.V., Topolnytskyi P.P.

(Polissia National University,

tetiana.fedoniuk@polissiauniver.edu.ua)

The Earth's climate is changing rapidly. The consequences and scale of changes today are difficult to predict, both for the economy and for human habitat. In this context, special categories of landscapes require special attention, such as, for example, the Chernobyl Radiation-Ecological Biosphere Reserve territory (ChERBZ). After the accident at the Chernobyl nuclear power plant, the refusal to use radioactively contaminated territories led to the fact that many lands were left unattended for a long time. Due to its isolation, the area is

filled with opportunities to study the natural restoration and rewilding of ecosystems associated with man-made disasters. All these factors have effectively turned the exclusion zone into one of the largest wilderness areas on Earth. The territory of the reserve is extremely large, so remote sensing is considered a key technology to assess the restoration and development of landscapes as a whole and their individual parts, with a wide range of tools and databases available for in-depth analysis and study, as well as understanding the geospatial distribution.

With the reduction of anthropogenic activity, it was possible to restore natural processes in the ChREBZ ecosystems. However, given the specificity of the territory and the impact of climate change, the "radioactive legacy of the Chernobyl disaster" preserved there can pose a significant threat. Such factors can include an increase in the frequency of fires, a decrease in the groundwater level, erosion processes, forest mortality, desertification, floods, etc.

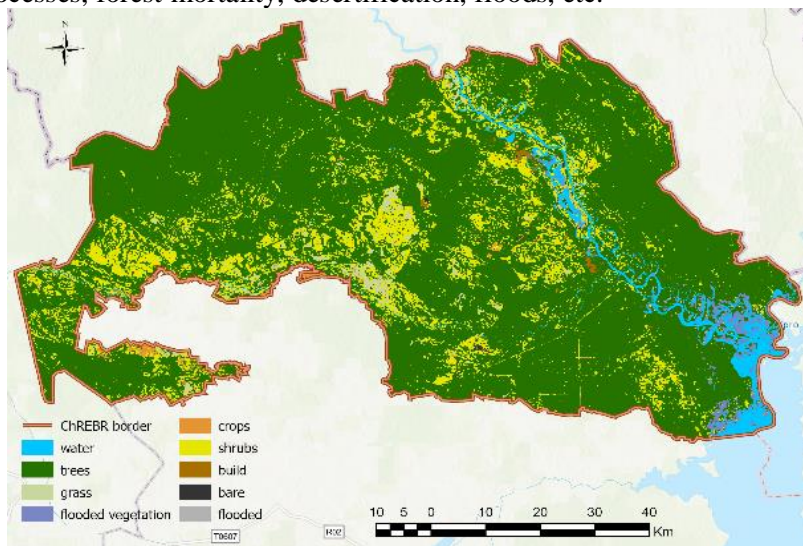


Fig. 1: Landscape composition of ChREBZ (2022)

Over the past seven years, there has been a shift in forest massifs, which has led to increased overgrowth of pastures (Fig. 1). In general, the intensity of transformational processes is steadily decreasing

compared to previous decades. However, large tracts of forest have been lost to floods, particularly along the Pripjat and Uzh rivers in 2018, as well as large forest fires, the frequency of which has increased recently.

With this in mind, we analyzed changes in the temperature regime for this area over the past 50 years using Earth remote sensing data: the Copernicus Climate Change Service (C3S) datasets¹. Thus, changes over a 50-year period amount to 0.2-0.3 °C in the direction of warming. Also, there is a trend of temperature increases in January, February, and March, especially in the last two decades (Fig. 2). It is obvious that climate change affects the number of natural and anthropogenic disasters, such as forest fires.

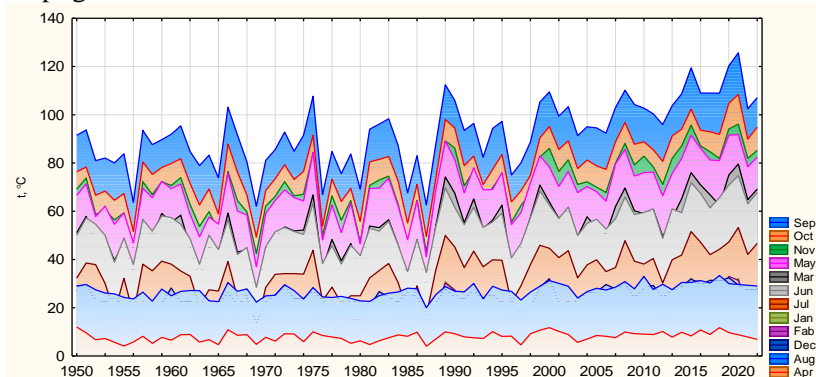


Fig. 2. Changes in the temperature regime of CHREBZ over the past 70 years.

To confirm these data, we analyzed the number of fires over the past 20 years using MODIS satellite data².

¹ Copernicus Climate Change Service (C3S) (2017): ERA5: Fifth generation of ECMWF atmospheric reanalyses of the global climate. Copernicus Climate Change Service Climate Data Store (CDS), (date of access), <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/>home

² MODIS Collection 6 NRT Hotspot / Active Fire Detections MCD14DL. Available on-line <https://earthdata.nasa.gov/firms>. doi:10.5067/FIRMS/MODIS/MCD14DL.NRT.006

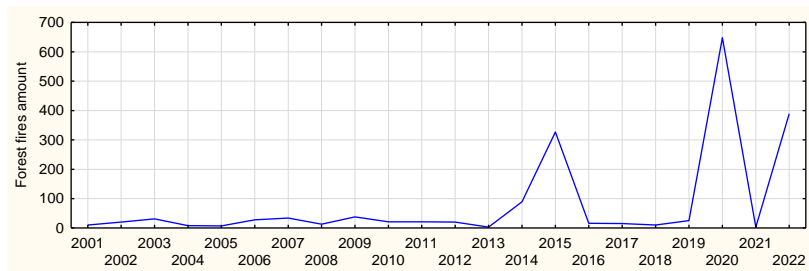


Fig. 3. The number of forest fires on the territory of ChREBZ

During the period from 2001 to 2022, 1,776 fires broke out on the territory of the current CHREBZ, which covered 90,000 ha of radionuclide-contaminated territory (Fig. 3). Data analysis shows clearly visible fire peaks in 2002, 2009, 2015, 2020, and 2022 - when the number and area of fires were higher than in the previous and subsequent years, and general trends of an increase in the number of fires in the region.

Методика визначення ділянок самозаліснення з використанням ГІС

Горелик С.І., Сич Р.С

*(Національний аерокосмічний університет ім.М.Є.Жуковського
«ХАІ» romaowl9@gmail.com)*

Ліси є важливою екосистемою для життя на Землі. Їх вплив на клімат та збереження біорізноманіття неоціненний. Адже ліси є найдешевшим та найактивнішим поглиначем вуглекислого газу. Щороку один гектар лісу поглинає 6,5 тонн вуглекислого газу та виділяє 5 тонн кисню.

В Україні загальна площа лісового фонду складає 10,4 млн га, що становить 15,9% площі країни. Спостереження за лісовими ресурсами здійснює Державне агентство лісових ресурсів України. Одним з завдань якого є визначення неврахованих лісових

масивів тобто ділянок самозаліснення. На сьогодні це відкрите питання, яке ще не вирішено в масштабах країни.

Тому, метою даної роботи є підвищення точності визначення ділянок самозаліснення та розрахунку кількості дерев на основі геоінформаційних технологій.

Самозаліснена ділянка – земельна ділянка будь-якої категорії земель (крім земель лісогосподарського призначення, природно-заповідного та іншого природоохоронного призначення) площею понад 0,5 гектара, вкрита частково чи повністю лісовою рослинністю, заліснення якої відбулося природним шляхом.

Одним з актуальних методів є визначення самозаліснених ділянок за допомогою даних дистанційного зондування Землі. Існує декілька електронних ресурсів, які надають можливість отримати знімки з високою розподільною здатність цілком безкоштовно.

Для уточнення заліснених територій слід використовувати базову карту ArcGIS. Висока роздільна здатність космічних знімків дозволяє по отриманим даним NDVI точно встановити границі лісових масивів.

Використання ресурсу Відкритого реєстру лісорубних квитків дозволило дізнатися, де знаходяться інвентаризовані лісові ділянки. Це дозволило відсіяти великі лісові масиви, які не відносяться до самозаліснення.

Визначення самозаліснених територій здійснювалося за даними електронного ресурсу Публічна Кадастрова Карта. З використанням наведених даних визначався тип цільового використання ділянки та робився висновок щодо «самозаліснення».

У якості практичної реалізації розробленої методики обрана підконтрольна частина Донецької та Луганської області (до 23.02.2022) згідно завдання Науково-дослідного інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького.

Для отримання даних про кількісну характеристику дерев на ділянках самозаліснення було зроблено вибірку декількох ділянок з різних районів для забезпечення розрахунків різними даними.

У результаті розрахунків визначено, що загальна середня арифметична кількості дерев на одиницю площі в межах досліджуваної території складає – 10 тис дерев/км².

Сумарна площа районів за якими виконувалась робота 83025,7 км². Загальна площа самозаліснення двох районів складає 505,8 км². На Луганську область приходитьсья 191,3 км² та 314,5 км² на Донецьку область. Відсоток площі самозаліснених ділянок складає на Луганській області у 5 районах є приблизно 0,05%, для Донецької області, 8 районів – приблизно 1%.



Рис.1 - Картографічна модель щільності ділянок самозаліснення

Аналіз існуючих методів та методик показав, що оптимальним рішенням для покращення процесу визначення ділянок самозаліснення є поєднання даних дистанційного зондування землі та геоінформаційних технологій. Визначено, що для ідентифікації ділянок самозаліснення доцільно використовувати дані з супутників Sentinel-2 та Landsat-8.

Розроблена методика впроваджено в господарчо-договірну тему №36/21 від 03.11.2021 про надання послуг з «Запровадження та функціонування регіональної системи моніторингу навколишнього середовища».

Перелік літератури:

1. ЗАКОН УКРАЇНИ Про внесення змін до деяких законодавчих актів щодо збереження лісів
2. Mariushko M. The methodology of obtaining free multispectral remote sensing data of the Earth in problems of studying the status of land cover [Text] / M. Mariushko, R.

Pashchenko // Polish Journal of Science, 2021. – Vol. 2, No. 39. – pp. 23 – 29.c.

Ємність екосистем та роль у формуванні їх надійності

Войціцький В.М., Довбиш О.Б., Хижняк С.В.

(Національний університет біоресурсів і природокористування України, E-mail: khs2014@ukr.net)

Екосистема (грецьк. *oikos* – житло, місце перебування та *sistema* – ціле, складене з частин) – сукупність організмів, що мешкають разом, та умов їх існування, які знаходяться у закономірному зв'язку між собою та довкіллям і утворюють систему взаємообумовлених біотичних та абіотичних явищ і процесів. За дії природних і антропогенних чинників екосистеми здатні реагувати на привнесення нехарактерних для них фізичних, хімічних і біологічних агентів або перевищення в них багаторічних кількісних рівнів цих агентів.

Однією з характеристик екосистем є їх ємність (англ. *capacity* – за основним значенням). Цей термін застосовується для кількох явищ і процесів: це, наприклад, ємність носія інформації (кількість інформації, яку на нього можна записати); електрична ємність (здатність накопичувати електричні сигнали), ємність споруд, що призначені для акумуляції та накопичення рідин, сипучих матеріалів та їх сумішей (пульп), ємність посудин (об'єм чи маса рідин або сипучих матеріалів, які поміщаються в ці посудини) та ін. В принципі ємність – це здатність умістити в собі якусь кількість чогось.

В екології ємність екосистем (*capacity ecosystems*) – це міра здатності екосистем до забезпечення нормальної життєздатності певної популяції (сукупності особин певного виду організмів, що населяють дану територію) невизначено довго. Це також міра здатності певного оточення до забезпечення нормальної життєздатності деякого біотичного угруповання, що розглядається як центральне у виділеній сукупності організмів. Існують також ще

інші тотожні визначення поняття «ємність екосистем», які всі зводяться до того, що така ємність – це максимальна кількість токсичного забрудника (або декількох забрудників), що може уміститися у певній екосистемі, не порушуючи її основних функцій і властивостей.

Відносно назви терміну «ємність» необхідно, мабуть, відмітити, що в українській мові замість терміну «ємність» доцільно використовувати термін «місткість», але поки що в науковій літературі домінує все ж таки термін «ємність».

Здатність екосистем накопичувати і міцно утримувати токсичні речовини, що надходять до них, є їхньою фундаментальною властивістю. Мірою цієї властивості екосистем може бути фактор ємності – відношення кількості екотоксиканта, що міцно сорбований компонентами екосистеми, до всієї кількості цього токсиканта, що надійшла до екосистеми. Верхньою межею фактору ємності є така кількість екотоксиканта, яка ще не порушує функціонування екосистем.

Для екосистеми, яка складається, наприклад, з двох основних компонентів – біота і вода водойми, де мешкає ця біота, фактори ємності біоти (F_b) і води (F_w) для певного екотоксиканта можна оцінити наступним чином:

$$F_b = \frac{PK}{1+PK}; \quad F_w = \frac{1}{1+PK}$$

де P – щільність біомаси в одиниці об'єму води;

K – коефіцієнт накопичення «вода-біота», який становить співвідношення між кількістю певного екотоксиканта в одиниці компонента екосистеми (в даному випадку води, C_1 та його вміст в об'єкті екосистеми (в даному випадку біоті, C_2):

$$K = C_1/C_2$$

Згідно запропонованої концепції стан біоти екосистем за впливу негативних чинників довкілля визначається їхньою надійністю, а також взаємозв'язаним з нею ефективним функціонуванням таких основних процесів, як відновлення, резервування і кондиціонування (постійного підтримування середовища існування у стані, який придатний для конкретних екосистем).

Надійність екосистем (англ. *reliability ecosystems*) – це фундаментальна ознака екосистем, що визначає їхню здатність (імовірність) ефективно, безвідмовно і стійко існувати та функціонувати в умовах, які змінюються у часі, за природних чи антропогенних негативних впливів. Вона визначається, в першу чергу, структурною будовою екосистеми і фундаментальними властивостями, які сформовані при утворенні такої системи і були закріплені в процесі її розвитку.

Дослідження надійності екосистем і параметрів їхньої ємності для екоотоксикантів (зокрема, хімічних токсичних забрудників) дозволяють встановити існування чіткої позитивної кореляції між цими показниками. Саме ємність екосистем може слугувати певним «екологічним термометром», який вимірює стан і благополуччя біоти за дії негативних чинників, а також вона може бути мірою з оцінки такої дії.

Для захисту довкілля та здоров'я населення розробляються і застосовуються науково обґрунтовані контрзаходи щодо наслідків дії негативних чинників природного і антропогенного походження. В основі цього знаходиться забезпечення надійності екосистем, у визначенні якої суттєвим є їхня ємність стосовно екоотоксикантів.

Оцінка можливості застосування хімічної зброї в умовах сьогодення

*Войціцький В.М., Хижняк С.В., Самкова О.П.
(Національний університет біоресурсів і природокористування України, E-mail: khs2014@ukr.net)*

Розпочата 24.02.2022 р. повномасштабна війна російської федерації проти України окрім застосування типового сучасного озброєння характеризується застосуванням з боку росії хімічної зброї, уражаюча дія якої заснована на використанні бойових токсичних (отруйних) речовин. Сьогодні військові дії росії – це

прояв екоциду (грецьк. *oikos* – місце мешкання, родина та лат. *caedere* – вбивати) стосовно довкілля.

Перші види хімічної зброї, задушливої та подразнюючої дії (фосген, дифосген, хлор, хлорпикрин) були використані під час Першої світової війни (серпень 1914 р. – листопад 1918 р.). Так, з квітня 1915 р. по листопад 1918 р. відбулося понад 50 німецьких атак зі застосуванням хімічної зброї, а проти німецьких військ у цей період – 150 англійських і 20 французьких газових атак.

Під час Другої світової війни (вересень 1939 р. – вересень 1945 р.) Німеччина використовувала хімічну зброю в концтаборах («газові камери»), в експериментах на в'язнях. Нарощувалося виробництво отруйних газів, але вони були використані тільки одноразово для отруєння радянських військових, які перебували в Аджимушкайських каменоломнях в окупованому Криму (перша атака відбулася 24 травня 1942 р.).

Хімічна бойова зброя застосовувалася в недалекому минулому (2015 – 2017 рр.) під час війни в Сирії, хоча перші хімічні атаки були зафіксовані ще в грудні 2013 р. Зареєстровано 161 атаку із застосуванням хімічної зброї під час якої загинуло 149 осіб і ще 14581 зазнали отруєння різного ступеня. Влітку 2015 р. хімічна зброя опинилась в руках ісламських військових формувань, зокрема, ІДІЛ. Відомі випадки застосування цієї терористичною організацією хімічної зброї на основі хлору та іприту (гірчичного газу, $C_4H_8Cl_2S$).

Терористичний акт із застосуванням отруйної речовини зарину ($C_4H_{10}FO_2P$) стався 20.03.1995 р. на станціях токійського метро, коли за різними даними загинуло від 10 до 12 осіб, понад 5000 отримали отруєння різного ступеня тяжкості.

Виникнення хімічної небезпеки можливе також за аварій на хімічних підприємствах, в тому числі спричинених військовими діями.

Хімічні отруйні речовини відносяться до різних класів хімічних сполук, мають різноманітні фізико-хімічні та токсичні властивості, що обумовило створення різних класифікацій, основними з яких є: токсикологічна (за токсичною дією), тактична (за бойовим призначенням), за стійкістю на місцевості в умовах бо-

йового застосування, за швидкістю настання уражаючої дії, залежно від рівня виробництва і запасів (табельні та резервні), хімічна (залежно від хімічної структури).

Різновидом хімічної зброї є так звані бінарні пристрої до складу яких входять нетоксичні або малотоксичні речовини, що є реагентами для утворення цільової отруйної речовини. Ці реагенти змішуються під час потрапляння боєприпасу (ракети, бомби, артилерійського снаряду) у ціль.

Для кожного класу хімічної зброї, окремих бойових хімічних речовин, досліджено різні параметри: токсикокінетичні (шляхи надходження, розподілу, метаболічного перетворення та виведення), токсикодинамічні (стадії прояву отруєння), токсикометричні (кількісний прояв токсичності та небезпеки). Визначаються також міри і способи попередження уражень та медичної допомоги у разі уражень.

У реаліях сьогодення кожна людина повинна знати і бути готовою виконувати правила поведінки при об'явленні сигналу хімічної тривоги (церковний дзвін). Необхідно також бути спостережливим щодо появи аерозолей, «туману», характерного запаху тощо, а також масової загибелі дрібних тварин, птахів, комах та інше, що є проявом можливого використання хімічної зброї.

Протягом вже більше століття людство, прагнучи запобігти небезпечним наслідкам застосування хімічної зброї, веде активну боротьбу про її заборону. Проте залишається чимало джерел виникнення хімічної небезпеки. Це можуть бути терористичні атаки, аварії на хімічних підприємствах, різного виду агресії. Велику небезпеку становлять значні обсяги накопичених хімічних отруйних речовин і труднощі щодо безпечного їх зберігання.

Еколого-геологічні наслідки створення, осушення та консервативного варіанту відновлення Каховського водосховища.

*Яковлев Є.О., Рогожин О.Г., Стефанишин Д.В., Крета Д.Л.
(Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України, E - mail: olexarog@gmail.com)*

Формування гігантської природно-техногенної геосистеми Каховського гідровузла розпочалося згідно «сталінського плану перетворення природи» в 1955 р. із введенням в експлуатацію ГЕС (потужністю понад 300 МВт) та наповненням Каховського водосховища, першого в Україні за площею (2155 км²) із середнім підпором 16 м.

Причому провідною економічною функцією цього гідровузла було саме *забезпечення водопостачання*, передусім для головних традиційних галузей української економіки: чорної металургії, агропромислового комплексу, ядерної та теплової енергетики.

Всі ці виробництва в процесі приватизації перейшли у власність крупного капіталу і досі становлять одну з найцінніших часток його активів. Тому й український уряд лобіює відновлення Каховського гідровузла за консервативним варіантом, ігноруючи довгостроковий прояв негативних еколого-техногенних та соціально-економічних наслідків функціонування його геосистеми.

Переважання просядкових лесових та лесово-суглинистих порід у верхній частині геологічного розрізу зони підпірного впливу Каховського водосховища обумовило довгострокову регіональну активізацію підтоплення і затоплення земель, осідання земної поверхні, розвитку карстово-суфозійних процесів. Це ускладнило інженерно-геотехнічні умови експлуатації просторово розподілених об'єктів інфраструктури.

Такі геотехнічні умови будівництва і експлуатації будівель у зоні підпірного впливу водосховища Каховської ГЕС були додатково ускладнені створенням системи зрошувальних каналів, що за 50 років призвело до стабільного розширення площ підтоплення земель. Через це, після заповнення Каховського водосховища, берегова зона стала областю гідрогеофільтраційного жив-

лення та підпору і ґрунтових вод, і напірного комплексу горизонтів неогенових відкладів, що за 20 років призвело до регіонального підйому його рівнів на правобережній території на відстані до 30 км, а на лівобережній – до 60 км. Причому загальна площа підпору рівневої поверхні підземних напірних горизонтів ($\approx 16000 \text{ км}^2$) до 7 разів перевищила власне площу водосховища (2150 км^2) та площу зони катастрофічного затоплення внаслідок руйнування Каховської ГЕС (до 2500 км^2).

Як засвідчує оновлена нами карта розвитку підтоплення в Україні, довгостроковий підпірний вплив колишнього Каховського водосховища на підвищення рівня ґрунтових і напірних підземних вод досяг узбережжя Чорного моря та оз. Сиваш. Це відбулося ще на початку 1990-х рр., за цей час середня глибина залягання ґрунтових вод у цій зоні зменшилася з 10-15 м до 1,5-3 м, де досягла рівноважного рівня.

З іншого боку, в умовах зростання негативного впливу глобальних змін клімату (потепління, збільшення кількості та нерівномірності опадів, ризику повеней), а також зарегулювання до 60-70% стоку малих і середніх річок у басейні р. Дніпро (де розміщено до 11-12 тис. ставків і водосховищ), було логічним очікувати активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів і при аварійному зниженні рівня Каховського водосховища, і при формуванні зони стоку в його чашу зі зниженням рівнів ґрунтових і напірних підземних вод.

У 1990-х рр. відбулося досягнення просторово-часового квазірівноважного стану в зоні підпору Каховським водосховищем поверхневого стоку нижнього Дніпра та правобережного і лівобережного потоків підземного стоку. А також – нестійкої геодинамічної рівноваги споруди наливної дамби ставка-охолоджувача Запорізької АЕС, побудованої з пісково-мулистих заплавних ґрунтів. Причому важливо, що вже на рівні реалізації проекту Запорізької АЕС була створена потенційна загроза гідро-геодинамічної нестійкості її ставка-охолоджувача (віддамбованої та фільтраційно незахищеної частини Каховського водосховища).

Руйнування Каховської ГЕС російськими загарбниками завдало незворотної шкоди від втрати цього еколого-формуючого інфраструктурного об'єкта, на основі якого ще в радянські часи

сформувалося соціально-екологічне середовище півдня України і розвивалася економіка трьох її областей та Криму.

Прорив греблі стався тоді, коли водосховище було переповнене (підпір понад 17 м) з формуванням хвилі прориву висотою до 5 м і швидкістю до 25 км на годину. Тому й площа та тривалість затоплення виявились більшими, ніж прогнози оцінки (зокрема тривалість перевищила 5 діб). 6.06.2023 р. площа затоплення становила понад 430 км², 7.06.2023 р. – понад 820 км², потім воно поширилося на Кінбурнський півострів і далі. Загалом аварійного затоплення і підтоплення зазнали понад 80 населених пунктів в заплавах нижнього Дніпра і нижнього Інгульця, на узбережжях Бугського і Дніпровського лиманів.

Осушення Каховського водосховища сталося протягом 3 тижнів. Площа водного дзеркала в його межах зменшилася, згідно з нашою картометричною ГІС-оцінкою (аналіз космоснімків Sentinel-2 L2A за 15-30.06.2023 р.), до 325,8 км² (на 84,9%). За даними NAVIONICS на 15.08.2023 р. глибини у нижньому б'єфі зруйнованої дамби становили 5-6 м., а у верхньому – 11-12 м. (зменшення підпору приблизно до 6 м).

Дані щодо просторово-часового розвитку процесів затоплення та підпірного впливу Каховського водосховища свідчать про регіональний вплив його осушення і перетворення цієї території у регіональну дренажну зону депресії напірних та ґрунтового водоносних горизонтів.

В еколого-геологічному плані зазначений процес переформування екопараметрів геологічного середовища у зоні впливу осушеного Каховського водосховища став новим етапом розвитку його геосистеми, який відзначатиметься зниженням стійкості та ослабленням екологічних функцій геологічного середовища щодо демпфування впливу природних (гідрометеорологічних, сейсмічних) і техногенних чинників впливу.

За здійсненою д.т.н Є.О. Яковлевим розрахунковою оцінкою, швидкість зростання зони осушення зменшуватиметься експоненційно. Причому основна площа цієї зони сформується за 1-2 роки. Загалом за 10-15 років можливе наближення ситуації до ретро-гідрогеологічних умов (до часу заповнення водосховища), оскільки русло Нижнього Дніпра відновить свій регіональний

дренуючий вплив. Але рівні ґрунтових вод на багатьох ділянках залишаються вищими за ретро-умови, оскільки залишилося багато ставків зрошення, підтоплених ділянок, триває фільтрація з каналів тощо.

Основними реципієнтами негативного впливу осушення є поверхневі, ґрунтові і підземні води, місцеве населення та об'єкти інфраструктури – житлові, промислові і транспортні споруди (мости, трубопроводи, канали, водоводи), зокрема й у об'єктів підвищеної небезпеки.

У випадку Каховського водосховища особливе занепокоєння викликає розміщення в зоні його безпосереднього гідрогеодинамічного впливу території Запорізької АЕС, в межах якої поширені чутливі до осушення та гідрогеофільтраційної компресії пливуноздатні ґрунти. Наявні дані, зокрема й періоду інженерно-геологічних вишукувань, свідчать, що ці ґрунти здатні до фільтраційного ущільнення з деформаціями підґрунтя й фундаментів розміщених на них споруд та земної поверхні.

Причому ще задовго до руйнування Каховського гідровузла в умовах довгострокового підтоплення у зоні його водно-екологічного впливу та порушення водо-теплопереносу у лесово-породному масиві (через системи зрошення, канали тощо) відбулося суттєве погіршення інженерно-сейсмогеологічної стійкості підґрунтя та відповідальних споруд Запорізької АЕС, розташованих на пливуноздатних ґрунтах у зоні 6-бальних регіональних (транзитних) землетрусів (за шкалою МСК-64).

Аналіз дренаючого впливу аварійного осушення чаші Каховського водосховища засвідчує, що критичне погіршення інженерно-геологічних умов експлуатації об'єктів інфраструктури через зниження рівнів підземних вод у зоні його підпірного впливу обумовлені дією наступних чинників:

- 1) велика площа зниження рівня підземних вод, що майже у 8 разів перевищує площу аварійного затоплення вздовж берегових зон р. Дніпро, де будуть відбуватися довгострокові просадки раніше підтоплених і затоплених лесових ґрунтів.

- 2) значний час зниження рівнів напірних вод у колишній зоні підпору на відстані до 25 км (\approx 4 роки).

Через це просторово-часовий розвиток у раніше перезволоженому лесово-породному масиві небезпечних для споруд екзогеодинамічних процесів (осідань, зсувів, карстово-суфозійних деформацій тощо) буде мати стохастичну (невпорядковану) динаміку і довгостроковий період активізації у прибережних зонах р. Дніпро.

Деякі висновки.

1. За наявних умов відновлення гідротехнічних та водно-господарських параметрів Каховського водосховища (висоти підпору, об'єму, площі водної поверхні, систем зрошення) у попередніх значеннях за консервативним варіантом («як було») призведе до вторинного водонасичення просадкових лесово-суглинчастих пілувато-глинистих пливуноздатних порід, які зазнали деформацій при первинному затопленні та наступному осушенні. Цим розпочнеться новий етап формування небезпечних порушень напружено-деформованого стану прибережних схилів, підгрунтя відповідальних споруд Запорізької АЕС та у прилеглих містах і селищах.

2. Екологічні, гідрогеологічні та інженерно-геологічні особливості території підпірного впливу колишнього Каховського водосховища обумовлені її розташуванням у зоні повільного транзиту та висхідного розвантаження вод (у Присивашші), що неминуче викликає активізацію підтоплення і затоплення земель та засолення ґрунтів за зарегулювання поверхневого стоку і збільшення інфільтраційного живлення при зрошенні та у забудові, обтяжене зменшенням проникності перезволожених лесово-просадкових ґрунтів. Таке знову обов'язково відбудеться при відновленні попередніх параметрів Каховського гідровузла, провокуючи подальше ускладнення гідрогеологічних і інженерно-геологічних умов, збільшення інтенсивності засолення ґрунтів та погіршення сейсмічної й інженерно-геологічної стійкості споруд і комунікацій, зокрема й критичної інфраструктури.

Регіонально-об'єктові еколого-геологічні небезпеки російської агресії у гірничо-добувних районах Донбасу та Кривбасу

Яковлев Є.О.

(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України. E-mail: conference.itgis@gmail.com)

В межах України Донбас і Кривбас є гірничо-добувними районами (ГДР) з найскладнішими у світі еколого-геологічними умовами [1,2]. При цьому, Донбас відрізняється регіональним впливом (до 15 тис. кв. км) некеруємого (авто-реабілітаційного) затоплення вугільних шахт, в межах якого до 60 міст і селищ (зараз до 3 млн. мешканців) розташовані над переважно затопленими гірничими виробками минулих років (XIX-XXI ст.) [2].

В межах Кривбасу довгострокове використання буро-вибухових технологій для видобутку залізних руд (більше 6 млн. тон вибухової речовини у XX ст.) у кристалічних високо міцних хрупких породах призвело до розвитку у породному масиві активної (високо щільної) техногенної тріщинуватості на площі до 1000 кв. км, в т.ч в межах Криворізької промислово-міської агломерації (ПМА-до 0.6 млн. мешканців) [1]. Велика кількість об'єктів критичної інфраструктури, водосховищ, ставків-накопичувачів зі значними напорами, значні втрати води із інженерних мереж (50-60%) обумовили масштабне підтоплення більшої частини зазначених ГДР та зниження міцності порід у верхньої зоні геологічного середовища (ГС) [2].

В умовах бойових дій (збройні вибухові впливи на верхню зону порід, підгрунтя потенційно небезпечних об'єктів та ін) зазначений комплекс порушень ГС обумовив формування ризиків його небезпечних змін прямої і активованої дії. Виконаний аналіз засвідчив, що за цих умов ГС є головним “депо” як техногенних, так і військових впливів та наслідків, які здатні синергетично погіршувати безпеку життєдіяльності населення та безпеку функціонування об'єктів критичної інфраструктури в межах ГДР (табл.1).

Табл.1.Екологічне порівняння техногенних змін геологічного середовища ГДР Донбасу і Кривбасу та зон відчуження ЧАЕС

Види еколого-геологічних впливів на ГС	Рівень техногенних змін ГС Донбасу і Кривбасу та зони аварійного впливу ЧАЕС	
	Територія ПДР Донбасу та Кривбасу	Зона відчуження ЧАЕС
1.Ландшафтно-геохімічні	Поліелементне незворотне забруднення геохімічних ландшафтів	Автореабілітаційне очищення (до 90% -до 2035 р.)
2.Літосферні – порушення рівноваги надр	Розвиток в межах ГДР руйнівних осідань поверхні, техногенного тріщиноутворення	Відсутність змін верхньої зони літосфери за межами проммайда-нчику
3.Гідрологічні- критичні зміни режиму та якості поверхневого стоку	Регіональне стійке забруднення поверхневого стоку, джерел питних вод , руй-нвання річкових русел.	Короткочасне радіонуклідне забруднення поверхневого шару наземних водних об'єктів
4. Гідрогеологічні- зміни рівнів та хімічного складу підземних вод	Формування регіональної депресії рівнів, зон забруднення підземних вод	Слідові (на рівні регіонального фону) надходження радіонуклідів
5.Газогеохімічний включаючи літосферу і приземну атмосферу	Насичення верхньої зони літосфери і приземної атмосфери токсичними	Короткочасне аварійне (1986р.)забруднення приземної

	газами природного (радон, метан і ін.) і техногенного походження	атмосфери радіонуклідами
6.Інженерно-геологічний-	Регіональне активізація небезпечних екзогенних геологічних процесів (провалів, зсувів, карсту)	Практична відсутність змін інженерно-геологічних умов породного масиву)
7.Інженерно-сейсмогеологічний	Зниження інженерно-сейсмогеологічної стійкості породного масиву на 1-3 бали, формування зон техногенних землетрусів	Відсутний, можливі незначні деформації порід у підґрунті будівель на проммайданчику ЧАЕС

Отримані дані щодо сумісної дії в межах Донбасу і Кривбасу накопичених порушень екологічної рівноваги ГС та збройних впливів (вибухові та гідрогеомеханічні впливи струшування породного масиву, забруднення геохімічних ландшафтів, руйнування гідротехнічних споруд та ін.) свідчать, що відбувається прискорене накопичення небезпечних незворотних змін ГС, що суттєво скорочує еколого-ресурсний потенціал відновлення зазначених ГДР та прилеглих територій зони їх соціально-економічного та еолого-технологічного впливу[1,2].

Висновки. В загальному плані для ефективного відновлення та сталого повоєнного розвитку Донбасу, Кривббасу та інших розвинутих ГДР України (Середньо-Дніпровський уранорудний, Нікополь-Марганцевський та ін.) у зоні впливу російської агресії необхідно виконання наступних першочергових заходів:

1. Термінова розробка і реалізація Міжнародної державної програми еколого-ресурсного відновлення, в т.ч. на засадах досвіду пост-майнінгу розвинутих держав ЄС.

2. Наукове обґрунтування гранично-припустимих еколого-техногенних змін навколишнього природного (перш за все, геологічного) середовища.

3. Реконструкція системи екомоніторингу навколишнього природного середовища на базі технологій математичного моделювання, дистанційного зондування Землі, досліджень геолого-геофізичних емісій надр).

Література

1. Г.І. Рудько, Є.О.Яковлев. Регіональні техногенні зміни еколого-динамічних умов розробки залізородних родовищ Кривбасу. Мінеральні ресурси України, №2, 2018, с.с.15-22.
2. Довгий С.О., Трофимчук О.М., Коржнев М.М., Яковлєв Є.О. Стратегічні напрями реструктуризації Донецького вугільного та Криворізького залізородного басейнів в умовах трансформації енергетичної сфери. К.-Нікі-Центр, 2019.-160с.

Оцінка розподілу важких металів та макрокомпонентів у поверхневих водах річки Тисмениця (вплив Бориславського нафтового родовища)

Мичак А.Г.¹, Лубський М.С.¹, Кураєва І.В.², Азімов О.Т.¹

¹Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі
ІГН НАН України, casre@casre.kiev.ua;

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

У м. Борислав Львівської області існує складна екологічна ситуація, зумовлена впливом на компоненти довкілля Бориславського нафтового родовища, що експлуатується ще з другої половини XIX століття. Повною мірою це стосується екосистеми поверхневих вод, зокрема, вод річок, що протікають через урбанізовану територію міста. Наприклад, річки Тисмениця.

Вивчаючи екологічний стан території Борислава, під час тривалого періоду сухої погоди у ході **польових досліджень** 21.09.2020 р. з р. Тисмениця для подальшого гідрогеохімічного аналізу було взято **зразки річкової води** загальним числом 7 проб, 1,5–2,0 л об'ємом кожна. Ці проби відібрано з поверхні водної товщі відповідно до вимог [1] з рівномірним кроком за течією річки на відріжку, починаючи від узгір'я поблизу геологічної пам'ятки – розрізу палеогену (площадка №1 А) – і закінчуючи в районі центральної частини міста (площадка №7 А).

Під час **лабораторних досліджень** використано **фізико-хімічні методи** аналізів. Зокрема, застосовано метод мас-спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP-MS аналіз).

Результати аналізу наведено в таблицях 1, 2. Вони засвідчують, що еколого-гідрогеохімічні показники зразків води, відібраної на площадках спостережень в межах дослідного відріжку р. Тисмениця, не перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК), які прийняті [2] на скид стічних вод у відкриті водойми. Тобто у південно-західній частині м. Борислав, де розміщена незначна кількість видобувних об'єктів нафтопромислу, поверхневий змив атмосферними опадами від яких спрямований у протилежний бік від р. Тисмениця через гіпсометричні особливості

району, річкові води не зазнають значного забруднення техногенними макро- та мікрокомпонентами (зокрема, важкими металами).

Таблиця 1 – Результати загального хімічного аналізу зразків річкової води

Хімічні показники, одиниці вимірювання	Номер проби							ГДК
	1А	2А	3А	4А	5А	6А	7А	
pH	6,98	7,22	7,22	7,19	6,76	6,87	6,68	-
Лужність загальна, мг-екв/дм ³	4,4	4,3	4,4	4,8	4,5	4,2	4,7	-
Жорсткість, мг-екв/дм ³	4,8	4,7	4,5	4,9	4,5	6,0	4,6	7
Ca ²⁺ , мг/дм ³	78,17	74,15	72,14	80,16	78,17	100,1	60,12	130
Mg ²⁺ , мг/дм ³	10,94	12,16	10,94	10,94	9,73	12,16	19,46	80
HCO ₃ ⁻ , мг/дм ³	268,4	262,3	268,4	292,8	274,5	256,2	286,7	
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	52,8	57,6	62,4	67,2	62,4	129,6	52,8	500
Fe ³⁺ , мг/дм ³	0,17	0,13	0,13	0,15	0,20	0,20	0,10	0,2
Cl ⁻ , мг/дм ³	58,66	57,94	68,80	79,66	57,94	54,32	61,56	250
NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	3,40	3,33	3,40	2,41	2,97	2,97	2,97	45
Сухий залишок, г/дм ³	0,308	0,380	0,377	0,453	0,358	0,483	0,330	1,0
Na ⁺ +K ⁺ (сумарно по розрахунку), мг/дм ³	54,0	72,0	71,3	80,5	66,7	55,2	66,7	200 (Na ⁺)

Таблиця 2 – Результати мікроелементного аналізу зразка річкової води № 3А, виконаного за допомогою мас-спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою

Елемент	Концентрація, мг/дм ³
Li	0,01477
Mo	0,000641
B	0,152644
Mn	0,001485
Fe	0,023477
Ni	0,000883
Cu	0,000975

Sr	1,009567
Ba	0,049176
Pb	0,000013
U-238	0,00029

Інтерпретуючи отримані результати необхідно акцентувати увагу на тому, що періоду проведення польових досліджень з відбором проб річкової води передував тривалий часовий період бездощів'я з жаркою й сухою погодою серпня-вересня. Це могло обмежити на певний час інтенсивність процесів поверхневого масоперенесення пов'язаних з родовищем та його експлуатацією продуктів до долини річки. Натомість дебет надходження води до неї з джерел і малих річок прилеглих вершин Східних Бескидів та власних приток перманентно значний, що з урахуванням невеликої ширини Тисмениці, не перевищує й 10 м на досліджуваному відрізьку, а також швидкої течії сприяє відносному розбавленню різноманітних токсикантів, які все ж могли потрапити до річки з об'єктів нафтопромислу.

Тому **в подальшому** є необхідність проводити еколого-гідрохімічні дослідження води в р. Тисмениця та інших річках, що протікають через м. Борислав, у моніторинговому режимі протягом різних сезонів року та під час різних погодних умов з розширенням мережі відбору проб, яка б охоплювала ділянки щільного розташування на площі нафтодобувних свердловин, шахт, колодязів тощо. Відповідним чином отримані знання допоможуть зменшити соціоекологічні та соціоекономічні ризики в разі виникнення небезпеки критичних викидів токсикантів до гідрологічних екосистем міста.

Список використаних джерел

1. Вода. Общие требования к отбору проб: Государственный стандарт РФ ГОСТ Р 51592-2000 (принят и введен в действие постановлением Госстандарта РФ от 21 апреля 2000 г. № 117-ст.). [Дата введения 1 июля 2001 г.]. Москва: Изд-во Госстандарт, 2000. 12 с.

2. Никитин Д.П., Новиков Ю.В., Рошин А.В. и др. Справочник помощника санитарного врача и помощника эпидемиолога; под ред. Д.П. Никитина, А.И. Заиченко [2-е изд., перераб. и доп.]. Москва: Медицина, 1990. 512 с.

Методи моніторингу річки Південний Буг з використанням геоінформаційних технологій

*Красовська І. Г., Колпакчі В. В.
Національний аерокосмічний університет
ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»,
E - mail: ines75ma@ukr.net*

Моніторинг річок є надзвичайно важливим екологічним і гідрологічним заходом, який допомагає спостерігати, аналізувати і контролювати стан водних ресурсів. Цей процес виконується з метою збалансованого управління річковими екосистемами і гідропостачанням. Перш за все, моніторинг річкових систем дозволяє відстежувати рівень води і течію, що є критично важливими даними для управління повеннями та забезпечення безпеки природного середовища та населення. Визначення ступеня забруднення та заболоченості води також є складовою частиною спостережень, що допомагає вчасно виявляти забруднення та приймати заходи щодо захисту водних ресурсів.

Існують декілька методів моніторингу річкових систем з використанням геоінформаційних технологій, які розглянуто на прикладі річки Південний Буг, а саме: моніторинг за допомогою індексу MNDWI, температурний аналіз з використанням ПЧ-каналів, векторизація.

Для створення індексу MNDWI використовувалися космічні знімки супутника Sentinel-2 весняного та літнього періоду, головним принципом роботи якого є поглинання відбитого випромінювання від поверхні Землі в різних спектральних діапазонах.

Підвищена заболоченість влітку призводить до того, що на знімках поверхні Землі, колір води набуває більш зелених відтінків, нагадуючи рослинність (рис. 1).

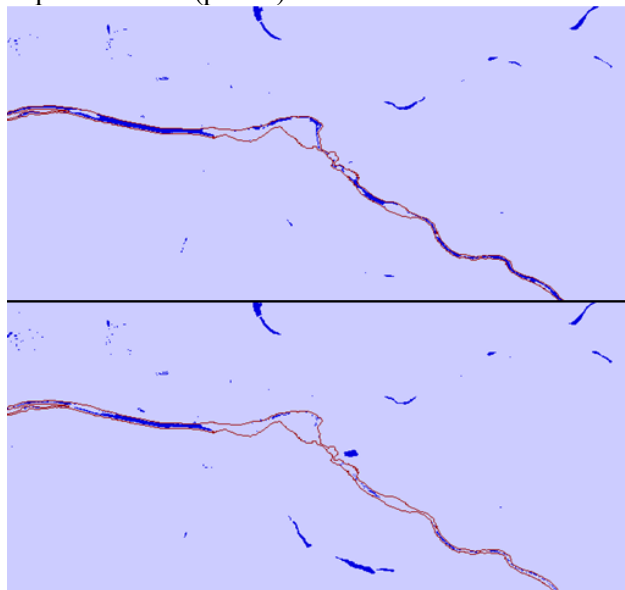


Рис. 1 - Створені растрові зображення з індексом MNDWI для космічних знімків весняного(зверху) та літнього(знизу) періодів

На створених растрових зображеннях чисту воду показано темно-синім кольором. Тобто чим менше синього на зображенні, тим більше заболоченість води на даній ділянці ріки.

Другим методом моніторингу Південного Бугу є температурний аналіз поверхні ріки за допомогою ІЧ-каналів Landsat 8. Підземний стік відіграє важливу роль у режимі річки, забезпечуючи постійний потік води, навіть у періоди зниження рівня або під час сухих періодів. На термальних знімках Landsat 8 поверхня річки відображається білим кольором, але не вся вода на зображенні показана білим. Колір води на термальних знімках залежить від її температури. Підземні води на зображенні будуть темніші, тому що вони холодніші за річкові (рис. 2).

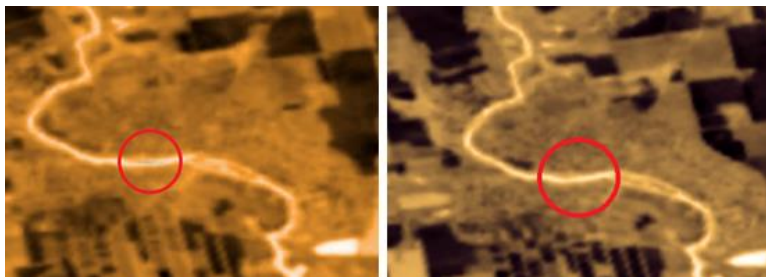


Рис. 2 - Місце впадання підземних вод на знімку 2017 року (зліва). Відсутність впадання підземних вод на знімку 2022 року (справа)

За допомогою термальних знімків можна покращити ефективність роботи по знаходженню підземних стоків, зникнення яких може бути одним з чинників обміління річки.

Наступний метод моніторингу річки – векторизація. Вона є одним з найефективніших методів визначення та порівняння площ поверхонь річок (рис. 3).



Рис. 3 - Векторизована ділянка річки

Для більш наглядного відображення кореляції між розливом і заболоченістю річки та таненням снігів і температури повітря були використані космічні знімки 2017 та 2022 років за весну та кінець літа. За результатами векторизації була побудована діаграма (рис. 4).

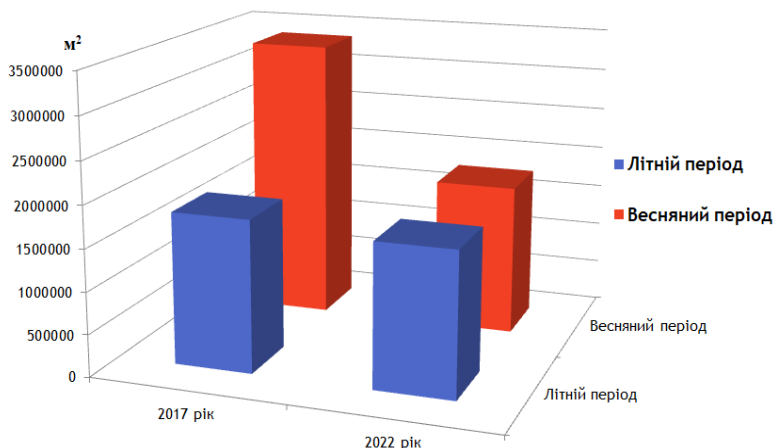


Рис. 4 - Порівняння площ річки в м² за весняний і літній періоди 2017 та 2022 років

Аналізуючи діаграму можна зробити висновки, що дана ділянка ріки з кожним роком висихає. Головним показником висихання річки є різниця площі між літнім знімком 2017 року та весняним 2022 року. Площа річки на знімку 2022 року менша ніж площа річки в 2017 році на 150000 м².

Таким чином, за допомогою векторизації можна визначити руслову частину ріки, а для знаходження ступеню заболоченості тієї чи іншої ділянки річкової системи використання індексу MNDWI є одним з найкращих методів.

В цілому, моніторинг річкових систем є необхідним інструментом для збереження та сталого використання водних ресурсів та екосистем, а також для захисту нашого природного середовища та гарантування безпеки населення.

Дистанційні методи дослідження оцінки впливу сільськогосподарських процесів на екологічну безпеку територій

Триснюк Т.В., Гордієнко О.В.

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

E - mail: taras24t@gmail.com

Дистанційні дослідження земель с/г призначення ведуться вже протягом багатьох років, однак на сьогоднішній день в Україні необхідно вдосконалити технологію проведення моніторингу сільськогосподарських угідь, яка б забезпечила: контроль за використанням земель та станом ґрунтів; цілеспрямоване управління технологічним процесом вирощування екологічно чистої сільськогосподарської продукції; збереження родючості ґрунтів; раціональне використання земель с/г призначення. Відомі на цей час методи моніторингу земель потребують постійного удосконалення, оскільки стрімко розвиваються технічні засоби ДЗЗ у напрямках показників розрізнення, оперативності, набору спектральних інтервалів зйомок. Особливо це ілюструється можливостями використання мікросупутників, які вже на сьогодні реально забезпечують широке коло користувачів космічними знімками нового покоління [1].

В контексті наведеного вище уявляються актуальними напрями розробки сучасних інформаційних ДЗЗ/ГІС технологій, спроможних забезпечити ефективну підтримку рішень у наступних напрямках:

- здійснення постійного контролю екологічного стану с/г угідь визначеного суб'єкту господарської діяльності або адміністративного устрою держави.

- виявлені с/г угідь які використовуються не згідно цільового призначення;

- виявлення ділянок, на які були невірні/неправомірно видані документи права власності або користування землею;

- сприяння у створенні загальнодержавної системи охорони ґрунтів.

В даний час необхідно використовувати останні досягнення НТП у програмній (використання сучасного програмного забезпечення (ПЗ) обробки даних та побудови геоінформаційної системи (ГІС) земельної ділянки), апаратній (новітня с/г техніка, прилади контролю її роботи, тощо) та агрохімічній (вивчення хімічного складу ґрунту кожної окремо взятої ділянки, підбір відповідної генетично-виведеної зернової культури, а також підбір відповідних добрив) сферах. Сучасними рішеннями цього питання є можливість точкового внесення добрив за допомогою GPS (global positional system) датчиків, що встановлені у системах автоматизованого управління сільськогосподарською технікою (технологія Machine Control), здійснювання планових польотів безпілотних літальних апаратів (БПЛА) із відповідною фотоапаратурою, або використання серій різночасових космічних знімків території земельної ділянки (технології дистанційного зондування землі (ДЗЗ)) [2].

Технологія та організація робіт по дешифруванню істотно залежить від його завдань, території, масштабу та виду знімків (фотографічних або сканер них, теплових, радіолокаційних та ін.), від використання окремих знімків або їх серій (багатозональних, різночасових). Існують різноманітні організаційно-технологічні схеми дешифрування, але всі вони мають наступні етапи:

1) знайомство із методичними рекомендаціями стосовно виду дешифрування, літературою та картографічними матеріалами щодо об'єкту та району досліджень;

2) виявлення набору об'єктів дешифрування (складення попередньої легенди майбутньої схеми дешифрування або мапи);

3) підбір знімків для дешифрування, перетворення знімків для підвищення їх виразності, підготовка приладів та допоміжних засобів дешифрування;

4) власне дешифрування аерокосмічних знімків та оцінка його достовірності;

Враховуючи вище сказане можна підбити підсумок, що найбільш важливим чинником сучасного підходу до планування с/г виробництва є методи ДЗЗ. Це обумовлено тим що жодна ГІС без постійного використання актуальних даних ДЗЗ не зможе існу-

вати, технологія Machine Control також має здійснювати свої маніпуляції відповідно до оперативної актуальної інформації (яку раціонально отримувати від систем ДЗЗ).

Література

1. Трофимчук О.М. Геоінформаційні технології захисту до-
вкілля природно-заповідного фонду / О.М. Трофимчук, О. М.
Адаменко, В. М. Триснюк. – Івано-Франківськ: Супрун В.
П., 2020. – 340 с.

2. Vasyi Trysnyuk, Taras Trysnyuk, Anatolii Nikitin,
Anatolii Kurylo, Olga Demydenko. Geomodels of space
monitoring of water bodies. ICSF 2021. E3S Web of Conferences
280, 09016 (2021). DOI:
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128009016>.

Екологічна безпека енергетичних об'єктів України в умовах кліматичних змін

*Волошкіна О.С., Кордуба І.Б., Маршалл Д.В.,
Жукова О.Г., Ткаченко Т.М.*

*(Київський національний університет будівництва і архітек-
тури, voloshkina.os@knuba.edu.ua, uaror-korduba@ukr.net,
daniil.marshall@icloud.com, elenazykova21@gmail.com,
tkachenkoknuba@gmail.com)*

Дані дослідження стосуються питань взаємовпливу існуючих систем охолодження на екологічну безпеку складових навколишнього середовища в умовах глобальних кліматичних змін, а також їх експлуатації в умовах воєнних дій на території України.

Ядерні реактори, що на цей час працюють на АЕС на території країни потребують велику кількість води для охолодження і генерації електроенергії (станції з градирнями відбирають в середньому 75 літрів води на хвилину з водойм-охолоджувачів, без градирень відбирають до 1,9 мільйонів літрів на хвилину) [1]. Теплове забруднення внаслідок зворотніх теплих вод негативно

впливає на стан гідробіонтів у водній екосистемі, призводить до масової загибелі риби [2]. На реакторах з прямоочною системою охолодження часто налічують мільярди риби та риб'ячої ікри на рік на одному реакторі. Стічні теплі води спричиняють проблеми вниз за течією при водовідбопі для інших промислових цілей і навіть для використання питної води. Нарешті, значна кількість води випаровується в градирнях та приводиться в непридатність через нагрівання [3,4]. При к.п.д. сучасних АЕС який дорівнює 33–35%, близько 65% теплової енергії потрапляє в навколишнє середовище. Тепловий вплив водойми-охолоджувача на атмосферу за даними моніторингу фіксується протягом всього року, досягаючи висот 250–300 м і більше, простежуючись на відстані до 10 км [5,6].

Вплив зміни клімату проявляється на зниження ефективності охолодження через підвищення середньорічних температур, а також в підвищенні температурних показників у воді та зниженні рівня дзеркала води у посушливі місяці року. В якості альтернативи МАГАТЕ пропонує повторно використовувати технологічну воду (замкнуті системи водообігу) або більш дорогі технології сухого охолодження, тому очікувано, що в майбутньому розвитку галузі переважатимуть альтернативні варіанти систем охолодження. Наприклад, на АЕС Пало-Верде в Аризоні, найбільшій генеруючій станції в США, для охолодження використовуються перероблені стічні муніципальні води [7].

Кількість води, що потребує станція для охолодження станції можна знайти, за рівнянням для відкритої системи охолодження [8]:

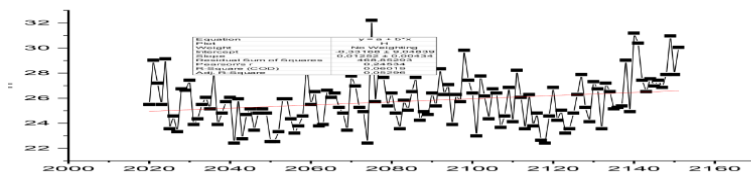
$$KW_{max} = \frac{AS_{max} * c * v * Q_{max}^F}{h * 3.6 * \left(\frac{1 - \eta_{total}}{\eta_{electrical}}\right) * (1 - \alpha) *}$$

де Q_{max}^F - потреба в охолоджуючій воді (м³), KW_{max} – встановлена потужність у (кВт), h – напрацювання годин у (год), 3,6 — коефіцієнт для перетворення кВт-год у мегаджоулі, η_{total} — загальна ефективність у (%), $\eta_{electrical}$ - електричний ККД у (%), α - частка відпрацьованого тепла, не відведеного охолоджувальною

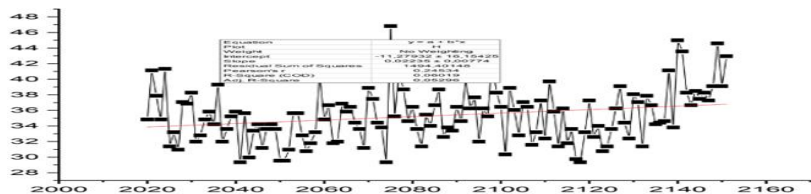
водою у (%), AS_{\max} – допустиме підвищення температури води охолодження в (К).

Рівняння (1) дозволяє оцінити вплив підвищення температури води і зв'язує відпрацьоване тепло на станції з попитом на охолоджуючу воду на основі даних ефективності та виробленої електроенергії. Взаємозв'язок між температурою повітря і води охолодження представлено в роботі [9]. Зв'язок між температурою повітря і води є моделлю лінійної регресії. Для отримання температури точки перегину та найкрутіший нахил функції, повинні бути зібрані температури місць і водойм, які будуть досліджуватися. Для дослідження водойм-охолоджувачів атомних станцій України в роботі було використано програмне середовище OriginPro8.

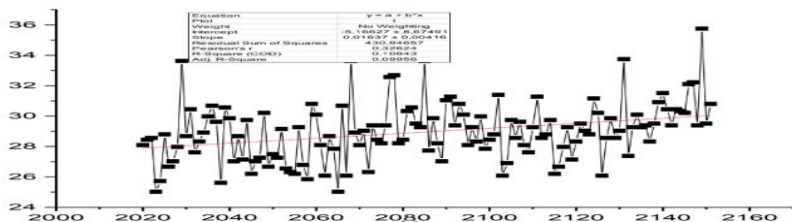
За допомогою програмного продукту OriginPro8 зроблений аналіз змін температурних показників на території України протягом періоду 1881-2020 років і отримана прогнозна залежність прогнозних даних середньорічної температури атмосферного повітря на період до 2160 року, а також зміни температурних показників води в водоймах-охолоджувачах діючих атомних станцій (рис.1). На графіках представлені дані досліджень для чотирьох АЕС України, дані щодо Запорізької АЕС слід зазначити, дані дослідження були отримані до надзвичайної техногенної катастрофи - підриву греблі Каховської ГЕС.



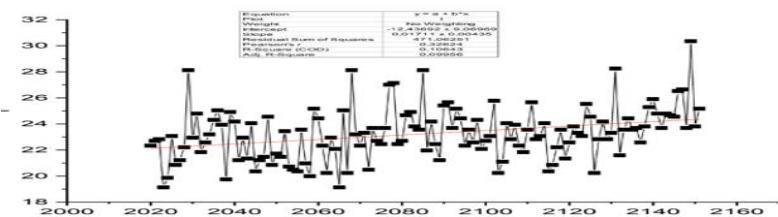
А)



B)



C)

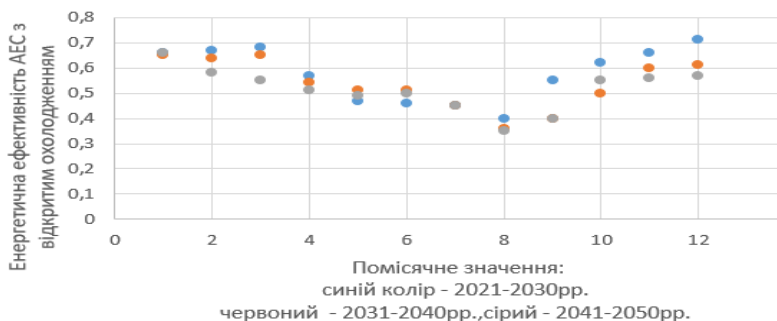


D)

Рис.1. Моделювання прогностичних температур води водоймищ-охолоджувачів АЕС України: А)- Каховське водосховище, В) – Ташлицьке водосховище, С) – Нетішинське водосховище, D) - р.Стир.

В результаті виконаних досліджень отримано коефіцієнт вихідної потужностей наступних десятиліть і в українському ядерно-енергетичному секторі в розрізі працюючих АЕС. Помісячна залежність між ефективністю роботи діючих АЕС з системою відкритого охолодження на території України в розрізі 2021-2050pp представлена на рис.2. Для отримання кінцевих результатів було враховано обмеження на моделювання (МАГАТЕ, 2012) [8], а саме - споживання електроенергії та води для відкритих і закритих

тих систем охолодження [8] та обмеження по гранично допустимому підвищенню температури зворотної води і загальної ефективності у відповідності з [11].



Результати Отримані дані розрахунків свідчать, що зміна клімату та глобальне потепління є ризиком, що виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах ядерної енергетики, що потребує прийняття стратегічних рішень щодо переходу до реакторів нового покоління

Література

1. Чому атомна енергетика - брудна енергетика і не може вважатися «екологічною» - електронний ресурс. дата звернення 03.02.2023. <https://ecoaction.org.ua/atom-ne-eko.html>
2. NUCLEAR ENERGY IS DIRTY ENERGY (and does not fit into a “clean energy standard”) - електронний ресурс. дата звернення 03.02.2023. <https://www.nirs.org/wp-content/uploads/factsheets/nuclearenergyisdirtyenergy2014.pdf>
3. “Got Water,” a December 2007 issue brief from Union of Concerned Scientists. <http://www.nirs.org/reactorwatch/water/20071204ucsbriefgotwater.pdf>
4. “Licensed to Kill,” published in 2001 by NIRS, SECC and the Humane Society of the United States, which documents the environmental devastation caused by once-through cooling systems. http://www.nirs.org/reactorwatch/licensetokill/licensed_2kill.htm
5. С.Плачкова. Загальні відомості про атомну енергетику, радіоактивність та вплив АЕС на навколишнє середовище. Видання

«Енергетика: історія, сучасність і майбутнє» - <http://energetika.in.ua/ua/books/book-5/part-3/section-3/3-1> (електронний ресурс)

6. Азаров С.І., Сидоренко В.Л., Задунай О.С. Аналіз факторів техногенного впливу АЕС на довкілля / Науково-практичний журнал «Екологічні науки» №1(20) Том1., - 57-65с. - . http://eco.j.dea.kiev.ua/archives/2018/1/part_1/11.pdf

7. The Global Climate in 2015–2019. World Meteorological Organization, 2019. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.wmo.int

8. Climate Change Impact on Nuclear Power Production 9/23/2020 <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/344707/masterthesis-abdallahabashy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

9. Mohseni, O., Stefan, H., & Erickson, T. (1998). A nonlinear regression model for weekly stream temperatures. WATER RESOURCES RESEARCH, 2685-2692

10. O. Voloshkina, I. Korduba, O. Zhukova. The determination of the Efficiency of Cooling Systems of Nuclear Power Plants of Ukraine in the Conditions of Global Climate Changes. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2023; Volume 24, Issue 5, 170-176 pp. (<https://doi.org/10.12912/27197050/165900>).

11. Rubbelke, D., & Voegelé, S. (2011). Impacts of climate change on European critical infrastructures: The case of the power sector. *Environmental Science and Policy*, 53-59. Cooling Water Issues and Opportunities at U.S. Nuclear Power Plants / A Report of US Department of Energy, 2010 - <https://inldigitallibrary.inl.gov/sites/sti/sti/4731807.pdf>

Інформаційні технології автоматизації моделювання та прогнозування гідрофізичної обстановки в акваторії Чорного моря

Щицзов О.А.², Лебідь О.Г.¹, Охарєв В.О.¹, Клименков О.А.¹, Федосєєнков С.Г.², Шундель О.І.², Теличко Р.І.¹

¹*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України,*

²*Державна установа «Науковий гідрофізичний центр Національної академії наук України*

Стратегічне значення акваторії Чорного моря значно підвищилось внаслідок збройної агресії Російської Федерації проти України, відповідно, оперативне отримання прогнозів гідрофізичної обстановки стає критично важливою складовою національної безпеки.

В таких умовах важливого значення набуває задача оперативного отримання прогнозу гідрофізичної обстановки в Чорному морі. Її виконання забезпечується в рамках функціонування експериментального зразку гідрофізичного програмно-технологічного комплексу. Комплекс являє собою сукупність океанографічних методів досліджень, технічних засобів і обладнання, програмного забезпечення, які призначаються для використання в інтересах реалізації наукової діяльності з метою досягнення очікуваного результату.

Було розроблено програмне середовище для автоматичного пошуку та відбору гідрофізичних даних, а також їх автоматичного введення в спеціалізоване програмне забезпечення моделювання та прогнозування гідрофізичної обстановки з подальшим розрахунком прогнозів гідрофізичних полів. Сформовано набір найбільш важливих даних, до якого входять показники солоності, температури, циркуляції. Автоматичний пошук та відбір метеорологічних та гідрофізичних даних відбувається з міжнародних профільних баз даних GFS та Copernicus.

Було обрано один з ресурсів, який надає оперативні, регулярні та достатньо повні актуалізації даних в тому числі щодо акваторії Чорного моря, а саме базу знань проекту Copernicus.

Corernicus заснований на трьох компонентах:

- космічна складова (супутники спостереження та відповідний наземний сегмент для спостереження наземних, атмосферних та океанографічних параметрів). Це включає в себе два типи супутникових місій, п'ять сімейств ESA Sentinel та інших космічних агентств;

- польові вимірювання (наземні та бортові мережі збору даних, що надають інформацію про акваторії, континентальну поверхню та атмосферу);

- сервіси, розроблені та керовані Corernicus і запропоновані своїм користувачам і громадськості в цілому.

Для задач моделювання та прогнозування гідрофізичних показників пропонується використання спеціалізованого програмного забезпечення. Для цього було обрано програмний пакет Delft 3D Mesh Suite виробництва Deltares (Нідерланди). Delft3D — це провідний у світі пакет 3D-моделювання для дослідження гідродинаміки, транспортування наносів, морфології та якості води для річкових, естуарних і прибережних середовищ. Станом на сьогодні модулі Delft3D flow (FLOW), морфології (MOR) і хвиль (WAVE) доступні у форматі open source.

Модель Delft3D може бути застосована у таких областях:

- приливні та вітрові потоки, щільнісні градієнти та хвильові індуковані потоки;

- поширення спрямованих коротких хвиль над нерівною поверхнею дна, включаючи взаємодію хвильових течій;

- адвекція та дисперсія стоків рік;

- морфодинамічні обчислення;

- перенос домішок, наносів та осаду;

- дослідження якості води;

- відстеження частинок, включаючи розлив нафти тощо;

- початкові та/або динамічні (тимчасові) двовимірні морфологічні зміни, включаючи вплив хвиль на перемішування осаду та донних наносів.

Завершальним етапом роботи є створення модулю пошуку, візуалізації та можливості завантаження користувачем результатів прогнозу гідрофізичних параметрів. Сформовано наступні вигоди до його функціоналу:

- модуль має бути інтегрованим в єдину систему з Банком океанографічних даних НАН України
- обов'язковою є наявність графічного інтерфейсу, що у зручній формі дозволяє проводити вибірку серед масиву прогнозних моделей за визначеним набором показників.
- модуль має містити блок пошуку прогнозу за наступними характеристиками: дата та час прогнозу; гідрофізичний параметр (солоність, температура води, циркуляція, вітер); глибина шару води, на який побудовано прогноз;
- наявність вікна візуалізації прогнозу у вигляді картографічної геомоделі, побудованої засобами Delft 3D Mesh Suite (модулю QUICKPLOT).

Використання сучасних геоінформаційних технологій для моніторингу забруднення океанів твердими побутовими відходами

*Андреев С.М., Трубочанінов І.К.
(Національний аерокосмічний університет ім.
М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»,
E-mail: ivan888nfs@gmail.com)*

Серед усіх видів твердих відходів, пластик є основним забруднювачем нашої планети. Вироби з пластику залучені у всі аспекти нашого повсякденного життя, тому є очевидним, що пластик постійно потрапляє до навколишнього середовища, у тому числі і в океани. Станом на 2022 рік, об'єми пластику, який щорічно потрапляє до світових океанів складають близько 11 мільйонів тонн із прогнозованим зростанням у три рази до 2040 року. Як показують дослідження, близько 70-80% усього пластику потрапляють в океан через річки [1]. Зменшення забруднення є важливою складовою загальної стратегії очищення планети, однак необхідно і прибрати вже наявне сміття, допоки його вплив не став остаточно невідворотним.

На даний момент не існує жодної глобальної та оперативної системи моніторингу твердих побутових відходів з пластику. Однак окремі дрібномасштабні дослідження довели можливість опису спектральних характеристик сміття як за допомогою оптичного так і радіолокаційного спектрів зйомки, що дозволяє виділити його на фоні поверхні води [2]. Результатами таких досліджень є картографічні моделі, що вже зараз дозволяють отримати уявлення про масштаби та ступінь забруднення (рис. 1).

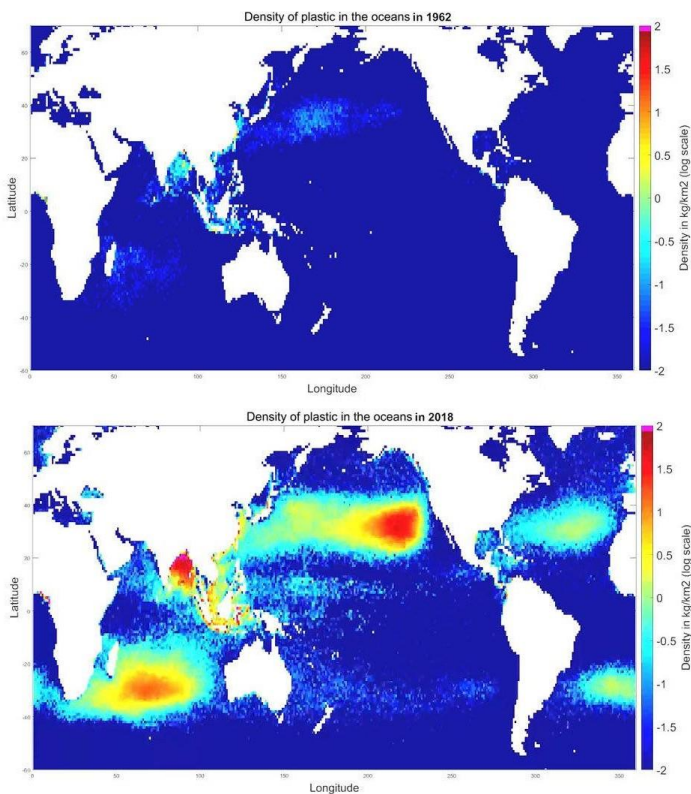


Рис.1 – Карта забруднення твердими побутовими відходами, створена на основі даних ДЗЗ та повідомлень з кораблів, фондом Ocean Cleanup Foundation.

Постійне зростання апаратних можливостей сучасної техніки та нові методи навчання нейронних мереж наряду з новітніми дослідженнями з їх використання у ГІС демонструють можливість створення глобального набору даних ДЗЗ для догляду за доквіллям, гарантуючи високу надійність та більший ніж коли небудь масштаб охоплення [1,2].

Створення онлайн сервісу для систематизації та оперування з подібними об'ємами даних є логічним та безальтернативним кроком. Подібний геопортал потенційно може поєднати не тільки дані спостереження за так званими "сміттевими островами", а й дані про океанічні течії, вітри, шляхи міграції риб чи інших морських видів, маршрути рибальських чи транспортних кораблів тощо. Усе це разом дає можливість не тільки моніторингу стану сміття на теперішній момент часу, але й більш точно прогнозування його переміщення чи збільшення у майбутньому. Створена система була б корисна будь кому, так чи інакше пов'язаний з діяльністю в морі. Від рибалок, що дозволить вчасно скорегувати маршрут і не спіймати у сітки купу пляшок, до екологів, що зможуть мінімізувати втрати серед морської фауни. І звісно подібний портал стане в нагоді приватним чи державним програмам з очищення океанів чи завчасному запобіганню появи нових великих скупчень.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Caleb Kruse, Edward Boyda, Sully Chen, Krishna Karra, Tristan Bou-Nahra, Dan Hammer, Jennifer Mathis, Taylor Maddalene, Jenna Jambeck, Fabien Laurier. Satellite monitoring of terrestrial plastic waste Published: January 18, 2023 DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0278997>
2. Serafino, F.; Bianco, A. Use of X-Band Radars to Monitor Small Garbage Islands. Remote Sens. 2021, 13, 3558. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs13183558>

Гідрохімічний стан Печенізького водосховища

*Клочко Т.О.¹, Єлагіна Ю.В.¹,
Блажко І.О.², Ткачук В.О.²*

*¹Національний аерокосмічний університет ім. М.Е. Жуковського «ХАІ», ²Харківський ліцей № 99
t.klochko@khai.edu*

Печенізьке водосховище регулює стік верхньої частини басейну Сіверського Дінця, підтримує його водність для водопостачання м. Харкова. Згідно Директиви Європейського Парламенту і Ради «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики» [1] необхідно забезпечити досягнення для поверхневої води – найкращі екологічний і хімічний стани, за умови, що існують впливи, яких фактично не можна уникнути внаслідок специфіки діяльності людини або забруднення. Можуть існувати підстави для винятків із вимоги щодо запобігання подальшому погіршенню стану або щодо досягнення «доброго» стану за певних умов, наприклад, якщо неспроможність виконати такі вимоги є результатом непередбачуваних або виняткових обставин, зокрема паводків та посух, або, з причин переважного суспільного інтересу, нових модифікацій фізичних характеристик поверхневого водного об'єкта або змін рівня підземних водних об'єктів, за умови що було вжито усіх можливих заходів для пом'якшення негативного впливу на стан відповідного водного об'єкта. Запропонований індикативний перелік основних забрудників може бути переглянутий.

В зв'язку з цим актуальним є науково-прикладне завдання визначення природних і антропогенних факторів формування екологічного стану водних об'єктів. Зокрема, це стосується Печенізьського водосховища.

Витік Сіверського Дінця знаходиться на Середньоруській височині, в Белгородській області Росії на висоті близько 200 м над рівнем моря [2]. Річка входить в Україну на 102 км протяжності біля с. Огірцеве у Вовчанському районі Харківської області.

З верхнього б'єфу водосховища відбувається забір води для те-

хнічного водопостачання Харкова, обводнення харківських річок, зрошення прилеглих до водосховища сільгоспугідь. Нижній б'єф забезпечує питне водопостачання м. Харкова та санітарну витрату на ділянці до руслу р. Уди, а також для інших споживачів. Найбільші витрати на Сіверському Дінці спостерігаються в період весняного водопілля (переважно в березні і квітні) і формуються за рахунок талих вод.

Гідрохімічний режим водосховища формується в основному під впливом стічних вод Белгородського промислового району, поверхневого стоку з водозбірної площі, внутрішніх процесів, а також ряду інших факторів. На території смт Старий Салтів в наявності централізоване водовідведення. Очищення стічних вод здійснюється на очисних спорудах біологічної очистки (зі скидом очищених вод в Печенізьське водосховище).

Спостереження за станом води ведеться на пунктах Державного моніторингу [3]. Розглянемо багаторічну тенденцію на прикладі хлорид-іона, як показника, що в числі інших визначає якість вод та представлений у базі Державного моніторингу поверхневих вод р. Сіверський Донець з 1961 року. Хлорид-іон надходить у природні води шляхом розчинення хлорвмісних мінералів та соленосних відкладів, переноситься атмосферним шляхом. Останнім часом у надходженні зростає роль промислових і комунально-побутових стічних вод. Щоб уникнути негативних наслідків для здоров'я, вміст хлору у воді не повинен перевищувати норму, яка становить не більше 250 мг/л.

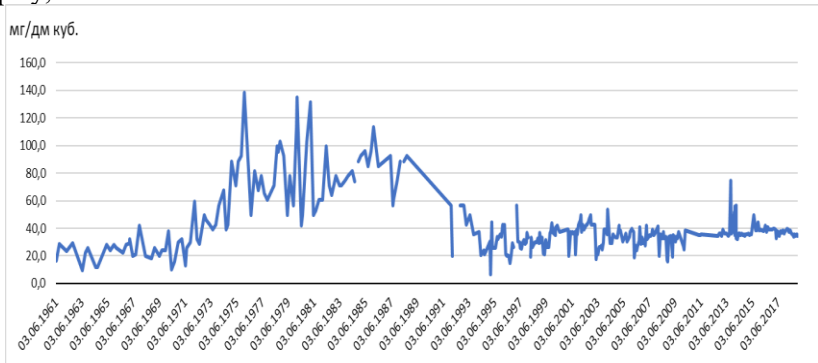


Рисунок. Динаміка вмісту хлорид-іонів у воді

Багаторічна динаміка вмісту хлорид-іонів у воді, як ілюструє рисунок, з 1961 по 2017 роки знаходиться у діапазоні 10-60 мг/дм куб. Значні коливання значень спостерігаються з 1973 року, досягая максимуму у 1985 році, що пов'язано з вводом у експлуатацію низки російських підприємств, розташованих вище за течією. З 1993 року спостерігається стабілізація показників якості води.

Якість води в Печенізькому водосховищі і за іншими гідрохімічними показниками знаходиться в межах допустимої норми. Але через війну ці показники можуть значно погіршитись. Російська агресія призвела до масштабного забруднення водою не лише у громадах, що безпосередньо були зоною бойових дій чи близькі до лінії фронту, але по всій території водозбору, що знавала масованих ракетних ударів. Слід згадати такі чинники, як потрапляння шкідливих речовин, що утворилися внаслідок техногенних аварій, у водойми з поверхневим стоком; розливи нафтопродуктів від знищеної техніки; безпосереднє забруднення залишками боєприпасів та ракетним паливом.

У ході контрастуну на Харківщині ЗСУ звільнили не лише людей та населені пункти, але також «деокупували» 18 водосховищ [4]. Загальний обсяг води в них – 513 млн кубометрів. Однак поки що не можна говорити про те, що весь цей стратегічний запас води “врятований”. Адже армія РФ обстрілює прилеглу територію та греблі досі.

Деякі днів окупанти наносили удари по гідровузлу Печенізького водосховища, що призвело до неконтрольованого скиду води. Ситуація наразі стабілізована але мешканців населених пунктів (загальною чисельність близько 5,5 тис осіб), що знаходяться вниз за течією, було попереджено про можливе затоплення. Також в разі пошкодження сховища без забезпечення водою залишиться місто Харків. Йдеться не лише про питну воду, а й про технічну для забезпечення життєдіяльності міста, обігріву багатоквартирних будинків.

Література

1. «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики» // Режим доступу:

- https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text [Електрон. ресурс] (дата звернення: 30.01.2023).
2. Печенізьке водосховище // Режим доступу: https://vodokanal.kharkov.ua/content/pechenezskoe_reservoir [Електрон. ресурс] (дата звернення: 30.01.2023).
3. Моніторинг поверхневих вод // Режим доступу: <https://davr.gov.ua/monitoring-poverhnevih-vod1>. [Електрон. ресурс]. (дата звернення: 03.10.2023).
4. З Печенізького водосховища відбулося неконтрольоване скидання води // Режим доступу: <https://www.objectiv.tv/uk/objectively/2022/09/28/iz-pechenezhskogo-vodohranilishha-proizoshel-nekontroliruemij-sbros-vody-ministr/> [Електрон. ресурс]. (дата звернення: 01.10.2023).

**Використання даних дистанційного зондування
для оцінки стану поверхневих вод території
нижньої течії Дніпра**

Корбутяк В.М., Циганюк М.П.

*(Національний університет водного господарства та природо-
користування, E - mail:*

v.m.korbutiak@nuwm.edu.ua, tsyhaniuk_az21@nuwm.edu.ua)

Стефанишин Д.В., Ходневич Я.В.

*(Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного прос-
тору Національної академії наук України, E - mail:*

d.v.stefanyshyn@gmail.com, ya.v.khodnevych@gmail.com)

Моніторинг якості води має важливе значення для забезпечення безпеки водних ресурсів, благополуччя екосистем і населення, яке від них залежить. Супутники Sentinel, частина програми Європейського Союзу (ЄС) Copernicus, надають цінні дані, які можна використовувати для різних цілей, наприклад для оцінки стану водних екосистем і виявлення забруднення з метою ефективного управління водними ресурсами. За останні роки

(протягом приблизно чотирьох десятиліть) накопичено значний досвід використання індексних зображень для контролю стану поверхневих вод. У випадку застосування даних місії Sentinel 2, дослідники, як правило, використовують тип даних S2MSI2A, що передбачає виконану атмосферну та геометричну корекцію. Використовуються видимі та ближні інфрачервоні області спектру для отримання залежностей між відбивною здатністю та фізичними, хімічними та біологічними властивостями води [1].

Віддалений контроль має особливу цінність для відстеження змін якості води у важкодоступних районах. Подібна ситуація на даний час складається для нижньої течії Дніпра. Внаслідок збройної агресії з боку РФ стік хімічних елементів, режим якості води зазнає значних трансформацій. При цьому немає можливостей виконати належні вишукування з оцінки якості поверхневих вод традиційними, польовими методами.

Універсальність супутників Sentinel-2, їх широкий мультиспектральний діапазон дозволяють визначати різні параметри якості води, такі як концентрація хлорофілу чи фітопланктону, каламутність і наявність забруднюючих речовин. У місії працюють два супутники, що дозволяє проводити повторні зйомки кожні 3 дні [2], забезпечуючи регулярний моніторинг. Висока часова роздільна здатність знімків, за належних метеорологічних умов, сприяє виявленню короткочасних коливань змін якості води.

Завдання оцінки якості поверхневих вод басейну нижньої течії Дніпра вирішувалося шляхом визначення наступних параметрів: біологічного споживання кисню (BOD), розчиненого органічного вуглецю (DOC), концентрації хлорофілу (CHL), які встановлювалися на основі емпіричних формул [3] за значеннями відбиття (BN) BOA Sentinel-2 каналу N (N = 3, 4, 5).

В процесі дослідження було реалізовано збір даних для аналітики з використанням Google Earth Engine. Для оцінки просторових і часових змін вибраних параметрів якості води (BOD, DOC, CHL) використовувалися дані супутника Sentinel-2, які були зареєстровані з моменту його запуску (у 2015 році). Загалом, для території дослідження, із хмарністю менше 1%, було доступно 3003 сцени (рис. 1). Результати розрахунків для BOD для умов

нижнього Дніпра було адаптовано на основі матеріалів моніторингу, доступних на порталі якості поверхневих вод Держводагенства [4].



Рис. 1. Фрагмент вікна Google Earth Engine, мозаїка знімків Sentinel-2

Отримані в ході дослідження результати дозволили виконати комплексну якісну оцінку стану поверхневих вод території нижньої течії Дніпра, з відображенням відносної динаміки та розподілу показників BOD, DOC, CHL.

Література

1. Pizani, F., Maillard, P., Ferreira, A., & Amorim, C. (2020). Estimation of water quality in a reservoir from Sentinel-2 MSI and Landsat-8 OLI sensors. V-3-2020. 401-408. 10.5194/isprs-annals-V-3-2020-401-2020.
2. Sentinel-2 mission guide. <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-2>.
3. Ciężkowski, W., Frąk, M., Kardel, I., Kościelny, M., & Chormański, J. (2022). Long-term water quality monitoring using Sentinel-2 data, Głuszyńskie Lake case study. Scientific Review Engineering and Environ. Sciences, 31 (4), 283–293.
4. Геопортал «Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України». <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>.

Комплексна оцінка та прогнозування екологічного стану природно-заповідних територій

*Трофимчук О.М., Триснюк В.М., Шевякіна Н.А.,
Загородня С.А., Радчук І.В., Шумейко В.О.,
Пащенко Є.Ю., Горошкова Л.А., Зотова Л.В., Хабова Н.В.
Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного про-
сторю НАН України, м. Київ.
E - mail: trysnyuk@ukr.net*

Анотація. Розроблені та впроваджені нові методи комплексного аналізу аерокосмічних і наземних спостережень природно-заповідних територій регіонів України. Удосконалено теоретичні основи інтегрованого аналізу різнорідних та різнорівневих екологічних, геолого-геофізичних, геохімічних даних і багатоканальних аерокосмічних геозображень для комплексного геоекологічного моніторингу природоохоронних об'єктів.

Ключові слова: природно-заповідні території, геоекологічний моніторинг, геоінформаційні системи, дистанційне зондування землі, водні об'єкти, антропогенний вплив, комплексний аналіз, математичне моделювання.

Високий рівень техногенного забруднення навколишнього природного середовища в Україні зумовлено впливом усього спектра екологічних і природно-техногенних загроз, здебільшого нерациональним характером природокористування. Техногенне навантаження та природно-заповідні території залежить від транскордонних, регіональних і локальних потоків забруднюючих речовин. В процесі роботи проведено аналіз науково-методологічних основ комплексного оцінювання інтенсивності та характеру техногенного та антропогенного впливу на стан природно – заповідних об'єктів. Розв'язання задач, екологічного стану природно-заповідних територій та об'єктів доцільно здійснювати шляхом комплексного використання геоінформаційних технологій, зокрема дистанційного зондування Землі з космосу (ДЗЗ) та інформаційних систем, використовуючи наземні спостереження та наукові теоретико-методологічні дослідження[1]. Особливої уваги

для екологічно безпечного розвитку природно-заповідних територій, моніторингу довкілля, потребують об'єкти історичної цінності (національні природні парки, заповідники, печери, замки). Вони характеризуються підвищеною увагою, служб надзвичайних ситуацій (пожежі, повені, зсуви), де оцінка техногенного навантаження заснована в першу чергу на інтерпретації статистичних даних моніторингу довкілля, розподілених в просторі та часі. Більшу об'єктивність в дослідженнях забезпечує комплексне поєднання контактних (наземних) та дистанційних методів моніторингу, що набули високої точності завдяки розвитку технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) з космосу та засобів тематичного дешифрування отриманих зображень. Організація сучасного фонового, загального і кризового моніторингу здійснюється з активним використанням технологій геоінформаційних систем (ГІС) [2]. Високий ступінь заповідності природоохоронних об'єктів та значне зменшення антропогенного впливу дозволяє проводити фоновий моніторинг, де наближення екосистем до свого природного стану є максимальним. Для дослідження використовуються наступні методи: визначення гідрохімічних характеристик стану природно-заповідних територій та об'єктів; обробка космознімків; геоінформаційна обробка просторових даних; гідроакустичні методи вивчення рельєфу дна водних об'єктів. В результаті проведених досліджень отримано – інформаційну систему екологічного моніторингу природно-заповідних територій та об'єктів, що дозволить забезпечити оперативний доступ до інформації і спільну роботу великої кількості користувачів системи. Такий підхід забезпечить аналіз впливу антропогенних чинників на екосистеми природно-заповідних територій та удосконалив технології екологічно безпечного їх розвитку з використанням геоінформаційних технологій для підтримки прийняття управлінських рішень. В результаті досліджень виконано:

1. Дослідження особливостей та закономірностей процесів техногенного та антропогенного впливу на екологічний стан природно-заповідних територій з використанням інформаційно-аналітичних інструментів і технологій;

2. Розробка теоретико-методологічних основ та експериментальних підходів оцінювання інтенсивності і характеру антропогенного впливу та прогнозу щодо стану водних об'єктів України;

3. Оцінка рівня забруднення природного середовища за хімічними, фізичними та радіаційними показниками. Вивчення динаміки вмісту забруднюючих речовин і виявлення умов, за яких мають місце коливання рівня забруднення. Дослідження закономірностей процесів самоочищення та накопичення забруднюючих речовин у донних відкладах. Проведення камеральних досліджень, побудова цифрових моделей рельєфу дна водних об'єктів, отримання тематичних карт.

4. Створення спеціалізованого фонду космічних знімків різної розподільної здатності та часового ряду для екологічного моніторингу досліджуваних об'єктів, що дозволить менш витратними методами здійснювати контроль за станом техноприродних екосистем та аналізувати антропогенне навантаження;

5. Розроблення технології тематичної обробки сучасних космічних знімків для завдань ідентифікації процесів забруднення природно-заповідних територій під дією природних і антропогенних чинників.

6. Оцінка та прогноз природо - ресурсного потенціалу гідроекосистем на основі розроблених інформаційних технологій, в тому числі в режимі реального часу. Представлення картографічного ресурсу з результатами проведених досліджень для широкого кола зацікавлених користувачів в Інтернет мережі в структурі геопорталу.

Реалізація комплексних методів досліджень, щодо кожного конкретного природного об'єкту дозволила провести 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.

Література

1. Трофимчук О. М. Геоінформаційні технології захисту доквілля природно-заповідного фонду / О. М. Трофимчук, О. М. Адаменко, В. М. Триснюк. – Івано-Франківськ: Супрун В. П.,

2020. – 340 с.

2. Довгий О.С., Трофимчук О.М., Коржнев М.М., Яковлев Є.О., Триснюк В.М. і інші. Моніторинг мінерально-сировинної бази України та екологічного стану територій іїгріничодобувних регіонів у контексті забезпечення їх сталого розвитку.– Київ. Ніка–Центр. 2019. 148 с.

Дослідження долини р.Супій як ланки Смарагдової мережі Європи методами ГІС технологій і ДЗЗ

Маргес С.В.

(Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук Національної Академії Наук України, E-mail: sergemarhes@gmail.com)

Річка Супій тече Придніпровською низовиною і є лівою при-токою Дніпра. Заплава річки знаходиться у межах об'єкту (Смарагдової мережі) «Заплава Супою» UA0000237. Саме тому стан басейну річки має не тільки місцеве та загальнодержавне значення, а також національне та міжнародне.

Стан долини Супою незадовільний, про що свідчить заболочення, замулення та заростання водойм, їх трансформація у трав'янисті водно-болотяні угіддя, фінальні етапи яких приводять до зневоднення територій і додаткового осушення за рахунок обміління і зникнення малих річок і струмків. Крім того, особливістю досліджуваної території є поєднання природніх умов та значного антропогенного впливу, який полягає у широкому поширенні сільськогосподарських угідь.

В основу дослідження басейну р.Супій увійшли знімки супутників Landsat 4, 5, 8 та 9 протягом 1986-2023 рр. На їх основі створено класифікацію поверхні та часові ряди температури. Перша включає в себе Покриття з дерев (Tree cover), Чагарники (Shrubland), Пасовища (Grassland), Посіви (Cropland), Забудова (Built up), Гола/розріджена рослинність (Bare/sparse vegetation), Постійні водойми (Permanent water bodies) та Трав'янисті водно-

болотні угіддя (Herbaceous wetland). Знімки класифіковано за допомогою Support Vector Machine в ENVI за даними наявних спектральних каналів.

Посткласифікаційна обробка включала в себе відсіювання та аналіз більшості. Відсіювання дрібних ареалів допомагає прибрати з карти класифікації як дрібні ставки, так і чисельні помилки дешифрування у вигляді невеликих груп пікселів. Поріг відсіювання мною був встановлений 6 пікселів. Другим кроком було поділити за класами некласифіковані пікселі.

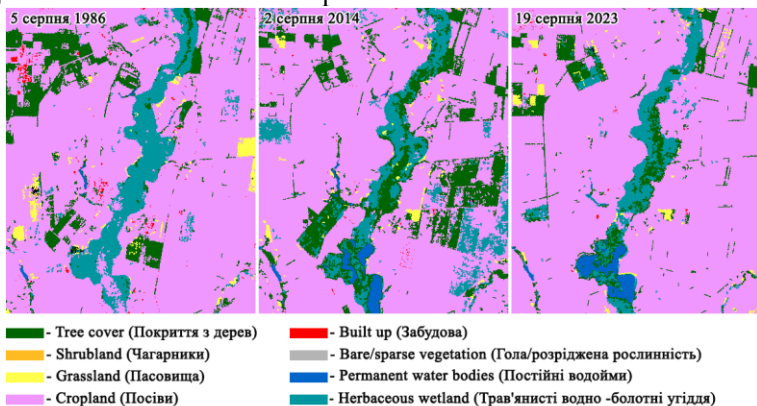


Рис. 1 Фрагмент класифікованих знімків Landsat (Смарагдова мережа "Усівський-2")

За результатами класифікації (рис. 1) відслідковано зміни в частині р.Супій (від трав'янистих водно-болотних угідь до постійних водойм) у передмісті м.Яготин (в межах якого сьогодні розташоване водосховище), розвиток рослинності поміж берегами та поширення площ посівів (або ж таких, що наближені до них).

За результатами аналізу температури (середньої, рис. 2) за наявними знімками на серпень чітко виділяється лінія низьких температур, що характерно для водойм (та лісу), особливо водосховища поблизу м.Яготин (у центрі знімка). Також можна охарактеризувати південні ділянки як найбільш уражені сонячним випроміненням, посушливі, а надто великою «жовтогарячою» зоною привертає увагу саме правий берег. За законом Коріоліса,

саме останній берег є вищим, тому завищена температура на цьому березі очікувана.

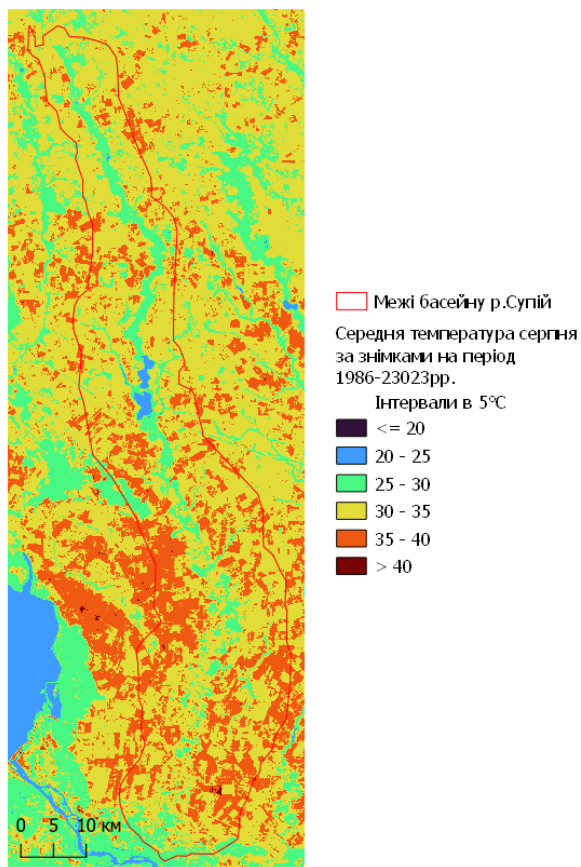


Рис.2 Результат обчислення середньої температури басейну Супою за знімками Landsat 1986-2023рр.

Використання геоінформаційних технологій для вибору ділянки з метою будівництва полігону твердих побутових відходів

Шевчук О.В.

(Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору Національної академії наук України, E-mail: oleksandrshvchuk17@gmail.com)

Проектуванню полігону твердих побутових відходів (далі - ТПВ) передують складна підготовча робота, однією зі складових якої є визначення найкращого розташування полігону ТПВ. При цьому доводиться враховувати безліч екологічних, економічних та геологічних умов. Як правило, ці умови є взаємно суперечливими, і остаточне рішення щодо вибору ділянки, що відводиться для будівництва полігону ТПВ, є компромісним.

Проектування полігонів ТПВ в Україні здійснюється з урахуванням вимог ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування».

На практиці, для вибору придатної ділянки використовують різноманітний картографічний матеріал, який дозволяє обрати варіанти розміщення полігону ТПВ з урахуванням вищезазначених нормативних вимог. У зв'язку з цим, найбільш перспективним варіантом для цієї задачі є використання ГІС-технологій.

Виходячи з практичних досліджень, що здійснювалися на Здолбунівському сміттєзвалищі ТПВ (у Рівненській області) процедурно опишемо послідовність дій, необхідних для вибору потрібної ділянки використовуючи при цьому ГІС-технології.

Попередньо, потрібно проаналізувати вибрану площу на карті, в межах якої необхідно обрати ділянку для будівництва полігону ТПВ. Розміри цієї площі можуть широко варіюватись виходячи з щільності населення, кількості промислових об'єктів, тощо. Наступним етапом є формування обмеженого переліку просторових об'єктів в межах вибраної площі, що обумовлюють екологічні, санітарні і геологічні обмеження для вибору ділянки.

1 етап. Першим етапом є створення із растрового зображення висот – растрового зображення схилів. Растрове зображення схилів дає інформацію про наявність у місцевості відносно рівних і плоских ділянок, придатних для будівництва полігону ТПВ. Цим ділянкам відповідає світлий відтінок растрового зображення.

2 етап. Потрібно врахувати обмеження, пов'язані з наявністю санітарно-захисних зон поблизу населених пунктів, водних та інших об'єктів. Це можна зробити за допомогою растрів відстаней – це специфічні растри, що описують віддаленість точок поверхні землі від вибраних об'єктів. У растрах відстаней світлі ділянки відповідають меншим відстаням.

3 етап. На цьому етапі проводиться перекласифікація растрового зображення відстаней та растрового зображення ухилів. При перекласифікації растрів відстаней найбільший клас призначається найвіддаленішим ділянкам, найменший – найближчим. Це пов'язано з тим, що чим далі розташована ділянка від об'єктів, на основі яких побудований растр, тим кращою вона є для будівництва полігону ТПВ. У свою чергу, при перекласифікації растру ухилу більш плоским і рівним ділянкам слід призначати вищі значення класів. Таким чином, перекласифікація дозволяє ранжувати ділянки за ступенем їхньої придатності. На практиці рекомендується вибирати кількість класів не менше ніж 10.

4 етап. Для отримання комплексної оцінки придатності ділянок для будівництва полігону ТПВ необхідно здійснити комбінування сформованих просторових даних з урахуванням їхньої «значущості». Вказана «значущість» кількісно характеризує ступінь впливу обмежувальних факторів – аналізованих просторових об'єктів – на вибір ділянки, причому сума всіх важливих елементів має дорівнювати одиниці.

Комбінування даних провадиться за допомогою спеціального інструменту маніпулювання растровими даними «Калькулятора растру», який дозволяє проводити математичні операції з растрами. Фактично вирішується наступне завдання лінійного програмування:

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot d_i \rightarrow \max, \quad (1)$$

при обмеженнях:

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1, \quad -1 \leq \lambda_i \leq 1, \quad i = \overline{1, n} \quad (2)$$

де d_i – це відстань з набору просторових даних, отриманих на третьому етапі, λ_i – «значущість» об'єктів. Для того, щоб ділянка, яку ми шукаємо, була віддалена від i -об'єктів, необхідно $\lambda_i > 0$ і якщо наближена до i -об'єктів, то $\lambda_i < 0$.

5 етап. Подальша перекласифікація скомбінованого растру дозволяє виділити найпридатніші ділянки території для будівництва полігону ТПВ.

6 етап. Перетворення растру за результатами перекласифікації на полігональний шар просторово обмежує ділянки, що відповідають усім заданим умовам. Оцінка площі цих ділянок дозволяє оцінити можливість їх використання для будівництва полігону ТПВ на визначеній території з урахуванням середньої чисельності населення. Крім того, за наявності кількох ділянок доцільно провести їх ранжування за техніко-економічними критеріями та вибрати найкращий.

У завданнях раціонального управління відходами вибір ділянок для полігонів ТПВ із використанням запропонованої процедури дозволяє суттєво скоротити витрати часу на проведення проектних робіт, підвищити достовірність їх результатів, а також дослідити вплив кожного з факторів на підсумковий результат.

Ця робота була проведена у контексті Здолбунівського сміттєзвалища ТПВ з використанням програмного продукту ArcGIS компанії ESRI (США).

Список використаних джерел

1. Шевчук О.В., Азімов О.Т. Моніторинг Здолбунівського сміттєзвалища ТПВ (Рівненська область, Україна) із застосуванням безпілотного літального апарату / Колективна монограф. за матеріалами 20-ї Міжнар. наук.-практ. конф. «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: виклики 2021

року» (м. Київ, 04-08 жовт. 2021 р.); За заг. ред. С.О. Довгого. Київ: ТОВ «Вид-во «Юстон», 2021. С. 121–126.

2. ArcGIS Spatial Analyst. руководство пользователя. Джилл МакКой, Кевин Джонстон – ESRI Press. Пер. с англ. DATA+, 2004 г., 216 стр.

Технологія оперативного прогнозування покладів вуглеводнів за комплексом структурно-термо-атмогеохімічних досліджень з використанням даних ДЗЗ та ГІС

Багрій І.Д.¹, Дубосарський В.Р.¹, Азімов О.Т.²

*¹Інститут геологічних наук НАН України,
info@igs-nas.org.ua, dvr2569@ukr.net*

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

Прогнозування покладу вуглеводнів (ВВ) навіть у пастці відносно простої будови є досить складною комплексною проблемою, успішне вирішення якої передбачає виконання низки завдань. До таких, зокрема, належить отримання адекватної інформації про наявність розривних порушень та їх особливостей. Як показує досвід, нафтогазоперспективні ділянки можуть ускладнюватись раніше невиявленими сейсморозвідувальними роботами розривами різної кінематики через їх малоамплітудність, а отже слабку вираженість у хвильовому полі, що зумовлено чутливістю сейсмічних методів й специфікою проведення відповідних польових досліджень. Разом з тим об'єкти диз'юнктивного генезису потенційно можуть руйнувати або герметизувати вуглеводневий поклад.

Ефективне вирішення завдання прогнозу може бути досягнуто шляхом впровадження в пошуковий процес оперативних, маловитратних технологій і методів досліджень, а також їх комплексів. До таких належить й комплекс структурно-термо-атмогеохімічних досліджень (СТАГД) у розумному поєднанні з методами

дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) і технологіями географічних інформаційних систем (ГІС) [1–3 та ін.]. Зокрема, комплекс застосовано на території Новостепанівсько-Євельської площі (НЄП) Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ). Подібних робіт на площі раніше не проводилося. З-поміж ГІС використано пакет програм MapInfo Professional.

Комплексна робота за технологіями ДЗЗ і СТАГД включала такі методи і види опрацювання сукупності матеріалів: збір та геоструктурний аналіз апріорних матеріалів геолого-геофізичних робіт; підбір наявних даних ДЗЗ та топографічних карт, оцінка на їх основі загальної ландшафтної структури НЄП; виявлення індикаторів географічного середовища, що є інформативними стосовно відображення основних рис внутрішньої геологічної будови площі досліджень; морфоструктурний аналіз та комп'ютеризоване структурне дешифрування матеріалів ДЗЗ та топокарт; класифікація дешифрованих об'єктів геологічної природи щодо їх форм у просторі; ранжування лінійних об'єктів (лінементів) та дуготипів (кільцевих структур); польові роботи (зйомки: еманацияна – радон і торон – R_n , T_n ; атмогеохімічна – водень, гелій, вуглекислий газ – H_2 , He , CO_2 , вільні вуглеводні; та термометрична – на глибині підгрунтового шару 1 м); лабораторний хроматографічний аналіз проб газів, що відібрані з підгрунтового шару; обробка й тематична інтерпретація результатів експедиційних досліджень; комплексна проблемно-орієнтована інтерпретація отриманих даних атмогеохімічних і дистанційних методів досліджень; прогнозування нафтогазоносності площі робіт, що може бути пов'язаною із структурними та неструктурними пастками, на основі виявлення сучасних геодинамічно активних зон розривних порушень підвищеної флюїдопроникності.

На основі вивчення розподілу відповідних показників, використовуючи оригінальні обчислювальні програми [1], НЄП була диференційована (районована) стосовно перспектив на пошуки в її межах покладів ВВ з виділенням відповідних локальних ділянок. Основним критерієм визначення перспективних ділянок (зон) вважалась відсутність аномальних полів, виділених за результатами аналізу матеріалів еманацияних, термометричних і атмогеохімічних досліджень. Геодинамічні показники (R_n , T_n ,

CO₂), лінеаментні зони різного простягання враховувалися в залежності від просторового збігу з вуглеводневими аномаліями (зони стиснення або розтягнення) або ж близькістю до них.

У результаті проведених досліджень побудовано картосхему розташування на території НСП локальних ділянок, прогнозно перспективних на подальші пошуки нафтогазових покладів. Встановлено 8 ділянок складної у плані морфології, у межах яких потенційно може зберігатися і накопичуватися вуглеводнева сировина. Площа найменшої ділянки становить 0,17 км², найбільшої – 2,7 км².

Отже, застосований науково обґрунтований комплекс дистанційних і приповерхневих методів досліджень засвідчив свою оперативність, ефективність та інформативність у вивченні особливостей геофлюїдодинаміки відомих і передбачуваних розривних порушень в межах НСП ДДЗ, диференціювавши їх на флюїдопровідні та непроникні. Отримані матеріали складуть основу для подальшого підвищення результативності прогнозних і пошукових робіт на поклади ВВ на площі. Зокрема, в її межах виділено 8 локальних перспективних ділянок.

Список використаних джерел

1. Багрій І.Д., Карпенко О.М., Семенюк В.Г. та ін. *Геолого-структурно-термо-атмогеохімічні технології прогнозування, пошуків і розвідки родовищ вуглеводнів: Навч. посіб.* Київ: ІГН НАН України, 2016. 309 с.
2. Азімов О., Багрій І., Дубосарський В. Прогнозування покладів вуглеводнів з використанням комплексу атмогеохімічних і дистанційних методів. *Вісн. Київ. нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. Геологія.* 2022. Вип. 3 (98). С. 104–109. <http://doi.org/10.17721/1728-2713.98.13>
3. Azimov O.T., Bagriy I.D., Dubosarsky V.R. (2022). Application of remote sensing and atmochemochemical methods for assessing prospects and effective planning of oil-gas explorations. *Proc. 16th Int. Sci. Conf. on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, 15-18 November 2022, Kyiv, Ukraine,* 1–5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022580101>

Аналіз процесів підтоплень в межах Зони відчуження на підставі застосування ДЗЗ/ГІС-технологій

*Азімов О.Т.¹, Томченко О.В.¹, Шевченко О.Л.², Триснюк В.М.³,
Андреев А.А.¹, Кіреєв С.І.⁴*

*¹Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі
ІГН НАН України, azimov@casre.kiev.ua, tomch@i.ua,
artem.a.andreev@gmail.com*

*²Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН
України, shevch62@gmail.com*

*³Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору
НАН України, trusnyuk@ukr.net*

*⁴Державне спеціалізоване підприємство “Екоцентр”,
kireev@ecocentre.kiev.ua*

Радіаційно-екологічний моніторинг довкілля в межах радіонуклідно забруднених територій передбачає створення відповідної інформаційно-аналітичної, технологічної системи для оцінювання радіаційної обстановки, виявлення тенденцій в її змінах та для подальшого прогнозування відповідних ситуацій на основі регулярних спостережень. Удосконалення структури і методичних основ моніторингу, як одну з важливих його складових, повинно враховувати й аерокосмічний сегмент, що ґрунтується на застосуванні технологій дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та географічних інформаційних систем (ГІС). У межах зони відчуження (ЗВ) ЧАЕС, більша частина якої наразі являє собою Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник, одним з головних завдань системи є вивчення просторово-часових змін у гідрологічній мережі й у водних ресурсах цієї території. Таким чином, робота з залученням даних ДЗЗ і матеріалів гідрометеорологічних вимірювань проводилися за напрямом експериментальних моніторингових досліджень та оцінювання впливу кліматичних змін на водні ресурси Зони.

Робота є пролонгацією відповідних робіт попередніх розвідок [1, 2 та ін.], за результатами яких, зокрема, на прикладі лівобережної Прип'ятської осушувальної системи встановлено таке. Пі-

ся проведеного у 2001–2004 рр. розчищення каналів і реконструкції пропускних споруд на лівобережній системі та припинення у 2015 р. постійного функціонування наявної тут польдерної насосної станції за матеріалами ДЗЗ квітня-травня 2003, 2004 та 2018 рр. на території виявлено незначне обводнення та заболочення міждамбової ділянки, а також ділянки північно-східніше «старої» дамби (див. рис. 1 у [1] та рис. 1, 2 у [2]). У порівнянні з аналогічним сезоном попередніх років (1994–1998 рр.) площа відкритої водної поверхні зменшилась у декілька разів, а то майже й на порядок.

Зазначені процеси зменшення обводнення території мали чітку тенденцію до пролонгації, принаймні майже до середини весни 2022 р., що засвідчують результати тематичного дешифрування космічного знімка, отриманого з супутника WorldView-2 06.04.2022 р. Закартоване з використанням даних ДЗЗ відносно зневоднення території в 2003–2022 рр. порівняно з періодом кінця 1980-х та 1990-ми рокам зумовлене, на наш погляд, зменшенням кількості атмосферних опадів у визначальні для формування об'ємів поверхневих водойм певні періоди (сезони) року, що особливо помітно після 2013 р. Переважно це спричинено перерозподілом опадів поміж тими місяцями, протягом яких у минулі роки їх випадало відносно менше. Такий висновок слідує з аналізу статистичних даних щодо кількості атмосферних опадів з бази даних, доступ до якої надається платформою ERA5.

Усе це є проявами процесів глобальних змін клімату. Під дією цих змін відбувається переважне потепління протягом більшості місяців року та розширення на північ, зокрема з захопленням Чорнобильського регіону, зони нестійкого зволоження, для якої притаманна значна втрата вологи на випаровування. Зростання температури холодного періоду призводить до частих відлиг, коли опади не замерзають або ж часто розтають і по земній поверхні стікають до дренажної мережі та/або активно інфільтруються в геологічне середовище через те, що ґрунт зони аерації недостатньо промерзає або розмерзається.

Процеси перерозподілу опадів та поверхневого стоку, що відбулись під дією змін клімату, відображаються також і на динаміці винесення ^{90}Sr , що добре простежується при аналізі графіків змін

температури, опадів та водного винесення цього радіонукліда. Чітко помітно, що після 1990 р. (початок активної фази потепління клімату в Україні) винесення ^{90}Sr , яке значною мірою визначається періодом весняної повені, обернено залежить від температури холодного періоду року (листопад-березень). За умов, коли протягом зими утримувалась переважно від'ємна температура, проявляється також прямий зв'язок між кількістю зимових опадів і винесенням радіонукліда ^{90}Sr . Очевидно, що підвищені температури та часті відлиги зимової пори не сприяють значному талому стоку і змиву радіонуклідів на початку весняної повені. У той же час аномально висока кількість опадів за холодний період 2012–2013 рр., збереженню якої до весняного танення сприяла достатньо витримана низька температура (середнє значення за холодний період $-1,7^\circ\text{C}$), забезпечила аномально високе винесення ^{90}Sr із території ЗВ у 2013 р.

На відміну від періоду 2003–2022 рр. дані супутника Sentinel-2 від 02.05.2023 р. засвідчують зростання обводнення території досліджень. Зокрема, у порівнянні з матеріалами WorldView-2 від 06.04.2022 р. площа відкритої водної поверхні збільшилася тут на 75%, натомість площа суходолу зменшилася приблизно на 11%. Це може сигналізувати про імовірне формування багатоводної фази водності в межах повного гідрологічного циклу, що зазвичай історично був характерний для басейну р. Прип'ять. Це підкреслюється опрацьованими статистичними даними з ERA5 стосовно відносного збільшення у період вересень-жовтень-листопад-грудень 2022 р. сумарної кількості атмосферних опадів у межах лівобережної частини водозбірного басейну р. Прип'ять. Означене сприяло зростанню обсягів активності ^{90}Sr , які за розрахунками ДСП “Екоцентр” могли бути винесеними зі стоком з району лівобережного польдера у 2022 р. Отже, зазначене загалом вказує на вірогідну, започатковану в кінці 2022 р. зміну тенденції до зростання обсягів активності ^{90}Sr , що виноситиметься з лівобережного польдера до р. Прип'ять як у 2023 р., так і в наступних роках.

Список використаних джерел

1. Азімов О.Т., Томченко О.В., Шевченко О.Л. Система супутникового моніторингу гідрологічних процесів на радіаційно забруднених територіях / Колективна монограф. за матеріалами 21-ї Міжнар. наук.-практ. конф. «Інформаційно-комунікаційні технології та сталий розвиток» (Київ, 14-16 листоп. 2022 р.); за заг. ред. С.О. Довгого. Київ: ТОВ «Вид-во «Юстон», 2022. С. 164–166.
2. Azimov O., Tomchenko O., Shevchenko O., Dorofey Ye. (2022). Satellite monitoring of the natural and technogenic events on the left-bank Pripyat reclamation system of the Chornobyl Exclusion Zone. *Proc. 16th Int. Sci. Conf. on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, 15-18 November 2022, Kyiv, Ukraine*, 1–6. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022580102>

Методика побудови картографічних моделей втрат лісу з використанням Google Earth Engine

Горелик С.І., Саул-Гоце Д.К.

(Національний аерокосмічний університет ім.М.Є.Жуковського «ХАІ», d.k.saulhoze@student.khai.edu)

Автоматичне дешифрування полігонів лісовирублення – один з ефективних методів визначення зон знеліснення.

Використання кодового редактору Google Earth Engine в онлайн-режимі дозволяє автоматично виявляти рубки по космічних знімках. Google Earth Engine об'єднує багатопетабайтний каталог супутникових знімків і геопросторових даних з можливостями аналізу планетарного масштабу. Вчені, дослідники та розробники використовують Earth Engine для виявлення змін, картування тенденцій і кількісної оцінки відмінностей на поверхні Землі.

У Google Earth Engine є можливість завантаження датасетів «ESA World Cover» «Dynamic World V1» «Hansen GFC», в яких зберігається просторова інформація щодо вирубок за роками на

основі даних знімання Landsat-7 та 8. При додаванні програмного коду «Hansen Global Forest Change 2000-2021» зі створенням масок швидко відображаються загальні лісовтрати. Дані порівнюються по роках за значенням індексної основи. Візуалізація цих даних відбувається наступним чином: лісовтрати відображаються жовтим і червоним кольором, лісові ділянки – зеленим, а інші – чорним.

Дослідження тематичних полігонів має функціонал підсумування площинних показників полігонів знеліснення. Головна перевага – кодовий супровід та виведення до графіків за площею та роками від 2000 до 2021 року.

З використанням Google Earth Engine побудовано три картографічні моделі лісовтрат у період з 2008 по 2021 рік на основі різних вхідних даних (рис. 1).

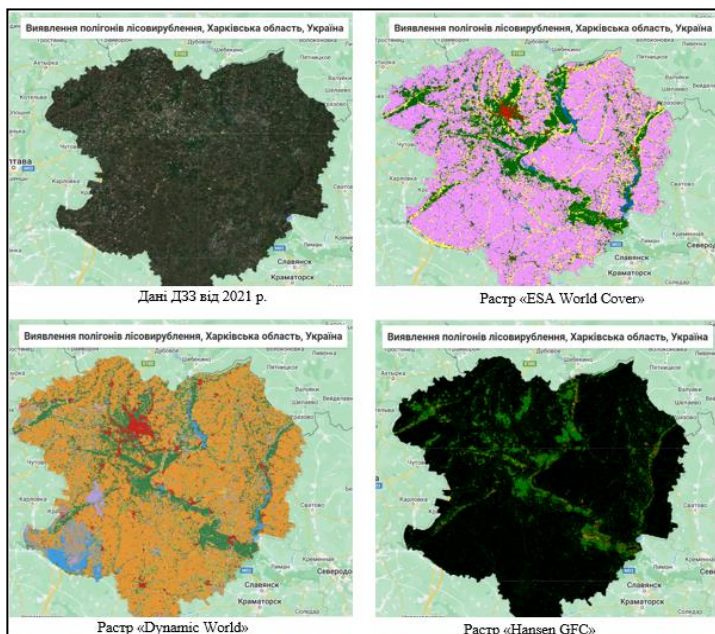


Рис. 1 – Картографічні моделі виявлення полігонів лісовирублення в Харківській області методом автоматичного дешифрування

За результатами автоматичного дешифрування у Google Earth Engine визначені наступні параметри для Харківської області:

- загальна площа лісовирублення – 26 815 га;
- найбільша площа рубок зафіксована у 2009 році (2906,03 га);
- найменша площа – у 2003 та 2013 році (760,4 Га та 771,7 Га відповідно);
- середня кількість (щорічна динаміка) лісовирублення – 1276,9 га/рік.

Результати можуть бути експортовані у вигляді статистичних даних, передано до відповідних інстанцій для перевірки, інвентаризації лісових масивів тощо. Методика структурована, може застосовуватися для будь якої зони інтересу.

Перелік літератури

1. Earth Versions – Google Earth. (2021). URL: Google Earth. <https://www.google.com/intl/en/earth/versions>
2. Jiang, Z., Huete, A., Chen, J., Chen, Y., Li, J., Yan, G., & Zhang, X. (2006). Analysis of NDVI and scaled difference vegetation index retrievals of vegetation fraction. *Remote Sensing of Environment*, 101(3), 366–378. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2006.01.003>.
3. Nandasena, W.D.K.V., Brabyn, L., Serrao-Neumann, S. (2022). Using Remote Sensing for Sustainable Forest Management in Developing Countries. In: *The Palgrave Handbook of Global Sustainability*. Palgrave Macmillan, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-38948-2_35-1

Методика визначення вирубок лісу з використанням ГС-технологій

Горелик С.І., Саул-Гоце Д.К.

*(Національний аерокосмічний університет ім.М.Є.Жуковського
«ХАІ», d.k.saulhoze@student.khai.edu)*

Однією з екологічних проблем України є незаконне використання лісових ресурсів, а саме несанкційні вирубки лісу. За даними Державного агентства лісових ресурсів обсяги лісопорушень досягають десятки, а іноді тисячі кубометрів деревини на рік.

Актуальним завданням є достовірне визначення ділянок незаконної вирубки лісу. Існують багато методів визначення цього правопорушення, їх можна поділити на дві великих групи: контактні та дистанційні.

Контактні методи дозволяють визначити на місці факт незаконної вирубки лісу, але потребують значних матеріальних і часових витрат. Серед наявних контактних даних слід зазначити відкритий Реєстр дозвільних документів на заготівлю деревини та Геопортал «Публічна Кадастрова карта України», яка дозволяє визначити законність вирубок. Дистанційні дані дозволяють з мінімальними часовими й матеріальними витратами локалізувати ділянки вирубок лісу й визначити їх геометричні характеристики, але мають ряд недоліків пов'язаних з метеоумовами та неоднозначною інтерпретацією космічних методів дослідження

Геоінформаційні технології дозволяють швидко обробляти великий масив контактних і дистанційних даних, створенням картографічні моделі для їх подальшого аналізу і інтерпретації.

Розроблена методика визначення вирубок лісу з використанням ГС технологій полягає у комплексному використанні відкритих даних з публічних порталів про наявність лісорубкових білетів, космічних знімків з супутника Sentinel-2, програмного забезпечення ArcGIS з інструментами просторового аналізу ArcToolbox. Практична реалізація розробленої методики виконана для усієї Харківської області.

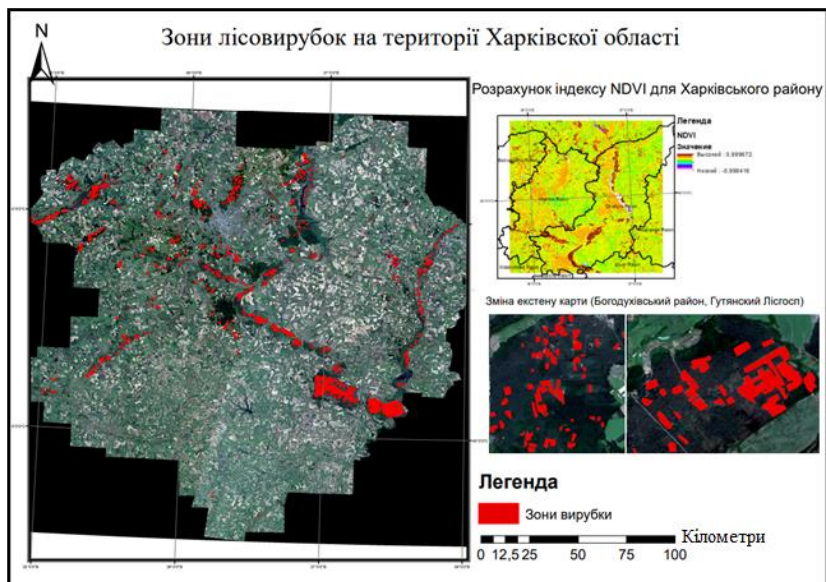


Рис.1 – Результуюча карта дешифрування полігонів лісовирублення Харківської області

Методика дозволила визначити 3299 ділянок вирубок лісу у Харківській області, загальною площею 30 493 га. При цьому у період з 2008 по 2021 рік виявлено 1977 вирубок, загальною площею 17 514 га. Найбільша кількість вирубок припадає на період з 2014 по 2019 рр., при цьому найбільша площа рубок лісу спостерігалася у 2009 –2010 рр. Аналіз отриманих даних показав, що середня площа однієї вирубки протягом 2011-2021 рр. складала – 3,2-8,4 Га, а у 2008-2010 рр. – 9,9-75,2 Га. У період з 2018 по 2019 рр. та у 2021 р. спостерігався найбільший відсоток незаконних вирубок – 48,0-52,8%, при цьому найбільший показник законної вирубки у 2020 р. – 67,7%.

Перелік літератури

1. Відкритий Реєстр Дозвільних документів на заготівлю деревини (2022) / [електронний ресурс]. URL: <https://lk.ukrforest.com/forest-tickets/index>

2. Copernicus Open Access Hub (2022) / [електронний ресурс], URL: <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>
3. Bhunia G.S., Shit P.K., Sengupta D. (2021) Free-open access geospatial data and tools for forest resources management. In: Shit PK, Pourghasemi HR, Das P, Bhunia GS (eds) Spatial modeling in forest resources management: rural livelihood and sustainable development. Springer, Cham, pp 651–675. DOI: 10.1007/978-3-030-56542-8_28

Застосування дистанційних методів при дослідженні зсувів ґрунту

Столяр О.О., Азімов О.Т.

*(Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі
ІГН НАН України, E - mail: olstoliar99@gmail.com,
azimov@casre.kiev.ua)*

Дана робота зосереджена на досліджуваній ділянці в Одеському районі: селі Фонтанка. Ділянка викликала інтерес через масштабний зсув, що стався там у 2017 році. З метою ефективного вивчення та кращого розуміння деформацій земної поверхні, пов'язаних із цією подією, були використані радіолокаційні зображення супутника "Sentinel-1" які в подальшому оброблялися за допомогою методу диференційної інтерферометрії – DInSAR. Ця методологія забезпечує точний та надійний спосіб виявлення та кількісного вимірювання деформацій земної поверхні, сприяючи більш повному розумінню процесів зсуву в селі Фонтанка. Результати дослідження сприяють прийняттю оптимальних та зважених управлінських рішень щодо зменшення ризиків зумлекористування в цьому регіоні (Davis, and Evans, 2019).

Наукова новизна роботи полягає у вперше застосованому методі радіолокаційної інтерферометрії для дослідження зсувів на даній території. Результати можуть бути застосовані для моніторингу зсувів та прийняття рішень щодо мінімізації ризиків для

життя людей та евакуації населення. Цей підхід дозволяє розширити розуміння процесів зсуву та покращити здатність боротися з наслідками цих природних явищ.

Отримані результати надають важливі відомості щодо виявлення вертикальних деформацій Земної поверхні даним методом. Якість цих даних не є задовільною для виявлення малих за площею зсувів. Хоча ці виявлення вказують на наявність деформацій, вони можуть не відображати усі деталі, пов'язані з геологічними процесами на початкових стадіях розвитку зсувів (Рисунок 1).

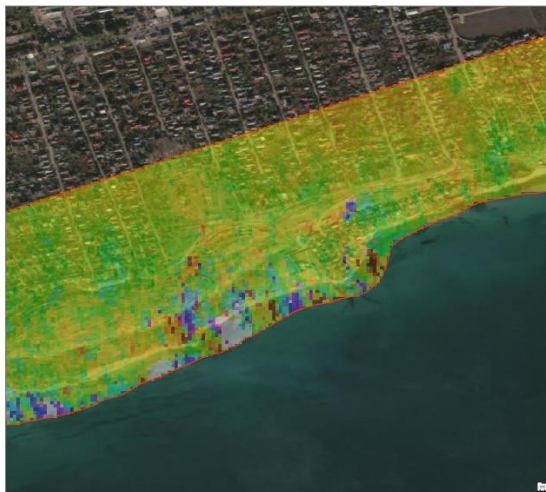


Рисунок 1 відображає деформації, зареєстровані під час переходу від фази до фази деформації.

Підбір вхідних даних з вищою просторовою розрізненністю забезпечить можливість виявлення зсувів на ранніх стадіях та полегшить їх моніторинг тим самим сприяючи ефективнішому управлінню ризиками у потенційно небезпечних районах (Рисунок 2).



Рисунок 2 зображує порівняння фази деформації (зліва) з оптичним зображенням (справа).

Отримані результати свідчать про те, що досліджувана область дійсно має наявні вертикальні деформації Земної поверхні, проте аналіз та оцінка наслідків процесів зсуву використовуючи супутникові знімки Sentinel-1 із застосуванням використовуваної методології, потребують космознімків зі значно вищою просторовою розрізненістю.

Дані радіолокаційних знімків супутника Sentinel-1 підходять для аналізу великомасштабних зсувів, які охоплюють обширні території. Супутники Sentinel-1 надають можливість проведення регулярних обстежень та отримання зображень для забезпечення постійного моніторингу ділянок з наявними зсувами.

Список використаних джерел

1. ASF Data Search Vertex. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://search.asf.alaska.edu/#/>.
2. Davis, C. P., & Evans, M. J. (2019). Satellite-based differential interferometry for ground deformation monitoring: Principles and applications. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 124(6), 6017-6035.

Частотні перетворювачі магнітного поля на основі двоколекторного магнітотранзистора

*Семенов А.О., Мартинюк В.В., Осадчук О.В., Семенова О.О.
(Вінницький національний технічний університет, E-mail:
semenov.a.o@vntu.edu.ua)*

Сучасний етап науково-технічного прогресу характеризується стрімким розвитком аналітичного приладобудування, на основі використання сучасних досягнень мікроелектроніки. Це дає змогу за допомогою групових методів технології розробляти та створювати сенсори для контролю параметрів навколишнього середовища. Однією із актуальних проблем сьогодення є створення мікроелектронних перетворювачів.

Збільшенням вимог точності до вимірювальних перетворювачів, в тому числі і перетворювачів магнітної індукції, при одночасному ускладненні експлуатаційних умов змушує проводити пошуки і розробку нових методів вимірювання, які б дозволили вирішити задачі, що з'являються.

На сучасному етапі розвитку вимірювальної техніки відома велика кількість методів перетворення магнітної індукції в електричний сигнал. Представлення вимірювальної інформації в аналоговій формі приводить до необхідності використання аналого-цифрових перетворювачів, які потребують додаткових затрат, пов'язаних з забезпеченням захищеності системи від завад, що створює ряд обмежень по використанню традиційних вимірювальних перетворювачів сумісних з цифровими засобами обробки інформації.

Використання частотного сигналу в якості інформативного параметра первинних перетворювачів характеризується високою завадостійкістю, простотою та значною точністю перетворення в цифровий код, а також зручністю комутацій в багатоканальних вимірювальних системах.

Отже, для використання цих переваг виникає необхідність у розробці частотних перетворювачів магнітної індукції, що дозволяє повністю застосовувати інтегральну технологію для виготовлення приладів.

Один з найбільш чутливих елементів до магнітного поля є двоколекторний магнітотранзистор з вертикальними колекторами. У роботі запропоновано три варіанти електричних схем частотних перетворювачів магнітного поля на основі двоколекторного магнітотранзистора. Розроблено математичні моделі частотних мікроелектронних перетворювачів магнітного поля на основі двоколекторного магніточутливого біполярного транзистора в яких на відміну від існуючих, враховано вплив магнітного поля на елементи нелінійних еквівалентних схем перетворювачів, що дало змогу отримати функції чутливості і рівняння перетворення індукції магнітного поля в частоту.

За результатами математичного моделювання отримано аналітичні вирази, які можуть бути використаними для інженерного розрахунку функції перетворення і рівняння чутливості мікроелектронних частотних перетворювачів магнітного поля, що забезпечить вибір оптимального режиму їх електричного живлення.

Проведені експериментальні дослідження показали, що найбільша чутливість мікроелектронних перетворювачів магнітного поля на основі двоколекторного магніточутливого біполярного транзистора та двозатворного польового транзистора лежить у діапазоні від 0 до 60 мТ і становить 200-60 Гц/мТ. Розбіжність теоретичних та експериментальних досліджень складає $\pm 5\%$.

Розробка методики проведення інженерно-геодезичних вишукувань та реконструкції залізничної транспортної інфраструктури України

Андреев С.М., Прийма А.С., Данишина С.Ю.
(Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»), E-mail: priiman-drei@gmail.com)

Залізниця є дуже великим лінійним просторово-розподіленим об'єктом, що робить інформацію про її актуальний стан та процеси незамінною [1]. За допомогою ГІС-технологій можна вирішувати наступні задачі: побудова плану та профілю колій; поперечні січення ґрунтового полотна; поперечні січення зон відведення; підготовка попередніх даних для ремонту та обслуговування об'єктів; проектування; реконструкція.



Рис. 1 – Розроблена методика інженерно-геодезичних вишукувань ділянки транспортної залізничної інфраструктури

Для вирішення кожної задачі необхідно підібрати конкретний набір вихідних даних, що мають бути достовірними, максимально об'єктивними та актуальними. Таким чином, необхідно впровадження та використання інструментів, що дозволяють отримати достовірні вихідні дані належної якості у найкоротші проміжки часу. На даний момент такими інструментами є: дані ДЗЗ, методи ГНСС, тахеометрія, наземне та мобільне лазерне сканування [2, 3].

В результаті аналізу особливостей об'єкта та вимог замовника до результуючих даних, було створено і застосовано на практиці методику геодезичних вишукувань об'єкта транспортної інфраструктури на прикладі ділянки Львівської залізниці з метою отримання найбільш актуального і достовірного банку геоданих об'єкта (рис.1).

Результуючий аркуш топографічного плану залізничної станції наведено на рис.2.

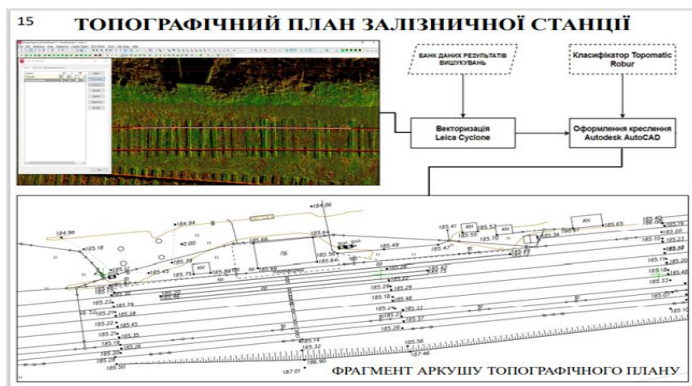


Рис.2 – Топографічний план залізничної станції

Розроблена методика може бути застосована при проведенні інженерно-геодезичних вишукувань різноманітних об'єктів залізничної інфраструктури за умови адаптації до їх специфіки та конфігурації.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Андреев С. М. Застосування технологій геоінформаційних систем для побудови картографічних моделей залізничних сполучень / С. М. Андреев, В. А. Жилін // Системи управління, навігації та зв'язку: зб. наук. пр. / Нац. ун-т "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка". – Полтава : 2021. – Вип. 1 (63). – С. 4-16.
2. Dassot, M., Constant, T., & Fournier, M. (2011). The use of terrestrial LiDAR technology in forest science: application fields, benefits and challenges. *Annals of forest science*, 68(5), 959-974.
3. Danshyna, S. Y., Nechausov, A. S., & Andrieiev, S. M. (2022). INFORMATION TECHNOLOGY OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE MONITORING BASED ON REMOTE SENSING DATA . *Radio Electronics, Computer Science, Control*, (4), 86. DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2022-4-7>.

Формування комплексного плану розвитку міста Суми

Данишина С. Ю., Руденко Н. Ю.

(Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», e-mail: s.danshyna@khai.edu, n.y.rudenko@student.khai.edu)

Урбанізація стає важливою особливістю ХХІ ст., яка потребує ретельного планування для забезпечення сталого розвитку територій. Збільшення міської території – складний процес, результат діяльності численних структур впливу, яку спрямовано на досягнення різноманітних інтересів і цілей. Водночас інфраструктурна політика, раціональне використання міської землі та її потенціалу також є питаннями, які потребують поглибленого планування під час розвитку міст, особливо в умовах реалізації земельної реформи та реформи децентралізації, що в Україні передбачають передачу повноважень і ресурсів на рівень територіальних громад. Важливою складовою цих реформ є формування спроможних

громад для управління своїми територіями, в тому числі шляхом розроблення документів державного планування, зокрема, комплексного плану просторового розвитку території територіальної громади.

За чинним законодавством планування майбутнього використання території громади відбувається згідно з комплексного плану просторового розвитку території, що поєднує в собі певні види містобудівної та землевпорядної документації, яка розробляється відповідно до ДБН Б 2.2.-12:2019 «Планування та забудова територій».

Як об'єкт дослідження розглянемо м. Суми. Це велике місто, яке є адміністративним центром у північно-східній частині України, площею 95,4 км², яке структурно поділено на два міські райони – Ковпаківський і Зарічний. Згідно чинного законодавства його організація повинна формуватися в функціональному, морфологічному та соціальному напрямках, визначаючи відповідно функціонально-планувальну, архітектурно-планувальну та соціально-планувальну структури з урахуванням розташування міста на берегах річки Псел.

Формування функціонально-планувальної структури міста відбувається шляхом відповідного розміщення ділянок певних видів діяльності (виробничої, соціальної, рекреаційної, комунікаційної) з урахуванням його історичного та культурного розвитку. Архітектурно-планувальна структура передбачає формування транспортної, в т.ч. велосипедної, та пішохідної системи доріг, забезпечуючи зручне сполучення між житловими районами, промисловими зонами та ін. об'єктами міста. Соціально-планувальна структура створюється внаслідок просторового розміщення центрів громадського обслуговування населення і території їх впливу.

За цих умов головною складовою вихідних даних процесу формування комплексного плану розвитку міста стає картографічна основа як поєднання ортофотоплану м. Суми, його цифрової моделі рельєфу, набору геопросторових даних у складі бази даних просторового розвитку території м. Суми.

Можливі рішення щодо перспективного використання території м. Суми формуються на основі планувальних і проєктних рішень. Вони мають бути узгоджені між собою та не суперечити стратегічним цілям та баченням розвитку міста, відповідати екологічним вимогам, забезпечуючи збереження зелених насаджень, як важливого елемента міського середовища, сприяючи розвитку туристичної інфраструктури.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**Інформаційно-комунікаційні технології
для перемоги та відновлення**

Колективна монографія

за матеріалами

*XXII Міжнародної науково-практичної конференції
(Київ, 14-15 жовтня 2023 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 «31» 10. 2023. Формат 60X84 1/16.

Папір офсетний. Гарнітура Таймс. Офсетний друк.

Умовн. друк. арк. 18,8. Обл.-вид. арк. 19,1

Тираж 300.

Замовлення № ____

КИЇВ 2023