

Національна академія наук України
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору
Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту
геологічних наук
Державна установа “Науковий гідрофізичний центр НАНУ”

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
“ХАІ”
Київський національний університет будівництва і архітектури
Харківський національний університет радіоелектроніки
Національний університет “Києво-Могилянська академія”
Вінницький національний технічний університет
Інститут цифровізації освіти Національної академії педагогічних
наук України
Міністерство оборони України
Національне космічне агентство України
Національний центр “Мала академія наук України”
Міжнародний союз електрозв’язку
University of London (Royal Holloway), England
Kielce University of Technology (Politechnika Świętokrzyska), Poland
Opole University of Technology, Opole, Poland
Universita di Roma-2 “Tor Vergata”, Italy

Інформаційно-комунікаційні технології
та сталий розвиток

(14 - 16 листопада 2022 р.)

Колективна монографія
за матеріалами XXI Міжнародної науково – практичної
конференції

Київ – 2022
ТОВ «Видавництво «Юстон»

УДК 001+004]:316.324.8-021.387](477)(082)

I-74

*Рекомендовано до видання Вченою Радою Інституту телекомунікацій
і глобального інформаційного простору НАН України,
протокол №8 от 27.10.2022р.*

I-74

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. – 242 с.

ISBN 978-617-7854-76-9

До колективної монографії включені сучасні розробки та досягнення вчених за матеріалами XXI Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційно-комунікаційні технології та сталий розвиток» (Київ, 14-16 листопада 2022 р.).

Монографія буде цікава фахівцям науково-дослідних і промислових організацій, керівному складу органів виконавчої влади, що забезпечують сталий розвиток відповідних одиниць адміністративного устрою держави, викладачам технічних університетів, докторантам, студентам та всім, хто цікавиться сучасною українською наукою.

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

УДК 001+004]:316.324.8-021.387](477)(082)

ISBN 978-617-7854-76-9

© *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
Биков В.Ю.	Директор Інституту цифровізації освіти НАПН України, професор, д.т.н., академік НАПН України.
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
Гайдук О.В.	Заступник Міністра оборони України з питань цифрового розвитку, цифрових трансформацій і цифровізації
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., с.н.с.
Лемешко О.В.	Д.т.н., професор, Харківський національний університет радіоелектроніки
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.
Лісовий О.В.	Директор НЦ “Мала академія наук України”, к.ф.н.
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
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 - могилянська 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. ІТГІП НАНУ, д.т.н., с.н.с.

Секретаріат конференції:

Зотова Л.В.

Шевякіна Н.А. , Хабова Н.А.

тел. моб.: 096-456-84-32,

тел. 044-245-87-97,

моб.: 095-779-57-99



ВОРОБІЄНКО ПЕТРО ПЕТРОВИЧ

29 серпня 2022 року виповнилось 80 років з дня народження доктора технічних наук, професора, лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки, член-кореспондента Національної академії педагогічних наук України, дійсного члена Академії зв'язку України і Всесвітньої академії комплексної безпеки, Заслуженого працівника освіти України, Почесного зв'язківця України Воробієнка Петра Петровича.

Основні напрямки наукової діяльності П. П. Воробієнка — теорія електричних кіл, теорія інфокомунікацій, проблеми взаємодії відкритих систем, захист інформації. Заснував науковий напрямок – інфокомунікологію - науку про закони руху інформації та її вплив на людину та суспільство в цілому. Має наукові розробки з теорій телекомунікаційних мереж і мережевих технологій, електричних кіл, захисту інформації та економіки. Основні ідеї цих розробок були покладені в основу вкладів України в діяльність Міжнародного телекомунікаційного союзу (МСЕ).

Є автором більш ніж 200 наукових праць, в тому числі 8 монографій, 25 підручників і навчальних посібників. Має 16 патентів на корисну модель та винаходи.

Петро Петрович серед тих, хто примножує славні традиції української науки, формує пріоритетні напрямки наукових досліджень та зміцнює кадровий потенціал держави.

Бажаємо Петру Петровичу міцного здоров'я, щастя, творчої енергії, подальших наукових досягнень.

ЗМІСТ

1. Концепція сталого розвитку як передумова створення системи колективної безпеки Воробієнко П.П.	17
2. Метод сингулярних інтегральних рівнянь для задач динаміки рідини в області з вільною межею Довгий С.О., Васін П.О., Злощастьев Д.К., Черній Д.І.	21
3. Дослідження схеми симплектичного інтегрування при моделюванні руху дискретних вихорів Довгий С.О., Буланчук П.О., Буланчук О.М., Буланчук Г.Г.	23
4. Квантові обчислення і нові можливості інформаційно-комунікаційних технологій Довгий С.О., Королюк Д.В.	25
5. Комбіновані і розділені кільцеві маршрути транспортних засобів у багатопродуктовій ієрархічній мережі Трофимчук О.М., Васянін В.О., Ушакова Л.П.	30
6. Bayesian data analysis in modeling and forecasting nonlinear nonstationary financial and economic processes Trofymchuk O. M., Bidiuk P.I., Prosiankina-Zharova T. I., Terentiev O. M.	33
7. Підхід щодо отримання нечітких логічних правил із набору статистичних даних Глоба Л.С., Шелест Є.В., Ляшенко А.В.	36
8. Проектування дашборда для підтримки прийняття рішень щодо вибору оптимальних варіантів керування багатоваріантними багатостадійними технологічними процесами за умов невизначеності Дратований М.В., Мокін В.Б., Яцолт А.Р., Охріменко А.В.	38
9. Про визначення коефіцієнта Шезі за допомогою штучної нейронної мережі для підтримки завдань математичного моделювання відкритих потоків Ходневич Я.В., Стефанишин Д.В.	40

10. Markov renewal theorem in the series scheme <i>Deptyar S., Kopyika O., Shusharin Y.</i>	42
11. Адаптивна міріадна фільтрація електроністагмограми <i>Тулякова Н.О., Трофимчук О.М.</i>	46
12. Математична модель векторної ЕЕГ у вигляді вектора циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів <i>Лупенко С.А., Буцій Р.А.</i>	49
13. Basic classification model of telemedicine station <i>Tsaryov R.Yu., Tymchenko I.O., Kumysh V.Yu.</i>	52
14. Використання моделі Bi-LSTM для підвищення точності прогнозування курсу криптовалют <i>Яцько Я.В., Терентьєв О.М.</i>	56
15. Порівняння реалізацій систем збору інформації з крипто бірж, у реальному часі, на мовах програмування C++, JavaScript та Python. <i>Дуда В. О., Терентьєв О.М.</i>	58
16. Інформаційні фактори загроз і захисту в екологічній сфері <i>Биченок М.М., Трофимчук О.М.</i>	63
17. Наступний етап уточнення ГІС-оцінки додаткового сейсмічного ризику на підтоплених лесах в Україні <i>Рогожин О.Г., Яковлєв Є.О.</i>	65
18. Formation of a network service for territorially distributed data processing service centers <i>Kopyika O.</i>	72
19. Районування локальних площ Дніпровсько-Донецької западини за перспективами нафтогазоносності на основі дистанційних і атмогеохімічних методів та ГІС-технологій <i>Базрій І.Д., Азімов О.Т., Дубосарський В.Р.</i>	74
20. About one case of predicting losses of floods based on monitoring data <i>Stefanyshyn D.V.</i>	76
21. Strategic approximation of sustainable development of ecological systems and industry by expert estimations and genetic algorithm approach <i>Romanuke V. V., Husak L. P.</i>	78

22. Використання геоінформаційних технологій для створення автономного мобільного додатку туристичного напрямку на основі даних з відкритих джерел <i>Сергеев А.С., Андреев С.М.</i>	81
23. Методика оцінки доступності громадського транспорту з використанням ГІС-технологій <i>Нечаусов А.С., Сохоневич І.О.</i>	83
24. Determination of the error of solving the inverse problem of electrometry of oil and gas wells <i>Myrontsov M., Noskov O., Krasovska I.</i>	85
25. Automation of intermediate geocoding for web GIS applications using cloud functions <i>Bahniuk M.A., Krasovska I.G.</i>	87
26. Methodology for developing executive decision support systems for housing and operating organizations using GIS <i>Krasovska I.G., Masalykin D.R.</i>	89
27. Application of unmanned aerial vehicles in the field of telecommunications and the Internet of things <i>Nameer Hashim Qasim, Khlaponin Yu., Vlasenko M.</i>	92
28. Інформаційний підхід В.М. Глушкова в дослідженні міграції тритію <i>Кряжич О.О., Коваленко О.В.</i>	94
29. Розроблення інформаційних технологій моніторингу надзвичайних екологічних ситуацій на основі супутникових даних <i>Довгий С.О., Трофимчук О.М., Триснюк В.М., Горошкова Л.А., Хлобистов Є.В.</i>	96
30. Про особливості задачі інтерпретації даних моніторингу стану гребель <i>Дем'янюк А.В., Стефанишин Д.В.</i>	100
31. Multicriteria optimization method for monitoring the water quality lakes of the Opechen system of Kyiv based on remote sensing information <i>Zagorodnia S., Radchuk I., Sheviakina N., Tomchenko O., Khyzhniak A.</i>	102
32. Аналіз фізичних моделей і гіпотез, покладених в основу процедури відновлення дійсних параметрів поверхні <i>Марущак В.М., Шумейко В.О., Приступа В.В.</i>	104

33. Проблеми застосування інформаційних технологій у міжвідомчій співпраці в сфері реагування на різні загрози й надзвичайні ситуації Дякон Д. В., Просянікіна-Жарова Т. І.	107
34. Possible ways of determining the characteristics of network traffic for identification of required external connection line rate for a specific object Kaptur V. A., Tsaryov R. Yr.	110
35. On Extremal Algebraic Graphs and implementations of new Multivariate Cryptosystems Ustimenko V. O., Pustovit O. S.	114
36. Сучасний стан та розвиток технологій п'ятого покоління 5G Василенко В.М., Сокоринська Н.В., Зайцев С.В., Курбет П.М.	117
37. Mathematical model for evaluation of interference dispersion for modern mobile communication systems Zaitsev S., Sokorynska N., Prystupa V., Zaitseva L.	119
38. Оцінка можливого впливу розповсюдження 5G на безпеку авіасполучення Тоцька А.О., Бутенко О.С.	122
39. Результати дослідження методу відмовостійкої маршрутизації в IP-мережі з використанням протоколу GLBP Лемешко О.В., Єременко А.С., Журавльова А.С., Круглова А.О.	125
40. Direction finder for hardware protection of the cybernetic perimeter of the enterprise Polikarovskyykh O.I., Yehoshyna H.A.	127
41. Call center monitoring solution for service quality management system Yehoshyna H.A., Polikarovskyykh O.I., Voronoy S.M.	129
42. Підвищення заводо захищеності каналу передачі інформації шляхом застосування двокаскадної схеми I/Q-демодуляції Слюсар В.І., Бігун Н.С.	131
43. Парціальні діаграми спрямованості дугових антенних решіток з діелектриком Магомедова М.С., Почерняєв В.М.	133

44. Застосування технологій автоматизованого використання онлайн-сервісів для пошуку даних аерокосмічної зйомки за заданими параметрами Гребень О.С.	136
45. Розробка засобів захищеного зв'язку для автоматизованих систем управління військовими підрозділами тактичного рівня Довгий С.О., Конійка О.В., Козлов О.С.	138
46. Сервіс транспорту повідомлень в автоматизованих системах управління тактичної ланки Конійка О.В., Козлов О.С., Ковальчук Ю.П.	140
47. Особливості класифікації джерел небезпеки, що призводять до надзвичайних ситуацій воєнного характеру Триснюк В.М., Конецька О.О., Волинець Т.В., Сметанін К.В., Дзюба В.А.	143
48. Application of the index-indicator approach for mathematical modeling of the influence of militarytechnogenic load on the ecological state of the components of the environment in the areas of combat operations Chumachenko S.M.	146
49. Регіонально-об'єктові еколого-геологічні небезпеки російської агресії у гірничо-добувних районах Донбасу та Кривбасу Яковлєв Є.О.	148
50. Виявлення радіаційного забруднення місцевості під час військових дій Нагорний Є.І., Нікітін А.А., Конецький Я.М., Пащенко Є.Ю.	150
51. Основні загрози в сфері екологічної безпеки за військових дій Хижняк С.В., Войціцький В.М., Коверсун І.В.	154
52. Методика визначення пошкодження родючого шару ґрунту від ведення військових дії за даними ДЗЗ Бутенко О.С., Горелик С.І., Баранов М.В.	157
53. Аерокосмічний аспект просторово-часового аналізу змін в екосистемах районів захоронення побутових відходів Азімов О.Т., Томченко О.В., Шевчук О.В.	159

54. Соціоекологічні ризики, пов'язані з фільтратом сміттєзвалищ, з огляду на його гідрохімічні характеристики <i>Трофимчук О.М., Курасьва І.В., Кармазиненко С.П., Азімов О.Т.</i>	161
55. Система супутникового моніторингу гідрологічних процесів на радіаційно забруднених територіях <i>Азімов О.Т., Томченко О.В., Шевченко О.Л.</i>	164
56. Створення регіональної системи комплексного моніторингу сміттєзвалищ <i>Курило А.В.</i>	166
57. Температурне картографування ландшафтів у районах сміттєзвалищ за різночасовими даними космічних зйомок <i>Шевчук О.В., Томченко О.В., Андрєєв А.А., Азімов О.Т.</i>	167
58. Оцінка захищеності основних водоносних горизонтів у басейні р. Південний Буг <i>Саніна І.В., Люта Н.Г.</i>	169
59. Нелінійний статичний аналіз гнучких розподілених систем у водному середовищі <i>Щипцов О.А., Гордєєв А.Ю., Калюх Ю.І., Клименков О.А., Лебідь О.Г.</i>	172
60. Технології отримання маски водної поверхні за допомогою хмарних технологій Google Earth Engine, для часового моніторингу вертикальних зміщень на території с. Солотвино <i>Гордієнко О.В., Анпілова Є.С.</i>	174
61. Математичне моделювання колориметричних параметрів рослинності для дистанційної реєстрації характеру зволоження торф'яників <i>Ключко Т.О., Беспалов Ю.Г., Вишняков В.Ю.</i>	176
62. Екологічна оцінка та прогнозування стану територій Карпатського регіону, що знаходиться в стані потенційного підтоплення <i>Охарєв В.О., Триснюк Т.В., Зотова Л.В.</i>	178
63. Пристрій автоматизованого програмного управління антеною системи супутникового радіомоніторингу <i>Триснюк В.М., Єгоров В.О.</i>	181

64. Informational and analytical system for ensuring the protection of the natural environment of Ukraine <i>Semko O.V., Semko V.V.</i>	183
65. Оцінювання факторів ерозії ґрунтів методом аналізу ієрархій <i>Голован Ю.М.</i>	185
66. Оцінка стану сільськогосподарських культур з використанням фрактального аналізу даних ДЗЗ <i>Марюшко М.В., Пащенко Р.Е.</i>	187
67. Впровадження елементів STEM- освіти у навчальний процес підготовки інженерів будівництва <i>Волошкіна О.С., Сінаков Р.В., Гончаренко А.В., Жукова О.Г.</i>	189
68. «Інтернет речей» в управлінні складними системами <i>Іцкович В. Є.</i>	193
69. Структуризація алгоритмів рекомендаційних систем, що використовуються у фінансово-кредитній сфері <i>Купрін О. М.</i>	195
70. Інтелектуальні методи видобування ключових словосполучень із тексту для побудови онтологічних моделей інформаційно-пошукових систем <i>Мокін В.Б., Бондалєтов К.О.</i>	197
71. Онтологічна модель технологічних процесів для виробництва деталей складної форми <i>Глоба Л.С., Новогрудська Р.Л., Копейка О.В.</i>	199
72. Технологія інтегрованого експертного методу прийняття рішень при формуванні авіаційних угруповань гасіння лісових пожеж <i>Поліщук В.Б., Ходаківський В.М., Шевченко В. Л. Нестеренко О.В.</i>	202
73. Метод мобільного лазерного сканування при інженерних вишукуваннях лінійних об'єктів <i>Андрєєв С.М., Прийма А.С.</i>	204

74. Цифровізація процесів роботи з персоналом <u>Ющенко К. С.</u>	206
75. Стратегія системного моделювання процесів політичної модернізації в Україні <u>Лісничий В.</u>	208
76. Розроблення веб-системи обліку надання допомоги вимушено внутрішньо переміщеним особам в Україні <u>Білецький Б.С.</u>	211
77. Геопросторовий метод формування освітньої мережі громади <u>Данишина С. Ю., Бугай І. А.</u>	213
78. Проблеми аналізу глобальних ризиків <u>Воробієнко П.П., Гранатуров В.М.</u>	216
79. Цифровізація сільського господарства у системі координат стратегії сталого розвитку <u>Шульга О. А.</u>	220
80. Забезпечення сталого розвитку за рахунок екологічного та безпечного використання енергії річок <u>Лебідь О.Г., Каян В.П.</u>	222
81. Environmental planning methods as the basis for sustainable development of the country <u>Danshyna S. Yu., Laptii P. O.</u>	225
82. Роль ІКТ в процесі реалізації міждисциплінарного підходу STEM до процесу освіти в умовах сталого розвитку суспільства <u>Боско Н.М.</u>	227
83. Науковий та освітній виміри, як умови сталого розвитку суспільства <u>Зорін К.М., Дзюба В.А.</u>	230
84. Методика побудови тривимірної моделі забудови на інтерактивній картографічній основі <u>Нечаусов А.С., Крапива А.А.</u>	232
85. Методика візуалізації та вивчення процесу вицвітання коралових рифів за допомогою вокселів <u>Нечаусов А.С., Хрипко А.С.</u>	234

86. Визначення поліхлорованих екотоксикантів методами хромато-мас-спектрометрії Войціцький В.М., Хиженяк С.В., Мідик С.В., Корніснко В.І.	236
87. The effect of hydrogen peroxide on the zeta potential of human neutrophils under low-dose rate β -radiation Zhirnov V.V., Charochkina L.L., Brovarets V.S.	239
88. Use of absorbent coatings based on composite materials Kozlovsky V.V., Kozlovsky V.V., Klobukova L.P.	242

Концепція сталого розвитку як передумова створення системи колективної безпеки

Воробієнко П.П.,

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору
Національної академії наук України, E - mail: ocvina21@ukr.net*

Світова спільнота занепокоєна негативними тенденціями в розвитку суспільства, що виражається в зміні клімату, погіршення екологічної ситуації, перманентними військовими конфліктами та інше. За висновками вчених є загроза вступити в фазу не самовідновлення природи, або до виникнення ядерної війни, що може призведе до знищення земної цивілізації. Усвідомлюючи таку загрозу ООН на своїх генеральних асамблеях ухвалила дві резолюції, які направлені на досягнення сталого розвитку глобального суспільства. В резолюції сталого розвитку визначено 17 цілей сталого розвитку (ЦСР), які включають в себе 169 завдань. Безумовно ці резолюції зіграли і продовжують грати позитивну роль в досягненні сталого розвитку, проте радикальних змін на краще не відбулось.

Мето доповіді є дати відповідь на запитання: «Чому не має впевненості в досягненні ЦСР? А також сформулювати первопричини виникнення загроз існування земної цивілізації, запропонувати основні засади нової концепції сталого розвитку та напрями досліджень для формування ЦСР.

Чому не має впевненості в досягненні ЦСР?

1. ООН постійно здійснює моніторинг досягнення ЦСР по кожному регіоні і кожній країні. Результати моніторингу показують, що певні цілі не будуть досягнуті. Так в звіті Європейської комісії ООН (ЄЕК ООН) "На півдорозі до 2030 року: скільки цільових показників буде досягнуто в регіоні ЄЕК ООН? Огляд та перспективи на 2022 рік" [1]. Усі 169 завдань із 17 ЦУР розбиті на чотири групи: збереження прогресу у досягненні мети, прискорення прогресу у досягненні мети, зворотний прогрес у досягненні мети, недостатні дані. Виходячи з цієї оцінки, регіон досягне лише 26 завдань (15,3%) до 2030 року. Для 64 завдань (37,9%) необхідно прискорити прогрес, для 15 завдань (8,9%) необхідно повернути поточну тенденцію назад, а для 64 завдань (37,9%) - недостатньо даних[1]. Такі невтішні результати маємо в найбільш розвиненому регіоні, який включає країни Європи, США, Канаду, Ізраїль, Казахстан.

2. В монографії [2] приведено висновок відомих економістів: «..востаннє людство знаходилося на рівні самопідтримки у 80-х роках ХХ ст. Нині вийшло за межі на 20%. На жаль, навантаження з боку

людини на навколишнє середовище продовжує зростати, незважаючи на розвиток технологій та зусилля громадських організацій... людство вийшло за межі та перебуває у нестійкому просторі. Однак розуміння цієї проблеми у всьому світі пригнічуюче слабке». Даніель Екерт у статті "Війни, терор, нестабільність - світ стає пороховою бочкою", опублікованій на сайті газети Die Welt пише: «Кількість конфліктів у світі подвоїлося, зростають політичні та економічні ризики. Після глобального аналізу страховик кредитів встановлено індекс небезпеки, який показує, що світ на межі краху» [3]. Існує великий список джерел, де наводяться беззаперечні факти неможливості досягнень ЦСР до 2030 року.

3. Сформульовані у резолюції ООН ЦСР є безперечно актуальні і направлені проти існуючих загроз. Але поза увагою залишились причини виникнення цих загроз. Чому виникають конфлікти в тому числі і військові? Чому зростає відстань між багатими і бідними? Чому забруднюється навколишнє середовище, що призводить до зміни клімату? Відповідей на ці запитання в документах ООН не відображено. Тому проводиться протидія наслідкам цих загроз, а не причинам їх виникнення. Боротьба з наслідками не може в принципі привести до бажаного результату. У кращому випадку досягається зменшення дії загроз, що є позитивним явищем.

Первопричини виникнення загроз існування земної цивілізації.

1. Загрозу існування земної цивілізації створюють люди. Тому первопричини виникнення загроз слід шукати в природі людини. Наряду з позитивними якостями людини, які уособлюються в моралі, у частини людей існує негатив: жадність, жадоба до влади, жорстокість. Саме недостатні зусилля в формуванні позитивного характеру людини розвиваються негативні риси. В більшій або меншій мірі це стосується суспільства будь-якої країни.

2. Найбільший вплив на розвиток суспільства здійснюють владні інституції і їх учильники, бізнесмени, політики, частина яких одержали або хибне виховання, або мають негативні риси характеру, схильні до корупції і незаконного збагачення, або перше і друге разом. В той же час суспільство не створило дієвих запобіжників їх деструктивного впливу на розвиток суспільства.

У демократичних країнах у владу приходять через вибори. Фактично майбутні вибори є основним запобіжником в діяльності політиків, як у владі так і в опозиції. І це добре, але замало. Процеси, які відбуваються у суспільстві, показують, що одного запобіжника недостатньо. Орієнтація на виборців приводить до популізму і маніпулюванням суспільством. Історія знає приклади, що в результаті популізму і

маніпулювання легітимно приходили до влади диктатори. Окрім цього існує ймовірність вибору помилкових напрямів в стратегії розвитку держави. Наприклад, серед ряду політиків існує як аксіома твердження, що національні інтереси перед усе. Але досить часто вони не здатні спрогнозувати, до яких наслідків призведе додержання цієї аксіоми. Уже давно світ став глобальним і не може одна держава жити в комфорті, коли інші держави бідують. Великий позитив є в тому, що є політики, які це розуміють. В суспільстві існує вираз – глобальне громадянство і навіть глобальний патріотизм. Вчасно надана допомога іншій державі якраз буде відповідати в найбільшій мірі національним інтересам, не зважаючи на те, щов певний період часу суспільство буде мати певні незручності. Цей факт настільки важливий , щозаслуговує бути гаслом: без глобального патріотизму не може бути національне процвітання.

3. Економіка як спосіб ведення господарства так і наука є важливою складовою розвитку суспільства. Економічна наука змінюється з часом, в зв'язку з трансформацією економічних відносин. Не завжди ці зміни відбуваються синхронно. Наведемо дві цитати. Перша із [4]: «Два фундаментальні чинники є основою економіки як науки і, по суті, охоплюють всю проблему економіки. Цілком необхідно ретельно визначити і глибоко осмислити ці два факти, оскільки все, що є предметом нашого вивчення в галузі економіки, прямо чи опосередковано пов'язані з ними. Перший чинники такий: матеріальні потреби суспільства, тобто матеріальні потреби складових його індивідів та інститутів, буквально безмежні або невгамовні. Другий чинники: економічні ресурси, тобто засоби виробництва товарів та послуг, обмежені або рідкісні». Ще одна цитата із [5]: «Економіка ...вивчає раціональні методи використання обмежених ресурсів із метою найповнішого задоволення потреб». В [6] доводиться, що ці твердження не відповідають дійсності і навіть згубні. Насправді більшість людей бажають достойно жити, але не мають безмежних матеріальних потреб. Безмежні потреби мають тільки жадібні люди про яких писав К. Маркс, що немає такого злочину, на яке не пішов би капітал заради прибутку у 300 відсотків. Фактично аксіома виправдовує злочини.

Основні засади нової концепції сталого розвитку. Очевидно, що основні засади нової концепції повинні бути направлені на подолання причин виникнення загроз.

1. Першу причину виникнення загроз можливо ліквідувати шляхом освіти, яка включає в себе як навчання так і виховання. Необхідно провести додаткові дослідження з розробки системи освіти з урахування

того, що серед молоді є майбутні державні і громадські діячі, бізнесмени. Особливо слід приділити увагу вихованню в ранньому дитинстві. Підвищити відповідальність батьків за поведінку своїх дітей. При цьому не тільки в сенсі покарань, а і в впровадженні матеріальних і моральних стимулів. Доцільно також створити систему освіти батьків із освоєнням методів виховання дітей, а також існуючі в кожній країні юридична відповідальність батьків за неналежне виховання дітей, а також систему стимулів. Згадаємо українське прислів'я: «Не виховаєш дитину в пелюшках не виховаєш її і в подушках».

2. Запобіжником виникнення другої причини є, перш за все, система виховання еліт, удосконалення виборчої системи, а також впровадження запобіжників, окрім виборів. Таким запобіжником можуть бути система санкцій. Наприклад, при неправомірних діях громадян певної країни міжнародні санкції накладаються на безпосередніх виконавців неправомірних дій. Доцільно накладати певні санкції на глав держав і їх найближче оточення. Система санкцій може бути запроваджена після фундаментальних досліджень.

3. Зменшення впливу третьої причини досягається за рахунок провадження в нових чинників економіки. В [6] запропоновано визначення основної аксіоми економіки: «...стійкий розвиток економіки можливий за умови збереження балансу між рівнями ресурсів та споживання; потреби суспільства (індивідів, інститутів) повинні обмежуватися «розумною достатністю». В [7] наведено ще чотири чинники. наведемо їх у незначній редакції. Перший чинник: кожна доросла і здорова людина має забезпечувати своє існування, утримання дітей та допомогу батькам. другий чинник: обмеженість природних ресурсів має компенсуватися багаторазовим їх використанням шляхом переробки, залученням відновлюваних ресурсів та обмеженням їх використання згідно з принципом Розумної Достатності. третій чинник: запорукою гармонійного ведення бізнесу є прозорість фінансово-економічних та правових відносин. четвертий чинник: необхідно, перш за все, дослідити ризики, які несуть нові відкриття та винаходи, передбачити протидії і лише після цього впроваджувати нововведення. Додамо ще один чинник. Доповнити п'ять фаз управління проектами, наприклад по технології РМВОК, трьома фазами, а саме: узгодження з ЦСР, з цілями проєкту; визначення можливих негативних наслідків від впровадження проєкта і розробка запобіжників з метою їх усунення; утилізація (при необхідності).

4. Зрозуміло, що запропоновані основні засади помуть уточнюватись і доповнюватись, шляхом проведення наукових досліджень.

Література

1. Halfway to 2030: How Many Targets Will Be Achieved in the UNECE Region? Snapshot and insights in 2022. <https://w3.unece.org/sdg2022/>
2. Donella Meadows, Jorgen Randers, Dennis Meadows. (2003). Growth limits. 30 years later. Universe Books. New York. 205.
3. Die Welt: войны, террор, нестабильность – мир становится пороховой бочкой <https://www.unian.net/world/1861919-die-welt-voynvi-terror-nestabilnost-mir-stanovitsya-porohovoy-bochkoy.html>
4. Макконнелл К. Р. Экономикс: принципы, проблемы и политика / К. Р. Макконнелл, С. Л. Брю ; пер. с англ. – 2-е изд. – К. : Хагар-Демос, 1993. – 785 с.
5. Крупська Л. П. Економіка : підручник / Л. П. Крупська, І. Є. Тімченко, Т. І. Чорна. – К. : Ранок, 2013. – 191 с.
6. Vorobyenko Petro. (2015). On the way to the economy of the future society. Economic watch XXI century, 4-6.
7. Воробієнко П.П., Лозова Т.І., Олійник Г.Ю. Перехідна економіка: теорія і практика. Одеса, 2018, с.271.

Метод сингулярних інтегральних рівнянь для задач динаміки рідини в області з вільною межею

С.О.Довгий, П.О.Васін, Д.К.Злощастьев, Д.І.Черній

*Відділ фізичного і математичного моделювання ІТГП НАНУ,
D_Cherniy@ukr.net*

Пропонується чисельний метод, що базується на дискретизації сингулярних інтегралів, для розв'язування початково-крайових гідродинамічних задач в обмеженій деформованій області з рухомими вільними межами.

В системі координат ОХУ у нижній частині напівплощини - в деформованій області $D(t)$, розглядається течія з рухомими вільними межами - контуром $L_v(t)$. Розглядається клас задач, до якого відносяться задачі динаміки рідини з вільною границею.

Динамічна задача по знаходженню характеристик течії при еволюції контуру $L_v(t)$ - вільної межі деформованої області $D(t)$, при застосуванні підходу Лагранжа, може бути зведена до крайової задачі, для якої крайові умови визначаються із розв'язків задач Коші:

Знайти функцію $\varphi = \varphi(x, y, z, t)$ – потенціал, та швидкість $\vec{V} = \nabla\varphi$, які задовільняють, при $t \geq t_0$:

$$\Delta\varphi = 0, \text{ для } \vec{r} \in D^+, \quad (1)$$

з умовами на вільній межі $L_v(t)$, які визначаються із задач Коші:

$$\frac{d\vec{r}_v}{dt} = \frac{1}{2} \nabla\varphi^+, \quad \vec{r}_v(t_0) \in L_v(t_0) \quad (2)$$

$$\left. \frac{d\varphi}{dt} \right|_{L_v} = \left(\frac{(\nabla\varphi)^2}{2} - \frac{y}{Fr^2} \right) \Big|_{L_v}, \quad \varphi(t_0) = \varphi_0. \quad (3)$$

Розв'язок $\varphi = \varphi(x, y, z, t)$ знаходиться [1-3] в класі $C^2(D^+(t)) \cap C^1(\bar{D}^+(t))$. Еволюція контуру $L_v(t)$ - вільної межі, визначається з рішення задачі Коші (2)-(3) для частинок $\vec{r}_v(t) \in \sigma_v(t)$, які визначають її рух.

Для вирішення плоскої задачі про нестационарну течію в деформованій області $D(t)$, з непроникними, рухомими межами, використовується математична модель (з параметричною залежністю від часу t), яка в термінах ТФКЗ має інтегральні представлення розв'язку у вигляді:

$$\begin{aligned} \Phi(z, t) &= \phi(x, y, t) + i\psi(x, y, t) = \\ &= \frac{1}{2\pi i} \int_{L_d(t)} \gamma(\omega, t) \ln(z - \omega) d\omega, \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \bar{V}(z, t) &= u(x, y, t) - iv(x, y, t) = \frac{\partial \Phi(z, t)}{\partial z} = \\ &= \frac{1}{2\pi i} \int_{L_d(t)} \frac{\gamma(\omega, t)}{z - \omega} d\omega \end{aligned} \quad (5)$$

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

Особливість задачі полягає ще і в тому, що теорема Кельвіна про збереження циркуляції швидкості по замкнутому рідкому контуру, який містить вільну межу, не виконується в силу наявності розриву щільності середовища для вільної межі. Зміна потенціалу течії та локальних швидкостей відбувається в залежності від початкових умов, геометрії, та динаміки самої течії.

Для розв'язування задачі (1)-(3) побудується обчислювальна технологія [4,5], що заснована на застосуванні методу дискретних особливостей для дискретизованої моделі (3),(4):

$$\Phi(z, t) = \phi(x, y, t) + i\psi(x, y, t) = \sum_{j=1}^M \frac{\Gamma_j(t)}{2\pi i} \ln(z - \omega_{0j}(t)) \quad (6)$$

$$\bar{V}(z, t) = u(x, y, t) - iv(x, y, t) = \frac{\partial \Phi(z, t)}{\partial z} = \sum_{j=1}^M \frac{\Gamma_0(t)}{2\pi i(z - \omega_{0j})} \quad (7)$$

Наявність логарифмічного ядра в (4), (6) свідчить про наявність розривних функцій, при застосуванні яких важливо враховувати форму ліній розриву навколо контуру. Даний факт ускладнює розв'язування

задачі (3), що призводить до необхідності розробки обчислювальних технологій [4,5].

Метод та алгоритм розв'язання задач надає можливість отримати результат у вигляді неперервних векторних полів швидкостей, розподілу тисків в областях з врахуванням рухомості меж області.

Література

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

Дослідження схеми симплектичного інтегрування при моделюванні руху дискретних вихорів

Довгий С.О.¹, Буланчук П.О.², Буланчук О.М.³,
Буланчук Г.Г.⁴

¹Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору
НАН України

²Університет штату Пенсильванія

³НЦ “Мала академія наук України”

4ДВНЗ “Приазовський державний технічний університет

²pavlo.o.bulanchuk@gmail.com

³obulan65@gmail.com, ⁴qgbulan7@gmail.com,

При моделюванні довгострокової еволюції системи вихорів важливо використовувати схеми інтегрування, що зберігають інтеграли руху (Гамільтоніан системи). У даній роботі досліджувався симплектичний метод інтегрування [1-3], при якому зберігається фазовий об'єм.

Гідродинамічна система моделюється множиною із N точкових вихорів з координатами $(\dot{x}_i, \dot{y}_i)$ (сукупність всіх координат називається фазовим простором). Систему руху точкових вихорів можна записати в Гамільтоновій формі:

$$\begin{aligned} k_i \dot{x}_i &= \frac{\partial H}{\partial y_i}, \\ k_i \dot{y}_i &= -\frac{\partial H}{\partial x_i} \end{aligned} \quad (1)$$

де Гамільтоніан

$$H = H(x_i, y_i) = -\sum_{i < j} k_i k_j \ln r_{ij} \quad (2)$$

Для проведення симплектичного інтегрування зазвичай систему рівнянь руху намагаються представити в такій формі, щоб похідна $\dot{x}_i$ не залежала від x_i . У методі Тао [4] для вирішення цієї проблеми проводиться подвоєння фазового простору до (x_i, y_i, X_i, Y_i) . Гамільтоніан нової системи вибирається таким чином:

$$H_{new}(x_i, y_i) = H(x_i, Y_i) + H(X_i, y_i) + \frac{\omega}{2} H_C \quad (4)$$

Де $H_C = \sum_i (X_i - x_i)^2 + (Y_i - y_i)^2$ – допоміжний Гамільтоніан, мета якого “наближати” траєкторії (x_i, y_i) до (X_i, Y_i) . Параметр $\omega > 0$ калібрує “силу притягування” між траєкторіями. Даний вибір Гамільтоніана відповідає наступним рівнянням руху:

$$\begin{cases} \dot{x}_i = \partial_{y_i} H \\ \dot{y}_i = -\partial_{x_i} H \\ \dot{X}_i = \partial_{Y_i} H \\ \dot{Y}_i = -\partial_{X_i} H \end{cases} \quad (3)$$

Розв’язки системи (1) $(x_i(t), y_i(t))$ також будуть розв’язками системи (3) якщо взяти $X_i(t) = x_i, Y_i(t) = y_i$, але тепер в системі (3) похідні від змінних по часу не залежать напряду від самих змінних, що дозволяє застосувати стандартні методи симплектичного інтегрування. Покрокова ітераційна схема другого порядку для еволюції рівняння (5) на відрізок часу δ складається із п’яти кроків:

$$\phi_\delta^2 := \phi_{n_A}^{\delta/2} \circ \phi_{n_B}^{\delta/2} \circ \phi_{\omega n_C}^\delta \circ \phi_{n_B}^{\delta/2} \circ \phi_{n_A}^{\delta/2}$$

У даному запису виконання операцій відбувається справа наліво (в наступних формулах мається на увазі індекс i в усіх відповідних змінних):

$$\phi_{n_A}^\delta : \begin{bmatrix} x \\ y \\ X \\ Y \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} x + \delta \partial_y H(X, y) \\ y \\ X \\ Y - \delta \partial_X H(X, y) \end{bmatrix}, \phi_{n_B}^\delta : \begin{bmatrix} x \\ y \\ X \\ Y \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} x \\ y - \delta \partial_X H(x, Y) \\ X + \delta \partial_Y H(x, Y) \\ Y \end{bmatrix}$$

$$\phi_{\omega_{nc}}^\delta : \begin{bmatrix} x \\ y \\ X \\ Y \end{bmatrix} \rightarrow \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} x+Y \\ y+Y \end{pmatrix} - R(\delta) \begin{pmatrix} X-x \\ Y-y \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} x+X \\ y+Y \end{pmatrix} + R(\delta) \begin{pmatrix} X-x \\ Y-y \end{pmatrix} \end{bmatrix},$$

$$\text{Де } R(\delta) := \begin{bmatrix} \cos(2\omega\delta) & \sin(2\omega\delta) \\ -\sin(2\omega\delta) & \cos(2\omega\delta) \end{bmatrix}$$

Розглядалися два методи інтегрування рівнянь руху вихорів: метод Рунге - Кути другого порядку і симплектичний метод другого порядку. Коректність результатів визначалась шляхом порівняння з розрахунками методом Рунге-Кути четвертого порядку.

Література

1. К. Фен, Про симплектичну геометрію// Матеріали Пекінського симпозиуму 1984р., Диференціальна геометрія та диференціальні рівняння-Розрахунок диференціальних рівнянь у частинних похідних (ред. К. Фенг), Science Press, Пекін, 1985, - С. 42-58.
2. К. Фенг та М.З. Кін, Симплектичні методи обчислення гамільтонових рівнянь, 1987, - С. 1-37.
3. І. Пуллін, П.Г. Саффман, Довгочасне симплектичне інтегрування: Приклад чотиривихрового руху, 1991, - 481- 494 с.
4. Molei Tao Explicit symplectic approximation of nonseparable Hamiltonians: Algorithm and long time performance//Physical Review E, 94(4). doi:10.1103/physreve.94.043303 – 2016.

Квантові обчислення і нові можливості інформаційно-комунікаційних технологій

Довгий С.О., Королюк Д.В.

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору
НАН України*

1. Введення.

Хвильова функція, або псі-функція ψ – це комплекснозначна функція, що використовується у квантовій механіці для опису стану квантовомеханічної системи. Визначає густину ймовірності перебування частинки у деякій ділянці простору в деякий момент часу таким чином. А саме, ймовірність перебування частинки в деякій точці

пропорційна квадрату модуля хвильової функції в ній.

Х.Ф. визначається рівнянням Шредінгера

$$i\hbar \frac{d\psi(r,t)}{dt} = -\frac{\hbar^2}{2m} \Delta\psi(r,t) + U(x,y,z,t)\psi, \text{ де } U - \text{потенціальна енергія, а } \Delta - \text{лапласіан.}$$

Фотонні кубіти характеризуються станом поляризації фотонів і зображуються сферою Пуанкаре, як на Рис. 1,

де I - інтенсивність світлової хвилі, 2χ - еліптичність, 2ψ - азимут, p - степінь поляризації. Квантові стани характеризується параметрами Стокса $S = [S_0, S_1, S_2, S_3]$, де

$$\begin{aligned} S_1 &= pI \cos 2\psi \cos 2\chi, & S_2 &= pI \sin 2\psi \cos 2\chi, \\ S_3 &= pI \sin 2\chi. \end{aligned}$$

Параметри Стокса не є незалежними і завжди

$$\text{підлягають нерівності: } S_0 \geq \sqrt{S_1^2 + S_2^2 + S_3^2}$$

Параметр S_0 визначає інтенсивність світла, у той час як решта параметрів відповідають за опис стану поляризації електромагнітної хвилі. Степінь поляризації визначається наступним чином:

$$p = \sqrt{S_1^2 + S_2^2 + S_3^2} / S_0.$$

Кубіт – квантовий біт, основний об'єкт інформації у квантових обчисленнях. Принципова відмінність кубітів полягає у тому, що вони не обмежуються лише 0 та 1, кубіт може мати значення, яке є або одним із них, або будь-яке інше значення, яке знаходиться між 0 та 1. Дане явище називається квантовою суперпозицією та відповідно може відбуватись лише в квантах – дуже маленьких об'єктах.

Якщо кожний стан кубіта позначити як $\alpha|0\rangle$ (функція, яка описує стан, коли спин квантової частинки направлений проти зовнішнього поля) та $\beta|1\rangle$ (спин квантової частинки направлений по напрямку зовнішнього поля), тоді будь-який стан із множини можливих станів, буде визначатись наступним співвідношенням (суперпозицією): $|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$, де α, β – комплексні числові коефіцієнти, які задовольняють відношенню $|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$ ($|\alpha|^2$ та $|\beta|^2$ являються амплітудами ймовірностей переходів у стани $\alpha|0\rangle$ та $\beta|1\rangle$).

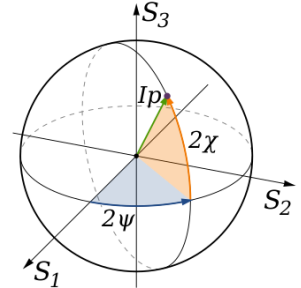


Рис. 1

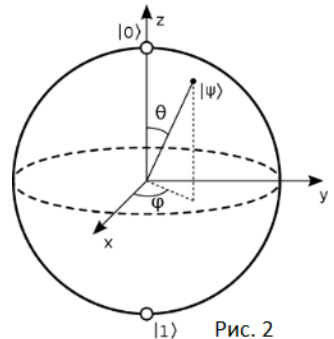


Рис. 2

Для графічного представлення кубітів існує також сфера Блоха (див. Рис. 2). Стан кубіта $|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$ можна переписати у вигляді $|\psi\rangle = e^{i\gamma}(\cos\frac{\theta}{2}|0\rangle + e^{i\varphi}\sin\frac{\theta}{2}|1\rangle)$, де θ, φ та γ – дійсні числа. Множник $e^{i\gamma}$ не призводить до спостережуваних ефектів, тому цей множник можна проігнорувати. Таким чином, формула зображення Блоха зводиться до наступного вигляду:

$$|\psi\rangle = \cos\frac{\theta}{2}|0\rangle + e^{i\varphi}\sin\frac{\theta}{2}|1\rangle.$$

2. Логічні функції квантових обчислень.

Квантова схема є квантовою обчислювальною моделлю, побудованою з квантових логічних гейтів, в яких обчислювальні кроки синхронізовано по часу. Входи квантових гейтів пов'язані з входами схеми або виходами інших гейтів. Складна унітарна операція може бути представлена у вигляді схеми, яка складається з кількох квантових гейтів.

2а. Вентиль Паулі X

Вентиль Паулі-X відповідає класичному вентилю NOT. Саме з цих міркувань, вентиль-X також часто називається квантовим NOT вентилем.



Елемент NOT діє лінійно, здійснюючи наступні перетворення:

$$U_{NOT}(\alpha|0\rangle + \beta|1\rangle) \rightarrow \alpha|1\rangle + \beta|0\rangle$$

2b. Вентиль Паулі Z

Елемент Z займає важливе місце в квантових схемах, він залишає стан $|0\rangle$ без змін,

$$\text{а } |1\rangle \text{ переводить к стан } -|1\rangle: Z \equiv \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$$

2с. Вентиль Паулі Y

Елемент Y є комбінацією елементів X та Z. Даний елемент здійснює наступні перетворення: $|0\rangle \rightarrow |1\rangle$, а також $|1\rangle \rightarrow -|0\rangle$

2d. Елемент Адамара

Елемент Адамара є фундаментальним квантовим вентилем. Елемент дозволяє нам відійти від полюсів сфери Блоха і створити суперпозицію. Представляє собою перетворення, які описуються матрицею: $H = (1/\sqrt{2}) \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$.

Відіграє ключову роль в багатьох квантових схемах, здійснюючи такі перетворення:

$|0\rangle \rightarrow (|0\rangle + |1\rangle)/\sqrt{2}$ та $|1\rangle \rightarrow (|0\rangle - |1\rangle)/\sqrt{2}$. Операція Адамара – це обертання сфери навколо осі y на 90° з наступним обертанням навколо площини xz на кут 180° ,

3. Основні однокубітні елементи

Матриці Паулі

$$X \equiv \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad Y \equiv \begin{bmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{bmatrix}, \quad Z \equiv \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Оператори Адамара "H", зсуву фази "S", та елемент $\pi/8$ "T"

$$H \equiv \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}, \quad S \equiv \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & i \end{bmatrix},$$

$$T \equiv \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \exp(i\pi/4) \end{bmatrix} \quad (2)$$

Мають місце наступні співвідношення:

$$H = (X + Z)/\sqrt{2}, \quad (3a)$$

$$S = T^2. \quad (3b)$$

Чому елемент "T" має назву $\pi/8$, хоча там присутнє $\pi/4$? Тому, що має місце представлення

$$T = \exp(i\pi/8) \begin{bmatrix} \exp(-i\pi/8) & 0 \\ 0 & \exp(i\pi/8) \end{bmatrix}, \quad (3c)$$

а множник $\exp(i\pi/8)$ перед дужкою має роль загальної фази і не грає ніяку роль.

Подання кубітних операцій

Як виявляється, необхідна умова на матрицю U , що описує однокубітний елемент, полягає в тому, що матриця має бути унітарною, тобто

$$U^\dagger U = U U^\dagger = I,$$

де $U^\dagger$ — спряжена матриця (одержувана транспонуванням і наступним комплексним спряженням U), а I - одинична матриця 2×2 .

Лема. Будь-яка унітарна матриця 2×2 має наступний розклад

$$U = e^{i\alpha} \begin{bmatrix} e^{-i\beta/2} & 0 \\ 0 & e^{i\beta/2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \frac{\gamma}{2} & -\sin \frac{\gamma}{2} \\ \sin \frac{\gamma}{2} & \cos \frac{\gamma}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e^{-i\delta} & 0 \\ 0 & e^{i\delta} \end{bmatrix}, \quad (4)$$

де $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ - дійсні числа.

Зауважимо, що перша і третя матриці описують обертання, також друга матриця між ними є також обертання, в іншій площині.

Розглянемо кубіт у стані:

$$|\psi\rangle = a|0\rangle + b|1\rangle$$

Його полярне представлення (точка (θ, φ) на сфері Блоха) є наступним:

$$a = \cos \theta/2, \quad b = e^{i\varphi} \sin \theta/2,$$

$$\text{Тобто } |\psi\rangle = \cos(\theta/2)|0\rangle + e^{i\varphi} \sin(\theta/2)|1\rangle.$$

Розглянемо три важливих класи унітарних матриць – оператори повороту відносно осей x, y, z :

$$\begin{aligned} R_x(\theta) &\equiv e^{-\frac{i\theta X}{2}} = \cos \frac{\theta}{2} I - \sin \frac{\theta}{2} X \\ &= \begin{bmatrix} \cos \theta/2 & -i \sin \theta/2 \\ -i \sin \theta/2 & \cos \theta/2 \end{bmatrix}, \end{aligned} \quad (5a)$$

$$\begin{aligned} R_y(\theta) &\equiv e^{-\frac{i\theta Y}{2}} = \cos \frac{\theta}{2} I - \sin \frac{\theta}{2} Y \\ &= \begin{bmatrix} \cos \theta/2 & -\sin \theta/2 \\ \sin \theta/2 & \cos \theta/2 \end{bmatrix}, \end{aligned} \quad (5b)$$

$$\begin{aligned} R_z(\theta) &\equiv e^{-\frac{i\theta Z}{2}} = \cos \frac{\theta}{2} I - \sin \frac{\theta}{2} Z = \\ &= \begin{bmatrix} e^{-i\theta/2} & 0 \\ 0 & e^{i\theta/2} \end{bmatrix}. \end{aligned} \quad (5c)$$

Формули (5a) – (5c) виходять шляхом взяття експоненти з матриць Паулі, а також наступного представлення: Нехай x – дійсне число і A – така матриця, що $A^2 = I$. Тоді

$$\exp(iAx) = \cos(x)I + i \sin(x)A$$

Теорема 1 (Z – Y розклад одиночного кубіта) Нехай U – унітарна операція на одному кубіті. Тоді існують дійсні числа $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ такі, що

$$U = e^{i\alpha} R_z(\beta) R_y(\gamma) R_z(\delta) \quad (7)$$

Доведення теореми 1 базується на наступному представленні довільного унітарного оператора 2×2

$$U = \begin{bmatrix} e^{i(\alpha-\beta/2-\delta/2)} \cos \gamma/2 & -e^{i(\alpha-\beta/2+\delta/2)} \sin \gamma/2 \\ e^{i(\alpha+\beta/2-\delta/2)} \sin \gamma/2 & e^{i(\alpha+\beta/2+\delta/2)} \cos \gamma/2 \end{bmatrix} \quad (8)$$

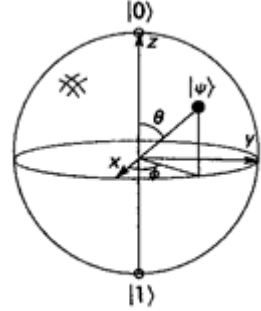


Рис. 3

Література

1. Migdall, A. Single-Photon Generation and Detection: Physics and Applications, Experimental Methods in the Physical Sciences / A. Migdall: Academic Press, 2013.
2. Silva, M. Thresholds for linear optics quantum computing with photon loss at the detectors / M. Silva – Canada, 2005.
3. Eisaman, M. Single-photon sources and detectors / M. Eisaman – American Institute of Physics, 2011.
4. Preskill, J. Quantum Information and Computation / J. Preskill – California, USA: California Institute of Technology, 1998 – 777 p.

Комбіновані і розділені кільцеві маршрути транспортних засобів у багатопродуктовій ієрархічній мережі

Трофимчук О.М., Васянін В.О., Ушакова Л.П.

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

Як правило, існуючі та проектовані транспортні мережі мають ієрархічну структуру і складаються з децентралізованої магістральної мережі та мереж у внутрішніх зонах обслуговування магістральних вузлів (внутрішніх мереж). У зарубіжній літературі завдання проектування таких мереж, розподілу та маршрутизації потоків у них називають завданнями багато-ешелонного (багатоступінчастого, багаторівневого) розміщення та маршрутизації (Multi-Echelon Location-Routing Problem, ME LRP). У багато-ешелонних LRP є кілька посередників між магістральними вузлами (центральними первинними об'єктами) та вузлами у внутрішніх зонах магістральних вузлів (кінцевими споживачами, клієнтами). Замість того щоб обслуговуватися безпосередньо з центрального об'єкта в багато-ешелонній LRP розподільний продукт (товар, вантаж) проходить через два або більше другорядних посередників у мережі (які називаються сателітами) до виходу до кінцевого споживача. У класичній двоступінчастій LRP (2E-LRP) маршрути магістральних транспортних засобів обмежені одним рівнем (ешелоном). Маршрути транспортних засобів другого рівня починаються та закінчуються на другорядному об'єкті та відвідують кілька кінцевих споживачів (клієнтів). Зазвичай у таких мережах жоден транспортний засіб не відвідує всі первинні, другорядні та клієнтські вузли.

У класичній LRP об'єднані для спільного розв'язання дві задачі – задача визначення розташування вторинних об'єктів (сателітів або депо) та магістральних маршрутів транспортних засобів та задача побудови кільцевих маршрутів внутрішніх транспортних засобів для

обслуговування клієнтів з відомим попитом на однорідний взаємозамінний продукт. При цьому в цільовій функції задачі на мінімум враховуються капітальні витрати на відкриття вторинних об'єктів, фіксована вартість потрібного парку магістральних та внутрішніх транспортних засобів, витрати на навантаження та вивантаження вантажів та змінні експлуатаційні витрати на транспортування вантажів на маршрутах першого та другого рівня (змінна вартість маршрутів).

На відміну від задач розподілу однорідного взаємозамінного продукту, багатопродуктові задачі LRP (Multi-Commodity Location-Routing Problem, MC LRP) вивчалися менш інтенсивно. Особливістю цих задач є не взаємозамінність потоків продуктів від відправника до одержувача – потік кожного продукту має бути доставлений з певного первинного об'єкта до конкретного клієнта.

У багатопродуктовій мережі кожен вузол може обмінюватися кореспонденціями (продуктами, товарами, вантажами) з усіма іншими вузлами. Кореспонденція характеризується вузлом-джерелом, вузлом-стоком та величиною, яка для транспортних мереж задається кількістю тарно-штучних вантажів в упаковці уніфікованого розміру. У [1] розглядається узагальнена задача упаковки та розподілу потоків кореспонденцій в ієрархічній мережі, вирішення якої здійснюється в кілька етапів. На першому етапі вирішується задача вибору ієрархічної структури магістральної мережі та схеми сортування кореспонденцій у вузлах мережі та пакування їх у транспортні блоки [2, 3]. На другому етапі постає задача розподілу та маршрутизації потоків транспортних блоків зі збірними кореспонденціями, які були сформовані при вирішенні першої задачі [4]. Під збірними кореспонденціями розуміються об'єднані в один транспортний блок тарно-штучні вантажі з різними адресами призначення, які можуть не збігатися з адресою призначення транспортного блоку. Збірні вантажі утворюються для максимального скорочення кількості транспортних блоків та транспортних засобів, необхідних для їх упаковки та транспортування у магістральній мережі.

У внутрішніх зонах магістральних вузлів виникає задача побудови раціональних кільцевих маршрутів транспортних засобів із центральним магістральним вузлом. У [5] для транспортування вантажів у внутрішній мережі були запропоновані математичні постановки задач побудови окремих маршрутів доставки та збору вантажів, але на практиці може виявитися, що комбіновані маршрути, коли у внутрішніх вузлах дозволена одночасна доставка та збір вантажів, є економічно вигіднішими [6]. Крім того, якщо дозволити і

розділену (розщеплену) доставку та збір, коли допускається дроблення потоків вантажів і кожен клієнт може відвідуватися декількома транспортними засобами, то економія транспортних витрат може бути ще значнішою. У цьому випадку привабливим є те, що запити клієнтів можуть перевищувати вантажопідйомність транспортних засобів і при коливанні величини потоків на певних проміжках часу не доведеться купувати або орендувати додаткові транспортні засоби.

Запропоновано математичні моделі задач побудови комбінованих та розділених маршрутів, які можуть бути використані для розробки багато-еселонної логістики доставки військового озброєння та боєприпасів для оборони і національної безпеки України в умовах воєнного стану, обговорюються види витрат, які мають бути включені до цільових функцій запропонованих моделей.

Література

1. Trofymchuk O.M., Vasyanin V.A. Simulation of Packing, Distribution and Routing of Small-Size Discrete Flows in a Multicommodity Network. *Journal of Automation and Information Sciences*. 2015. 47(7). P. 15-30.
DOI: 10.1615/JAutomatInfScien.v47.i7.30.
2. Трофимчук А.Н., Васянин В.А., Ушакова Л.П. Исследование задачи оптимизации иерархической структуры разреженной и плотной коммуникационной сети. *Проблемы управления и информатики*. 2021. № 1. С. 5-21.
3. Trofymchuk O.M., Vasyanin V.A., Kuzmenko V.N. Optimization Algorithms for Packing of Small-Lot Correspondence in Communication Networks. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2016. 52(2). P. 258-268.
DOI: 10.1007/s10559-016-9822-5.
4. Vasyanin V.A. Problem of Distribution and Routing of Transport Blocks with Mixed Attachments and Its Decomposition. *Journal of Automation and Information Sciences*. 2015. 47(2). P. 56-69.
<https://doi.org/10.1615/JAutomatInfScien.v47.i2.60>.
5. Васянин В.А., Ушакова Л.П. Задачи построения доставочных и сборочных маршрутов перевозки мелкопартионных грузов во внутренних зонах иерархической автотранспортной сети. *Математичне моделювання в економіці*. 2016. № 3-4. С. 102-131.
<http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/131865>.
6. Васянин В.А. Задачи построения комбинированных и отдельных маршрутов перевозки мелкопартионных грузов во внутренних зонах иерархической автотранспортной сети. *Математичне моделювання в економіці*. 2017. № 1-2. С. 74-92.
<http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/131906>.

Bayesian data analysis in modeling and forecasting nonlinear nonstationary financial and economic processes

*Trofymchuk O. M., Bidyuk P.I., Prosiiankina-Zharova T. I., Terentiev O. M.
Institute of Telecommunications and Global Information Space of NAS of
Ukraine E-mail: Trofymchuk@nas.gov.ua, pbidyuke_00@ukr.net,
t.pruman@gmail.com, o.terentiev@gmail.com*

All Bayesian techniques of data analysis are very popular today thanks to their flexibility, high quality of final results, availability of possibilities for adaptation to new data and conditions of functioning. Besides, each of these approaches to data analysis is well supported by appropriate sets of statistical criteria that make possible thorough quality analysis of intermediate and final results.

Key words: nonlinear nonstationary processes, Bayesian methods, modeling, forecasting, Generalized Linear Models

Many studies today are related to modeling and forecasting evolution of processes in various areas; they are mostly touching upon widely spread nonlinear non-stationary processes (NNP). To be more exact, definition of NNP means that such processes exhibit at least one type on non-stationarity (regarding trend or integration, and variance or heteroscedasticity) as well as nonlinearity regarding variables or model parameters. Such processes create majority in ecology, economy, finances, industrial technologies, engineering systems, hydrology, climate studies, in the problems of technical, medical and economic diagnostics, physical experiments of various type etc. For example, many processes in economy show availability of low (first or second) order trend, but transition to second order of integration automatically shifts the process from the class of linear to the nonlinear ones because quadratic and higher order dependence indicates relation to the class of non-linear characteristics [1-7].

The main goals of the study are as follows: (1) to provide a review of Bayesian data processing and model constructing methods for their further use in intellectual decision support system for modeling and forecasting nonlinear non-stationary processes in economy and finances; (2) to present illustrative examples of Bayesian techniques application to solving the problems mentioned; (3) to stress the necessity of development intellectual DSS for high quality solving the problems.

An important issue of the study is development and implementation of a system that would provide a substantial help in solving the tasks of selected process model building, forecast estimation, alternatives generation, and selection of the best one of them on the purpose of its further practical implementation. Usually this is specialized intellectual decision support

system (DSS) containing all necessary computational procedures and sets of statistical criteria to estimate quality of intermediate and final results of process analysis. Thus, the main ideas related to constructing and practical application of the DSS are as follows [8]: (1) to get handy and useful instrument for carrying out necessary computations and get results within short period of time; (2) to test immediately quality of computations using various sets of quality analysis criteria in automatic mode of system operation; (3) to identify possible uncertainties and take countermeasures to reduce their negative influence on the computations; (4) to calculate possible alternatives and select the best one of them for further practical implementation. Availability of intellectual features in the system simplifies the tasks to be performed by the system user and provides substantial help for him in form of advices, extra information on the methods to be used for model structure and parameter estimation, statistical quality criteria to be applied in specific cases, on the quality of intermediate and final results of computations and some other features.

In the case of analysis statistical/experimental data possible uncertainties are touching upon data itself. They can be encountered in the form of state and measurement noise, missing observations, short samples, and multicollinearity. All these problems can be solved using appropriate techniques mentioned earlier [9,10].

As an example of actuarial process modeled by GLM the problem of estimating (forecasting) financial loss in car insurance had been selected. The experimental data includes one dependent variable, “Loss”, reflecting paid volume of insurance among the cars of the following brands: VAZ, Mitsubishi, and Toyota. The regions of selling (distribution) of the car policies include the cities of Kyiv, Donetsk, and Odesa. The data relates to the years starting from 2006 with the sample size of 9546 examples. The results of GLM constructing for different distribution laws are presented in Tables 1 – 3.

Table 1 Distributions and link functions used

№	Model	
	Distribution of dependent variable	Link function
1.	Gamma	LOG
2.	Normal	LOG
3.	Poisson	LOG
4.	Normal	Identity

Table 2 Numerical characteristics of the models constructed

Total loss, mln grn	Mean	Std. deviance	Min	Max	Mean of standard error	Variance, %
102.008	11805.69	15358.12	6273.87	18549.82	0.075	130.09
18.111	1897.46	939.91	4010.98	634.05	0.120	49.54
17.921	1877.53	1027.57	4234.95	558.35	0.176	54.73
17.921	1877.53	999.30	3535.40	118.00	224.348	53.22

The Table 3 shows that the risk of financial loss for the models constructed varies approximately between 40-60% what is marginally acceptable but requires undertaking of some measures regarding its minimization.

Table 3. Statistical characteristics of the models

Total loss, grn	Log-likelihood	Actual total loss	Difference	Risk
102008320.905	-15742.754	17921032.58	84087288.32	1.301
18111231.380	-98700.167		190198.799	0.495
17921032.574	-42173677.24		0.007	0.547
17921032.589	-98700.167		0.009	0.532

Comparison of the models hiring normal distribution with logarithmic and identity link functions leads to results that information Akaike criterion accepts approximately the same value of about 20.78. It means that better model selecting should be based upon the total forecast of possible loss. Thus, adequate model in this study is the one based upon Poisson distribution and exponential link function. This choice is supported by the minimum loss estimation error, maximum approach of forecast to actual data, and true estimate of possible risk of loss. Normal model with identity link function provides for a small loss error of about 1.65% but “weak” forecasts of loss and erroneous risk estimate.

It was shown that generalized linear models can serve as effective instrument of analysis financial and economic processes that helps to take into consideration actual complicated factor interactions and their influence on dependent variable. There also exists a possibility for model and forecasts quality analysis (of the results achieved) using a set of appropriate statistical criteria.

This approach to financial processes analysis will help to minimize financial risks in insurance as well as in many other spheres of human activities. Finally such studies will positively influence macro economy as a whole.

References

- De Gooijer, J. G. (2017) Elements of Nonlinear Time Series Analysis and Forecasting. – Cham, Switzerland: Springer, 618 p.
1. Tsay R.S. (2010) Analysis of Financial Time Series. – Hoboken (NJ, USA): Wiley & Sons, Inc., 715 p.
 2. Hansen B.E. (2017) Econometrics. – University of Wisconsin, 427 p.
 3. Rossi P.E., Allenby G.M., McCulloch R. (2005) Bayesian Statistics and Marketing. – Hoboken (New Jersey): John Wiley & Sons, Ltd, 348 p.
 4. Bidyuk P., Terentyev A., Konovalyuk M., (2010) Bayesian networks in data mining technologies // Artificial Intelligence, № 2, pp. 104 – 113. Available at: <<http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/56141/13-Bidyuk.pdf?sequence=1>>.
 5. Zgurovsky M.Z., Bidyuk P.I., Terentiev O.M., Prosyankina-Zharova T.I. (2014) Bayesian Networks in Decision Support Systems. – Kyiv: NTUU KPI, 320 p.
 6. De Jong P., Heller G.Z. (2008) Generalized Linear Models for Insurance Data. – New York: Cambridge University Press, 197 p.
 7. Sugumaran V. (2002) Intelligent Support Systems Technology: Knowledge Management. – London: IRM Press, 318 p.
 8. Kuznietsova N., Bidyuk P. (2020) Intelligence information technologies for financial data processing in risk management. Communications in Computer and Information Science №1158. P. 539–558.
 9. Trofymchuk O., et al. (2019) Decision Support Systems for Modelling, Forecasting and Risk Estimation, LAP Lambert Academic Publishing, Riga. 160 p.

Підхід щодо отримання нечітких логічних правил із набору статистичних даних

Глоба Л.С., Шелест Є.В., Ляшенко А.В.

КПІ ім. І. Сікорського, E-mail: lgloba@its.kpi.ua,

krohaenot522@gmail.com, andrey.lyashenko44@gmail.com

Швидке збільшення обсягу даних, які передаються мережею і одночасно необхідність їх обробки за умови жорстких вимог до якості обслуговування (швидкості передавання та обробки інформації, достовірності інформації) призвели до появи такого феномену як великі дані, з яким першими й зустрілися телеком оператори. Таким чином, актуальною залишається проблема зменшення обчислювальної складності задач, націлених на отримання знань із значних обсягів статистичних наборів даних.

В даному дослідженні пропонується застосування нечітких логічних правил, які отримують автоматизованим шляхом зі статистичних наборів даних, які збирають постійно телеком оператори з метою контролю стану мережі, що дозволяє підвищити достовірність оцінки стану процесів, пов'язаних з передаванням інформації та отриманням доступу до неї у глобальному середовищі, а також зменшити обчислювальну складність під час обробки територіально розподілених

даних. В дослідженні розглянуто ряд математичних методів побудови нечітких логічних правил [2], зокрема: очистки, нормалізації, кластеризації та теорія метаграфів.

Запропонований підхід щодо побудови нечітких логічних правил дозволяє створити базу нечітких знань, яку можна покласти в основу алгоритмів керування та аналізу складними процесами та системами, зменшуючи обчислювальну складність процесів керування та аналізу технічних систем та врахувати певні нечіткі межі їх граничних станів.

Для вирішення задач обробки, зберігання та вилучення знань з великих даних запропоновано технологію, обробка даних за якою складається з таких етапів: очистка даних, нормалізація, кластеризація, побудова нечітких логічних правил та їх перевірка засобами математичного апарату метаграфів.

Під час очистки отримані статистичні дані аналізують на наявність групи помилок, таких як: відсутні значення, значення які є занадто великими або занадто маленькими (пікові значення), значення, які є некоректними. Більшість невалідних значень замінюють середніми значеннями, взятими з інших елементів таблиці, яка представляє зібрані статистичні дані. Для процесу кластеризації застосовано математичний апарат нечіткої логіки, суть алгоритмів якого полягає у використанні інтелектуального способу міркувань, який спирається на природну особливість міркування людини та не може бути представлений традиційним математичним апаратом. Такий підхід дозволяє побудувати логічну систему, в якій можна робити судження з невизначеністю і оцінювати ступінь істинності висловлювань. Бази правил нечіткої логіки є найчастіше використовуваними інструментами у прикладних програмних середовищах. Як правило, застосовують правила типу: IF «умова» THEN «результат».

Головною проблемою під час формування нечіткого логічного виводу є те, що база правил має бути задана експертом заздалегідь і виключення експерта із цього процесу наразі не є можливим.

Різні алгоритми кластеризації можна класифікувати так: роздільні алгоритми, в яких кластери визначаються швидко; ієрархічні алгоритми організовують дані ієрархічним способом, залежно від їх близькості розташування; алгоритми на основі щільності поділяють дані, взявши за основу їх області щільності, зв'язності та кордону; алгоритми на основі сітки ділять простір об'єктів даних на сітки.

Для побудови нечітких логічних правил із очищених наборів даних в даному дослідженні обрано методи кластеризації: K-Means та FCM.

Таким чином, в даному дослідженні проаналізовано математичний апарат нечіткої логіки та методи кластеризації, які використовуються

для побудови нечітких логічних правил. Показано, як із числових статистичних даних будується функція приналежності, методами кластеризації, представлено механізм побудови нечітких логічних правил із статистичних наборів числових даних, який переводить кожне числове значення у терм-множину відповідної нечіткої змінної.

Запропоновані модифікації алгоритмів кластеризації збільшують точність побудови нечітких логічних правил за рахунок алгоритмів первинної ініціалізації та знаходження правильного числа кластерів.

Література

1. Глоба Л.С., Бугаєнко Ю.М., Ляшенко А.В., Гребініченко М.В. Analysis of clustering algorithms for use in the universal data processing system // Міжнародна науково-технічна конференція OSTIS 2020 – с. 101–104.
2. Пегат А. Самоорганизующиеся и самонастраивающиеся нечеткие модели / Анджей Пегат // Нечеткое моделирование и управление / Анджей Пегат., 2015. – (3-е издание). – с. 506–520.

Проектування дашборда для підтримки прийняття рішень щодо вибору оптимальних варіантів керування багатоваріантними багатостадійними технологічними процесами за умов невизначеності

*Дратованій М.В., Мокін В.Б., Яцолт А.Р., Охріменко А.В.
Вінницький національний технічний університет,
E-mail: mishadratovany@gmail.com*

Значна кількість технологічних процесів (ТП) – це багатостадійна складна система, в якій кожна стадія проектується під виконання певних функцій за певних обмежень і припасовується до інших стадій чи підсистем. Особливим класом є системи, де можливими є багато варіантів виконання таких функцій з використанням різної послідовності вузлів та підсистем із різною ефективністю оброблення, швидкістю, вартістю, енергоспоживанням і щоразу виникає задача вибору такої послідовності (їх називають «маршрут» (англ.: «route»)). У разі, коли входні параметри можуть коливатись у дуже широких межах, причому ряд параметрів не піддається точним вимірюванням, тоді має місце певна невизначеність і задача керування суттєво ускладнюється. Приклади таких систем: системи очищення води на водозаборі, підприємства з оброблення сільськогосподарської продукції, зернові елеватори тощо. Зерно може бути різного типу, вологості, зрілості, щільності, розміру тощо [1]. Вода може бути суттєво забруднена

певного виду забруднювальними речовинами і тоді потрібне передоброблення відповідними системами очищення [2].

Як правило, за таких умов оптимальний варіант керування (наприклад, максимум ефективності оброблення та якості за мінімуму енергоспоживання та вартості) вибирає досвідчений оператор на основі певного досвіду, який орієнтується на покази приладів, результати прогнозного моделювання та рекомендації автоматизованих СППР. За таких умов, важливо добре спроектувати таку систему інформування оператора, щоб він міг оперативно приймати оптимальні рішення. Отже, для пошуку оптимального керування треба знати в динаміці значення усіх змінних стану.

Оскільки часто важко оперативно визначити усі вхідні параметри, використання аналітичних рівнянь може бути неможливим, тоді будеться інтелектуальна модель з використанням різних технологій машинного навчання.

Одним із найбільш популярних сучасних систем візуалізації результатів аналізу та оцінювання результатів моделювання і прогнозування є дашборд (інформаційна панель). «Розумні звіти» допомагають оператору розуміти певні тенденції в конкретному сегменті діяльності та контролювати події, що відбуваються [3].

Як було зазначено вище, для того, щоб оператор міг приймати оптимальні рішення, йому необхідно надавати таку інформацію: вхідні параметри, оптимальні маршрути, критерій керування.

Отже, пропонується дашборд, який буде містити такі складові:

- вхідні параметри;
- змінні стану;
- прогнозовані значення критерію оптимальності та вихідних змінних для заданої кількості найкращих маршрутів та для оптимального маршруту;
- значення прогнозованих основних параметрів «KPI'S» (для кожного з «Key Performance Indicator») для кожного та для оптимального маршруту.

Приклад однієї з панелей такого дашборду показано на рис. 1.

Таким чином, розглянуто задачу мінімізації витрат на технологічний процес за умов невизначеності вхідних параметрів об'єкта керування. Запропоновано для забезпечення керованості та спостережуваності системи під час вибору оптимальних варіантів керування використовувати дашборди.



Рис. 1. Прототип дашборду з вихідним параметром J та значеннями KPI'S для оптимального маршруту

Наведено пілотний варіант концептуального вигляду дашборду, який задовольняє наведеним вище вимогам.

Література

1. Athapol Noomhorm, Imran Ahmad, Porntip Sirisoontaralak, Grain Process Engineering, Editor(s): Myer Kutz, Handbook of Farm, Dairy, and Food Machinery, William Andrew Publishing, 2007, <https://doi.org/10.1016/B978-081551538-8.50011-X>.
2. Петров, С. В., Бондаренко, С. Г., Вовненко, К. В., & Степанов, М. Б. (2020). SCADA-система керування процесом електрозрядного очищення води басейнів.
3. 3 Ways that Accounting Dashboards Can Benefit You". Top Business Software Resources for Buyers - 2022 | Software Advice. 17 January 2020. Retrieved 21 April 2022.

Про визначення коефіцієнта Шезі за допомогою штучної нейронної мережі для підтримки завдань математичного моделювання відкритих потоків

Ходневич Я.В., Стефанишин Д.В.

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

Коефіцієнт Шезі C є найбільш універсальною інтегральною емпіричною характеристикою гідравлічного опору відкритим потокам [1, 2]; використовується при вирішенні різних прикладних завдань руслової гідравліки [1], зокрема – при математичному моделюванні течій з вільною поверхнею на основі одно- та двовимірних моделей «мілкої води» (рівняння Сен-Венана) в задачах поширення паводків,

хвиль прориву гребель, руху селевих потоків, моделювання атмосферних, морських і океанських течій, транспортування забруднень тощо [2].

Для обчислення коефіцієнта Шезі різними авторами розроблено велику кількість емпіричних і напівемпіричних формул [1, 2]. При цьому, як показує практика, врахування різних гідроморфологічних параметрів, що входять до цих залежностей, значною мірою визначає відносну похибку отриманих результатів. Часто вибір відповідної формули може стати досить складним викликом для дослідника.

Для підтримки цілісного підходу до визначення гідравлічних опорів відкритим потокам запропоновано обчислювати коефіцієнт Шезі C за допомогою штучної нейронної мережі (ШНМ) [3]. В цій доповіді розглядається алгоритм розв'язання такої задачі на прикладі ШНМ прямого поширення з одним прихованим шаром та сигмоподібною логістичною функцією активації [4]. Навчання мережі здійснювалося за допомогою методу зворотного поширення помилок з використанням реальних даних щодо комплексу гідроморфологічних характеристик, що в цілому визначають гідравлічний опір у руслах річок.

Мета виконаного дослідження полягала у вирішенні задачі коректного упорядкування наявних даних для навчання ШНМ та розробки загальних правил формування навчальних і тестових вибірок даних. Правила та алгоритм роботи з даними можуть бути використані при створенні перспективних ШНМ для обчислення коефіцієнта Шезі в умовах альтернативності вибору та невизначеності.

Навчання ШНМ та її тестування проводилося з урахуванням наступних гідроморфологічних параметрів, які в комплексі визначають коефіцієнт шорсткості Шезі C ($m^{1/2}/c$): коефіцієнта шорсткості Гоклера-Меннінга n ($c/m^{1/3}$), гідравлічного ухилу S_f , висоти виступів шорсткості Δ (м), середньої ширини потоку B (м), середньої глибини потоку h (м), гідравлічного радіуса R (м). Розроблено алгоритм ШНМ для обчислення коефіцієнта Шезі C як залежної змінної $C = f(x_1, x_2)$, де $x_1 \in \{n, \Delta, S_f, B\}$, $x_2 \in \{h, R\}$ вважалися незалежними змінними. Розділення комплексу гідроморфологічних параметрів на дві характерні групи здійснювалося з врахуванням аналізу різних емпіричних формул та залежностей, які можуть використовуватися для визначення коефіцієнта Шезі (загалом більше 250) [2, 3]. Упорядкування даних в межах дослідження орієнтувалося на побудову інформативних, згладжених, неперервних, нормованих масивів вхідних даних з врахуванням статистичної невизначеності (похибки, пропуски вимірів тощо) значень параметрів n , S_f , Δ , B , h , R .

Навчання та тестування ШНМ проводилися на актуальних гідроморфологічних даних для ділянок русла р. Дніпро у межах м. Києва та нижче за течією Києва, ділянки р. Десна поблизу м. Чернігів та ділянки р. Прип'ять поблизу міста Турів [3]. Прогнозна майстерність мережі перевірялася за допомогою коефіцієнта Неша-Саткліффа (NSE) на основі порівняння спостережених і прогнозованих (обчислених при визначених за допомогою ШНМ значеннях коефіцієнта Шезі) витрат води.

Було встановлено, що ШНМ прямого поширення з одним прихованим шаром і сигмоподібною логістичною функцією активації в межах поставленої задачі володіє досить високою прогновною майстерністю ($NSE = 0,9818$). Відносна похибка прогнозування витрат води коливалася від 3,8% до 18,1%; в середньому вона склала 10,2%. Таким чином, за коректної організації даних в межах предметної області згідно з розробленим алгоритмом, запропонована ШНМ може обчислювати значення коефіцієнта Шезі з достатньою для практики точністю.

Література

1. Chow, V.T. (1959). *Open-channel hydraulics*. N.Y., McGraw-Hill, 680 p.
2. 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; DOI: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2021.3.16-43>.
3. Khodnevych, 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; DOI: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2022.2.59-85>.
4. Haikin, S. (2008). *Neural Networks and Learning Machines* (3rd Edition). Prentice Hall, 906 p.

Markov renewal theorem in the series scheme

Sergii Degtyar, Oleh Kopiika, Yurii Shusharin

Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman, Institute of Telecommunications and Global Information Space of NASU

Introduction.

The classical renewal theory deals with the asymptotic properties of the solutions to the renewal equation

$$f(t) = g(t) + \int_0^t G(du)f(t-u),$$

where f is the function to be found, g is given function, and $G(du)$ is a given probability distribution. The classical renewal theorems describe the asymptotic properties of convolutions

$$f(t) = U * g(t) = \int_0^t U(du)g(t-u), \text{ as } t \rightarrow \infty,$$

where U is the potential of a homogeneous critical kernel $G(du)$, which is an ordinary probability distribution.

The basic statements of the classical renewal theory can be extended to the so-called Markov renewal equation

$$f(x, t) = g(x, t) + \int_E \int_0^t G(x, dy \times du) f(y, t-u), t \geq 0, x \in E.$$

where E is a given phase space, $G(x, dy \times du)$ is so-called semi-Markov kernel, $g(x, t)$ is a given function of $x \in E$, and $t \geq 0$, and $f(x, t)$ is the function to be found. Its solution is the convolution

$$f(x, t) = U * g(x, t) = \int_E \int_0^t U(x, dy \times du) g(y, t-u), t \geq 0, x \in E.$$

where $U(x, dy \times du)$ is the potential of the semi-homogeneous kernel $G(x, dy \times du)$.

Generally, the renewal theory has wide range of applications in mathematical practice. Markov renewal theorems are an analytical tool for studying the limiting behavior of Markov and related processes, including semi-Markov and regenerative processes.

Main results.

Let $(E, \mathfrak{B})$ be a measurable (phase) space with the countably generated σ -algebra $\mathfrak{B}$. We will assume, without loss of generality, that σ -algebra $\mathfrak{B}$ contains all one-point sets. Let us introduce a family of non-negative semi-homogeneous [3] kernels $G_\varepsilon(x, dy \times dt)$ which depend on a small parameter $\varepsilon > 0$.

Consider the Markov renewal equation

$$f_\varepsilon(x, t) = g_\varepsilon(x, t) + \int_E \int_0^t G_\varepsilon(x, dy \times du) f_\varepsilon(y, t-u), t \geq 0, x \in E, \quad (1)$$

where $g_\varepsilon(x, t)$ is a given nonnegative $\mathfrak{B} \times \mathfrak{B}_+$ -measurable function, $f_\varepsilon(x, t)$ is the function to be found, $\mathfrak{B}_+$ is the Borel σ -algebra on $R_+ = [0, \infty)$.

Next, we impose a number of restrictions. Let's assume that the kernels $G_\varepsilon(x, \{x\} \times dt)$ for all $x \in E$, converge to a probabilistic right-continuous function $F(x, dt)$ which measurably depends on all $x \in E$, in that sense

$$\left| \int_0^\infty G_\varepsilon(x, \{x\} \times dt) \varphi(t) - \int_0^\infty F(x, dt) \varphi(t) \right| \xrightarrow{\varepsilon \rightarrow 0} 0 \quad (2)$$

for an arbitrary continuous bounded function $\varphi(t)$, $t \geq 0$. It follows that for all $x \in E$

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} G_\varepsilon(x, \{x\}) = 1, \quad (3)$$

where $G_\varepsilon(x, \{x\})$ is the basis of the kernel $G_\varepsilon(x, \{x\} \times dt)$, that is $G_\varepsilon(x, \{x\}) = G_\varepsilon(x, \{x\} \times [0, \infty))$.

Denote the basis of the kernel $G_\varepsilon(x, dy \times dt)$ by $G_\varepsilon(x, dy)$ and let

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} G_\varepsilon(x, E \setminus \{x\}) = 0, \quad (4)$$

Suppose there exists a function $c(x)$ and a kernel $C(x, A)$ on $(E, \mathfrak{B})$ such that for all $x \in E$

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{1}{\varepsilon} \{1 - G_\varepsilon(x, \{x\})\} = c(x), \quad (5)$$

$$\sup_{A \in \mathfrak{B}} \left| \frac{1}{\varepsilon} G_\varepsilon(x, A) - C(x, A) \right| \xrightarrow{\varepsilon \rightarrow 0} 0, x \notin A. \quad (6)$$

For convenience, we put $C(x, \{x\}) = 0$, $x \in E$. Note that based on (5) and (6) for all $x \in E$

$$|c(x)| < \infty, C(x, E) < \infty.$$

Let's demand that

$$\sup_{x \in E} |c(x)| < \infty, \sup_{x \in E} C(x, E) < \infty. \quad (7)$$

We will assume that

$$\sup_{\varepsilon > 0} \int_T^\infty G_\varepsilon(x, E \times dt) t \xrightarrow{T \rightarrow \infty} 0, x \in E. \quad (8)$$

From this, in particular, it follows that

$$\int_0^\infty F(x, dt) t < \infty, x \in E.$$

Denote by $m(x) = \int_0^\infty F(x, dt) t$ and finally assume

$$\inf_{x \in E} m(x) > 0. \quad (9)$$

W. Feller introduced the very important notion of direct Riemann integrability.

Namely, a family of functions $g_\varepsilon(x, t)$ on $E \times R_+$, that depend on a small parameter $\varepsilon > 0$, is called directly Riemann-integrable if the series

$$\sum_{k=0}^{\infty} \sup_{k \leq t \leq k+1} g_\varepsilon(x, t) \quad (10)$$

$$\sup_{\varepsilon > 0} \delta \sum_{k=0}^{\infty} \left\{ \sup_{k\delta \leq t \leq k\delta + \delta} g_\varepsilon(x, t) - \inf_{k\delta \leq t \leq k\delta + \delta} g_\varepsilon(x, t) \right\} \xrightarrow{\delta \rightarrow 0} 0. \quad (11)$$

Under these conditions, the improper integral

$$\int_0^\infty g_\varepsilon(x, t) dt$$

is the limit of the integral sums constructed for a direct partition (hence the name) of the semi-axis $[0, \infty)$ uniformly on $\varepsilon > 0$ for all $x \in E$, that is

$$\sup_{\varepsilon > 0} \left| \int_0^\infty g_\varepsilon(x, t) dt - \delta \sum_{k=0}^{\infty} g_\varepsilon(x, t_k) \right| \xrightarrow{\delta \rightarrow 0} 0,$$

where $t_k \in [k\delta, k\delta + \delta]$, in contrast to the improper Riemann integral as limit of integrals over finite intervals.

That is why such a function $g_\varepsilon(x, t)$ is called directly Riemann-integrable.

The class of directly integrable functions is sufficiently large although smaller than the class of all absolutely integrable functions. In particular, it contains all monotone bounded integrable functions. But what is of fundamental importance is that this class is closed with respect to convolution with any finite non-negative measure. Particularly, if a function $g_\varepsilon(x, t)$ is directly Riemann-integrable and $G_\varepsilon(x, dy \times dt)$ is a finite non-negative measure, then the function

$$G_\varepsilon * g_\varepsilon(x, t) = \int_E \int_0^t G_\varepsilon(x, dy \times du) g_\varepsilon(y, t - u)$$

is also directly Riemann-integrable.

Let the distribution function $F(x, dt)$ be non-lattice for all $x \in E$ and there be a limit

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \int_0^\infty g_\varepsilon(x, t) dt = \int_0^\infty g(x, t) dt = d(x), \quad x \in E. \quad (12)$$

Each kernel $K(x, A)$ naturally generates a linear operator K that operates in Banach space $\mathbf{B}$ bounded $\mathfrak{B}$ -measurable function f with a norm $\|f\| = \sup_{x \in E} |f(x)|$ by a formula

$$Kf(x) = \int_E K(x, dy)f(y).$$

Denote by M and D the operators corresponding to the kernels $m(x)$ and $D(x, A) = -c(x)I(x, A) + C(x, A)$.

Thus we have proved the following theorem.

Theorem. Let in conditions (2), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12) for all $x \in E$ the probability distribution $F(x, t)$ be non-lattice, then

$$\lim_{\substack{\varepsilon \rightarrow 0 \\ t \rightarrow \infty \\ \varepsilon t \rightarrow u}} f_\varepsilon(x, t) = e^{u \frac{D}{M}} M^{-1} d(x)$$

for all $x \in E$.

Conclusion.

The asymptotics of the solution of the Markov renewal equation when the basis $G_\varepsilon(x, dy) = G_\varepsilon(x, dy \times [0, \infty))$ of the kernel $G_\varepsilon(x, dy \times dt)$ close to the singular kernel $I(x, dy)$ on a given measurable phase space $(E, \mathfrak{B})$ was studied in [2]. The main result of that study was formulated in the form of a theorem. At the same time, severe restrictions were imposed. Uniform convergence on $x \in E$ was required. In this paper, we prove a similar statement under weaker assumptions, namely, it is sufficient that the conditions of the theorem are satisfied for all $x \in E$. For this, a completely different idea of proof is used.

References

1. S. Degtyar, Markov renewal limit theorems. Theory of Probability and Mathematical Statistics, 76, pp. 33–40, 2008.
2. V. Shurenkov, and S. Degtyar, Markov renewal theorems in scheme of arrays, Asymptotic Analysis of Random Evolution, pp. 270–305, 1994.
3. V. M. Shurenkov, Ergodic Theorems and Related Problems, English transl., VSP International Science Publishers, Utrecht, 1998. MR1690361 (2000i:60002).

Адаптивна міріадна фільтрація електроністаграмми

Тулякова Н.О.¹, Трофимчук О.М.²

¹ Інститут прикладної фізики НАНУ, м. Суми, Україна,

² Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАНУ, Київ, Україна

Електроністаграма (ЕНГ) реєструє біопотенціали очного яблука під час його мимовільних швидких (сакадичних) і плавних рухів, що відображаються в сигналі стрибками та повільними зміненнями. Біопотенціали рухів очей є слабкими сигналами і тому дуже чутливі до

завад, зокрема, до фізіологічних шумів, що суттєво погіршує точність вимірювань діагностичних параметрів. Тому, для зазначених сигналів актуальним є завдання фільтрації, при цьому разом із придушенням шуму також необхідно забезпечити збереження різних змінень сигналу, оскільки вони визначають важливі параметри: наприклад, максимальну швидкість сакад, що діагностує хвороби та інші відхилення [1]. Застосування лінійної фільтрації для усунення шуму призводить до згладжування стрибків [2], тому для їхньої обробки краще підходять медіанні [3], гібридні медіанні [4] або міріадні [5] фільтри, що належать до нелінійних стійких оцінок [6]. Водночас лінійними фільтрами краще згладжується шум на ділянках сигналу, що описуються лінійними та гладкими функціями [2, 6]. Отже, доцільним є застосування сигнально-адаптивної фільтрації, що залежно від характеру поведінки сигналу на оброблюваній локальній ділянці змінює ступінь нелінійності властивостей фільтра [6] від нелінійної (медіанної або міріадної) оцінки до лінійного усереднення, у такий спосіб сполучаючи їхні переваги [7, 8].

З метою придушення нестационарного шуму в сигналах, що характеризуються різною поведінкою інформативної компоненти, зокрема, в ЕНГ, розроблено [8] сигнально-адаптивний міріадний фільтр, що залежно від локальних особливостей сигналу в околі поточного відліку та оцінки рівня шуму змінює нелінійність властивостей міріадного фільтра та розмір вікна. Цей алгоритм не потребує часу для адаптації параметрів та їх точного налаштування, апріорних знань про модель сигналу та дисперсію шуму, може застосовуватися в квазі-реальному часі.

Статистичні оцінки ефективності фільтрації, обчислені для модельного сигналу ЕНГ при впливі шуму з різним рівнем дисперсії, підтверджують суттєву перевагу запропонованого алгоритму над неадаптивними фільтрами (рис.1). Показано високу якість придушення нестационарного шуму та одночасне збереження різних змінень сигналу. Запропоноване [9] вибіркове застосування повторної фільтрації залежно від оцінок рівнів шуму підвищує ефективність обробки.

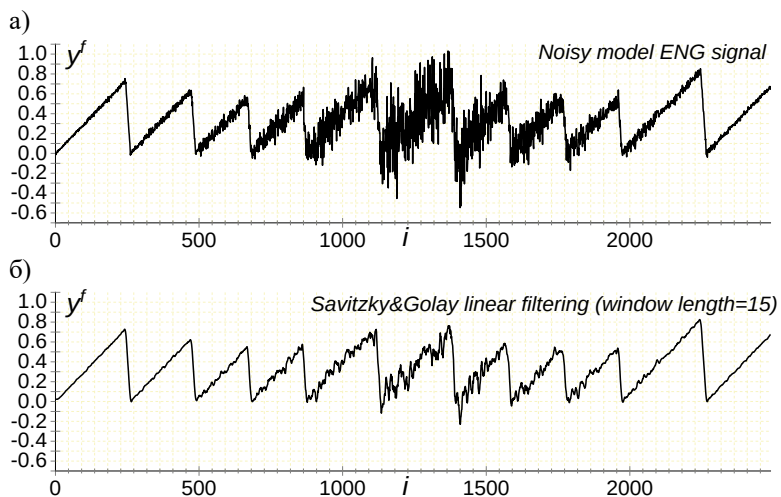


Рис.1. Обробка модельного сигналу ЕНГ: а) вхідний сигнал; б) сигнал на виході фільтру Савицького-Голя; в) сигнал на виході медіанного фільтру; г) сигнал на виході адаптивного міриадного фільтру.

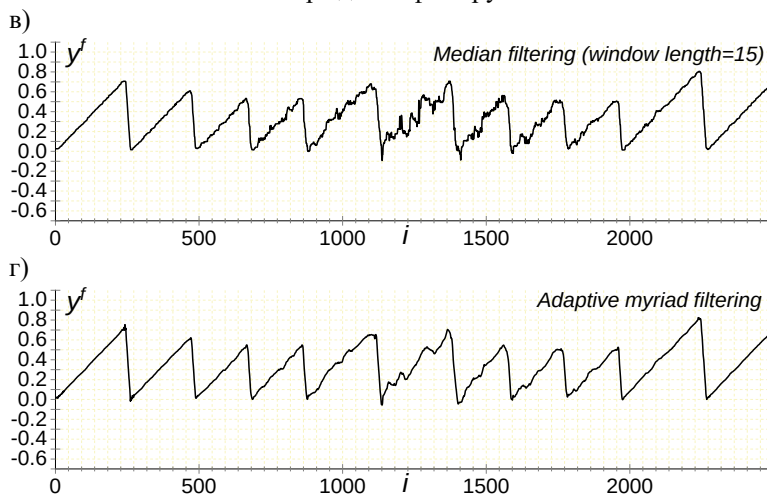


Рис.1. (продовження)

Література

1. Bahill A.T., Brockenbrough A., Troost B.T. Variability and development of a normative data base for saccadic eye movements. Investigative ophthalmology & visual science. – 1981. – Vol. 21, No.1. – P.116-125

2. Nodes T., Gallagher N. Median filters: Some modifications and their properties. IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing. – 1982. – Vol. 30, No.5. – P. 739-746.
3. Astola J., Heinonen P., Neuvo Y. On root structures of median and median-type filters. IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing. – 1987. – Vol. 35, No. 8. – P. 1199-1201.
4. Heinonen P., Neuvo Y. FIR-median hybrid filters. . IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing. – 1987. – Vol. 35, No. 6. – P. 832-838.
5. Gonzalez J.G., Arce G.R. Optimality of the myriad filter in practical impulsive-noise environments. IEEE Transactions on Signal Processing. – 2001. – Vol. 49, No. 2. – P. 438-441. doi: 10.1109/78.902126.
6. Astola J., Kuosmanen P. Fundamentals of Nonlinear Digital Filtering. – USA: CRC Press LLC, 1997. – 276 p.
7. Tulyakova N., Neycheva T., Trofymchuk O., Stryzhak O. Locally-adaptive myriad filtration of one-dimensional complex signal. Int. J. Bioaotomation. – 2018. – Vol. 22, No. 3. – P. 273-294.
8. Тулякова Н.О., Трофимчук О.М. Адаптивний міріадний фільтр із шумо- та сигнально-залежним змінням параметрів у часі. Радіoeлектронні і комп'ютерні системи. – 2022, No. 2 (102). – С. 217-238. doi: 10.32620/reks.2022.2.17.
9. Tulyakova N., Trofymchuk O. Real-time filtering adaptive algorithms for non-stationary noise in electrocardiograms. Biomedical Signal Processing and Control, 2022, vol. 72, part A. 103308. doi: 10.1016/j.bspc.2021.103308.

Математична модель векторної ЕЕГ у вигляді вектора циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів

Лупенко С.А. докт. техн. наук, проф., Буцій Р.А.,

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору

Національної академії наук України,

E-mail: lupenko.san@gmail.com, romanbutsiy@gmail.com

Анотація. У роботі запропоновано та обґрунтовано нову математичну модель векторної ЕЕГ у вигляді вектора циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів, яка завдяки врахуванню стохастичності та циклічності, змінності ритму багатовимірних функцій розподілу, початкових, центральних та змішаних моментних функцій досліджуваних сигналів, має ефективні статистичні засоби дослідження широкого класу характеристик векторної ЕЕГ.

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

Відомо, що ефективність функціонування неінвазивних нейроінтерфейсів може оцінюватися точністю (достовірністю, надійністю) та обчислювальною складністю відповідних алгоритмів опрацювання векторного ЕЕГ. Не зважаючи на існування багатьох підходів, математичних моделей, методів та програмно-апаратних

засобів опрацювання ЕЕГ сигналів в неінвазивних нейроінтерфейсних системах, точність виявлення та розпізнавання класу ментальних керуючих сигналів оператора ВСІ [1] залишається низькою.

У цьому контексті одним із можливих шляхів підвищення показників точності та зниження обчислювальної складності [2, 3] алгоритмів функціонування такого класу систем є проведення комплексного дослідження структури та характеристик векторного електроенцефалографічного сигналу з метою селекції інформативних ознак в векторному ЕЕГ-сигналі для конкретних операторів, що з однієї сторони буде впливати на підвищення точності функціонування нейроінтерфейсних систем, а з іншої, за рахунок відкидання неінформативних характеристик, знижуватиме рівень обчислювальної складності алгоритмів функціонування таких систем.

Вперше нами розроблено математичну модель векторної ЕЕГ у вигляді вектора циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів. Вектор $\Theta_N(\omega, t)$ випадкових процесів $\{\xi_i(\omega, t), i = \overline{1, N}, \omega \in \Omega, t \in R\}$ називається вектором циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів (а самі процеси називаються циклічними ритмічно пов'язаними випадковими процесами), якщо існує така функція $T(t, n), t \in R, n \in Z$, яка задовольняє умови (1) - (3) функції ритму і для будь-якого $t_1, \dots, t_k$ з множини роздільності вектора $\Theta_N(\omega, t)$ k -вимірних випадкових векторів $\{\xi_{i_1}(\omega, t_1), \xi_{i_2}(\omega, t_2), \dots, \xi_{i_k}(\omega, t_k)\}$ та $\{\xi_{i_1}(\omega, t_1 + T(t_1, n)), \xi_{i_2}(\omega, t_2 + T(t_2, n)), \dots, \xi_{i_k}(\omega, t_k + T(t_k, n))\}, i_1, \dots, i_k = \overline{1, N}$ є стохастично еквівалентними в широкому розумінні для всіх $n \in Z$ і для всіх $k \in N$.

Функція $T(t, n), t \in R, n \in Z$ називається функцією ритму, якщо вона має такі властивості:

$$1. \quad \begin{cases} T(t, n) > 0 (T(t, 1) < \infty), t \in R, \text{ if } n > 0, \\ T(t, n) = 0, t \in R, \text{ if } n = 0, \\ T(t, n) < 0, t \in R, \text{ if } n < 0; \end{cases} \quad (1)$$

2. для будь-яких $t_1 \in R$ і $t_2 \in R$, для яких $t_1 < t_2$, і для функції $T(t, n)$ виконується строга нерівність:

$$T(t_1, n) + t_1 < T(t_2, n) + t_2, \forall n \in Z \quad (2)$$

3. функція $T(t, n)$ є найменшою за модулем ($|T(t, n)| \leq |T_\gamma(t, n)|$) серед усіх таких функцій $\{T_\gamma(t, n), \gamma \in N\}$, які задовольняють (1) і (2), а саме:

$$|T(t, n)| = \min_{\gamma \in N} \{|T_\gamma(t, n)|, \gamma \in N\}, t \in R, n \in Z. \quad (3)$$

Сумісна k -вимірна функція розподілу $F_{k_{\xi_{i_1} \dots \xi_{i_k}}}(x_1, \dots, x_k; t_1, \dots, t_k)$ має рівність:

$$\begin{aligned} F_{k_{\xi_{i_1} \dots \xi_{i_k}}}(x_1, \dots, x_k; t_1, \dots, t_k) \\ = F_{k_{\xi_{i_1} \dots \xi_{i_k}}}(x_1, \dots, x_k; t_1 + T(t_1, n), \dots, t_k \\ + T(t_k, n)), \\ i_1, \dots, i_k = \overline{1, N}, t_1, \dots, t_k \in W, n \in Z, k \in N. \end{aligned} \quad (4)$$

Також враховуючи, що кожен цикл векторної ЕЕГ може бути розбитий на зону активності (коли оператор здійснює ментальну керуючу дію) та пасивності (коли ментальна керуюча дія оператора є відсутньою), то математична модель є уточнена та подана у вигляді такої структури:

$$\begin{aligned} \xi_i(\omega, t) = \sum_{m \in Z} \sum_{k=1}^2 \xi_{i,m,k}(\omega, t) = \sum_{m \in Z} (\xi_{i,m,1}(\omega, t) + \xi_{i,m,2}(\omega, t)), \\ \omega \in \Omega, t \in R, i = \overline{1, N} \end{aligned} \quad (5)$$

Для зони пасивності:

$$\begin{aligned} \xi_{i,m,1}(\omega, t) = \xi_i(\omega, t) \cdot I_{W_{m,1}}(t), \omega \in \Omega, t \in R, i = \overline{1, N}, m \\ \in Z. \end{aligned} \quad (6)$$

Для зони активності:

$$\begin{aligned} \xi_{i,m,2}(\omega, t) = \xi_i(\omega, t) \cdot I_{W_{m,2}}(t), \omega \in \Omega, t \in R, i = \overline{1, N}, m \in Z, k \\ = \overline{1, 2}. \end{aligned} \quad (7)$$

З метою підвищення ефективності функціонування неінвазивних нейроінтерфейсів запропоновано нову математичну модель векторної ЕЕГ у вигляді вектора циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів, яка має ефективні статистичні засоби дослідження широкого класу характеристик векторної ЕЕГ, з метою виявлення найбільш чутливих до ментальних впливів конкретного оператора ВСІ [4]. Зважаючи на те, що ця математична модель цілісно описує не лише сигнал із однієї локальної ділянки поверхні голови людини, а синхронно зареєстровану їх сукупність, враховуючи їх спільну ритмічну структуру, то на базі цієї моделі є змога проводити сумісний статистичний аналіз сигналів, що уможливорює врахування, інтеграцію даних, які отримані від різних ділянок поверхні голови оператора ВСІ.

Література

1. Open Source Brain-Computer Interfaces [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://openbci.com/>.

2. Butsiy R. Comparative analysis of neurointerface technologies for the problem of their reasonable choice in human-machine information systems / Roman Butsiy, Serhii Lupenko // Scientific Journal of TNTU. — Tern. : TNTU, 2020. — Том 4. — № 100. — С. 135–148. doi: https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2020.04.135
3. R. Butsiy, S. Lupenko and A. Zozulya “Comprehensive justification for the choice of software development tools and hardware components of a multi-channel neurointerface systems,” 2021 IEEE 16th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), Том 1, 2021. doi:<https://doi.org/10.1109/CSIT52700.2021.9648788>
4. 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, 2022. — Том 465. — Springer, Singapore doi: https://doi.org/10.1007/978-981-19-2397-5_32

Basic classification model of telemedicine station

Tsaryov R.Yu.¹, Tymchenko I.O.¹, Kumysh V.Yu.

¹State University of Intellectual Technologies and Communications,

E-mail: c4r1980@gmail.com,

mentalitet@gmail.com, vlad.kumish@gmail.com

Telemedicine network and telemedicine station construction is an actual and relevant scientific problem nowadays. The issue of telemedicine network construction is well researched. So, in [1-4] the basic components of telemedicine service, the principles of their implementation and provision to patients, medical experts and other users are studied. In [5-8], the general issues regarding the telemedicine networks construction and design are investigated, and some practical recommendations for their implementation are provided. Nevertheless, it's important to emphasize that research in the field of telemedicine is not systematic in nature - the considerable attention is given to some distinct issues and problems only, while the others, on contrary, are less worked out. All this led to the fact that the unified approaches and systematic solutions while developing and creating the technical documentation of telemedicine network construction and design as well as of telemedicine stations practically doesn't exist today. Current telemedicine networks and telemedicine stations mostly were created separately, without generic coordination and planning of further integration with the other similar networks or stand-alone stations. As a result, a large part of the implemented projects are incompatible with each other, which in turn slows down the development of nationwide telemedicine networks significantly.

The purpose of this work is the development of detailed model of telemedicine station classification considered to be a basement of typical,

unified technical and design solutions in the field of telemedicine stations constructing.

Classification features and criteria were selected as a result of systematization and generalization of the accumulated practical experience of telemedicine station implementation in various countries, as well as harmonization with international and national legal acts and regulations. It's obvious that in this case different classes will share some join features (e.g. functional characteristics) as well as multiple classifications could be assigned to a station. For each specific class, information will be presented as an intersection of these features, which aren't mutually exclusive, while their values are clearly defined, mutually exclusive, and collectively exhaustive. With that said the use of faceted classification technique [9] is appropriate to create a classification model of telemedicine stations.

The faceted technique means that classification system is captured from a variety of independent subsets - facets (classification features and criteria). Each facet Φ_i contains a number of values taken by this feature or criteria. These values are mutually excluded. In general the classification system can be described by the following faceted formula $CIS = (\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n)$.

Let's consider some set of telemedicine stations - PT, over which the set of stations' features - U_{PT} - is defined:

$$U_{PT} = \{u_{PTi} \mid i = 1, \dots, k\}, \quad (1)$$

where u_{PTi} stand for the elements of U_{PT} set.

Then the faceted set CIS over the U set can be defined as following:

$$CIS(U) = \{CIS_k \mid k = 1, \dots, t\}, \quad (2)$$

where CIS_k denotes the facet, which defines the k^{th} classification feature of the telemedicine station.

Each facet can take the defined set of possible values:

$$\phi^{CIS_k} = \{\phi_{k1}, \dots, \phi_{km}\}, \quad (3)$$

where m denotes the number of possible values of i^{th} facet.

Each element of PT set should contain at least one value of the faceted feature:

$$\phi_j(u_{PTi}) = \{\phi_{ks}(u_{PTp}), p \in \{1, \dots, k\}\} \subset \phi^{CIS_k}, \quad (4)$$

The set containing all the faceted features can be defined as following:

$$\phi_j(u_{PTi}) = \{\phi_{ks}(u_{PTp}), \forall p: p \in \{1, \dots, k\}, \phi_j(u_{PTi}) \neq \emptyset\}, \quad (5)$$

The overall faceted formula Ff to classify the telemedicine station is following:

$$Ff(u_{PTi}) = \left\{ \begin{array}{l} [CIS_j : \phi_j(u_{PTi})] | CIS_j \in CIS(U), \\ \phi_j(u_{PTi}) \in \phi^{FS_k} \forall j \in \{1, \dots, k\}, \phi_j(u_{PTi}) \neq \emptyset \end{array} \right\} \quad (6)$$

Let's use this approach to classify telemedicine stations by features captured through the practical experience of their implementation (Table 1).

Given faceted classification model uses a set of semantically cohesive categories that are combined as needed to create a classification of telemedicine stations. In this way, the faceted classification is not limited to already defined facets and can be updated with the new features.

Table 1 – Basic classification model of telemedicine station

Facet (feature/criteria)	Faceted value
Type of communication with (connection to) the telemedicine network	Wired connection
	Wireless connection
Degree of mobility	Stationary
	Portable
	Mobile
Type of provided telemedicine service	Basic (only one type of telemedicine service is provided)
	Diagnostic (several types of diagnostic telemedicine services are provided)
	Universal (any telemedicine services provided)
Type of energy and power supply	"Green" (station is powered using the renewable sources e.g. solar energy)
	Hybrid (power supply designed by the classic scheme, and the backup using the renewable sources)
Distance to the central or regional telemedicine hub	Local
	Outlying
Type of placement	Station of walking accessibility (located in places of mass gathering of people e.g. airports, business centers, etc.)
	Establishment station (located on the territory of some medical institution)
	Separate station (separate institution with all the necessary infrastructure)
Type of construction	Open station

Subordination level	Cabin
	Cabinet
	National
	Oblast/Regional
	Urban
Type of ownership	District
	State
	Municipal
	Private

Summary

The proposed model of telemedicine station classification provides an opportunity to determine a class of a telemedicine station quickly, which significantly simplifies the task of telemedicine station designing and shorten the time of creating the technical documentation. Further research should be held to obtain some typical design solutions for the construction of telemedicine stations in the variety of initial data.

REFERENCES

1. WHO Global Observatory for eHealth. (2010). Telemedicine: opportunities and developments in Member States: report on the second global survey on eHealth. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44497>
2. ITU-D Report on Question 6/2 Impact of telecommunications in health-care and other social services First Study Period (1995-1998)
3. Richard Wootton, John Craig, Victor Patterso Introduction to Telemedicine, second edition
4. Ashley Mite Technology Basics for Telemedicine September 2022. Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice 52(5):1109-1122
5. M. Smitha Krishnan, D. Sheela and C. Chellamuthu, "Design and dimensioning strategies for telemedicine backbone networks with optical links," 2013 International Conference on Information Communication and Embedded Systems (ICICES), 2013, pp. 780-784
6. Solangkili Saravanab, Anburajan Mariamichael, Venkatraman Ananthapathmanaban Cloud and Grid computing based telemedicine using computer communication network through Internet. Communications in Computer and Information Science January 2012
7. Yunkai Zhai, Jinghong Gao and others Design and Application of a Telemedicine System Jointly Driven by Videoconferencing and Data Exchange: Practical Experience from Henan Province, China Telemedicine and e-Health VOLUME 26, ISSUE 1 / JANUARY 2020
8. Recommendations on the application of modern technical solutions in the design of e-health systems, including telemedicine networks https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/CIS/Documents/RI-WTDC17/ONAT_RI2_Recommendations_Rev2.pdf
9. Faceted Classification: A Guide to Construction and Use of Special Schemes. Front Cover. Brian Campbell Vickery. Aslib, 1960 - Classification - 70 pages.

Використання моделі Bi-LSTM для підвищення точності прогнозування курсу криптовалют

Яцько Я.В.¹, Терентьєв О.М.²

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

² Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору
Національної академії наук України

E - mail: yayatskaa@gmail.com, o.terentiev@gmail.com

Криптовалюта – цифрова валюта, яка використовується у фінансових системах і використовує технологію блокчейн і криптографічні функції для досягнення прозорості та децентралізації. Оскільки ціни на криптовалюту сильно коливаються, необхідні інструменти для їх моніторингу та прогнозування [1]. Довга короткочасна пам'ять (LSTM) – це модель глибокого навчання, яка здатна точно прогнозувати часові ряди даних. У цьому дослідженні використовується двонаправлена LSTM [2], [5]. (Bi-LSTM) для підвищення точності і нормалізації оцінки середньоквадратичної помилки (RMSE) з використанням чотирьох криптовалют: Bitcoin, Ethereum, Ripple і Binance (BNB).

На ринок криптовалют впливають фактори невизначеності, такі як політичні та економічні проблеми на глобальному рівні. Тому точна інтерпретація прогнозів є складним завданням. Іншою проблемою, яка є предметом цього дослідження, є щоденні коливання курсу криптовалют, які необхідно вирішити за допомогою прикладного інструменту, який може відстежувати та запобігати невизначеності в транзакціях [3]. На ринку криптовалют є багато популярних монет, таких як Bitcoin (BTC), Ethereum (ETH), Binance Coin (BNB) і Ripple (XRP).

Попереднє дослідження включало в себе використання алгоритму нейронної мережі з довгою короткочасною пам'яттю (LSTM). При цьому, значення RMSE мало значний розбіг (дисперсію) від 2 000 до 50 000 доларів. Тому цілком експерименту було використання моделі Bi-LSTM для підвищення точності прогнозування.

Прогнозування курсу криптовалют має незначні відмінності від методу прогнозування акцій. Кращі результати можна отримати, поєднуючи різні методи, такі як аналіз даних часових рядів, технічний аналіз фондового ринку та історичні дані з ціни, з декількома алгоритмами [4]–[6]. В цьому дослідженні було використано дані з Binance за останні 3 роки та використано модель Bi-LSTM, структура мережі якої зображена на рис.1:

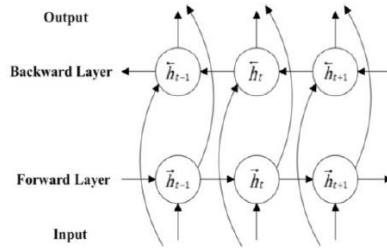


Рис. 1 – Структура мережі Bi-LSTM [7]

В табл. 1 розміщено результати оцінки моделі на основі значень MAPE і RMSE:

Таблиця 1. Метрики якості моделі

Монета	RMSE	Normalize RMSE	MAPE (%)
Bitcoin	2343.2200	0.062	4.0
Ethereum	203.8900	0.063	5.31
Binance	404.1800	0.073	5.64
Ripple	0.0933	0.066	5.82

Слід зазначити, що результати є кращими, ніж в попередньому експерименті з використанням простої моделі LSTM (RMSE менше на 20 % пунктів). Після нормалізації результати стають ближчими до 0, а оцінка MAPE становить менше 10% за RMSE [4], [6]. На рис. 2 зображено порівняльну тенденцію реальних даних та прогнозу за допомогою моделі експерименту.

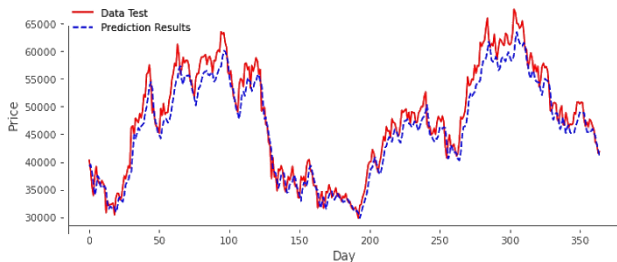


Рис. 2 - Порівняння фактичних даних і прогнозу курсу Bitcoin

В ході дослідження було розглянуто гібридну модель GRU Bi-LSTM для покращення прогнозування курсу криптовалют. Запропонована модель дала значно кращі результати, у порівнянні зі звичайним LSTM. У дослідженні було застосовано кілька підходів для прогнозування

курсу криптовалют з використанням історичних даних, отриманих за допомогою Binance API за 3 роки. Чотири монети (Bitcoin, Ripple, Binance та Ethereum) були використані для перевірки точності запропонованої моделі щодо забезпечення оптимальних результатів. Завданням для наступних досліджень є покращення точності прогнозування за рахунок додання в модель нових даних, таких як політичні настрої, природні умови і т.д. з зовнішніх джерел інформації.

Література

1. U. Mukhopadhyay, A. Skjellum, O. Hambolu, J. Oakley, L. Yu, and R. Brooks, "A brief survey of cryptocurrency systems," 2016 14th Annual Conference on Privacy, Security and Trust, PST 2016, pp. 745–752, 2016, doi: 10.1109/PST.2016.7906988.
2. E. Pintelas, I. E. Livieris, S. Stavroyiannis, T. Kotsilieris, and P. Pintelas, "Investigating the problem of cryptocurrency price prediction: a deep learning approach," IFIP Advances in Information and Communication Technology, vol. 584 IFIP, pp. 99–110, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-49186-4_9.
3. J. Eapen, D. Bein, and A. Verma, "Novel deep learning model with CNN and bi-directional LSTM for improved stock market index prediction," in 2019 IEEE 9th Annual Computing and Communication Workshop and Conference, CCWC 2019, 2019, pp. 264–270, doi: 10.1109/CCWC.2019.8666592.
4. V. B. Kamble and S. N. Deshmukh, "Comparision between accuracy and MSE, RMSE by using proposed method with imputation technique," Oriental journal of computer science and technology, vol. 10, no. 04, pp. 773–779, 2017, doi: 10.13005/ojcs/10.04.11.
5. M. De Caux, F. Bernardini, and J. Viterbo, "Short-term forecasting in Bitcoin time series using LSTM and GRU RNNs," in Anais do VIII Symposium on Knowledge Discovery, Mining and Learning, SBC, 2020, pp. 97–104.
6. T. O. Hodson, "Root-mean-square error (RMSE) or mean absolute error (MAE): when to use them or not," Geoscientific Model Development, vol. 15, no. 14, pp. 5481–5487, Jul. 2022, doi: 10.5194/gmd-15-5481-2022.
7. Tavakoli, N. (2019). Modeling Genome Data Using Bidirectional LSTM. 2019 IEEE 43rd Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC), 2, 183.

Порівняння реалізацій систем збору інформації з крипто бірж, у реальному часі, на мовах програмування C++, JavaScript та Python

Дуда В. О.¹, Терентьєв 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.*

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

З розвитком фінтеху у просторі всесвітньої економіки з'явилися сервіси для торгівлі криптовалютами та іншими об'єктами з унікальним

криптографічним підписом. Для обміну цих елементів на інші активи, були створені криптобіржі.

Binance [1] є найбільшою у світі криптобіржею за обсягом торгів, із щоденним обсягом торгів, станом на серпень 2022 року, 76 мільярдів доларів США та 90 мільйонами клієнтів у всьому світі. Платформа зарекомендувала себе як надійний учасник криптопростору, де користувачі можуть купувати, продавати та зберігати свої цифрові активи, а також отримувати доступ до понад 350 існуючих криптовалют і тисяч торгових пар [1].

На ринку криптовалют щомісячні торгові об'єми складають трильйони доларів, оскільки трейдери користуються можливостями швидкого отримання прибутку незалежно від напрямку тренду. Завдяки деривативним контрактам [2] трейдери можуть заробляти на коливаннях цін, відкриваючи лонг (купив дешевше – продав дорожче) або шорт (продав дорожче – купив дешевше).

За торгової пару було роглянуто найпопулярнішу – BTC/USDT [3] (USDT – це стейблкоїн, ціна якого еквівалентна долару). Її торговий об'єм сягає від 300 тис. до 1.5 млн монет щоденно, що еквівалентно 6 млрд. – 42 млрд. доларів. Для відображення ціни певної валюти та попит на неї можна скористатись лише першими цінами на купівлю та продаж. На рис. 1 наведено скріншот зміни добових об'ємів.



Рис. 1. Приклад свічки цін та об'ємів продаж за період останніх 5 місяців. Верхня частина - зміни ціни, а знизу гістограма об'ємів криптоактиву за період часу.

з Реалізація системи для доступу даних біржи.

Будь яка система прийняття рішень, що призначена для роботи на криптобіржі, потребує застосунки, які найшвидше передадуть дані від джерела до аналітичного ядра у повному обсязі.

Зазвичай для доступу до даних використовується REST [4] запит, проблема HTTP/HTTPS [4] протоколу в тому, що він повільний. Він працює таким чином, що спочатку сервер та клієнт встановлюють TCP

підключення, потім на стороні клієнта формується запит за стандартом протоколу. Цей запит надсилається на сервер, який формує відповідь таким же чином та надсилає її, в кінці зв'язок розривається. Це не ефективно, так як на кожний запит формує нове підключення, а дані потрібно отримувати весь час. Для вирішення цієї проблеми формується одне підключення та по ньому йдуть усі дані. Зазвичай в реалізації цієї системи використовується звичайне TCP підключення, чи його аналоги такі як FIX (теж саме, але повідомлення описані за даним протоколом) та Websockets [5] – стандарт, який прийшов з HTML5 та використовується у багатьох WEB-сервісах.

Будь яка біржа має обмеження на кількість запитів за певний період. Зазвичай швидкості зміни цін значно перевищують їх. При подібній ситуації будь який запит з цього пристрою буде ігноруватись. Єдиним якісним засобом отримання інформації є Websockets підключення [6].

В рамках дослідження підключення до біржі було реалізовано на трьох різних мовах програмування, з метою порівняння точки зору ефективності затрат ресурсів, які наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Порівняння бібліотек на різних мовах програмування

Мова програмування	Компільована / інтерпретована	Синхронна / асинхронна	Бібліотека
C++	компільована	синхронна	Ixwebsocket[7]
JavaScript	інтерпретована	асинхронна	ws (для Node.js)[8]
Python	інтерпретована	асинхронна	aiohttp[9]

При проведенні досліджень було виявлено, що синхронна реалізація на мові Python – неможлива, так як дані на наступній ітерації обробки вже були не актуальні.

Усі три реалізації були запущені на двох серверах, які розміщені у різних хостинг провайдерах, що наведені у таблиці 2.

Таблиця 2. Порівняння серверів на різних платформах.

Хостинг провайдер	Місце розташування серверу	Процесор	Кількість RAM пам'яті	Архітектура процесора	Швидкість інтернет підключення	Ціна за місяць
Hetzner [10]	Німеччина	AMD EPYC	750 GB	x86_64	10 Gbps	550 – 650 \$

		7502P 32-Core Processor				
AWS [11]	Токіо, Японія	8 x cors of AWS Graviton2 processor	64 GB	arm64	10 Gbps	600 - 1000 \$

Нижче наведений код програми реалізації доступу до біржи на мові програмування Node.js:

```
const { WebSocket } = require('ws');
const wsUrl = 'wss://fstream.binance.com/ws';
const ws = new WebSocket(wsUrl);
ws.on('ping', () => ws.pong());
ws.on('open', () => {
  ws.send(JSON.stringify({
    method: "SUBSCRIBE",
    params: ["btcusdt@bookTicker"],
    id: 1
  }));
});
ws.on('message', (data) => {
  const tik = JSON.parse(data);
  const tradeTime = tik.T;
  if (tradeTime) {
    const ts = (new Date()).getTime();
    console.log(`${tradeTime};${ts};${ts - tradeTime}`);
  }
})
```

Висновки

В рамках даного дослідження, всі реалізовані програми, запускалися як різні процеси, одночасно на двох серверах. Час реєстрації затримки було реєстровано відносно часу виставлення чи проходження ордеру на самій біржі, та часу отримання даних на клієнті. Усі вихідні данні виводились у STDOUT, які зберігались потім у файлі формату csv.

Середнє значення затримки на Hetzner [11] становить 148 мс, а на AWS [10] – 5 мс. Можна зробити висновок, що на швидкість отримання даних найбільше впливає мережева затримка, яка залежить від розташування пристрою, бо чим ближче до біржі, сервери якої знаходяться в Японії, то менша затримка на отримання даних.

Головний результат дослідження – немає різниці на якій мові пишеться модуль потокового отримання даних, а головним є місце його розташування відносно біржі. Крім того, на швидкість отримання даних може впливати архітектура ARM процесора.

Таким чином, для реалізації схожих систем, не потрібні висококваліфіковані кадри, які можуть написати код на швидких компільованих мовах. Тобто з даного списку тестів, може впевнено виділити JavaScript, як найкращий інструмент для вирішення таких задач, так як він простий в навчанні та легкий в налаштуванні асинхронних подій, крім того є вже багато готових бібліотек та застосунків, які спрощують інтеграцію в будь яку систему.

З порівняння серверів можна побачити що Hetzner [11] потужніший за AWS [10]. За таких умов для реалізації важких систем треба оцінювати рентабельність, так як на AWS [10] хостинг коштує значно дорожче.

Література

1. What Is Binance? URL: <https://coinmarketcap.com/exchanges/binance/> (дата звернення: 23.10.2022).
2. Початок роботи на Binance Futures. URL: <https://www.binance.com/uk-UA/blog/futures> (дата звернення: 23.10.2022).
3. Інструмент торгівлі фьючерсами на Binance. URL: <https://www.binance.com/uk-UA/futures/BTCUSDT> (дата звернення: 23.10.2022).
4. Hypertext Transfer Protocol (HTTP). URL: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTTP> (дата звернення: 23.10.2022).
5. The WebSocket API (WebSockets). URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebSockets_API (дата звернення: 23.10.2022).
6. Binance documentation - WebSocket Market Streams. URL: <https://binance-docs.github.io/apidocs/futures/en/#websocket-market-streams> (дата звернення: 23.10.2022).
7. IXWebSocket (C++ library for WebSocket). URL: <https://github.com/machinezone/IXWebSocket> (дата звернення: 23.10.2022).
8. ws: a Node.js WebSocket library. URL: <https://www.npmjs.com/package/ws> (дата звернення: 23.10.2022).
9. aiohttp works with client websockets out-of-the-box URL: https://docs.aiohttp.org/en/stable/client_quickstart.html#websockets (дата звернення: 23.10.2022).
10. Хостинг Hetzner - <https://www.hetzner.com/> (дата звернення: 23.10.2022).
11. Хостинг Amazon AWS. URL: <https://aws.amazon.com/> (дата звернення: 23.10.2022).

Інформаційні фактори загроз і захисту в екологічній сфері

Биченок М.М., Трофимчук О.М.

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

а) пріоритетні інтереси:

- підвищення екологічної культури населення, оздоровлення і збереження природного середовища;
- раціональне природокористування, запобігання екологічному забрудненню довкілля, знешкодження промислових і побутових відходів;
- екологічно безпечне зберігання та утилізація запасів застарілих боєприпасів, ракетного пального, хімічної зброї тощо;
- створення екологічно чистих джерел енергії та запровадження екологічно безпечних виробництв;
- мінімізація та ліквідація негативних наслідків Чорнобильської катастрофи;
- забезпечення екологічно безпечних умов для життєдіяльності людини, суспільства і держави.

б) об'єкти захисту:

- система контролю за ввезенням в Україну екологічно брудних технологій і матеріалів, генетично модифікованих і несертифікованих продуктів, що можуть бути небезпечними для людей, тварин і рослин;
- інформування населення про екологічну обстановку за місцем проживання, роботи та навчання, відпочинку чи лікування;
- відомості про екологічне інспектування, сертифікацію, ліцензування та експертизу потенційно небезпечних виробництв і продукції;
- результати медико-психологічного контролю населення і рекомендації щодо профілактичних заходів в регіонах підвищеної природно-техногенної небезпеки;
- система запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного і природного характеру.

в) джерела загроз:

- відсутність системного моніторингу за всіма визначальними факторами техногенного і природного ризику з урахуванням їх взаємозв'язків і взаємовпливів;
- недостатня дієвість організаційно-правових і фінансово-економічних механізмів контролю і регулювання рівня екологічної безпеки;

- неврахування заподіяної екологічної шкоди у цінovій і податковій політиці стосовно продукції, отриманої шляхом руйнування природного середовища;
- приховування, затримка чи викривлення інформації для населення про природно-техногенні загрози і небезпеки;
- орієнтація наукових і прикладних екологічних досліджень на вирішення окремих задач, які не взаємопов'язані у рамках єдиної цільової програми, що призводить до розпорошення обмежених науково-технічних ресурсів, дублювання і неузгодженості отриманих результатів, недостатньої практичної віддачі від них;
- безсистемна інформатизація центральних, регіональних і місцевих органів влади, що позбавляє їх можливостей оперативно контролювати та аналізувати стан потенційно небезпечних об'єктів і територій, завчасно прогнозувати та реагувати на надзвичайні ситуації.

г) негативні наслідки:

- у гідросфері – забруднення, заболочення і пересихання водних об'єктів;
- в літосфері – деградація ґрунтів, виснаження надр, зменшення захисних лісосмуг;
- в атмосфері – зростання концентрації токсичних речовин, збільшення кислотних дощів, руйнування озонового шару;
- у біосфері – втрата генофонду, зменшення біопродуктивності, зростання отруєнь, епідемій, епізоотій та епіфітотій;
- в екосфері в цілому – руйнування самовідновлюючих (рекреаційних) природних механізмів.

д) актуальні завдання:

- проведення комплексного еколого-економічного аналізу природно-виробничого потенціалу України з метою визначення його господарської цінності та обґрунтування державної політики щодо узгодження суперечливих вимог економічного розвитку та екологічної безпеки;
- розробка чітко регламентованого і законодавчо оформленого інформаційного механізму взаємодії центральних, регіональних і місцевих органів влади при підготовці, прийнятті і контролі виконання рішень із забезпечення екологічної безпеки;
- запровадження системи єдиних норм і вимог, які відповідають міжнародним стандартам, щодо припустимих ризиків життєдіяльності і господарювання на територіях підвищеної природно-техногенної небезпеки;

- застосування сучасних аерокосмічних, телекомунікаційних та геоінформаційних засобів і технологій для системного моніторингу та попереджувального реагування на природно-техногенні катастрофи;
- створення комерційного банку даних для надання інформаційних послуг щодо екологічно безпечних технологій і продукції, їх виробників і постачальників, розробників екологічних приладів, результатів маркетингових досліджень екологічного ринку та ін.;
- системна інформатизація страхової галузі, яка має стати ефективним засобом для акумулювання коштів на відшкодування збитків від надзвичайних ситуацій.

Наступний етап уточнення ГІС-оцінки додаткового сейсмічного ризику на підтоплених лесах в Україні

Рогожин О.Г., Яковлев Є.О.

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

Чому ми не стомлюємося кілька років поспіль удосконалювати оцінку сейсмічного ризику, названого нами «додатковим»?

Тому, що в останні десятиліття основним чинником зниження інженерно-сейсмогеологічної стійкості *лесових порід* (що поширені на майже двох третинах площі України) є їх геотехнічна та фізико-хімічна деградація під впливом підтоплення і наступного засолення, спричинених господарською діяльністю та змінами клімату. Відомо, що за 1982-2004 рр. в різних регіонах площі підтоплення зросли у кілька разів.

Причому, якщо в зоні природно високих рівнів стояння ґрунтових вод (Полісся і Закарпаття) підтоплення має природно-техногенне походження, то в зонах нормального (Лісостеп) і недостатнього зволоження (Степ) воно має передусім яскраво виражену техногенну причину (через масове зарегулювання поверхневого стоку, до 60-70%, і зрошення), як і в ареалах міських агломерацій (через втрати з мереж водопостачання і водовідведення).

Розвитку підтоплення у товщі лесів та лесово-суглинчастих порід (ЛСП) сприяє їх висока фільтраційна анізотропія при значному переважанні вертикальної проникності над горизонтальною (у 5-15 разів), що обумовлює формування стовбчатої структури зон зволоження і водонасичення. Крім того, переважання у лесових слабоущільнених ґрунтах пиловатих кварцевих (50%) та глинистих (30%) часток, які

скріплені переважно карбонатним (вапняковим) водонестійким цементом, обумовлює їх високу чутливість до порушень водотеплопереносу техногенного або природного походження. Загалом, леси та ЛСП відзначаються невеликою щільністю (1,3-1,6 т/м³), малою природною вологістю (10-20%), великою пористістю (понад 45%). На них відбувається додаткове ускладнення інженерно-геологічних умов, пов'язане з наявністю у товщі лесових порід викопних ґрунтів із зниженою проникністю, які в багатьох районах сприяють формуванню техногенних водоносних горизонтів і прискореному розширенню площ підтоплення. Із сукупним впливом згаданих факторів пов'язане зростання ризику критичних деформацій інженерних споруд.

Відповідно, на великих територіях перезволожених лесів збільшилася загроза руйнування споруд і комунікацій від імовірного сейсмічного струшування через активізацію явищ просадковості. За таких умов виникла додаткова інженерно-геотехнічна загроза, оскільки в разі струшування провокуються «стрибки» порового тиску у підґрунті споруд, зсуви на схилах і тиксотропне розрідження підтоплених лесів через їх перехід у пливунний стан (внаслідок зменшення зчеплення між мінеральними частками) та віброруйнування неводостійкої агрегатної структури лесового ґрунту.

Масштаб зазначеної додаткової загрози істотний, оскільки за нашою картометричною оцінкою частка *підтоплених лесів* із сумарною сейсмічністю $I \geq 6$ балів (за шкалою МСК-64) від площі України ще у 2004 р. становила 10,3%, а від площі всіх підтоплених ґрунтів – 37,2%. Тоді ж частка населених пунктів (міст і сіл) на підтоплених лесах із сумарною сейсмічністю $I \geq 6$ балів становила майже 14% (від усіх в Україні), а частка їх *загрозеного населення* (від всього тодішнього населення України) – 9,4% (4,56 млн. осіб).

Через це необхідна кількісна оцінка ризику пошкодження споруд з причини цієї додаткової загрози.

Такий ризик економічно інтерпретується як: *обсяг компенсаційних платежів за рік*, загальна сума яких може бути визначена як максимальна сума страхових виплат (в разі реалізації пошкодження або руйнування споруд чи комунікацій з цієї причини), або як *обсяг амортизаційних платежів за рік*, яких достатньо для *запобігання* певної конкретної загрози руйнування з цієї причини (на зміцнення сейсмостійкості конструцій тощо).

Методологія оцінки додаткового сейсмічного ризику як специфічної регіональної компоненти зовнішньої загрози руйнування споруд, обумовленої поширенням інженерно-геологічної деградації лесових порід внаслідок зволоження (підтоплення) через активізацію

техногенного впливу та змін клімату (потепління, зменшення промерзання верхнього шару ґрунту, збільшення інфільтраційного зволоження верхнього шару лесового масиву) на території України, були розроблені нами раніше і викладені в кількох публікаціях [1-5].

Згідно з ними оцінка такого додаткового ризику розраховується для всієї території України та її адміністративних областей у трьох варіантах за формулами, де *кількість населення* на загрозованих територіях є ключовою змінною.

1) *без врахування кліматичних параметрів* :

$$R_{\text{destr}} = N_{\text{dv}} \cdot P_m \cdot k_N \cdot b \cdot p_s; \quad (1)$$

2) *з врахуванням багаторічних кліматичних параметрів* :

$$R_{\text{destr_kl}} = N_{\text{dv}} \cdot P_m \cdot k_N \cdot b \cdot p_s \cdot ((T_{\text{fl}} / 365) + (T_{\text{sh}} \cdot t / (365 \cdot 10))) \text{ рік}^{-1}; \quad (2)$$

3) *у т.ч. з врахуванням зменшення тривалості весняної повені (під впливом змін клімату)*:

$$R_{\text{destr_ch}} = N_{\text{dv}} \cdot P_m \cdot k_N \cdot b \cdot p_s \cdot (((T_{\text{fl}} \cdot c) / 365) + (T_{\text{sh}} \cdot t / (365 \cdot 10))) \text{ рік}^{-1}; \quad (3)$$

де: N_{dv} – норма житлової площі на одну людину (приймається, що 12 м^3);

P_m – середня балансова вартість м^2 житлової площі (приймається, що \$1 тис.);

k_N – кількість населення на підтоплених лесах в ареалах сумарної сейсмічності¹ ≥ 6 балів (осіб);

p_s – імовірність сейсмічного поштовху (руйнівної події) згідно з картою загального сейсмічного районування ЗСР-2004, карта В (де $p_s = 10^{-3} \text{ рік}^{-1}$);

b – поправочний коефіцієнт ступеню пошкодження будівлі, залежний від інтенсивності струшувань I ($I = 6-6,9$ балів: $b = 0,1$; $I = 7-7,9$ балів: $b = 0,3$; $I = 8-8,9$ балів: $b = 0,7$; $I \geq 9$ балів: $b = 1$);

T_{fl} – середня багаторічна тривалість повені в регіоні, днів (за кліматичними узагальненнями);

T_{sh} – середньорічна кількість зафіксованих в регіоні аномальних злив у період 2001-2010 рр.;

t – тривалість підтоплення після аномальної зливи, днів (приймається, що $t = 14$);

c – коефіцієнт зменшення тривалості весняної повені (за оцінками кліматологів УкрНДГМІ).

¹ Ареали сумарної сейсмічності визначені згідно з «Картою-схемою впливу інженерно-геологічних умов на техногенне приращення сейсмічності території УССР», М 1:1500000, 1990 р.

У загальному випадку уточнення значень оцінки за наведеною схемою можливе у двох основних напрямках [5]: перший – уточнення картометрично визначеної засобами ГІС-аналізу *кількості населення* в ареалах додаткового ризику; другий – актуалізація значень і тенденцій зміни врахованих *кліматичних параметрів*.

Причому уточнення кількості загроженого населення може бути здійснене у кількох напрямках:

- корегування контурів поширення лесів;
- корегування ареалів регіонального підтоплення;
- актуалізація кількості населення в населених пунктах;
- корегування кількості загроженого населення в населених пунктах (пропорційно частці площі контуру поселень, яка потрапляє у ареал ризику).

Відповідно, таке уточнення передусім потребує оновлення даних інженерно-геологічних обстежень та екологічного моніторингу розвитку процесів підтоплення, а також – своєчасної публікації кліматологічних узагальнень.

Картографічне узагальнення контурів лесів в Україні було здійснене Геоінформом в кількох варіантах у 1980-1990 рр. (в М 1:1000000 та 1:500000), але після цього не уточнювалося. Картографування ареалів підтоплення за результатами моніторингу (у тому ж масштабі) було виконане у 2002-2004² та 2015 роках і після цього також не здійснювалося. Дані про кількість населення в кожному сільському населеному пункті Держстатом не публікуються, через що залишається використовувати наявну електронну карту³ із шаром кількості населення в кожному поселенні за результатами перепису 2001 р.

Тобто маємо дані для розрахунку оцінюваного ризику десь приблизно «на початок 2000-х рр.», як *базового варіанту* у стартовій точці спостереження. Динаміка цієї оцінки в часі може бути отримана тільки опосередковано, шляхом зміни значень кліматичних параметрів. Але й публікація результатів узагальнення необхідних нам кліматичних показників за межами 2010 рр. фахівцями УкрНДГМІ також досі не здійснена.

Тому ми сьогодні вимушено обмежені уточненням *базового варіанту оцінки*. Воно було здійснене за рахунок: по-перше, підбору найточнішого варіанту картографічного відображення контурів

² Оцифрована для регіональних оцінок «Карта підтоплення території України» М 1:1500000, ДНВП «Геоінформ України», 2004.

³ «Топографічна електронна карта України з інформацією Держкомстату про чисельність наявного населення України» М 1:200000. Версія 1.0. ДП «МЦЕК». Харків, 2004.

просторового поширення лесів, по-друге – автоматизації розрахунку частки площі контуру населеного пункту, що потрапляє у ареал ризику (для пропорційного зменшення кількості загроженого населення, якщо контур ареалу ризику січе контур відповідного поселення). Ця процедура тепер поширена на всі населені пункти.

Найточнішим відображенням контурів лесів закономірно виявилися електронні шари «Карти поширення лесових ґрунтів за просадковістю на території України» (М 1:1000000, Державна служба геології та надр України, 1995), люб'язно надані нам цього року Геоінформом. Спроба використання для оцінки ризику оцифрованої нами (зі сканованого паперового носія, також наданого Геоінформом) «Інженерно-геологічної карти прогноза просадковості лесових порід Української РСР» (М 1:1000000, Мінгео СРСР, 1988), була невдалою через неприпустиму просторову нев'язку з шаром контурів населених пунктів на рівні 1-10 км (і більше, особливо в місцях стикування аркушів карти). Вона придатна лише для регіональних порівнянь площ прогнозованого ураження.

Для оцінки ризику втрати несучої здатності зволжених лесових ґрунтів були враховані леси всіх трьох типів за просадковістю, оскільки відмінності у потужності лесового чохла (до 10 м, 10-20 м або понад 20 м) є несуттєвими для реалізації фізичного механізму тиксотропного розрідження підтоплених лесів внаслідок різкого зростання порового тиску через потужні струшування (зокрема сейсмічні).

Розрахунок частки площі прогнозованого ураження від усієї площі поселення (з наступним визначенням кількості загроженого населення) реалізований шляхом порівняння атрибутивних таблиць (формат даних .dbf) картографічних шарів: «підтоплені населені пункти на лесах в зоні сейсмічності ≥ 6 балів» та «всі населені пункти». Для цього в таблицю «підтоплені населені пункти ...» додані показники: вся площа населеного пункту, частка площі прогнозованого ураження та кількість загроженого населення, що розраховуються програмними засобами СУБД FoxPro. Ними ж формуються обласні файли цих даних для розрахунку пообласних сум загроженого населення. Крім того, для уточнення кількості загрожених населених пунктів і видалення повторно врахованих у цих обласних файлах вибираються і позначаються населені пункти за умовами: «значення частки загроженого населення = 0 або $< 0,1$ » та «кількість загроженого населення = 0». Потім «вручну» перевіряється і корегується сукупність населених пунктів, які необхідно видалити. Далі засобами СУБД формується результуюча таблиця уточнених пообласних значень сумарної кількості загроженого населення і населених пунктів.

В результаті зазначеного уточнення оцінка кількості населення, що мешкає на підтоплених лесах в зоні загальної сейсмічності ≥ 6 балів в Україні в цілому дещо зменшилася – до 4,56 млн. осіб (-9% порівняно з попередньою версією оцінки) та становить до 10% від населення у всій зоні сумарної сейсмічності ≥ 6 балів. Натомість кількість населених пунктів, що потрапила у всі зони додаткового сейсмічного ризику, зросла до 4026 (+19,9% порівняно з попередньою версією оцінки).

Відповідно змінилася й оцінка додаткового регіонального ризику сейсмічного руйнування споруд на підтоплених лесах і ЛСП без врахування кліматичних параметрів, яка розглядається нами як максимальна оцінка, – до 20,15 \$ млн. рік⁻¹ (таблиця 1).

Середня оцінка (тобто з врахуванням кліматичних параметрів) зменшилася до 3,37 \$ млн. рік⁻¹, а мінімальна (з врахуванням також зменшення тривалості весняної повені) – до 2,38 \$ млн. рік⁻¹.

Тобто до рівня, відповідно, 10,6%, 1,78%, 1,25% від загального регіонального ризику руйнування споруд, розрахованого у всій зоні сумарної сейсмічності ≥ 6 балів.

Таблиця 1.

Уточнена економічна оцінка додаткового регіонального ризику сейсмічного руйнування споруд на підтоплених лесах і ЛСП в Україні в цілому

	Категорії ризику, \$ млн. рік ⁻¹	Сумарна сейсмічність, балів				
		Всього ≥ 6	6-6,9	7-7,9	8-8,9	≥ 9
1	Загальний сейсмічний ризик	189,82	13,28	102,3	59,24	15,01
Додатковий ризик руйнування на підтоплених лесах і ЛСП						
2	– без врахування кліматичних параметрів	20,15	0,73	9,28	9,87	0,27
3	% від загального ризику	10,62	5,50	9,07	16,66	1,80
4	– з врахуванням кліматичних параметрів	3,37	0,122	1,55	1,65	0,045
5	% від загального ризику	1,78	0,92	1,52	2,79	0,30
6	– у т.ч. із врахуванням зменшення тривалості весняної повені	2,38	0,086	1,09	1,16	0,032
7	% від загального ризику	1,25	0,65	1,07	1,96	0,21

Джерело: авторські розрахунки.

Змінився й територіальний розподіл показника економічної оцінки додаткового сейсмічного ризику на душу населення. В лідерах залишилися Одеська область, але на другу позицію вийшла Закарпатська (була Чернівецька), на третю – Дніпропетровська (була Миколаївська), а на четвертій залишилася Полтавська область. Нова ієрархія регіонів виглядає ще більш імовірною, ніж попередня, оскільки ще краще корелює з територіальними особливостями розподілу ареалів регіонального

підтоплення просадкового і геомеханічно послабленого лесово-породного масиву та збільшення інтенсивності сумарної сейсмічності.

Висновки

Масштабна російсько-українська війна збільшила актуальність удосконалення оцінки названого нами «додатковим» сейсмічного ризику на підтоплених лесах в Україні, процес реалізації якого запускається потужними струшуваннями, що викликають розрідження і втрату несучої здатності лесових ґрунтів внаслідок незворотної зміни їх агрегатної структури.

Оскільки такі струшування можуть набувати критичних значень не лише природного (сейсмо-геофізичного), але й вибухово-техногенного походження, зокрема спровокованого воєнними діями (артилерійські, бомбові, ракетні удари тощо).

Це особливо неприємно в умовах, коли лесові ґрунти займають понад 62% території України, а їх зволоження продовжує поширюватися внаслідок практично повного зарегулювання стоку через зростання кількості ГЕС і ставків та зміни клімату. Тому відносно невеликі локальні площі підтоплення, малопомітні в сухі періоди, у періоди надмірного зволоження (повінь, тривала дощова погода, дощі великої інтенсивності) зливаються у великі ареали, стаючи потужним регіональним фактором загрози для стійкості споруд і комунікацій (навіть магістральних).

Зокрема під таку загрозу потрапляють і земляні греблі, побудовані з лесових порід, збільшуючи імовірність гідродинамічних надзвичайних ситуацій, особливо в басейнах малих і середніх річок, де домінують такі греблі.

Щоб перейти від теоретичного (як у нас сьогодні) до цілком практичного рівня оцінки цього ризику доцільно здійснити серію експериментальних досліджень з метою визначення діапазону порогової інтенсивності струшувань (у показниках вивільненої енергії та завданого прискорення), яка гарантовано призводить до реалізації тиксотропного розрідження зволжених лесових і лесоподібних ґрунтів.

Література

1. Яковлев Є.О., Рогожин О.Г. Фактори і можливі наслідки регіональних змін інженерно-геотехнічного стану лесів та лесово-суглинистих порід України / Є.О. Яковлев, О.Г. Рогожин // Екологічна безпека та природокористування. – К. – 2018. – Вип. 3(27). – С. 5-23.
2. Яковлев Є.О., Рогожин О.Г., Васинюк А.В. ГІС-оцінка загроз погіршення інженерно-геотехнічного стану лесів та лесово-суглинистих порід України в умовах глобальних змін клімату / Є.О. Яковлев, О.Г. Рогожин, А.В. Васинюк // Інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: Колективна монографія за матеріалами ХVІІ Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 25-26 вересня 2018 р.) – К: ТОВ «Вид. «Юстон», 2018. – С. 154-156.
3. Рогожин О.Г., Яковлев Є.О., Васинюк А.В. ГІС-оцінка додаткового сейсмічного ризику руйнування споруд на підтоплених лесах та лесово-суглинистих породах / О.Г.

- Рогожин, Є.О. Яковлев, А.В. Василюк // Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природоко-ристуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: актуальні питання. Колективна монографія за матеріалами ХVІІІ Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 01-02 жовтня 2019 р.) – К: ТОВ «Вид. «Юстон», 2019. – С. 26-30.
4. Рогожин О.Г., Яковлев Є.О. Оцінка додаткового сейсмічного ризику руйнування споруд на підтоплених лесах та лесово-суглинистих породах в Україні / О.Г. Рогожин, Є.О. Яковлев // Екологічна безпека та природо-користування, №3(31), 2019. – С. 11-22.
5. Рогожин О.Г. Уточнена ГІС-оцінка додаткового сейсмічного ризику на підтоплених лесах та лесово-суглинистих породах в Україні / О.Г. Рогожин // Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природоко-ристуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: тенденції 2020 року. Колективна монографія за матеріалами ХІХ Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 06-07 жовтня 2020 р.) – К: ТОВ «Вид. «Юстон», 2020. – С. 134-138.

Formation of a network service for territorially distributed data processing service centers

O. Kopyika

*Institute of Telecommunications and Global Information Space of NASU,
okopyika@gmail.com*

The most modern technology for meeting the needs of large corporations with IT services is DCaaS (DataCenter as a Service), a technology that provides the Data Center as a set of IT services.

Services consist of elements which are aimed at maintaining in good technical condition of the IT infrastructure. Consider the principles of forming a network service of the data center.

The organization of the network service provides the construction of a secure corporate network, which operates multiservice services (messaging, electronic document management, Internet access, IP-telephony, video conferencing).

To form network services, the organization of basic network services was considered:

1. Domain Name System (DNS). At the same time, it is ensured:

- Availability. Availability is ensured by duplication of server components. Clients receive 2 addresses from DNS server using the DHCP service.

- Security. The DNS service protocol was developed as an open one, and at the same time, the DNS configuration in the data center and Internet data center should be considered separately. The internal DNS server is divided

into three components: advertiser, resolver, core DNS, each of which is duplicated. External DNS is organized according to a simplified scheme.

- Scalability. If necessary, the DNS service is scaled up horizontally by adding servers and implementing NLB clustering.
- Management. The management toolkit is graphical based on the MMC console and command based on the dnscmd shell.
- Consolidation. The DNS service is consolidated with the directory service.

2. Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP).

The DHCP service provides the assignment of addresses and IP protocol parameters to users' devices in the IT infrastructure.

The DHCP service serves only systems from the zones of Corporate clients.

The DHCP service in the Data Processing Center is organized as a fail-safe cluster. DHCP relay agents are used to work in routed networks. Each subnet must have 2 relay agents. As a backup option, it is suggested to consider the possibility of activating the DHCP Forwarding option on routers.

The information transmitted through telecommunication networks has extremely high "value", therefore the main requirements for telecommunication networks are the required reliability, reliability and speed of data transmission.

The main content of the data exchange process in the telecommunication network as a means of managing a complex system, structural characteristics of data transmission networks and conceptually the function of the telecommunication network management process are considered. Requirements for data transmission in the telecommunication network are defined. The process of message transmission in the telecommunication network provided by the event tree graph is considered. Data transmission is estimated by the probability inverse to 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 automating both the exchange of information and its processing on computer control automation.

Література

1. Беркман, Л. Н. Теоретичні основи методології синтезу інформаційно-комунікаційних систем. Телекомунікаційні та інформаційні технології. – 2014. – №4. – С. 12–20.
2. Копійка О. В. Архітектура мережі в сучасних дата-центрах / О. В. Копійка // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2014. – № 2(30). – С. 34–41.
3. С.А. Довгий Новые технологии в телекоммуникации: выбор технологической архитектуры. Современные тенденции развития - К.: Укртелеком, 2001 240с.

4. Автоматизована система для підтримки прийняття рішень при ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС СО Довгий, ОВ Копійка Інформатизація аерокосмічного землезнавства. – К.: Наук. думка, 211-266
5. Приватизація, інвестиції та фондовий ринок: правові засади та практика: У 4 т. / Відкрите акціонерне товариство «Укртелеком» / Станіслав Олексійович Довгий (ред.), Володимир Михайлович Литвин (ред.) / І.В. Гранцев, С.О. Довгий, В.А. Коляденко, В.М. Литвин, Т.І. Лозова. – К.: Укртелеком, 2001. – Т. 1: Цінні папери та фондовий ринок. – К.: Укртелеком, 2001. – 725 с.

Районування локальних площ Дніпровсько-Донецької западини за перспективами нафтогазоносності на основі дистанційних і атмогеохімічних методів та ГІС-технологій

Багрій І.Д.¹, Азімов О.Т.², Дубосарський В.Р.¹

*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*

Останнім часом в Україні загострилося питання забезпеченості паливно-енергетичною сировиною, зокрема, нафтою і газом. Тому сьогодні необхідно впроваджувати нові недороговартісні, проте ефективні напрями пошуковорозвідувальних робіт на вуглеводні (ВВ), удосконалювати методичні прийоми відповідних геолого-геофізичних досліджень. До останніх належать й роботи за комплексом структурно-термо-атмогеохімічних досліджень (СТАГД), до якого входять: геоструктурний аналіз наявного матеріалу геолого-геофізичних робіт; морфоструктурний аналіз та структурне дешифрування даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та топографічних карт; термометрична, еманацийна (радон – Rn, торон – Tn) й атмогеохімічна (водень – H₂, гелій – He, вуглекислий газ – CO₂, вільні ВВ) зйомки; лабораторний хроматографічний аналіз проб газів, що відібрані з підґрунтового шару; комплексна тематично орієнтована інтерпретація просторово розподілених даних, отриманих різними методами і координатно прив'язаних з використанням геоінформаційних систем (ГІС).

Поряд з вирішенням ряду вагомих завдань комплекс застосовується, зокрема, й з метою районування локальних площ за перспективами їх нафтогазоносності в межах регіонів вуглеводневого видобутку [1]. Так на території Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) була досліджена Зв'язівська площа, що приурочена до її центральної приосьової частини в межах Малосорочинсько-Радченківського валу.

Як результат проведення СТАГД, на основі комплексного аналізу інтегрованого в ГС картографічного матеріалу (карт структурних, тектонічних, результатів тематичного дешифрування даних ДЗЗ, карт розподілу газогеохімічних, термометричних, еманаційних показників), використовуючи оригінальні обчислювальні програми, було проведено диференціацію площі робіт щодо перспектив на пошуки покладів ВВ з виділенням відповідних ділянок. Основними умовами визначення перспективних зон вважались: специфіка площового поширення віддешифрованих за матеріалами ДЗЗ геоструктурних об'єктів різного рангу; наявність аномальних показників термометричних даних; наявність фонових полів вуглеводневих показників, оточених підвищеними і аномальними значеннями по периферії (так званий «хало-ефект»), та особливості їх просторового розподілу. Геодинамічні показники (R_n , T_n , CO_2), лінеаментні зони різного простягання враховувалися в залежності від просторового збігу з вуглеводневими аномаліями (зони стиснення або розтягнення) або ж близькістю до них.

У межах площі досліджень визначено 4 локальних ділянки складної у плані конфігурації, які вважаються перспективними для подальших пошуків покладів ВВ.

На наступному етапі деталізаційних досліджень, орієнтованих на пошуки, прогнозу оцінку перспектив нафтогазоносності невеликої за своїми геометричними параметрами Зв'язівської площі ДДЗ, а також ретельного вивчення локальних структур в її межах, необхідно використовувати дані мультиспектрального дистанційного знімання високого просторового, спектрометричного і радіометричного розрізнення (типу космічних знімків класу QuickBird, WorldView тощо, а також дані зйомки з безпілотних літальних апаратів). При цьому на підставі залучення результатів пропонованого до виконання структурно-геодинамічного методологічного підходу дешифрування даних ДЗЗ [2] можливо отримати уявлення про кінематичні особливості розривних порушень, характер і напрямок пов'язаних з ними неотектонічних рухів і виникаючих при цьому напруг. З поглядів нафтогазопошукової геології це важливо для якісної оцінки ступеня тріщинної проникності гірських утворень.

Література

1. Багрій І.Д., Дубосарський В.Р., Аксьом С.Д. 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.Т. Дослідження диз'юнктивних дислокацій земної кори аерокосмічними методами (на прикладі регіонів України): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра геол. наук: 04.00.01 "Загальна та регіональна геологія" / ІГН НАН України. Київ, 2008. 37 с. http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis64r_81/cgiirbis_64.exe

About one case of predicting losses of floods based on monitoring data

Stefanyshyn D.V.

Institute of Telecommunications and Global Information Space of NASU,

E – mail: d.v.stefanyshyn@gmail.com

Floods challenge people globally and are considered one of the key natural risk factors for human life and activity. In terms of the number of catastrophic events that occurred during 1998-2017, floods outweigh any other natural disasters. The number of people affected per floods in 1998-2017 was near 2.0 billion (45% of all injured through natural disasters); the number of worldwide deaths due to them exceeded 142,000 (11% of all-natural catastrophes) [1]. Overall worldwide losses caused by 1980-2019 flood events reached US\$ 1,092bn [2].

Ukraine also suffers from floods harmfully. The area of lands affected by floods in the country is almost 165,000 km² (more than 27 per cent of its territory), and about a third of Ukraine's population lives in flood-prone areas. Especially often disastrous floods occur in the western regions of the country, on the Carpathian rivers [3, 4].

Admittedly, comprehensive flood monitoring with assessing of flood losses could be an important component of modern flood management strategies to minimise flood risks [5]. To emphasize the importance of targeted flood monitoring in the country, there was performed a retrospective prediction of the confirmed monetary losses due to destructive floods that occurred in the Tisza River basin in the Transcarpathian region in 1980, 1986, and 1998 using available monitoring data on the floods in the region from 1955 to 1998. The main aim of the research was to reveal whether the losses of the 1980, 1986, and 1998 floods could have been predicted in advance.

While solving the problem, there was revealed and modelled the dependence of risks of flood losses in the Transcarpathian region on the maximum water discharges of the Tisza River gauged at the hydrological station (HS) "Vylok". Input data comprised the time series on maxima water discharges gauged at the HS from 1954 to 1999 and confirmed losses due to floods in the Transcarpathian region from 1955 to 1998. Predicting was based on the hypothesis of the stationary random process for maximum water discharges. It allowed using an empirical distribution function of a random variable regarding observed flood water discharges for numerical computing of the risks of flood losses.

Predicting was carried out by means of the combined situational-inductive predictive modelling method (CSIPMM) of the original author's development [6]. The method is based on the use of extrapolation-regression type models. According to this method, the prediction task was performed in

two stages. The first stage realised the retrospective situational modelling task aiming to obtain a set of simple regressions (situational models) built on data of sample time series. Those situational models were assumed to be adequate ones within certain periods of time determined as situations. In the second stage, based on the generalization (on ensemble) of the obtained retrospective situational models, inductive “levels” models were built to reflect the behaviour of risks of losses as a resulting variable at fixed values of the predictor in time. Next, the inductive models were used in extrapolative predicting a situational model belonging to a future period (situation).

In total, three prediction options were made: (1) taking into account the annual maximum flood discharges from 1954 to 1979 (before the flood of 1980); (2) the same from 1954 to 1985 (before the flood of 1986); (3) the same from 1954 to 1997 (before the flood of 1998). In order to assess the predictive skill of developed predictive models the Nash-Sutcliffe model efficiency coefficient (NSE) and its application in regression procedures (NSE_R) were used. The check revealed that the NSE coefficient value for all three prediction options was over 0.93, and the NSE_R coefficient value was 0.94. It confirmed the good predictive skill of the used predictive models and the CSIPMM as a predictive modelling method. The study found that there had been a realistic possibility to predict the confirmed monetary losses caused by the flood of 1986 and 1998 (relative predicting errors of 7.2-8.7% and 6.0-12.8% depending on the prediction options).

References

1. Economic Losses, Poverty and Disasters 1998-2017. (2018). Technical report. CRED, EM-DAT, UNISDR. October 2018. DOI:10.13140/RG.2.2.35610.08643.
2. Munich Re's NatCatSERVICE. Risks from floods, storm surges, and flash floods. Underestimated natural hazards. Available from <https://www.munichre.com/en/risks/natural-disasters-losses-are-trending-upwards/floods-and-flash-floods-underestimated-natural-hazards.html>.
3. Flood protection of territories. United Nations Development Programme. UNDP in Ukraine. Available from <https://www1.undp.org/content/dam/ukraine/docs/EE/Flood>.
4. Climate Landscape Analysis for Children (CLAC) in Ukraine. (2021). UNICEF, Hydroconseil, 156 p. Available from <https://www.unicef.org/ukraine/media/15766>.
5. Verweij, S., Busscher, T., and van den Brink, M. (2021). Effective policy instrument mixes for implementing integrated flood risk management: An analysis of the 'Room for the River' program. *Environmental Science and Policy* 116, 204–212; <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.12.003>.
6. Stefanyshyn, D. (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; doi.org/10.31713/MCIT.2020.21.

Strategic approximation of sustainable development of ecological systems and industry by expert estimations and genetic algorithm approach

Romanuke V. V., Husak L. P.

Vinnitsia Institute of Trade and Economics of SUTE, Vinnitsia, Ukraine,

E-mail: romanukevadimv@gmail.com

Ecology and industry bond. Commonly, ecological systems are badly affected by industrial objects. Their wastes and byproducts pollute the environment. However, industrial objects are vertices of the impetus of economy development that results in a gross domestic product (GDP). A part of it feeds the protection and support of the ecology. Without the ecology support, industrial pollution grows and eventually subjects of the pollution make additional expenses to recover vanishing resources. Then the GDP starts deteriorating. On the other hand, industrial objects can forcedly invest into ecology only a small part of their profit, because otherwise an annual GDP will be under-received. So, ecology and industry are in a bond whose balance is important for development of both.

The strategy of sustainable development. By a hard logic pattern of production, an industrial object applies either an ecologically clean mode or does not apply it polluting the environment. The clean mode has its cost, but the non-clean mode may result in all the objects (being the subjects of the pollution) are fined when the total volume of pollution exceeds its limit set by the government. The fining is imposed regardless of a subject has applied the clean mode or not. The subjects thus virtually interact through their pollutions choosing between clean and non-clean modes. A model of the interaction among N subjects is an N -person dyadic game [1] whose payoffs represent losses of the subjects. The losses include both clean mode costs and potential fines. Here, let q_k be a probability of selecting the clean mode by subject k , $q_k \in [0; 1]$, $k = \overline{1, N}$. A set $\{q_k\}_{k=1}^N$ is a situation in the dyadic game, and $\phi_k(\{q_i\}_{i=1}^N)$ is an expected loss (fine) of subject k for the damage to the ecology in this situation. The loss function of subject k is an N -dimensional matrix $\mathbf{F}_k = [f_{k\Omega}]_S$ of size $S = \prod_{n=1}^N 2$ by indices $\Omega = \{\omega_k\}_{k=1}^N$, $\omega_k \in \{1, 2\} \quad \forall k = \overline{1, N}$. The expected loss is calculated as

$$\varphi_k \left(\{q_i\}_{i=1}^N \right) = \sum_{\omega_k=1, 2, \dots, N} \left(f_{k\Omega} \cdot \prod_{i=1}^N q_i \right).$$

The goal is to find $\{q_k^*\}_{k=1}^N$ such that the sum

$$\sum_{k=1}^N \varphi_k \left(\{q_i^*\}_{i=1}^N \right) = \sum_{k=1}^N \varphi_k^*$$

be minimal and simultaneously individual losses $\{\varphi_k^*\}_{k=1}^N$ be as close as possible [2].

Expert estimations. The N matrices can be estimated by using the expertise of industry practitioners and governors. As there are only two pure strategies $q_k = 1$ and $q_k = 0$, the total number of all entries is $N \cdot 2^N$. So, it is not difficult to conduct such estimation procedures and analyze them for the consistency. The loss scale can be binary with an option to omit some estimates, wherein the null estimate is then assigned to the averaged value of the scale. For instance, a quarter of $N \cdot 2^N$ estimate cells in the questionnaire can be optional. The estimation procedures can be conducted through specific groups in social networks. A database for expert estimations must include a list of expert groups, all experts enumerated and assigned to those groups, and a list of estimation procedures. The database is used to trace successfulness of estimation procedures and to redistribute weights of experts in order to calculate the most reliable estimates of the loss matrices.

Genetic algorithm approach. Generally, it is impossible to find $\{q_k^*\}_{k=1}^N$ but an approximately best situation $\{\tilde{q}_k^*\}_{k=1}^N$ is determined by using the genetic algorithm (Fig. 1). To binarize the probabilities, conversions $0 = (00\dots 0)_2$ and $1 = (11\dots 1)_2$ are used [3, 4]. The algorithm returns the most rational ecology-favorable strategy for every subject and approximates thus the sustainable development of ecology and industry.

Discussion and conclusion. Despite the dyadic game model is seemingly very simple, it is a way to balance the requirements of ecological systems and needs of industry. Practical implementation of situation $\{\tilde{q}_k^*\}_{k=1}^N$ relies on every probability has a finite number of digits after decimal point. Then the subject implements its most rational strategy through the process of randomly combining pure strategies $q_k = 1$ and $q_k = 0$ with respect to the fraction in the probability. However, the time span of the implementation process is extended as the representation accuracy of probabilities $\{\tilde{q}_k^*\}_{k=1}^N$ is improved [1].

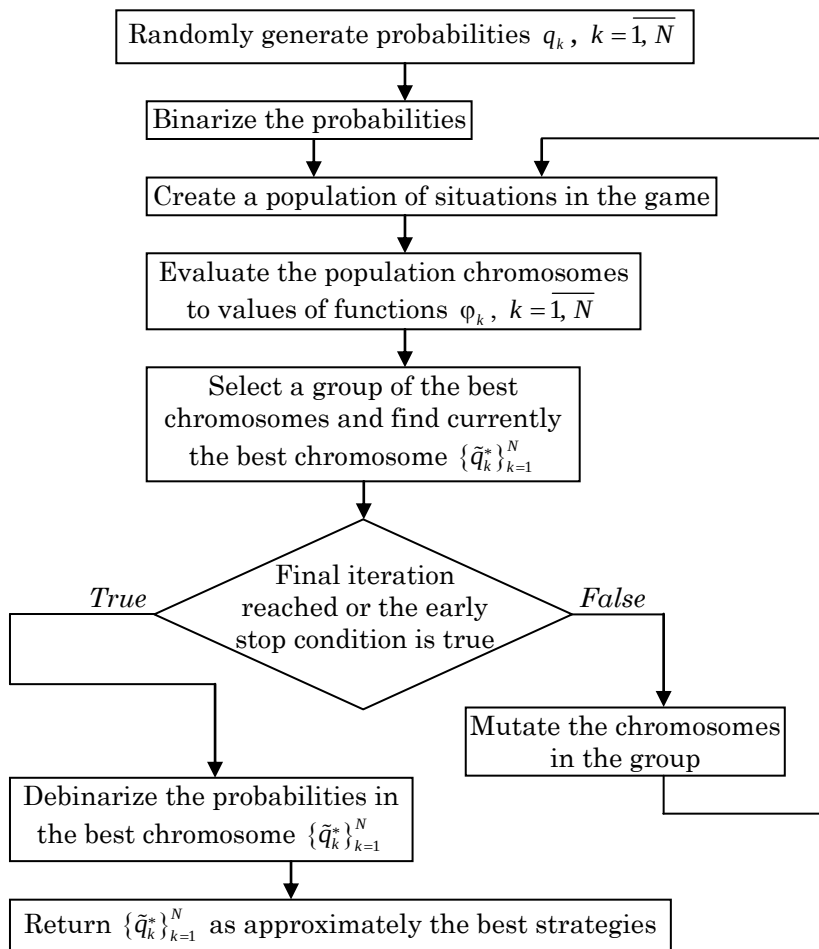


Fig. 1. The flowsheet to find approximately the best solution

The more accurate strategic approximation of sustainable development of ecological systems and industry lasts longer. The time unit during which the mode is unchangeable depends on the industrial production branch. Usually the shift of the mode becomes possible after a day or a few days, week, month. The time span of achieving the sustainable development stabilization is shortened by increasing the frequency of the subject functioning mode shift [1].

References

1. Romanuke V. V. Ecological-economic balance in fining environmental pollution subjects by a dyadic 3-person game model // Applied Ecology and Environmental Research. — 2019. — Vol. 17, No. 2. — P. 1451 — 1474.
2. Romanuke V. V. A couple of collective utility and minimum payoff parity loss rules for refining Nash equilibria in bimatrix games with asymmetric payoffs // Visnyk of Kremenchuk National University of Mykhaylo Ostrogradskyy. — 2018. — Iss. 1 (108). — P. 38 — 43.
3. Haupt R. L., Haupt S. E. Practical Genetic Algorithms. — John Wiley & Sons, 2003. — 253 p.
4. Michalewicz Z. Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs. — Berlin: Springer, 1996. — 388 p.

Використання ГІС технологій при проведенні інженерно-геодезичних вишукувань руйнувань цивільної інфраструктури

Андрєєв С.М., Діденко Д.Д.

Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут» ім. М. Є. Жуковського, E - mail: didenko10den@gmail.com

Уже нині треба розуміти, як можна відбудовувати державу після масштабних руйнувань агресором, обмірковано обрати найкращий вектор дій і створити конкретний план завчасно, щоби після перемоги якомога швидше втілювати його в життя.

Актуальним питанням стає створення цифрових моделей та геоінформаційних систем цивільної, транспортної та критичної інфраструктури, які в подальшому можуть використані для створення єдиної бази руйнувань, відновлення архітектури, транспортних вузлів, перевірка та аналіз якості будування тощо. [1] Для отримання достовірних даних потрібно максимально точно та якісно провести польові та камеральні роботи. Наразі є купа способів отримати вхідні дані, такі як: тахеометрична та GNSS зйомка, повітряне, мобільне та наземне лазерне сканування. Для отримання достовірних даних під кожен задачу потрібно обрати раціонально правильний спосіб знімання об'єкту.

На сьогоднішній день, лазерне сканування - це найпродуктивніший спосіб отримання точної та повної інформації про просторові об'єкти. Суть технології полягає у визначенні просторових координат точок поверхні об'єкта (будівель, споруд, інфраструктури, територій). Результатом роботи сканера є масив (хмара) точок лазерних відображень від об'єктів, що знаходяться в полі зору сканера, з п'ятьма характеристиками, а саме просторовими

координатами (x, y, z), інтенсивністю і реальним кольором. Зазвичай, характеристики реального кольору для кожної точки виходить за допомогою цифрової камери. [2]

Комплекс робіт з наземного лазерного сканування було проведено на приватній ділянці із загальною площею 730 м² у м. Ірпінь Київської області за допомогою лазерного сканера Leica BLK360. [3] Система обладнана трьома камерами, які відтворюють візуальну складову об'єкту та ІЧ датчиками, які можуть передати температуру у відповідному секторі. Одним з мінусів такої роботи є недосягнення даху будинку. Ця проблема вирішується роботою у парі з БПЛА, який надає картинку зверху.

Схему методики при проведенні комплексу робіт з наземного лазерного сканування надана на рис. 1.



Рис. 1 – Структурна схема методики наземного лазерного сканування

В результаті комплексу польових робіт було отримано хмару точок із 24 станціями на ділянці площею 730 м², із точністю в середньому 1.5 см.

Результатом камеральних робіт було отримання очищеної хмари точок у реальних кольорах за допомогою зроблених панорамних зображень. На основі таких даних можливо створити повноцінну 3D модель ділянки або двовимірне креслення, які стануть невід'ємною частиною під час реконструкції та відновлення пошкодженої будівлі (ділянки) [4].

Література

1. Ray Crotty The Impact of Building Information Modelling: Transforming

Construction. – 1 edition - London: Routledge, 2011. - 232 с.

2. Дорожинський О.Л. Наземне лазерне сканування в фотограмметрії. - 1 вид. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. - 96 с.

3. https://ngc.com.ua/ua/p/812-leica-leica_blk360.html – Режим доступу;

4. https://uk.wikipedia.org/wiki/Лазерне_сканування – Режим доступу;

Методика оцінки доступності громадського транспорту з використанням ГІС-технологій

Нечаусов А.С., Сохоневич І.О.

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

Стрімкий розвиток світової економіки призводить до глобальних змін у логістиці та оптимізації дорожніх сполучень. Це спричиняє великий попит на інноваційні та ефективні рішення для розвантаження інфраструктури міст.

Ефективність функціонування транспортної інфраструктури територій – один з найважливіших факторів зростання економіки країн. Інфраструктура, шляхом забезпечення мобільності населення і вантажів, створює умови для зростання продуктивності праці, розвитку і підвищення ефективності виробництва, розподілу і споживання, та формує тим самим високу конкурентоспроможність економіки територій.

Щоденний світовий розвиток змушує кожного дня вдосконалювати системи муніципального планування елементів дорожньої мережі. Безперервно з'являються нові промислові та житлові райони, які потребують сполучення з містом та постійного аналізу маршрутів. Це стало неможливим без застосування сучасних геоінформаційних технологій аналізу. Вони дозволяють враховувати усі особливості, такі як: активність трафіку в залежності від часу, дорожні знаки, розв'язки, тощо.

Таким чином актуальним завданням є створення методики підвищення ефективності аналізу окремої автобусної мережі та оцінка карти для розміщення майбутніх автобусних зупинок. Схема розробленої методики наведена на рис. 1.

Для аналізу автобусної мережі було використано набір даних GTFS. Файл GTFS представляє собою набір текстових файлів, кожен з яких моделює певний аспект інформації про громадський транспорт: зупинки, маршрути, поїздки по кожному з маршрутів, час прибуття та відправлення транспортного засобу із зупинки, тощо.

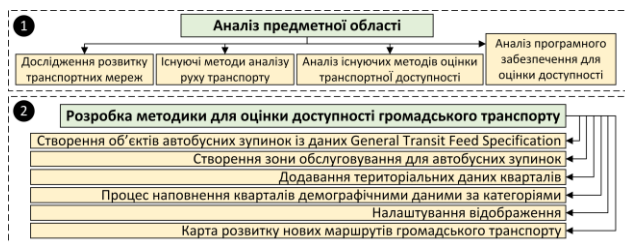


Рис.1 – Схема методики оцінки доступності громадського транспорту

Аби спрогнозувати подальший розвиток автобусної мережі, у програмному продукті ArcGIS Pro необхідно побудувати зону обслуговування навколо всіх автобусних зупинок із значенням 10 хвилин пішої ходьби.

Наступним етапом методики є аналіз населення за соціальним статусом, використовуючи статистичні дані та враховуючи попередню побудовану зону обслуговування визначаються райони які найбільше потребують розвитку автобусної мережі. Результатом застосування методики є карта майбутнього розміщення нових автобусних зупинок (рис. 2). Такий візуальний аналіз дає змогу оцінити райони та спланувати розширення мережі громадського транспорту.

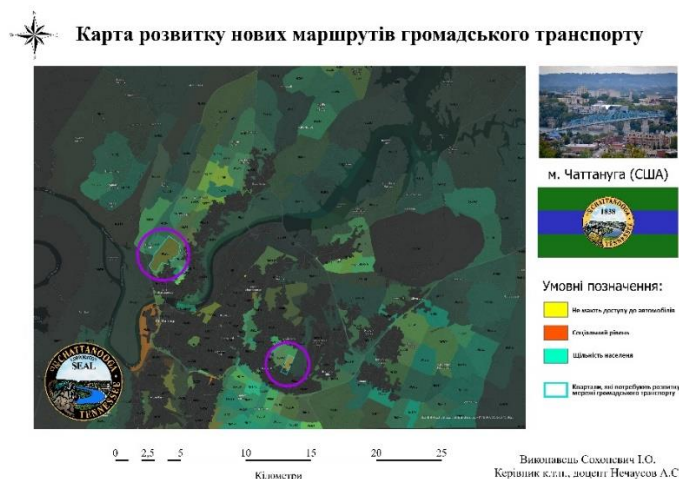


Рисунок 2 – Карта прогнозу розвитку нових автобусних маршрутів

Розроблена методика має на меті удосконалення процесу аналізу складних дорожніх систем. Це в свою чергу допоможе оптимізувати маршрути, підвищити ефективність муніципального транспорту.

Література

1. Біліченко Н.О. Світовий досвід розвитку інтелектуальних транспортних систем / Н.О.Біліченко, С.В. Цимбал, Я.Ю. Крупський – Вінницький національний технічний університет.
2. Geospatia Новак Ю.А. Типи транспортних систем світу – Рівне: Національний університет водного господарства та природокористування, 2021.

Determination of the error of solving the inverse problem of electrometry of oil and gas wells

¹ Myrontsov M., ¹ Noskov O., ² Krasovska I.

¹ Institute of Telecommunications and Global Information Space of the NAS of Ukraine, ² National Aerospace University "Kharkov Aviation Institute",
E - mail: myrontsov@ukr.net

The work solves the most modern problems of geophysical research of oil and gas wells.

1. Finding the quantitative relationship between the measurement error and the error of solving the inverse problem.

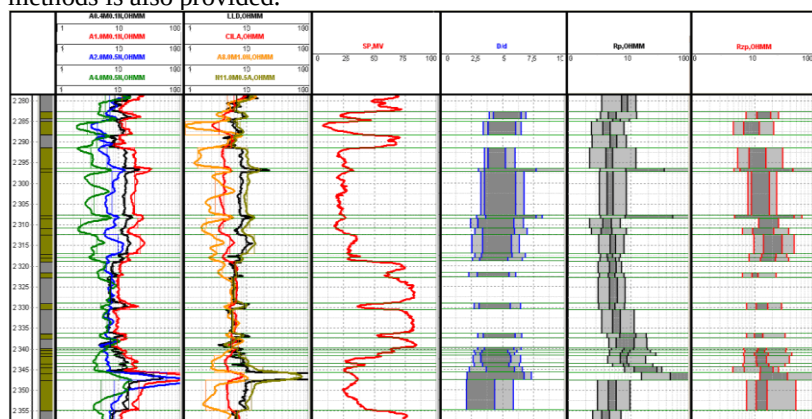
2. Effective use of additional information to determine reservoirs. Since the initial data are not points but intervals of permissible values, it was concluded that the result of solving the inverse problem should also be represented by an interval of permissible values. Figure 1 shows such examples. (notation in the pictures: Well resistivity 0.7 Ohm·m; LLD – lateral logging BK-3; CILA - AIK5 induction logging resistivity; SP is the spontaneous polarization potential curve; ρ_P , ρ_{ZP} - resistivity of the formation and the zone of penetration; D/d - the ratio of the diameter of the penetration zone to the nominal diameter of the well; OHMM - Ohm·m designation on the tablet.

-  – valid parameter values obtained by the proposed method;
-  – valid parameter values obtained by the "classical" method;
-  – reservoir attribute designation in the reservoir properties column.)

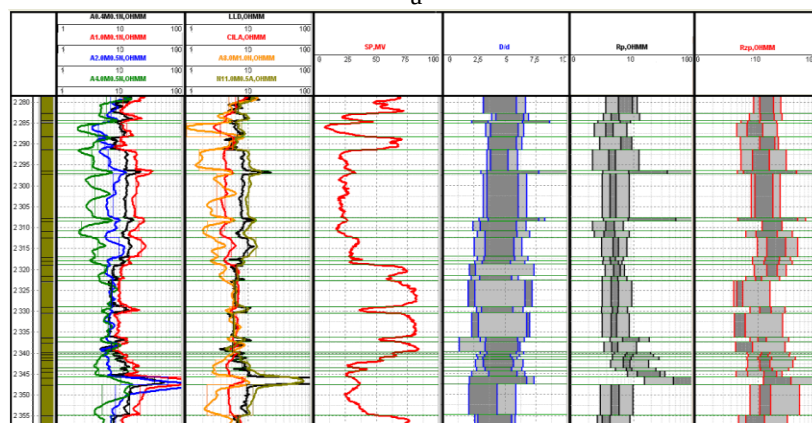
Figure 1.a shows the result of solving the inverse problem without additional information, Figure 2.b shows the result of solving the inverse problem with additional information.

The paper describes the algorithm for solving the inverse problem.

A comparison of the obtained results with the results obtained by other methods is also provided.



a



b

Figure 1 The result of solving the inverse problem. The first three tablets are initial data, the next three are the result

This work is a continuation of a study that has been going on for several years (Myrontsov et al., 2021a, 2021b, 2021c, 2021d, 2022; Karpenko et al., 2021).

References

1. Karpenko, O., Myrontsov, M., Anpilova, Y. (2021). Application of discriminant analysis in the interpretation of well-logging data. Systems, decision and control in energy III. Studies in systems. Decision and Control. Springer, Cham. pp. 267-275
2. Myrontsov M., Karpenko O., Karmazenko V., Dovgyi S. (2021a). Experimental works on studying the dynamics of the flushed area of productive reservoirs in oil and gas wells. XV International Scientific Conference "Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment", Extended Abstracts.
3. Myrontsov M., Noskov O., Sokolov V. (2021b). Method for determining areas of stable solutions of inverse problems of mathematical physics by the example of well electrometry. Information Technology and Mathematical Modeling for Environmental Safety 2021, 115-126.
4. Myrontsov, M., Karpenko, O. (2021c). Radial characteristics of lateral logging in thin-bedded formation. 20th International Conference "Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects". May 2021, Volume 2021, p.1 – 7.
5. Myrontsov, M., Karpenko, O., Trofymchuk, O., Dovgyi, S., Anpilova, Y. (2021d). Iterative solution of the inverse problem of resistivity logging of oil and gas wells: testing and examples. Systems, decision and control in energy III. Studies in systems. Decision and Control. Springer, Cham.
6. Myrontsov, M.L., Dovgyi, S.O., Trofymchuk, O.M., Lebid, O.G., Okhariev, V.O. (2022). Development and testing of tools for modeling r&d works in geophysical instrument-making for oil and gas well electrometry. Science and Innovation, 18(3), pp. 28–36.

Automation of intermediate geocoding for web GIS applications using cloud functions

Bahniuk M.A, Krasovska I.G.

National Aerospace University named after M.E. Zhukovsky «KHAU»,

E - mail: martin.bahniuk@gmail.com, ines75ma@ukr.net

Location data plays one of the main roles in the integration of information about society and the environment. The use of up-to-date cartographic information presented in an interactive and easy-to-understand format influences personal perspective and provides more context for decision-making regarding interaction with government institutions and public enterprises and organizations.

To solve this goal, there is a need for analysis and study of relevant web portal development tools for the creation of a modern multi-functional web application and the capabilities of web GIS tools. Preference is given to scalable services, such as cloud technologies, serverless functions, as well as application programming interfaces and accompanying cloud technologies.

At the moment, there are three main providers of cloud services - AWS from Amazon, Azure from Microsoft, and Google Cloud from Google (Alphabet), respectively. These companies occupy the lion's share of the market around the world (except for China, where Alibaba Cloud is the

domineering cloud provider). They are technological leaders and set trends in the development of cloud Infrastructure as a Service (IaaS) services.

For the purposes of geocoding, the process of taking a text-based description of a location, such as an address or the name of a place and returning geographic coordinates, usage of vast address libraries which every one of these providers employ is necessary. It is important to note that automation is the goal, so instead of manually consuming the returned data, a geocoding script was written in the Python 3 programming language. As an example, NAU KHAI student's addresses were geocoded using cloud functions that ran the script automatically (fig. 1).

```

1 # geocoding.py
2 import pandas as pd
3 import requests
4 import time
5
6 API_KEY = 'AIzaSyDyBv78JcUPePwPF3G0Dp182e'
7 BACKOFF_TIME = 10
8 output_filename = '../kai.csv'
9 input_filename = '../kai.json'
10 address_column_name = 'address'
11 RETURN_FULL_RESULTS = False
12
13 data = pd.read_csv(input_filename, encoding='utf8')
14
15 if address_column_name not in data.columns:
16     raise ValueError("Missing address column in input data")
17 addresses = data[address_column_name].tolist()
18
19 addresses = [data[address_column_name] + ', ' +
20             data['County']] + ', Ireland'.tolist()
21
22 def get_google_results(address, api_key=None, return_full_response=False):
23     geocode_url = 'https://maps.googleapis.com/maps/api/geocode/json?address={}'.format(
24         address
25         if api_key is not None:
26             geocode_url = geocode_url + "&key={}".format(api_key)
27
28     results = requests.get(geocode_url)
29     results = results.json()
30
31     if len(results['results']) == 0:
32         output = {
33             "formatted_address": None,
34             "latitude": None,
35             "longitude": None,
36             "accuracy": None,
37             "google_place_id": None,
38             "type": None,
39             "postcode": None
40         }
41     else:
42         answer = results['results'][0]
43         output = {
44             "formatted_address": answer.get('formatted_address'),
45             "latitude": answer.get('geometry').get('location').get('lat'),
46             "longitude": answer.get('geometry').get('location').get('lng'),
47             "accuracy": answer.get('geometry').get('location_type'),
48             "google_place_id": answer.get('place_id'),
49             "type": "-", "id": answer.get('types')
50         }

```

Figure 1. Basic Python 3 geocoding script that runs in GCloud

The result is a .csv file that has the latitude and longitude of each address, which allows for quick generation of GIS models, such as the student distribution heatmap (fig. 2).

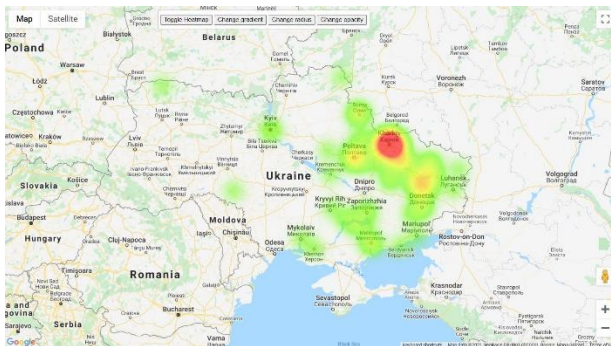


Figure 2. NAU KHAI Student distribution heatmap built with the use of automated geocoding using cloud functions

Google Geocoding API was used, which was configured in advance to isolate the address, then send it for geocoding to the application software interface. This simple method greatly speeds up GIS web application building process.

Methodology for developing a system for supporting management decisions of housing and operating organizations with GIS usage

Krasovska I.G., Masalykin D.R.

National Aerospace University named after M.E. Zhukovsky «KHAИ»,

E-mail: i.krasovska@khai.edu; knop21309@gmail.com

In our current extremely difficult time, the issue of effective territory management is very relevant. Especially at the local level, starting with microdistricts, because the newest and updated information about the condition of buildings and adjacent territories, roads, engineering communications is very important. Many quality indicators determine the effectiveness of management decision-making: representativeness, meaningfulness, sufficiency, availability, relevance, timeliness, accuracy, stability, visibility. To improve these indicators, it is necessary to take into account a huge amount of initial data, information from various sources and constantly update the data. Therefore, it is wise to use GIS, which can significantly increase the efficiency of management decision-making.

The methodology was developed on the example of three microdistricts of Kharkiv. With the help of the Sentinel 2 space image and the OpenStreetMap base map in the ArcGIS 10.8 software product was conducted vectorization of the boundaries and infrastructure of microdistricts, with special attention being paid, of course, to residential buildings. Information for replenishing the database was obtained from the 2GIS and Google Maps geoportals. For the buildings layer was created a field with a variety of building types, with the help of which, after the finish of vectorization, categories were highlighted in different colors according to the value of the "Type (Building type)" field. A field with a variety of road types

was also created for the roads layer, similar to the houses layer. The results of vectorization are presented in illustration 1.

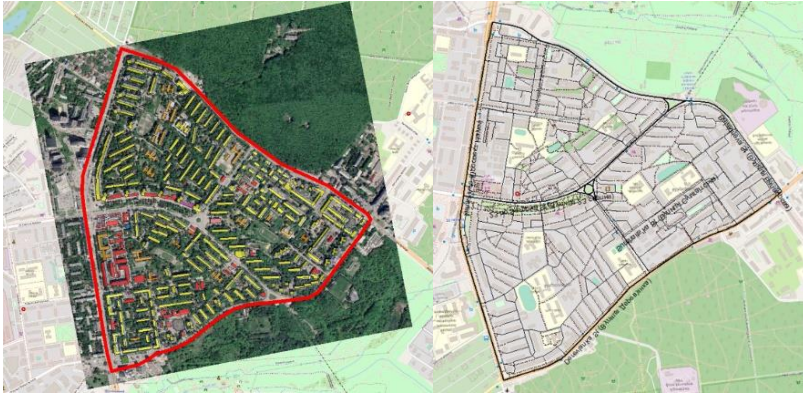


Illustration 1. On the left - boundaries of districts and buildings, on the right – roads

Also were created vector layers: Parking spaces, Green spaces, Sport grounds, Residential areas. The final result is presented in illustration 2.

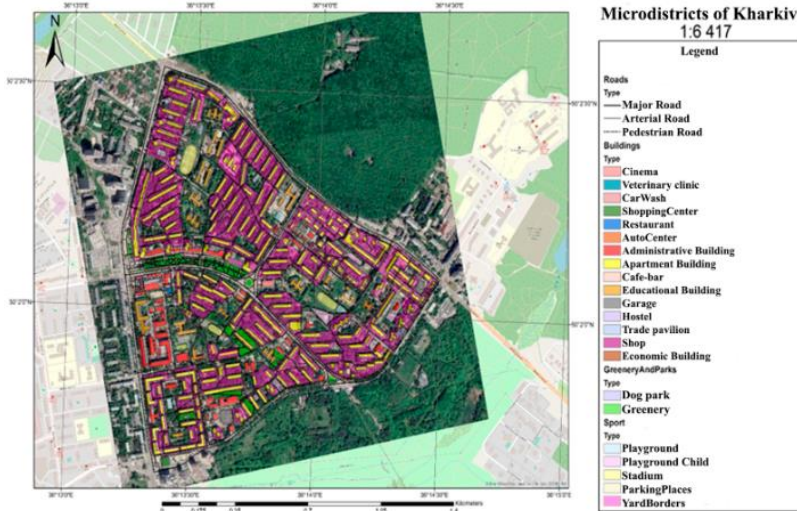


Illustration 2. Cartographic model of Kharkiv microdistricts

The next step was to add known attributes to the relational database and use the function of connecting tables and calculating the field with obtaining

new data. It should be noted that all data are taken from open sources. The general methodology of the management decision-making support system for housing-operating organizations is presented in illustration 4.

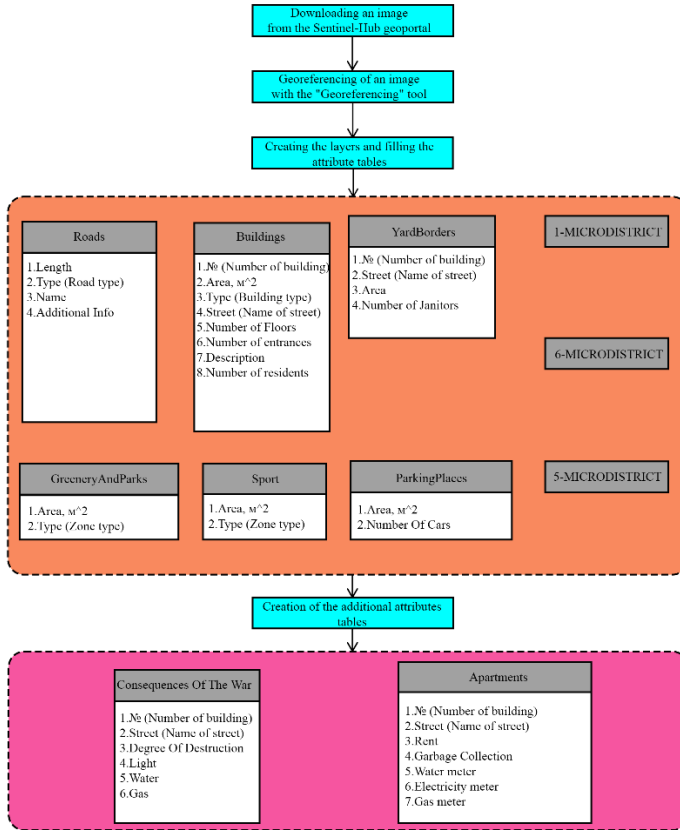


Illustration 4. Methodology for development of a management decision support system

There is why the usage of GIS in the work of housing and operating organizations is expedient and effective, especially in wartime.

Application of unmanned aerial vehicles in the field of telecommunications and the Internet of things

Nameer Hashim Qasim, Yurii Khlaponin, Myroslava Vlasenko

Kiev National University of Construction and Architecture,

E-mail: nameer.qasim@icloud.com, E-mail: y.khlaponin@gmail.com,

E-mail: bee.130974@gmail.com

UAVs or drones, as an alternative solution for providing high-quality Internet service in hard-to-reach areas, are environmentally friendly and do not consume electricity during the day, as in the case of communication towers. But network developers face challenges in the drone's communication system, related to the need to take into account unpredictable weather conditions and terrain, as well as the short life of the drone's batteries. Therefore, the object of research is the UAV traffic management process using gNB-IoT in 5G.

The possibility of using a UAV mobile repeater during traffic management using the use of radio resources (RR), radio access network (RAN) infrastructure with means of broadcasting and dynamic connection using MU-MIMO modulation is shown. Using these tools allows you to connect the drone to the carrier core network from the ISP and then recover the RF signal and broadcast to another coverage area where that subscriber does not have network coverage, use the Channel Quality Indicator (CQI) display as a QoE feature.

There is no doubt that traffic management is the process of obtaining traffic management information from one endpoint to another, which confirms the reliability and control of data transmission. Meanwhile, UAV traffic management can be used to reduce latency and eliminate interference through the network by relying on IoT applications that use NB-5G technology. The UAV Traffic Management Enhancement Process uses the proposed algorithm to generate dynamic control flow data to enhance flow control traffic processing in IoT.

Due to the recent development in communication and internet technologies and the high cost of the BTSs, Drones have utilized as a Base Transceiver Station (BTS) in areas with no population density, like a forests, to provide communication as support for critical cases or injuries. IoT technology provides a new role in drone applications, as it is considered a base station controller (BSC).

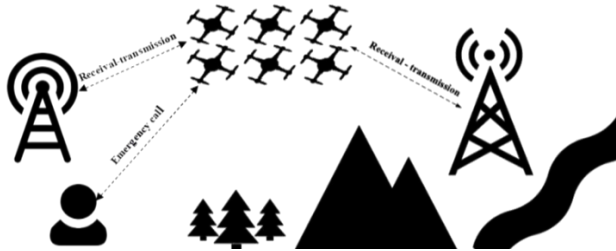


Fig. 1. Increasing the coverage area with the use of an unmanned aerial vehicle.

The formation of a 3D beam with a massive MIMO, which increase throughput, depends on the efficiency of using the spectrum. Drones will provide coverage as the main technologies for traffic control, mobility, and data management.

Advantages Provided by Drone Applications

1. High resolution images and video (new digital capabilities);
2. Cheap inspection and access to hard-to-reach infrastructure elements (cost and access);
3. Safer and quicker than dangerous inspections by humans (safety and efficiency);
4. No need to disconnect operations (availability and reliability);
5. Improve and new business processes based on regular and precise inspection (new opportunities).

Summary and conclusion

1. Drone technology is developing very fast, creating a range of new application opportunities
2. Many challenges related to the technology capabilities, risks, regulation (or lack of) and human control
3. Emerging military, commercial, and agricultural applications for inspection and survey of infrastructure systems, power and utilities:
 - Cost-effective solutions
 - Replacing dangerous work by humans
 - Increasing availability of infrastructure systems
 - High quality images and video, including life streaming and monitoring
 - Variety of cameras, different purpose payload and sensors can be used.

References

- [1]Khlaponin Y. I., Zhyrov G. B. Analysis and Monitoring of Telecommunication Networks Based on Intelligent Technologies. ITS 2016 Information Technologies and Security Selected Papers of the XVI International Scientific and Practical Conference "Information Technologies and

- Security" (ITS 2016) Kyiv, Ukraine. 2016. Vol. 1813, urn:nbn:de:0074-1813-0. P. 32–39. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-1813/paper5.pdf>.
- [2] Qasim, N. H., Jawad Abu-Alshaer, A. M., Jawad, H. M., Khlaponin, Y., & Nikitchyn, O. (2022). Devising a traffic control method for unmanned aerial vehicles with the use of gNB-IOT in 5G. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3(9 (117), 53–59. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.260084>
- [3] Yun, D.-W., Lee, W.-C. (2021). Intelligent Dynamic Spectrum Resource Management Based on Sensing Data in Space-Time and Frequency Domain. Sensors, 21 (16), 5261. <https://doi.org/10.3390/s21165261>
- [4] Mignardi, S., Marini, R., Verdone, R., Buratti, C. (2021). On the Performance of a UAV-Aided Wireless Network Based on NB-IoT. Drones, 5 (3), 94. <https://doi.org/10.3390/drones5030094>

Інформаційний підхід В.М. Глушкова в дослідженні міграції тритію

Кряжич О.О.¹, Коваленко О.В.²

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

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

Згідно Закону України «Про Національну програму інформатизації» [1], у суспільства виникають інформаційні потреби, в тому числі і щодо питань управління техногенно-екологічною безпекою, для подолання яких формуються запити до пошуку інформації щодо предмета пізнання та отримання довідок за різними сферами діяльності особистості, суспільства, держави.

Метою дослідження є аналіз можливості застосування інформаційного підходу академіка В.М. Глушкова при дослідженні міграції радіоізотопу водню – тритію.

Відома книга В. М. Глушкова «Основи безпаперової інформатики» повністю присвячена трансформації інформації в дані та доведенню їх значущості в розвитку і функціонуванні інформаційних технологій [2]. В. М. Глушков чітко розмежовував дефініції «інформація» та «дані». З цього витікає наступна проблема – відсутність повноти і оперативності [3]. Таку точку зору в управлінні інформацією та даними називають інформаційним підходом В.М. Глушкова. Переваги підходу полягають в забезпеченні повноти, несуперечливості та своєчасності інформації, необхідної для прийняття рішень для забезпечення функціонування складної системи, щоб вона була спроможною виконувати свої функції в часі при зміні умов.

Тритій є радіоізотопом водню, небезпечним для живих організмів через здатність опромінення з середини. Міграцію радіоізотопу описати складно через швидку заміну радіоізотопом атомів водню в молекулах води та сприйняття радіоактивного ізотопу рослинами та тваринами як звичайного атому водню. Використовуючи інформаційний підхід В.М. Глушкова, можна забезпечити подачу інформації для моделювання міграції тритію наступним чином.

Повноту інформації можна представити, як міру достатності інформації для вирішення певної задачі [4] або як можливість подати всі значення істини з множини логічних операцій за допомогою формул з елементів цієї множини. Це можна описати за допомогою двох множин A і B через оператори диз'юнкції ($\vee$) та імплікації ($\rightarrow$):

$$A \vee B := (A \rightarrow B) \rightarrow B.$$

Несуперечність можна визначити у якості властивості системи [5], коли одна множина параметрів заперечує іншу. Тобто, не можна визначити, як істину два поняття, що впливає з закону суперечності і виражається через оператори заперечення ($\neg$) та кон'юнкцію ($\wedge$), як оператор істинності:

$$\neg (A \wedge \neg A).$$

Своєчасність може означати надходження інформації в зручний або призначений час [4]. Вона може бути представлена за підходом [6] математичною залежністю інформації від відрізка часу $[t_0 - t_k]$, на якому ця інформація є актуальною:

$$T = 0, \text{ якщо } \begin{cases} x_i(a, b, c, d, t_0 - t_k) \in X; \\ y_j(a, c, d, e, t_0 - t_k) \in Y; \text{ якщо } t_0 < t < t_k \\ z_q(a, c, d, e, t_0 - t_k) \in Z \end{cases}$$

де: a – ім'я об'єкта, до якого стосується інформація; b – вхідні параметри об'єкту за планом; c – вихідні показники роботи за планом; d – фактичні ознаки об'єкту на початок терміну дослідження; e – фактичні ознаки об'єкту на кінець терміну дослідження; X – множина внутрішніх параметрів системи, що досліджується; Y – множина зовнішніх параметрів; Z – множина керуючих параметрів.

Висновок: Виходячи з наведених визначень, при дослідженні міграції тритію інформацію, що надходить для моделювання, можна розглядати через категорію релевантності інформації. При цьому інформацію слід аналізувати не з точки зору відповідності встановленим параметрам, а як можливість представити повну та несуперечну інформацію в межах зміни події на часовому відрізку. Це дозволяє представити модель міграції тритію на прогнозованому або заданому параметрі в межах часового відрізка.

Література

1. Закон України. *Про Національну програму інформатизації*. 74/98-ВР // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1998, N 27-28, ст.181.
2. Глушков В.М. Основы безбумажной информатики. Изд.2-е, испр. – М.: Наука, Гл. Ред. физ.-мат. лит., 1987. – 552 с.
3. Глушков В.М. Макроэкономические модели и принципы построения ОГАС. – М., «Статистика», 1975. – 160 с., с ил.
4. Довгий С. О., Бідюк П. І., Трофимчук О. М., Савенков О. І. Методи прогнозування в системах підтримки прийняття рішень. – К.: Азимут-Україна. – 2011. – 608 с.
5. Плєскач В. Л. Інформаційні системи і технології на підприємствах : підручник / В. Л. Плєскач, Т. Г. Затоначька. – К.: Знання, 2011. – 718 с.
6. Коваленко О.В. Концептуальні основи створення бази даних наукового експерименту та спостереження / О.В. Коваленко // Математичні машини і системи. – 2016. – №2. – С. 91-101.

Розроблення інформаційних технологій моніторингу надзвичайних екологічних ситуацій на основі супутникових даних

Довгий С.О., Трофимчук О.М., Триснюк В.М.,

Горошкова Л.А., Хлобистов Є.В.

Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору

НАН України, м. Київ.

E - mail: trysnyuk@ukr.net

Анотація. Розроблені та впроваджені нові методи комплексного аналізу аерокосмічних і наземних спостережень різних регіонів, у т.ч. промислових комплексах великих міст та міських агломерацій, територіальних громадахГ. Удосконалено теоретичні основи інтегрованого аналізу різномірних та різномірних екологічних, геолого-геофізичних, геохімічних даних і багатоканальних аерокосмічних геозображень для комплексного геоекологічного моніторингу надзвичайних ситуацій. Розглянута інтеграція алгоритмів для захисту інформації в системі передачі даних про результати моніторингу надзвичайних ситуацій.

Ключові слова: дистанційне зондування Землі, моніторинг, надзвичайні ситуації, інтегрований аналіз аерокосмічних зображення.

Як показують події останніх місяців та років, практично вся територія України є зоною природно-техногенного та військового ризику з точки зору виникнення надзвичайних ситуацій військового, природного та техногенного характеру. Отже, актуальним питанням є розроблення нових інформаційно-телекомунікаційних технологій, що дозволять дистанційно та оперативно здійснювати екологічний моніторинг заданого регіону або території та оцінювати загрози й

ризиків виникнення надзвичайної ситуації. Високий рівень проведення дослідження забезпечений завдяки комплексності, міжнауковості та міждисциплінарності методології побудови динамічної системи моніторингу надзвичайних ситуацій, їх прогнозування та попередження задля забезпечення безпеки та умов сталого розвитку територій і країни загалом. Наукова значущість результатів полягає в тому, що здійснена розробка методів, технологій та засобів створення систем комплексного моніторингу надзвичайних ситуацій для підвищення якості, оперативності, комплексності та ефективності процесів збирання даних спостережень з використанням аерокосмічних і наземних досліджень, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним техногенним змінам стану території та дотримання вимог екологічної безпеки. Практична значущість результатів полягає в тому, що створювана динамічна система моніторингу надзвичайних ситуацій та стану довкілля, прогнозування його змін і розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним техногенним змінам стану території забезпечить умови для підвищення рівня безпеки життя населення та функціонування природно-господарських систем та територіально-виробничих комплексів з одночасною мінімізацією втрат від надзвичайних ситуацій природного, техногенного та природно-техногенного походження. Останнім часом широкого застосування набувають дистанційні методи контролю для оперативного виявлення радіаційної, хімічної й біологічної обстановки у випадках екстремально-високого забруднення приземного шару атмосферного повітря на території впливу потенційно небезпечних об'єктів (ПНО). Реалії сьогодення спонукають до розроблення нових, а також розвитку існуючих засобів техногенно-екологічного моніторингу з метою виконання як цивільних завдань моніторингу стану природно-техногенної безпеки, так і військових завдань оцінювання небезпечної обстановки, що у сукупності створює умови для формування високого рівня безпеки територій та країни загалом. Космічні зображення, що використовуються в інформаційних системах, мають цифрове представлення і формуються за допомогою дискретизації і квантування безперервного сигналу, який надходить на вхід реєструючого пристрою (багатоканального сканера або сенсора). [1]. Дискретизація полягає в заміні неперервних просторових і часових координат зображення кінцевою множиною дискретних значень на основі прямокутного растра. Квантування здійснюється за допомогою заміни безперервного сигналу спектральної енергетичної яскравості

кінцевою множиною дискретних градацій (як правило, в діапазоні [0 ... 255]). Різноманітність властивостей об'єктів земної поверхні обумовлює неоднаковість значень їх коефіцієнтів відбиття в різних діапазонах електромагнітного спектру. У випадку, якщо реєстрація зображення проводиться в 3–10 діапазонах (каналах), зображення називається

багатоспектральні. Нехай $F^*_{t_m}$ – безперервне зображення, зареєстроване в момент часу t_m ($m = 1, \dots, M$ – номер моменту часу реєстрації зображення). Виконання операцій дискретизації і квантування дозволяє перейти від безперервного зображення до відповідного йому дискретного F_{t_m} розміром $I \times J \times L$, де I – кількість строк, J – кількість стовпців, L – кількість каналів; $f_{t_m}(i, j, k)$ – спектральна енергетична яскравість растрового зображення $F(t_m)$ в пікселі з координатами (i, j, k) , ($i = 1, \dots, I$, $j = 1, \dots, J$, $k = 1, \dots, L$):

$$f_{t_m}(i, j, k) = f^*_{t_m}(i \cdot \Delta i, j \cdot \Delta j, k \cdot \Delta k), \quad (1.)$$

де Δi , Δj – кроки дискретизації по рядках і стовпцях; Δk – спектральна роздільна здатність (ширина діапазону довжин хвиль реєстрованого випромінювання). Крок дискретизації визначає просторову роздільну здатність – мінімальний розмір елемента земної поверхні, помітного на зображенні. Оперативний супутниковий контроль за станом техногенних геоекосистем – ТГЕС (синонім – геоекотехнічних систем – ГЕТС), управління природними ресурсами, дослідження динаміки протікання природних процесів і явищ, аналізу причин екологічних забруднень, прогнозування можливих наслідків і вибору способів попередження надзвичайних ситуацій є невід'ємним атрибутом методології збору інформації про стан території, що досліджується (країна, регіон, місто). Така інформація необхідна для прийняття правильних і [2]. своєчасних управлінських рішень. Особлива увага приділяється супутниковій інформації в геоінформаційних системах (ГІС), де результати дистанційного зондування поверхні Землі з космосу є регулярно оновлюваним джерелом даних, необхідних для формування природничо-ресурсних кадастрів і інших додатків, охоплюючи широкий спектр масштабів (від 1:2 000 до 1:10 000 000). Кожен аерокосмічний знімок є носієм двох видів інформації – вимірювальної і семантичної[3].. Точність вимірювальної інформації є похідною від фотограмметричної якості знімка, обсяг семантичної інформації залежить від просторової та

радіометричної розрізненості зображення, розміру кадру зображення тощо. Перелічені чинники є причиною того, що точність, повнота, вірогідність аерокосмічної інформації про об'єкти зондування завжди є обмеженими. Схема вивчення геоекотехнічних систем за допомогою ДЗЗ, коли головним предметом досліджень є геозображення, представлена на рис. 1.

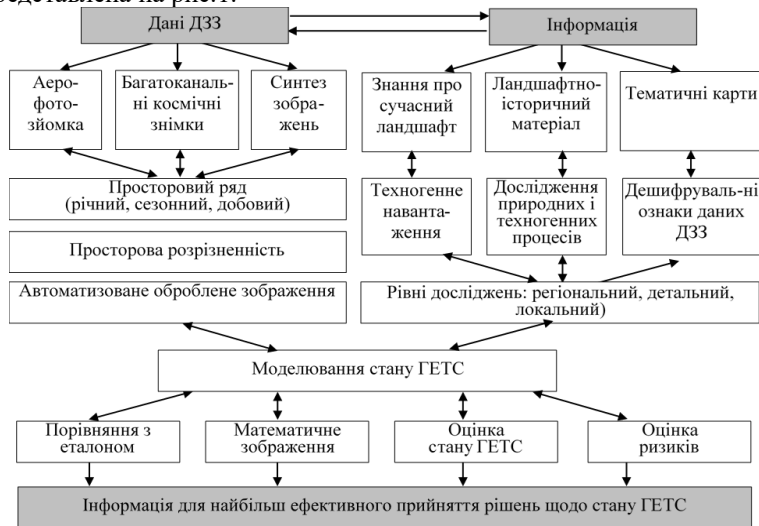


Рисунок 1.– Схема вивчення ГЕТС за матеріалами ДЗЗ

Розроблений метод комплексного оцінювання ризиків життєдіяльності для умов можливих аварій на хімічно–небезпечних об'єктах з урахуванням негативного впливу екзогенних геологічних процесів орієнтований на здійснення кількісної оцінки ризиків життєдіяльності від аварій на хімічно–небезпечних об'єктах на основі визначення площ можливого природного (прояви НЕГП) та техногенного (аварія на хімічно–небезпечних об'єктах) ураження, часу підходу токсичної хмари до населеного пункту, а також щільності і вікової структури населення в зонах прояву НЕГП і хімічного ураження.

Література

1. Trofymchuk, O., Myrontsov, M., Okhariev, V., Anpilova, Y., Trysnyuk, V. (2021) A Transdisciplinary Analytical System for Supporting the Environmental. Systems, decision and control in energy II. Studies in systems. Decision and Control, Springer, Cham. P. 319–331. https://doi.org/10.1007/978-3-030-69189-9_19 (Sopus)
2. 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.

3. 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 гігієничодобувних регіонів у контексті забезпечення їх сталого розвитку. / Довгий О.С., Трофимчук О.М., Коржнев М.М., Яковлев Є.О., Триснюк В.М. і інші. – Київ. Ніка-Центр. 2019. 148 с.

Про особливості задачі інтерпретації даних моніторингу стану гребель

Дем'янюк А.В.

*Національний університет водного господарства та
природокористування, м. Рівне, Е - mail: a.v.demianuk@nuwm.edu.ua,
Стефанишин Д.В.,*

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору
НАН України, м. Київ, Е - mail: d.v.stefanyshyn@gmail.com*

Греблі, як об'єкти критичної інфраструктури та потенційно небезпечні об'єкти [1], потребують постійного контролю їх надійності та безпеки [2].

Греблі як споруди являють собою складні природно-технічні системи [3], поведінка яких пов'язана із великою кількістю чинників, що впливають на систему та окремі її складові, та багато в чому невизначеними взаємодіями між ними, спорудою і основою та навколишнім середовищем. Контроль стану греблі за даними спостережень, із врахуванням множинних взаємозв'язків та взаємодій, багатофакторності, змін зовнішніх умов та напрямків розвитку внутрішніх процесів, є складною задачею.

Ефективний контроль стану гребель можливий на основі регулярних спостережень (моніторингу). Втім, з практичної точки зору, моніторинг може бути здійсненим лише за окремими факторами, параметрами, елементами греблі як системи. Моніторинг може включати регулярні візуальні огляди (включно і за допомогою сучасних телеметричних засобів) і інструментальні спостереження за допомогою спеціалізованої контрольної-вимірювальної апаратури (КВА). Ефективність моніторингу підвищується за умови абстрагування від спостережень за окремими впливами і процесами і перенесення фокусу уваги на результати їх сукупної дії (на деякі контрольні показники), які би піддавалися точним вимірюванням і оцінкам.

Суттєво підвищити ефективність моніторингу стану гребель в контексті збору і обробки даних спостережень, та оперування ними з виконанням найпростіших видів аналізу стану споруди, наприклад,

порівнянням замірених значень контрольних параметрів з граничнодопустимими їх значеннями (ГДЗ), дозволяють автоматизовані системи контролю (АСК). Основне завдання АСК – підтримка оперативності контролю стану споруд для недопущення аварій. Останніми роками в світі відбувається широке впровадження таких систем на греблях [2, 4]. В Україні існує досвід функціонування АСК на гідротехнічних спорудах (ГТС) Дніпровського каскаду [5].

Досвід експлуатації АСК ГТС Дніпровського каскаду показує, що для коректної оцінки стану греблі поряд зі збором даних, необхідно забезпечити належний аналіз та сумісне опрацювання додаткової інформації щодо видів можливих порушень в роботі споруди, ступеня небезпеки, швидкості розвитку внутрішніх та зовнішніх процесів тощо. Іншими словами, необхідно забезпечити належну інтерпретацію отриманих сигналів АСК, що може мати не менш важливе значення, ніж методологічно правильно організований збір даних та регулярність спостережень.

Метою нашої доповіді є узагальнення та висвітлення типових проблем інтерпретації даних спостережень на греблях Дніпровського каскаду, отриманих за допомогою АСК, з метою підвищення надійності оцінок їх стану.

Серед таких проблем, насамперед, слід виділити необхідність оперування надзвичайно великими об'ємами даних, які, зазвичай, є неоднорідними, що ускладнює їх статистичну обробку та аналіз за допомогою існуючих методів. Серйозною проблемою є також забезпечення та перевірка надійності роботи самої АСК. При інтерпретації даних має місце різного роду невизначеність інформації, як стохастичної, так і нестохастичної природи, що може породжувати невизначеність розв'язків обернених задач. Їх розв'язання може потребувати розробки спеціалізованих алгоритмів із складними розгалуженнями, в яких слід передбачати різні комбінації статусів контрольних показників стану споруди та її окремих елементів. Часто ми можемо не знати з чим саме маємо справу: з відхиленням в стані греблі, її елемента, чи в стані АСК; з реальними порушеннями чи з некоректним призначенням ГДЗ контрольного параметра; неадекватністю моделі чи з тим, що стан греблі не відповідає моделі. При цьому алгоритм має розроблятися окремо для кожної споруди.

Література

1. Стефанишин Д.В., Трофимчук О.М. Методологічні підходи до оцінки та врахування ризику в задачах забезпечення надійності і безпеки гребель. Концепція захисту критичної інфраструктури: Стан, проблеми та перспективи її впровадження в Україні. 36. Мат. міжн. наук.-практ. конф., НІСД. 2014. Вип. 5, С. 88-98.

2. Surveillance: basic elements in a “dam safety” process. 2009. ICOLD, Bulletin 138. 52 p.
3. Векслер А.Б., Ивашинцов Д.А., Стефанишин Д.В. Надежность, социальная и экологическая безопасность гидротехнических объектов: оценка риска и принятие решений. СПб.: ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 2002. 591 с.
4. General report on Q 106. Surveillance, Instrumentation, Monitoring And Data Acquisition And Processing. The 27th ICOLD-CIGB Congress papers, Marseille. 2022. 142 p.
5. Герасимович Н.М., Чугунников В.С., Шульга В.А. Первые итоги разработки и внедрения автоматизированных систем контроля гидротехнических сооружений (АСК ГТС) гидроэлектростанций Днепровского каскада и задачи их дальнейшего совершенствования. Гідроенергетика України. 2007. № 2. С. 26-33.

Multicriteria optimization method for monitoring the water quality lakes of the Opechen system of Kyiv based on remote sensing information

Snizhana Zahorodnia¹, Ihor Radchuk¹, Natalia Sheviakina¹, Olha Tomchenko², Anna Khyzhniak²

*¹Institute of Telecommunications and Global Information Space of the National Academy of Sciences of Ukraine, Chokolovsky bulv., 13, 03186, Kyiv, Ukraine, ²State institution "Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth of the Institute of Geological Science of the National Academy of Sciences of Ukraine", 55-b, O. Gonchar str., Kyiv, Ukraine
E-mail: zagorodnya.s@gmail.com, igor.radchuk.v@gmail.com,
n.a.sheviakina@gmail.com, olhatomch@gmail.com,
AVSokolovska@gmail.com.*

Knowledge of the mechanisms of functioning of aquatic ecosystems is the basis for solving many practical problems related to improving the productivity of water bodies, water quality. Ecosystems of artificial lakes in urban areas are affected by anthropogenic impact through economic and recreational use[1]. The consequence of this activity is the intensification of the eutrophication of reservoirs. Anthropogenic influence leads to increased heating and eutrophication of lakes, causing their isolation and intensification of aging processes in reservoirs. This impact is often complex, multifactorial, and includes both local pollution and global climate change. All this leads to a deterioration in the quality of the aquatic environment and worsens the conditions for the development of flora and fauna. The purpose of this work is to present a methodology for integrated assessment of urban water bodies using satellite information and methods of systems analysis. Approbation of the proposed methodology is presented on the actual reservoirs of Kyiv (Ukraine). The study of surface water quality by remote sensing methods will cover the system of Opechen lakes in Kyiv. They differ from other lakes not

only in hydromorphological and hydrological parameters, but also in water quality, primarily for contaminated surface water. The test object among this system of lakes is Lake Verbne.

The paper presents a comprehensive methodology for assessing the ecological status of the urban aquatic environment, on the example of Lake Verbne, Kyiv, Ukraine on the basis of remote sensing materials. This study was conducted from 2017 to 2021. The methodology included the following stages: at first during the processing and interpretation of satellite images we obtained classification maps of biotopes and remote spectral indices of the state of the reservoir, including NDPI, NDTI, NDAI. At the same time, ground bathymetric measurements were made in combination with remote sensing data to obtain a depth map[2]. At the second stage of the research, we analyzed the interrelation of all received characteristics of a condition of a reservoir. The analysis was based on remote sensing and ground-based bathymetric data. It was conducted by a method of multiple-criteria optimization and reception of the average uniform integrated estimation of a condition of city reservoirs over the course of five years [3]. The results showed that the remote indicators of the algae index in the summer showed a tendency to increase the microscopic algae with increasing air and water temperature, respectively. According to the turbidity index (NDTI in 2017), the largest areas of turbidity on Verbne Lake were observed in June-July and were concentrated in its northern part. This can be explained by the location of the beach and, therefore, the bigger recreational load. During the analysis of biotopes distribution in the urbanized coastal zone of Lake Verbne (Kyiv) it was found that in 5 years the water surface area of the lake has not changed, but the area within the lake buffer zone has increased significantly. At the same time, the percentage of shoreline adapted for the beach is still less than 2%. Biotope change analysis was carried out in order to determine the informative features of the ecological condition of the lake and its natural resource potential for recreational purposes. Based on the generalized BKO criterion, it can be seen that the quality of Lake Verbne has been deteriorating for 5 years. Although there is an increase in the open water mirror, it is established that the dependence of the ecological condition and changes in the built-up area of the lake is inversely proportional. Thus, we can conclude that the violation of building rules in the buffer zone of the lake leads to the deterioration of its ecological condition. Remote sensing is recommended for frequent and continuous monitoring of Kyiv lakes, as it has the ability to provide rapid information on Spatio-temporal variability of surface water quality [4].

Based on the obtained results, proves the effectiveness of remote sensing methods for monitoring studies of biotope distribution, determining the

ecological condition and determination of ecological status, and quality of recreational potential of urbanized water bodies of cities. The presented research are necessary to stabilize the ecological balance of urban agglomerations, improve the quality of ecological services in urban landscapes, improve the condition of the environment for comfortable living of the population of the city, and maintain the ecological safety of the urbanized coastal territories and lakes.

References

1. S.O.Dovgy, P.I.Bidyuk, O.M.Trofimchuk, O.I. Savenkov Forecasting methods in decision support systems. K.: Azimuth-Ukraine. 2011. pp.234-345.
2. Yue Zheng, Sheviakina Natalia, Zagorodnia Snizhana, Kreta Dmitriy, Radchuk Igor, Geoinformation technologies for geoecological monitoring of urbanized water bodies, Environmental sciences, 4 (37), 2021, pp18-27 <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.4-37.2>
3. Fedorovsky O. D., Khyzhniak A. V., Tomchenko O. V. Assessing aquatic environment quality of the urban water bodies by system analysis methods based on integrating remote sensing data. Space Science and Technology. 2021. 27, № 5 (132). С. 11-18. <https://doi.org/10.15407/knit2021.05.011>
4. Y.Zheng, N. A.Sheviakina, S. A. Zagorodnia, O. V.Tomchenko, I. V.Radchuk Remote sensing monitoring of anthropogenic changes in the Desenska river channel (Kyiv, Ukraine). Ukrainian journal of remote sensing, 2022, 9 (1), с. 8-15 DOI: 10.36023/ujsr.2022.9.1.208.

Аналіз фізичних моделей і гіпотез , покладених в основу процедури відновлення дійсних параметрів поверхні

Марущак В.М., Шумейко В.О., Приступа В.В.,

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

E - mail: vavpris@gmail.com

Найбільший практичний інтерес при розгляді можливостей формування дійсних зображень на основі реальних оптичних авіаційних і космічних зображень представляє задача, де будуть розглядатися методи і підходи, які дозволяють формувати дійсні зображення віддаленості об'єктів. Ми знаємо, що інтенсивність світла в кожній точці дешифрованого оптичного зображення, в основному, визначається кількістю падаючого світла, відбивальною здатністю і орієнтацією поверхні об'єкта у відповідній точці поверхні (сцени). В найпростішому випадку, для поверхні, яка ідеально розсіює (рис. 1) інтенсивність світла L у потоковій точці зображення визначається формулою

$$L = I \cdot R \cdot \cos i \quad (1)$$

де I – інтенсивність падаючого світла

R – відбивальна здатність

i – кут падіння між падаючим променем і нормаллю до поверхні

На рис. 1 представлена схема формування відбитого об'єктом оптичного потоку для випадку поверхні яка ідеально розсіює.

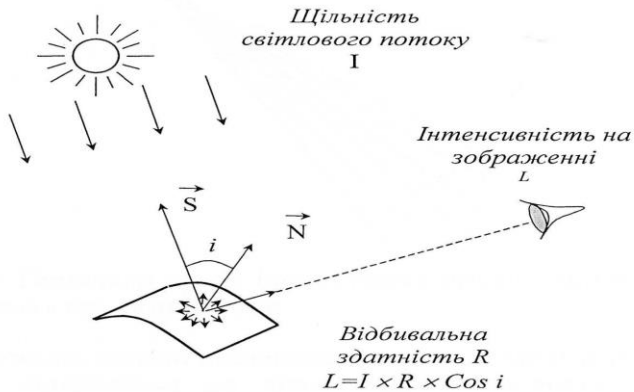


Рис. 1. Поверхня яка ідеально розсіює

У випадку, коли масиви значень величин I , R і i задані, то шляхом цифрового моделювання можна синтезувати результуюче цифрове зображення, тобто отримати масив значень величини L . Зворотна задача, коли потрібно відновити значення I , R і i маючи значення L (значення яскравості сформованого оптичним інформаційним датчиком зображення), є набагато більш складною задачею. Основні проблеми в процесі відновлення значень I , R і i полягають в тому, що необхідна для відновлення інформація має змішаний характер. За законами фотометрії, інтенсивність світла в точці зображення може бути результатом нескінченного числа комбінацій падаючого освітлення, відбивальній здатності і орієнтації поверхні у відповідній точці тривимірної поверхні, яку оглядають. З геометричної точки зору виходить, що в результаті проекції тривимірного простору на площину втрачається інформація про віддаленість точок об'єкта, яка приводить до різного роду невизначеностей, як це показано на рис. 2. На рис. 2 наведено приклад трьох просторових кривих, які, при формуванні зображення на площині, проєктуються в один і той же еліпс.

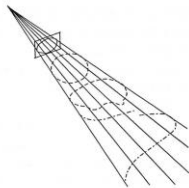


Рис. 2 Приклад трьох просторових кривих, що проектується на площину в один і той самий еліпс

Таким чином, задача відновлення дійсних параметрів поверхні, яку розглядають, відноситься до числа задач з недостатньою кількістю обмежень, тому для коректного розв'язання задачі відновлення дійсних параметрів, наприклад поверхні тла, потрібно ввести додаткові обмеження. Необхідні додаткові обмеження для коректного розв'язання задачі відновлення дійсних параметрів поверхні тла, витікають із припущень про характер сцени, а також з фізичних умов формування зображення. Обмеження процесу формування реального оптичного зображення полягають у тому, що точка тривимірної поверхні, яку розглядають, і відповідає заданому елементу (пікселю) зображення, повинна лежати на деякому промені. З умови безперервності поверхонь тривимірної сцени, повинна витікати безперервність значень віддаленості і орієнтації поверхонь відповідних об'єктів спостереження, представлених на реальних оптичних зображеннях, за винятком ділянок зображення, які відповідають різким перепадам значень дійсних параметрів на границях поверхонь різних об'єктів. Крім того, з огляду на те, що на реальних оптичних (або фото оптико-електронних) авіаційних і космічних зображеннях, у переважній більшості, розглядаються непрозорі об'єкти, доцільно припустити, що видима точка тривимірної поверхні на кожному оптичному промені відноситься до поверхні, яка розміщена найбільш близько до точки розглядання (розміщення оптичного інформаційного датчика). Перераховані вище геометричні обмеження лежать в основі цілого ряду методів відновлення інформації про віддаленість і орієнтацію об'єктів спостереження (цілей) і їхніх деталей у тривимірному просторі. Як приклади методів відновлення інформації про віддаленість і орієнтацію об'єктів, в основу яких покладені перераховані вище геометричні обмеження, можна привести методи, які використовують стереопсис, паралакс об'єктів в процесі руху і ознаки перспективи, такі як форма контурів і градієнт текстури. Аналогічні фотометричні обмеження, виведені з формули (1), покладені в основу інших методів відновлення

форми поверхні і її альbedo виходячи із змін інтенсивності світла на зображенні. Аналіз показує, що геометричні і фотометричні методи доповнюють один одного, забезпечуючи можливість отримання найбільш достовірної інформації про різні ділянки поверхні, які відповідають об'єктам спостереження і їх деталям а також поверхні тла. З погляду розв'язання задачі відновлення (формування) дійсного зображення віддаленості об'єктів по реальному оптичному зображенню поверхні, найбільший інтерес представляють наступні методи, а саме:

- метод стереопсиса;
- метод оцінки форми об'єктів по контуру;
- метод інтерполяції поверхні;
- метод оцінки форми об'єктів по текстурі;
- метод оцінки форми об'єктів по півтонах;
- метод оцінки освітленості об'єктів по півтонах.

Особливий інтерес представляють також можливості процедури інтегрування результатів відновлення, отриманих з використанням перерахованих вище методів в процесі формування дійсних параметрів поверхні, яку оглядають.

Проблеми застосування інформаційних технологій у міжвідомчій співпраці в сфері реагування на різні загрози й надзвичайні ситуації

Дякон Д. В., Просянкін-Жарова Т. І.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України,

E - mail: dmitro.dyakon@gmail.com, t.pruman@gmail.com

Активна співпраця з європейськими інституціями в сфері цифровізації сприяла швидкому впровадженню системи електронного урядування, застосуванню рішень електронного управління у роботу місцевих органів влади, забезпечила передумови підвищення функціональної сумісності адміністративних послуг та стійкості кіберпростору [1]. Серед додатків, які активно використовуються для забезпечення міжвідомчої взаємодії слід назвати систему «Трембіта» – сучасне організаційно-технічне рішення, для створення безпечних інформаційних міжвідомчих взаємодій органами державної влади, місцевого самоврядування та суб'єктами господарювання через інтернет шляхом обміну електронними повідомленнями між їх інформаційними системами [2]. Організаційну підтримку системі

«Трембіта» надає державний репозиторій - Національний реєстр електронних інформаційних ресурсів [3]. Ще одним кроком в напрямку розвитку цифрової економіки та суспільства, в рамках проєкту EGOV4UKRAINE (проєкт підтримки програми ULEAD з Європою) [4] спільно з Державним агентством з питань електронного урядування є створення системи електронної взаємодії органів виконавчої влади (СЕВОВВ). Зокрема, програмного комплексу автоматизації центрів надання адміністративних послуг (інформаційна система «Вулик») як підсистеми Системи електронної взаємодії органів виконавчої влади (СЕВ ОВВ) [5]. Крім того, органи місцевого самоврядування, мають власні офіційні портали, до яких інтегровані електронні веб-сервіси. Міжвідомчу взаємодію задля моніторингу стану національної безпеки з більше, ніж двадцяти напрямків, призначена забезпечувати спеціалізована інформаційно-аналітична система Головного ситуаційного центру країни «СОТА» [6].

Слід зазначити, що не зважаючи на всі переваги вказаних систем, немає єдиного комплексного рішення, яке дозволяло б безперебійно забезпечувати міжвідомчу взаємодію на місцевому рівні під час організації реагування на виникнення надзвичайних ситуацій та інформаційну взаємодію між органами державної влади, місцевого самоврядування та суб'єктами господарювання для забезпечення функцій електронного управління, тощо.

Проблемним питанням є забезпечення функціонування вказаних інформаційних систем під час перебоїв постачання електричної енергії, відсутності доступу до мережі Інтернет, оскільки гарантувати безперебійну роботу веб-сервісів, інформаційних систем та баз даних, які знаходяться на серверному обладнанні, розміщеному на території України вкрай складно.

Особливу роль у вирішенні даного питання набуває проблема організаційного забезпечення інформаційної взаємодії на різних рівнях управління. Важливо мати чіткі, типові сценарії та інструкції реагування на загрози та надзвичайні ситуації для сфери державного управління, місцевого самоврядування, населення, бізнесу. Крім того, можливо, слід передбачити, що для організації надання окремих видів адміністративних послуг, у системі охорони здоров'я, соціального захисту населення, потрібно часткове запровадження децентралізованої обробки даних з подальшою їх синхронізацією з загальною базою даних, а також варіанти тимчасового переходу на використання змішаної форми документообігу – електронно-паперової.

Особливого значення в умовах відсутності безперервного доступу до централізованих веб-сервісів, інформаційних систем та баз даних, набуває ефективне функціонування локальних (або корпоративних) мереж територіальних громад, які у разі необхідності зможуть працювати за задалегідь сформованими алгоритмами дій, програмами, планами та технічними завданнями виконуючи функції урядування, надання адміністративних послуг, виконання бюджету, опрацювання звернень громадян, підтримки прийняття рішень, забезпечення функціонування критичної інфраструктури, тощо, вирішення інших нагальних питань, що з'являються під час воєнного стану.

Враховуючи викладене, для забезпечення ефективного використання інформаційних технологій у міжвідомчій співпраці в сфері реагування на різні загрози й надзвичайні ситуації, пропонується розробити сценарії для штатного режиму, режимів запобігання загрозам, кризових ситуацій, відновлення штатного функціонування та аналізунаслідків. Також, необхідно розробити технічні та правові рішення щодо дій всіх зацікавлених сторін за вказаних сценаріїв, щоб уникнути невизначеності організаційної складової взаємодії та правової неврегульованості для забезпечення національної системи стійкості.

Література

1. Офіційний сайт Міністерства та Комітету цифрової трансформації України URL: <https://thedigital.gov.ua/ministry> (дата звернення 10.10.2022).
2. Система електронної взаємодії державних електронних інформаційних ресурсів «Трембіта» URL: <https://trembita.gov.ua/ua/projects/techinfo> (дата звернення 01.10.2022).
3. Національний реєстр електронних інформаційних ресурсів URL: <https://dir.gov.ua/projects/nreir>
4. Ініціатива EU4Digital URL: <https://eufordigital.eu/ru/discover-eu/the-eu4digital-initiative/> (дата звернення 11.10.2022).
5. Офіційний сайт Державного підприємства «Державний центр інформаційних ресурсів України». URL: <https://dir.gov.ua> (дата звернення 10.10.2022).
6. В Україні презентували сучасну систему «СОТА», яка містить вичерпну інформацію з різних сфер життєдіяльності країни, більшість даних буде публічною. URL: <https://www.president.gov.ua/news/v-ukrayini-prezentuvali-suchasnu-sistemu-sota-yaka-mistit-vi-70933> (дата звернення 10.10.2022).

Possible ways of determining the characteristics of network traffic for identification of required external connection line rate for a specific object

Kaptur V. A., Tsaryov R. Yr.

Institute of Telecommunications and Global Information Space, E-mail: vadym.kaptur@un.org

State University of Intellectual Technologies and Communication, E-mail: rcarev@gmail.com

Today, various areas of activity in the context of globalization and digitalization require connection to telecommunications networks of various scales - regional, national and global. Reliable and stable network access is a must for modern business activity, but there are countries in the world where broadband coverage is still insufficient, and many households remain unconnected [1]. Thus, it is obvious that the tasks associated with providing broadband Internet access are actual.

There are many difference methods to calculate necessary bandwidth external connection line [2]. An important factor in this task is the trade-off between the cost of the connection and the basic information characteristics (Quality-Defined Bitrate, latency), which allows more efficient use of the network resource and ensure the required level of quality of service. Internet (or data) traffic is generated by different users using different type of devices that usually are sharing the same communication environment (local area network of a school or a hospital, access network of a locality, etc.). This combination of users and devices creates a wide combination of services (video conferences, web-surfing, playing online games etc.) with different level of intensity of using.

Taking into account the variety of software, applications and tasks that are solved by connecting to a global information network, it seems important to determine the parameters of the quality of service that are supposedly necessary to provide for the user with maximum consideration of the activity specifics. In [3] was proposed the method to calculate necessary bandwidth that base on the connectivity traffic profiles. The traffic profiles contain a list of quality of services and intensity of sessions characteristics, representing the extent to which some user groups use various Internet services. The proposed methodology is based on the classical teletraffic theory when assuming the nature of the sessions creation requests' flow (flow of requests to create new sessions follows a Poisson distribution). Erlang formula B is used as a core of the calculations.

The aggregated traffic generated by all the users usually less than sum of separate traffic flows that is generated by each user individually. It explained

by the irregularity of the traffic sessions and by the statistical multiplexing that is used in the modern IP networks. To calculate the required external line rate of such external channels it is necessary to identify the number of simultaneous sessions that could be served by the channel without decreasing Quality of Experience (QoE) level. At the same time, it is also necessary to identify the level of the workload of each session on the channel, considering that for the different services, the length of the sessions (in seconds) and data transfer rates are different. In overall the methodology described in [3] to estimate the required bandwidth, it is necessary to take into account such parameters as: latency, Quality-Defined Bitrate (bit-rate), intensity of using service (for one user) and amount of Data per session for a service.

The goal of paper is considered possible ways of determining these characteristics of network traffic that are used to calculate the required bandwidth.

There are various methods and approaches can be used to determine the values of these parameters. Some characteristics, such as latency, are determined in the normative documents of the ICT industry regulators [2]. Unlike latency and data bit rates, such traffic parameters as the intensity and volume of data per session are not standardized by regulatory documents. To determine these traffic characteristics, there are can be applied the following approaches:

1. Direct traffic measurement. This approach involves measuring the characteristics of traffic on real objects (home, hospital, school, farm, etc.), with its subsequent analysis. The advantages of this approach are obtaining objective traffic characteristics and ease of implementation. The disadvantages include the fact that it is rather difficult to get access to the traffic of the object. Also, the measurement results reflect an objective picture only for the measured object or objects from one sphere (for example, the results of measuring traffic parameters to schools can be used for universities, colleges). For other type of objects, the results will be somewhat subjective - for example, there are may be used other types of services.

2. Marketing research. This approach involves collecting traffic parameters by polling users. The advantages of this method are ease of implementation, the formation of an objective user model in the context of the use of network services. The disadvantages of the method are relatively low accuracy (users find it difficult to indicate the exact values of different characteristics), high labor intensity and duration of implementation (it is necessary to develop check list, organize the survey process, conduct a survey).

3. Analysis of statistical data. This approach involves the analysis of statistical data on traffic parameters that are published in the public domain

by various analytical agencies, international organizations that exercise control and regulation in the field of telecommunications. The advantage of this approach is the relative simplicity of realization, the possibility of applying the results to objects of any type. The disadvantages of the method include its high labor intensity - to obtain a result, it is necessary to analyze a large amount of static data.

In our work, to determine the traffic parameters, we used the methods of direct measurement and the method of analyzing statistical data. The final value for traffic parameters for or different traffic profiles, that we got after applying these methods are showed in table 1.

Table1 1 - The final values of the parameters that use to demonstrate the functionality of the ITU Bandwidth Calculator

#	Service Type	Service Name	Quality Parameters						Intensity Parameters					
			Link rate (kb/s) Mbps			Maximum Delay, ms			Intensity of requests (per sec), requests per hour			Amount of data per session, MB		
			Low	Medium	High	Low	Medium	High	Low	Medium	High	Low	Medium	High
1	Real-Time Services	Conversational voice (e.g. telephony)	0.021	0.054	0.087	400	275	150	0.021	0.042	0.063	0.62	1.62	2.62
2		High quality streaming audio	0.016	0.780	0.128	10000	5000	2500	5.400	10.800	16.200	1.11	2.22	3.65
3		Video conference	0.384	2.182	4.000	400	200	100	0.021	0.042	0.063	188	1.463	1.950
4		Broadcast	0.500	9.000	30.000	10000	5000	2500	0.900	1.800	2.700	238	477	794
5		Video streaming (CCTV, video blogs, video streams, etc.)	1.500	3.000	5.000	1000	500	250	0.026	0.052	0.077	238.00	477.00	794.00
6		Interactive games	3.000	10.500	18.000	225	150	100	0.165	0.330	0.495	513.00	1.709.00	3.076.00
7	Non-Real-Time Services	Web browsing - HTML	0.500	1.000	1.500	12000	8000	4000	0.014	0.027	0.041	41.13	82.50	123.40
8		Data transfer (e-mail)	0.500	1.000	1.500	60000	37500	15000	0.008	0.006	0.009	125.75	251.50	377.25
9		Transaction services - high priority (e.g. e-commerce, ATM)	0.500	1.000	1.500	4000	3000	2000	0.045	0.090	0.135	28.00	56.00	84.00
10		Command/control	0.500	1.000	1.500	250	125	65	0.004	0.008	0.012	28.00	56.00	84.00
11		Services for group work (instant messaging, online graphics, etc.)	0.250	0.375	0.560	200	100	50	0.390	0.780	1.170	5.05	7.60	11.34
12		Still image	0.500	1.000	1.500	60000	37500	15000	0.038	0.075	0.113	22.00	44.00	66.00
13		E-mail	0.500	0.750	1.000	4000	3000	2000	1.260	2.520	3.780	0.05	0.10	0.15
14		Client-server software (accounting server, LMS, etc.)	0.500	1.000	1.500	200	100	50	1.260	2.520	3.780	0.05	0.10	0.15

The results obtained were used to create an automated bandwidth calculation tool ITU Bandwidth Calculator [12].

The paper describes possible ways to determine the values of the parameters required for calculating required bandwidth a line for connection object to the network. The analysis showed that the results obtained by different approaches may differ from each other. For example, the values of the intensity of using services obtained with help the direct measurement method differ from the results obtained using the analysis of statistical data. Obviously, in this situation, it is impossible to say unequivocally which

approach is better. The approaches to determining the above parameters discussed in the paper are not final and are demonstrative in nature. If necessary, it can be use other approaches to obtain the to calculate the required bandwidth.

Further traffic estimation for proper profiles evaluation is necessary. Basic characteristics, that determine the quality of service that can be used for connectivity profiles, are defined in various regulatory documents of the ICT industry (standards), national standards of different countries, scientific and analytical research. A further direction in the development of the work is the organization of research aimed at clarifying the data obtained in the work. A promising direction will be the organization of direct traffic measurement on a global scale - traffic measurement at different specific objects in different countries.

REFERENCE

1. Measuring digital development: Facts and figures 2021 [Electronic resource] – Access mode: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/facts/default.aspx>
2. TELETRAFFIC ENGINEERING HANDBOOK ITU–D SG 2/16 & ITC Draft 2001-06-20
3. «Broadband Connectivity Toolkit Methodologies Series Part 1: Estimation of required bandwidth for a specific object» Available on request on: <https://itu.int>
4. Network contribution to transaction time – Recommendation ITU-T G.1040
5. Opinion model for network planning of video and audio streaming applications – Recommendation ITU-T G.1071
6. Quality of experience requirements for IPTV services – Recommendation ITU-T G. 1080
7. Quality of Experience requirements for telepresence services – Recommendation ITU-T G.1091
8. Network performance objectives for IP-based services – ITU-T recommendation Y.1541
9. Roadmap for the quality of service of interconnected networks that use the Internet Protocol -Recommendation ITU-T Y.1545
10. Use of the high efficiency video coding for UHDTV and HDTV broadcasting applications Recommendation ITU-T Recommendation BT.2073
11. Smart ubiquitous networks - Smart traffic control and resource management functions – Recommendation ITU-T Recommendations Y.3042
12. ITU Bandwidth Calculator [Electronic resource] – Access mode: <https://bcalc.connectivity.tools/>

On Extremal Algebraic Graphs and implementations of new Multivariate Cryptosystems

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

Extremal algebraic graphs were traditionally used for the construction of stream ciphers of multivariate nature (see [6] and further references or [7]). We introduce the first graph based multivariate public keys with bijective encryption maps. NIST 2017 tender starts the standardisation process of possible Post-Quantum Public keys aimed for purposes to be (I) encryption tools, (II) tools for digital signatures (see [1]).

In July 2020 the Third Round of the competition started. In the category of Multivariate Cryptography (MC) remaining candidates are easy to observe. For the task (I) multivariate algorithm was not selected, single multivariate candidate is "The Rainbow Like Unbalanced Oil and Vinegar" (RUOV) digital signature method. As you see RUOV algorithm was investigated as appropriate instrument for the task (II). Due to this investigation RUOV was not selected for the next 4th round of NIST competition. In 2022 first 4 winners of the NIST competition were selected. So NIST certification do not select any of algorithm of Multivariate Cryptography.

Noteworthy that all multivariate NIST candidates were presented by multivariate rule of degree bounded by constant (2 or 3) of kind $x_1 \rightarrow f_1(x_1, x_2, \dots, x_n)$, $x_2 \rightarrow f_2(x_1, x_2, \dots, x_n), \dots, x_n \rightarrow f_n(x_1, x_2, \dots, x_n)$.

In fact RUOV is given by quadratic system of polynomial equations. We think that NIST outcomes motivate investigations of alternative options in Multivariate Cryptography oriented on encryption tools for: (a) the work with the space of plaintexts $(F_q)^n$ and its transformation G of linear degree cn , $c>0$ on the level of stream ciphers or public keys

(b) the usage of protocols of Noncommutative Cryptography with platforms of multivariate transformations for the secure elaboration of multivariate map G from $\text{End}(F_q[x_1, x_2, \dots, x_n])$ of linear or superlinear degree and density bounded below by function of kind cn^r , where $c>0$ and $r>1$.

We hope that these alternative options together with classical multivariate public key approach are able to bring reliable encryption algorithms.

Recall that the density is the number of all monomial terms in a standard form $x_i \rightarrow g_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$, $i=1, 2, \dots, n$ of multivariate map G , where polynomials g_i are given via the lists of monomial terms in the lexicographical order.

We use the known family of small world graphs $A(n, q)$ (see [2], [3] and further references) and their analogs $A(n, K)$ defined over finite commutative ring K with unity for the construction of cubic multivariate public keys. Noteworthy to mention that for each prime power q , $q > 2$ graphs $A(n, q)$, $n=2, 3, \dots$ form a family of large girth (see [3]), there is well defined projective limit of these graphs which is a q -regular tree.

Further we obfuscate the encryption maps of these public keys via the combination of them with Eulerian transformation of K^n .

We also use the new extraction technique to combine these public keys of degree 3 or linear degree $\alpha(n)$, $\alpha > 0$ with postquantum protocols of Noncommutative Cryptography with the implementations on platform of Eulerian multivariate maps. We show that extraction technique can be used for the conversion of graph based symmetric ciphers to protocol based asymmetric algorithms of El Gamal type.

In the talk we present the known mathematical definitions of algebraic geometry for further usage of them as instruments of Multivariate Cryptography. In particular definitions of affine Cremona semigroup of endomorphisms of multivariate ring $K[x_1, x_2, \dots, x_n]$ defined over commutative ring K , Eulerian transformations and affine Cremona group ${}^nCG(K)$ are presented there.

We present the idea of Eulerisation of bijective map from affine Cremona semigroup, i.e. the usage of a composition of Eulerian transformation with the element of ${}^nCG(K)$. The concept of trapdoor accelerator of the transformation from affine Cremona semigroup ${}^nCS(K)$ will be given as a piece of information which allows computation of reimage of the map in time $O(n^2)$.

This is a weaker version of the definition of trapdoor one way function. The definition of the trapdoor accelerator is independent from the conjecture $P \neq NP$ of the Complexity theory.

We formulate some statements on the existence of the trapdoor accelerator with the restrictions on the degrees on maps and their inverses for families of elements of the affine Cremona group ${}^nCG(K)$. Similar statements for toric transformations of ${}^nCS(K)$ which restrictions on $(K^*)^n$ are injective will be also given.

The description of linguistic graphs $A(n, K)$ and some their properties will be given together with description of subgroups and subsemigroups of ${}^nCS(K)$ defined via walks in graphs $A(n, K)$ and $A(n, K[x_1, x_2, \dots, x_n])$. Some

statements about degrees of elements of these semigroups are already obtained. Proofs of these statements are based on explicite constructions. Several examples of cryptographic applications of proven statements will be presented.

We discuss the implementation of twisted Diffie-Hellman protocol based on the platform semigroup ${}^n\text{ES}(\text{K})$ of Eulerian transformations. Security of this protocol rests on the well known Conjugacy Power Search Problem (CPSP, see [4]) in the case of semigroup of Eulerian transformations.

We discuss the implementation of tame homomorphism protocol of [5] based on the canonical homomorphism of parabolic subgroup ${}^n\text{P}_m(\text{K})$ onto ${}^n\text{ES}(\text{K})$ for $m > n$. Security of this protocol rests on the complexity of the Word Decomposition Search Problem for the case of group ${}^m\text{ES}(\text{K})$. The output of both protocols is the collision element from ${}^m\text{ES}(\text{K})$.

Protocol output is used for the “privatisation” of earlier presented multivariate public keys with public rules from ${}^n\text{CS}(\text{K})$. This process converts public rule to the protocol based El Gamal type cryptosystem. Its security rests on the security of the corresponding protocol.

Two different methods are used for this purpose. The first one is safe delivery method which allows to transfer the public rule created by Alice to her partner Bob. The second method uses new idea of extraction the private password from the output of the protocol. So both correspondents use it for private key encryption of the public key.

Noteworthy that extraction method can be used for the conversion of symmetric stream ciphers of multivariate nature with encryption maps of nonpolynomial density to El Gamal type cryptosystems. In this case there are no options to use the encryption rule on the public key mode and linearisation attacks are not feasible.

More general idea to combine stream cipher of multivariate nature with the space of ciphertexts K^n with the output of the protocol based in computations in subgroups of affine Cremona semigroup ${}^n\text{CS}(\text{K})$ will be also presented. The combination is established via open logical scheme of key extraction given in terms of Predicates Calculus.

Finally we present the option of faster trapdoor accelerators with execution time $\text{O}(n^\alpha)$, $1 < \alpha < 2$ instead of $\text{O}(n^2)$.

References

1. Post-Quantum Cryptography: Call for Proposals: <https://csrc.nist.gov>, Project: Post-Quantum-Cryptography-Standardization/Call-for-Proposals, Post-Quantum Cryptography: Round 2 Submissions.
2. V. Ustimenko., On the extremal graph theory and symbolic computations, Reports of Nath Acad of Sci, of Ukraine, 2013, No. 2, p. 42-49.

3. V. Ustimenko, On new results on Extremal Graph Theory, Theory of Algebraic Graphs and their applications in Cryptography and Coding Theory, Reports of Nath Acad of Sci, of Ukraine, No. 4, p. 42-49.
4. Alexei G. Myasnikov; Vladimir Shpilrain; Alexander Ushakov, Non-commutative Cryptography and Complexity of Group-theoretic Problems, Amer. Math Soc. 2011.
5. V. Ustimenko, On new symbolic key exchange protocols and cryptosystems based on hidden tame homomorphism, Reports of. Nath. Acad. Sci. of Ukraine, 2018, n 10, pp. 26-36.
6. M. Polak, U. Roman'czuk, V. Ustimenko and A. Wryblewska, On the applications of Extremal Graph Theory to Coding Theory and Cryptography, Electronic Notes in Discrete
7. V. Ustimenko, Graphs in terms of Algebraic Geometry, symbolic computations and secure communications in Post-Quantum world, UMCS Editorial House, Lublin, 2022, 198 p.

СУЧАСНИЙ СТАН ТА РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЙ П'ЯТОГО ПОКОЛІННЯ 5G

В.М. Василенко,

кандидат технічних наук,

науковий співробітник інституту телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України

Н.В. Сокоринська

аспірант Національного університету

«Чернігівська політехніка»

С.В. Зайцев,

доктор технічних наук, професор, науковий співробітник інституту телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН

України,

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

П.М. Курбет

аспірант інституту телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України

Нині спостерігається тенденція стрімкого розвитку безпроводових технологій.

В останні роки широко розробляються та впроваджуються технологія п'ятого покоління мобільного зв'язку 5G[1, 2], яка має кілька переваг у порівнянні з 4G, а саме:

- низька затримка сигналу;
- збільшена пропускна спроможність;
- збільшена мобільність користувачів;
- вища швидкість передачі даних (пікова швидкість 20 Гбіт/с)
- збільшена швидкість передачі.

Низка цих переваг дозволяє нам продовжувати розвиток у наступних сферах:

- інтернет речей (Internet of things - IoT) – розумний дім, розумне місто тощо;
- безпілотний транспорт;
- хмарні технології (зберігання даних, хмарні обчислення);
- охорона здоров'я;
- штучний інтелект;
- віртуальна реальність;
- доповнена реальність;
- робототехніка;
- космічна сфера;
- оборонний комплекс.

У зв'язку з цим, однією із основних задач є оцінка каналу та підвищення достовірності передачі інформації. Підвищення достовірності можна досягти використанням завадових кодів: кодів з малою щільністю перевірок на парність (LDPC-коди) [3, 4] та полярних кодів (ПК) [4]. ПК та LDPC-коди прийняті стандартами мобільного зв'язку п'ятого покоління 5G.

LDPC-коди введені в стандарт 5G для подальшої заміни згорткових кодів та турбокодів(ТК). Вони використовуються для підтримки високої пропускної спроможності, зміни швидкості кодування, гібридного автоматичного запиту на повторну передачу та мають гарну здатність для виправлення помилок.

Полярні коди забезпечують ефективну технологію кодування каналу для 5G, значно підвищуючи спектральну ефективність, порівняно із сучасними стільниковими стандартами. Також полярні коди мають практичну здатність декодування лінійної складності, що дозволяє мінімізувати вартість впровадження обладнання 5G в майбутньому.

У системах мобільного зв'язку покоління 5G при адаптації кодування використовується лише один параметр – надмірність кодера ТК або LDPC-коду, яка регулюється зміною швидкості кодування R в діапазоні від $1/5$ до $2/3$. При цьому застосування ТК є доцільним при малих швидкостях кодування, а LDPC-кодів – при великих.

У роботі для підвищення ефективності функціонування мобільних систем передбачено можливість зміни інших параметрів, таких як розмір діаграм станів декодера турбо коду, поліномів рекурсивних систематичних згорткових кодів, кількості компонентних кодерів турбо коду, алгоритмів декодування.

Література

1. Shafi M. 5G: A Tutorial Overview of Standards, Trials, Challenges, Deployment and Practice / Mansoor Shafi, Andreas F. Molisch, Peter J Smith, Thomas Haustein, Peiying Zhu, Prasan De Silva, Fredrik Tufvesson, Anass Benjebbour, Gerhard Wunder // IEEE Journal on Selected Areas in Communications. – 2017. – Vol. 35, no.6. – P. 1201-1221. DOI: 10.1109/JSAC.2017.2692307.
2. Adebisola J.A. An Overview of 5G Technology / J. A. Adebisola, A. A. Ariyo, O. A. Elisha, A. M. Olubunmi, O. O. Julius // 2020 International Conference in Mathematics, Computer Engineering and Computer Science (ICMCECS). – 2020. – P. 1-4. DOI: 10.1109/ICMCECS47690.2020.240853.
3. D. J. C. MacKay and R. M. Neal, "Near Shannon limit performance of low density parity check codes," Electron. Lett., vol. 32, no. 18, pp. 457–458, aug 1996.
4. Bae J. An overview of channel coding for 5G NR cellular communications / J. Bae & A. Abotabl, H. P. Lin, K. B. Song, J. Lee // APSIPA Transactions on Signal and Information Processing – 2019 – P. 1-14. Doi: [10.1017/ATSIP.2019.10](https://doi.org/10.1017/ATSIP.2019.10).

Mathematical model for evaluation of interference dispersion for modern mobile communication systems

*S. Zaitsev, N. Sokorynska, V. Prystupa, L. Zaitseva (Institute of
Telecommunications and Global Information Space of the
National Academy of Sciences of Ukraine, , University of
Technology (Politechnika Świętokrzyska), Chernihiv Polytechnic
National University - E - mails: serza1979@gmail.com, [sokor-
nata@ukr.net](mailto:sokor-
nata@ukr.net), vavpris@gmail.com, lili5990n@ukr.net)*

Currently, telecommunication operators are implementing digital transformation to create a modern digital world. Providing enterprises and individuals with real-time high-speed data transmission requires an End-to-End (E2E) coordinated architecture with flexible, automatic and intelligent control during each phase. Comprehensive cloud adaptation of networks, operating systems, and services is a necessary condition for this long-awaited digital transformation.

The "All Cloud" strategy is the interconnection of hardware resources, distributed software architecture, and automatic deployment. Operators are transforming networks using a data center (DC)-based network architecture in which all functions and software applications run in the DC cloud, called the CloudNative architecture [1-3].

In the new era of 5G, new communication requirements create challenges for existing networks in terms of technologies and business models (Fig. 1). In connection with the increased demand for the quality of voice and data transmission by radio channels, there is a need to build

a communication system, the parameters and structure of the physical level of which would change with the change in the characteristics of the signal propagation environment. This can be achieved with the help of tools that allow dynamic changes in their parameters or structure. Considering this, there is a need to develop adaptive systems that would allow adaptively changing their parameters with changing characteristics of the signal propagation environment. This requires information about the state of the communication channel.

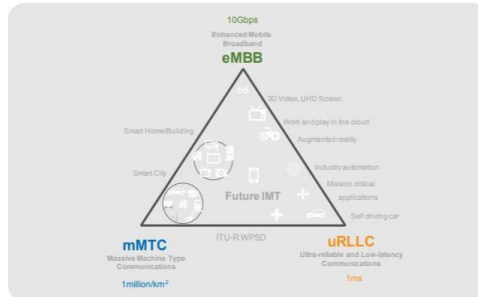


Figure 1 – 5G generation mobile communication network

Increasing the reliability of information can be achieved by using interference-resistant codes, for example: LDPC codes [8], turbo codes (TC) [9]. TC and LDPC codes are adopted by the fifth generation mobile communication standards 4G LTE and 5G, respectively. 4G and 5G systems use adaptive modulation, power, and coding techniques. In 4G, 5G systems, during adaptation, the coding rate R is adjusted in the range from $1/5$ to $2/3$. In 5G systems, LDPC code is used for high speeds, and polar codes are used for low speeds. FM-4, QAM-16, QAM-64, QAM-256 are used as OFDM modulations. To implement the adaptation principle, knowledge about the state of the data transmission channel during a certain period of time or the transmission interval of some test sequence on the service data transmission channel is required. It is generally accepted to take the signal-interference ratio in the channel or the ratio of the signal energy to the spectral density of the interference power as a quantitative assessment of the state of the transmission channel. If the signal energy is assumed to be a constant value, information on the interference power spectral density is needed to evaluate the channel. It is generally accepted to take the

signal-interference ratio in the channel or the ratio of the signal energy to the spectral density of the interference power as a quantitative assessment of the state of the transmission channel. If the signal energy is assumed to be a constant value, information on the interference power spectral density is needed to evaluate the channel. It is generally accepted to take the signal-interference ratio in the channel or the ratio of the signal energy to the spectral density of the interference power as a quantitative assessment of the state of the transmission channel. If the signal energy is assumed to be a constant value, information on the interference power spectral density is needed to evaluate the channel.

The purpose of the research is to develop a mathematical model for estimating the dispersion of white Gaussian noise interference in 5G mobile communication systems by analyzing the results of calculating logarithmic ratios of likelihood functions during iterative decoding of multi-component turbo codes and using this estimate in automatic control systems.

Conclusions

1. The research proposes a mathematical model for iterative estimation of the dispersion of white Gaussian noise interference in wireless data transmission systems.

2. The difference between the developed mathematical model and the existing ones, which determines its novelty, is that the evaluation of the interference dispersion is carried out by analyzing the results of calculating the logarithmic ratios of the likelihood functions when decoding multi-component turbo codes, and taking into account the values obtained during iterative decoding.

3. The application of a mathematical model allows to reduce the error of channel state estimation and increase the reliability of information in wireless data transmission systems.

4. Development of algorithms for structural and parametric adaptation of multi-component turbo codes is considered the direction of further development.

List of literary sources

1. Wan L. 5G System Design: An End to End Perspective / [L. Wan, C. Soong, L. Jianghua and other]. – Springer, 2021. – 702 p.
2. Neir P. Securing 5G and Evolving Architectures / P. Neir. – Addison-Wesley Professional, 2021. – 624 p.
3. Hassan S. A Network Architects Guide to 5G / S. Hassan, A. Orel, K. Islam. – Addison-Wesley Professional, 2022. – 432 p.
4. Hu S. Training Sequence Design for Efficient Channel Estimation in MIMO-FBMC Systems / [S. Hu, Z. Liu, Y. Guan, other] // IEEE Access. – 2017. – Vol. 5. – P. 4747–4758.

5. Gao X. Beamspace channel estimation for wideband millimeter-wave MIMO with lens antenna array / X. Gao, L. Dai, S. Zhou, A. M. Sayeed, and L. Hanzo // IEEE Int. Conf. Commun. – 2018. – Vol. 2018. – P. 1–6.
6. Jin J. Channel-StatisticsBased Hybrid Precoding for Millimeter-Wave MIMO Systems With Dynamic Subarrays / J. Jin, C. Xiao, W. Chen, S. Member and Y. Wu // IEEE Trans. Commun. – 2019. – Vol. 67. – P. 3991–4003.
7. Huang H. Deep learning for physical-layer 5G wireless techniques: Opportunities, challenges and solutions / H. Huang // IEEE Wirel. Commun. – 2020. – Vol. 27. – P. 214–222.
8. Berrou C. Near Shannon limit error-correcting coding and decoding: turbo-codes / C. Berrou, A. Glavieux, P. Thitimajshima // Proc. Int. Conf. On Commun., ICC-93. – Geneva, 1993. – May. – P. 1064 – 1070. DOI: 10.1109/ICC.1993.397441.
9. MacKay D. J. C. Near Shannon limit performance of low density parity check codes / D. J. C. MacKay, R. M. Neal // Electron. Lett. – 1997. – Vol. 32. – P. 1645–1646.

Оцінка можливого впливу розповсюдження 5G на безпеку авіасполучення

А.О. Тоцька, студентка гр.452,

*Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»,
Харків, Україна*

Останнім часом постерігається стрімкий розвиток технологій зв'язку. Одним з цих напрямків є впровадження 5-го покоління мереж мобільного зв'язку. Однак, через використання нового діапазону частот у певних країнах світу виникли хвилювання щодо негативного впливу технології 5G на безпеку авіасполучення. На території аеропортів та зони навколо них заборонено будівництво 5G мереж, що веде до втрат операторів зв'язку та неможливості забезпечення належного покриття для користувачів. Економічні втрати та загроза безпеки пасажирів авіатранспорту є основною проблемою впровадження 5G мережі у багатьох країнах світу і потребує дослідження та аналізу.

Мета статті полягає у теоретичному обґрунтуванні методу оцінки можливого впливу розповсюдження 5G на безпеку авіасполучення за допомогою ДЗЗ та ГІС-технологій, виявленні та аналізі основних небезпек використання даного діапазону частот щодо безпеки авіасполучення.

Джерелом проблеми є використання суміжного діапазону частот. Певний середній або С- діапазон 5G сигналу використовує частоти 3,7 - 3,98 ГГц, звідки з'являється ймовірність створення перешкоди, затримки радіовисотомірам літака, працюючих на 4,2-4,4 ГГц частотах [1].

Радіолокаційні висотоміри встановлені на десятках тисячах комерційних літаків і літаків авіації загального призначення, а також вертольотів по всьому світу. Радарний висотомір є одним з найважливіших компонентів для роботи літака; і єдиний датчик на борту літака, що забезпечує пряме вимірювання вильоту літака над місцевістю або інші перешкоди. Ця інформація є найважливішою у багатьох автоматизованих приземленнях і зіткненнях системи уникнення. Тому невиявлена несправність цього датчика може призвести до катастрофічних результатів; і помилкові тривоги можуть підірвати довіру до систем авіоники [2].

Геоінформаційні технології є інструментом підвищення ефективності прийняття рішень для визначення рекомендацій щодо проблеми впливу розповсюдження 5G на безпеку авіасполучення. На базі сучасної версії програмного продукту «ArcGIS Pro» була створена картографічна 3D модель визначення небезпечних територій впливу 5G на безпеку авіасполучення на прикладі аеропорту Лос-Анджелеса.

У картографічній 3D моделі було використано:

- SRTM-дані з геопорталу CGIAR-CSI GeoPortal для побудови рельєфу;
- OSM-дані для визначення можливих перешкод у вигляді будівель та рослинності;
- космічні знімки з супутника Sentinel 1;
- інформацію, щодо розташування 5G веж та їх характеристики було знайдено на сервісі CellMapper, який використовує краудсорсингову базу даних про розташування веж стільникового зв'язку.

Отримана картографічна тривимірна модель зображено на рис. 1.

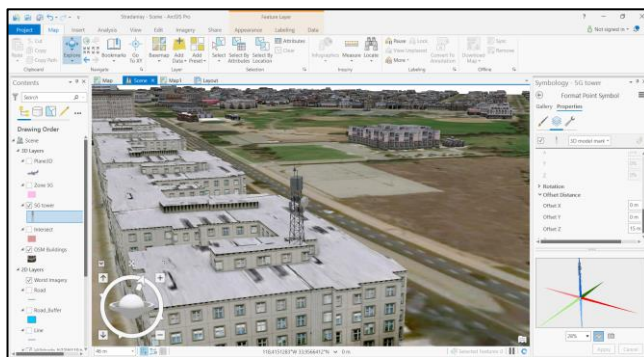


Рисунок 1 – Картографічна тривимірна модель території аеропорту та 5G веж у зоні дослідження

ГІС пропонує найкраще вирішення щодо виявлення зон небезпеки за рахунок побудови буферних зон навколо аеропортів з врахуванням особливостей рельєфу місцевості, навколишнього середовища. Отже, перетин буферної зони навколо злітної полоси з діаграмою спрямованості антени є зоною можливого впливу розповсюдження 5G на безпеку авіасполучення. Таким чином було створено 3D модель зон можливого впливу 5G сигналу на показники радіовисотоміру зображену на рис. 2.

Під час подальшого розрахунку можливого впливу потрібно враховувати: потужність передавачів 5G; близькість передавачів 5G до літаків; розділення спектру до спектру радіовисотомірів (наскільки близько в ГГц).

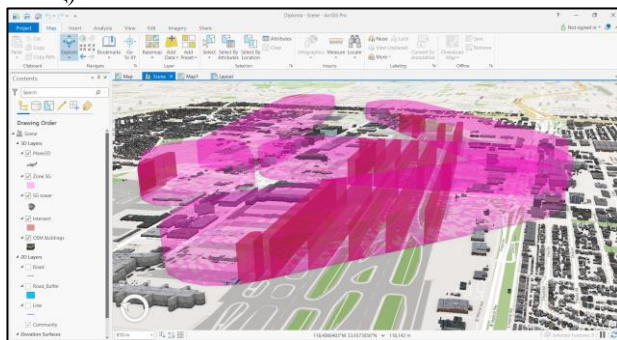


Рисунок 2 – Картографічна тривимірна модель зон можливого впливу 5G сигналу на показники радіовисотоміру

У результаті було проаналізовано важливе питання, як за допомогою ГС технологій уникнути ймовірного впливу 5G на показники радіовисотомірів на борту літака. Використана методика дозволяє здійснювати моніторинг реальної завадової обстановки. Це дозволить виявити проблемні зони прийому сигналів радіовисотоміром, а також оперативно вирішувати питання щодо покращення роботи такої мережі. На основі проведеного аналізу розроблено рекомендації та алгоритм по униканню небезпеки літака під час посадки та сформульовані науково-обґрунтовані практичні рекомендації щодо раціонального використання стільникових мереж мобільного зв'язку.

Література

1. Maintaining Safe Operations with Radar Altimeter Interference from 5G, The Global Voice of Pilots, January 13, 2022 -3c.
2. Aviation Concerns Regarding the Rollout of 5G Wireless Telecommunications Networks, Congressional Research Service, January 26, 2022 -2c.

Результати дослідження методу відмовостійкої маршрутизації в ІР-мережі з використанням протоколу GLBP

*О.В. Лемешко, А.С. Єременко,
А.С. Журавльова, А.О. Круглова*

*Харківський національний університет радіоелектроніки,
E - mail: oleksandr.lemeshko@nure.ua*

Відмовостійка маршрутизація є одним з основних засобів мережного рівня еталонної моделі взаємодії відкритих систем, який використовується з метою підвищення рівня надійності сучасних інфокомунікаційних мереж (ІКМ) [1]. При цьому для забезпечення проактивного захисту мережі реалізується багатопшляхова маршрутизація, як правило, на принципах Traffic Engineering (TE). З метою реалізації реактивного захисту ІКМ від відмов, спричинених, наприклад, збоями у роботі програмного та/або апаратного забезпечення комунікаційного обладнання, мережними атаками тощо, засоби маршрутизації мають розраховувати та в подальшому використовувати не тільки основні шляхи, але й резервні. Подібна функціональна надмірність дещо ускладнює алгоритмічне та програмне забезпечення маршрутизаторів ІКМ, але дозволяє мінімізувати час реакції мережі на ймовірні відмови у обслуговуванні.

Як показав проведений аналіз [1] на рівні транспортної мережі відмовостійкість може підтримуватись як засобами статичної, так і динамічної маршрутизації, наприклад, за допомогою протоколу EIGRP. На рівні доступу використовуються протоколи відмовостійкої маршрутизації сімейства FHRP (First Hop Redundancy Protocol): VRRP, HSRP, GLBP тощо, використання яких націлене на забезпечення захисту шлюзу за замовчуванням. Спільним недоліком цих рішень є використання математичних моделей та методів, які досить обмежено враховують інформацію про стан мережі та характеристики потоків пакетів, які в ній передаються. Крім того, при налаштуванні балансування навантаження у подібних протоколах превалюють адміністративні втручання, коли певні керуючі параметри адміністратор мережі визначає особисто, ґрунтуючись на своєму досвіді, а не на використанні перевірених та теоретично обґрунтованих методах та моделях.

Тому у даній роботі запропоновано та досліджено метод відмовостійкої маршрутизації в ІР-мережі, у основу якого покладено розв'язання оптимізаційної задачі, пов'язаної з мінімізацією верхнього порогу завантаженості каналів зв'язку ІКМ, що відповідає принципам Traffic Engineering. В межах запропонованого методу забезпечується

балансування навантаження як на рівні транспортної мережі, тобто між маршрутизаторами ІКМ, так і на рівні доступу, тобто між мережами доступу та множиною приграничних маршрутизаторів [2, 3]. Особливістю та новизною запропонованого методу є врахування рівня (коефіцієнта) надійності приграничних маршрутизаторів при балансуванні навантаження, яке на них надходить від мереж доступу. Результати аналітичного моделювання підтвердили ефективність запропонованих рішень.

З метою перевірки адекватності та підтвердження ефективності запропонованого методу проведено лабораторний експеримент на фрагменті інфокомунікаційної мережі, які складалась з дев'яти маршрутизаторів, шість з яких виконували функції приграничних вузлів. Саме до них комутувались три мережі доступу, які виступали джерелом пакетів. При цьому у режимі підвищення відмовостійкості ІКМ кожна мережа доступу сполучалась одночасно із трьома приграничними маршрутизаторами. При цьому управління процесом балансування навантаження здійснювалось за допомогою протоколу відмовостійкої маршрутизації GLBP.

У процесі лабораторного експерименту вагові коефіцієнти у протоколі GLBP, які зазвичай задавались вручну та визначали порядок балансування між приграничними маршрутизаторами, визначались за результатами роботи запропонованого методу відмовостійкої маршрутизації. Результати проведеного лабораторного експерименту підтвердили адекватність використаної математичної моделі опису ІКМ та ефективність досліджуваного методу відмовостійкої маршрутизації. В залежності від характеру навантаження, яке надходило від мереж доступу, та обраних часових таймерів протоколу GLBP (Hello Time, Hold Time), вдалося знизити відсоток втрачених через відмови обладнання пакетів у середньому від 5 до 15% у порівнянні з налаштуваннями цього протоколу, які використовуються за замовчуванням.

Література

1. First Hop Redundancy Protocols Configuration Guide. Cisco IOS Release 15.1 M&T (2018)
2. Лемешко О.В., Єременко О.С., Невзорова О.С. Поточкові моделі та методи маршрутизації в інфокомунікаційних мережах: відмовостійкість, безпека, масштабованість. – Харків: ХНУРЕ, 2020. – 307 с.
3. Лемешко О.В., Круглова А.О., Журавльова А.С., Лемешко В.О. Вдосконалена модель балансування навантаження в інфокомунікаційній мережі // Проблеми телекомунікацій. 2020. 2(27). С. 56-67. URL: https://pt.nure.ua/wp-content/uploads/2021/11/202_lemeshko_balancing.pdf.

Direction finder for hardware protection of the cybernetic perimeter of the enterprise

Polikarovskiykh O.I., Yehoshyna H.A.

Odessa National Maritime University,

E-mail: polalexey@gmail.com;

National University "Odessa Polytechnic",

E-mail: yehoshyna.h.a@op.edu.ua

The means for defending information can be divided into two types: active and passive. The active ones can be attacked: noise generators, scramblers, information masking, etc. A number of outbuildings can be brought up to the passive ones - the managers of such manifestations of the potential for intrusion at the safe perimeter of the enterprise. Such facilities can include scanning receivers, radio trap detectors and video cameras, video and acoustic listening systems. On this year, there was a new problem of damage to the physical perimeter of the security of the reception by the way of the penetration of UAVs (Unmanned Flying Devices) on the territory. Such penetration can lead to a number of consequences: from the installation of listening equipment, the creation of an access point for traffic overflow (sniffing the internal Wi-Fi barrier) to a direct physical attack. Also, the power to defend the perimeter of UAVs and the current tasks of today.

To determine the position of the UAV that is visible to the perimeter, it is possible to choose two types of direction finders - active direction finding and passive direction finding. Direction finding is active, i.e. satisfied with the collapsible and variant task. Let's look at the possibility of inducing a passive direction finder of electromagnetic vibrations of UAVs. For the solution of this problem, the method of correlation interferometer is proposed. The direction-finding system near the safety zone will be composed of the following elements: 1. Antenna systems; 2. Subsidiaries and switches of the antenna-feeder path; 3. SDR receiver 3. Software for correlative processing of signals.

To stimulate the direction finder, it is planned to build an antenna system with subswitches and switches for the antenna-feeder path of the company TCI Model 643 (<https://www.tcibr.com/>).

To implement the correlation interferometer method, it is recommended to use the SDR (Software Defined Radio) system [1]. To ensure the calculation of the parameters up to the correlation interferometer, the USRP N210 Networked Series system is used, (Fig. 1) Ettus Research's calculations: USRP N210 provides processing with a high throughput building and a high dynamic range. The USRP N210 Networked Series is intended for high-end radio applications that require high performance.



Fig.1. SDR System Ettus Research USRP N210 Platform [2]

The USRP N210 architecture includes a Xilinx® Spartan® 3A-DSP 3400 FPGA, 100 Mv/s drop ADC, 400 Mb/s drop DAC, and Gigabit Ethernet connection for data streaming to/from the computer. The modular design allows the USRP N210 to operate from 20 MHz up to 6 GHz, and the expansion port allows you to synchronize the extension deck in the USRP N210 series and switch them to the MIMO configuration. The retailer can implement its own functions in the FPGA structure or in a built-in 32-bit RISC software kernel. USRP N210 provides more FPGA capacity, lower than USRP N200, for add-ons that require additional logic, memory and resources for digital signal processing. FPGA also has the potential to process up to 100 Ms / s for direct transmission and reception. The FPGA firmware can be changed via the Gigabit Ethernet interface, which means that new solutions will be improved.

The implementation of such a combination of an antenna system with a complex of software-configured radio [3,4] allows solving the problem of a direction finder based on the correlation interferometer method with a guaranteed operating range of 20 MHz - 3 GHz. To give the possibility of a partial solution to the problem of penetration into the physical perimeter of UAV reception and also to improve the cybernetic security of the organization.

References

1. Moy C., Palicot J. Software radio: a catalyst for wireless innovation // IEEE Communications Magazine. 2015. Vol. 53. Iss. 9. PP. 24–30. DOI:10.1109/MCOM.2015.7263342
2. Ettus Research. URL: <https://www.ettus.com>
3. GNU Radio. The Free & Open Soft Radio Ecosystem. URL: <https://www.gnuradio.org>
4. Wyglinski A.M., Orofino D.P., Ettus M.N., Rondeau T.W. Revolutionizing software defined radio: case studies in hardware, software, and education // IEEE Communications Magazine. 2016. Vol. 54. Iss. 1. PP. 68–75. DOI:10.1109/MCOM.2016.7378428

Call center monitoring solution for service quality management system

Yehoshyna H.A., Polikarovskiykh O.I., Voronoy S.M.

National University "Odessa Polytechnic", e-mail:

yehoshyna.h.a@op.edu.ua;

Odessa National Maritime University, e-mail: polalexey@gmail.com

National University "Odessa Polytechnic", e-mail: voronoi.s.m@op.edu.ua

Companies often introduce new products to maintain competitiveness. However, it is the service quality and the resulting customer satisfaction that are decisive for long-term business success. Moreover, companies profit from the additional benefit of getting to know their target audiences much better along the way. Lastly, continuous service quality management enables companies to identify and reduce sources of errors and customer complaints. Because there are a few different factors that influence service quality, call center managers must know what they are before they can work to optimize them. Any imaginable goods or service provider in any sphere of business or public activity relies on call centers to a certain degree - they help build partner-customer relationships and provide technical assistance.

The first factor that influences service quality in the call center is the degree of accessibility of the agents [1, 2]. The degree of accessibility of a team takes into account the following: how long the customers waited in the queue; how many customers abandoned their calls in the queue before speaking with an agent; how long the customer spent waiting on hold after speaking with an agent; the customer's experience navigating through the IVR; meeting the Service Level Agreement requirements.

While there are worldwide recognized studies and implemented approaches, the way of acquiring data from Call Centers is usually very unique and niche, as it needs to match the set of tools and phone system used. Designing and assembling a solution to reliably collect, process, store and analyze this data will improve communication and increase efficiency.

Proposed solution is driven by applying the type of IP PBX engine based on Asterisk. The ELK Stack has been chosen as the optimal approach: it is open source and covers a need in the log management and analytics space. A combination of Elasticsearch, Logstash and Kibana provides great scalability and load management, is an amazing toolkit for very diversified customer needs in terms of types of data pulled, building graphs and visualizations, scheduled reports, etc. [3] Collecting call data and storing it in to the filesystem is performed using Asterisk's default logger module [4]. It was decided to move Logstash to a dedicated server and Filebeat is the best fit-for-purpose here. Filebeat also adds metadata to the message to be used for

identification later on, such as a unix timestamp, PBX domain name, serial number.

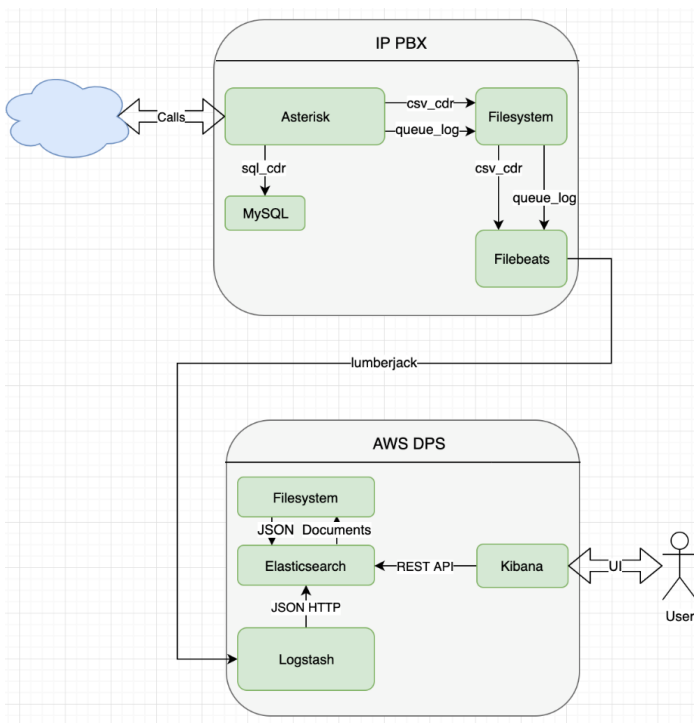


Fig. 1. Call center monitoring solution overview scheme

The solution will help to automate the call flow process where necessary based on the analysis of the collected Call Centers data. It also eliminates the need to hire additional staff or outsource call centers to share the load.

References

1. O. Z. Aksin, M. Armon та V. Mehrotra, "The modern call center: A multi-disciplinary perspective on operations management research", т. 16, № 6, с. 665–688.
2. B. Cleveland, Call Center Management on Fast Forward: Succeeding in the New Era of Customer Relationships (3rd Edition), 3-ге вид. Call Center Press edition, 2012.
3. G. Yuvraj та R. Kumar Gupta, Mastering Elastic Stack. Packt Publishing, 2017. Дата звернення: 9 жовт. 2022. [Онлайн]. Доступно: <https://www.perlego.com/book/118255/mastering-elastic-stack-pdf>
4. J. V. Meggelen, L. Madsen та J. Smith, . Asterisk™: The Future of Telephony, 2-ге вид. Printed in the United States of America.: O'Reilly Media, Inc. All rights reserved, 2007.

Підвищення завадозахищеності каналу передачі інформації шляхом застосування двокаскадної схеми I/Q-демодуляції

Слюсар В.І., Бігун Н.С.

Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України,

E - mail: swadim@ukr.net

Сучасні аналого-цифрові перетворювачі (АЦП) використовують високі частоти дискретизації сигналів, тим самим накладаючи специфічні вимоги до швидкодії цифрового сегменту апаратури обробки даних. Для спрощення цих вимог використовують проріджування інформаційного потоку. Щоб забезпечити цей процес найбільш простим способом є використання лише частини відліків АЦП, що слідують з необхідним інтервалом, решту відліків не вилучають. У докладі запропоновано методи додаткового стробування відліків АЦП, які до того ж відрізняються зниженим рівнем бічних пелюсток амплітудно-частотної характеристики (АЧХ) за рахунок використання попередньої I/Q демодуляції напруг сигналів.

Метою доповіді є вирішення проблеми втрати та некоректного відтворення інформації під час передачі даних в каналах зв'язку шляхом підвищення завадозахищеності каналу зв'язку за рахунок побудови двокаскадної схеми тандемного digital signal quadrature filter (DSQF).

Пропонований спосіб додаткового стробування (децимації) АЦП дозволяє забезпечити зниження рівня бічних пелюсток АЧХ приймальних каналів цифрових засобів зв'язку за рахунок використання попередньої квадратурної (I/Q) демодуляції напруг сигналів.

Варіант виконання додаткового стробування відліків АЦП, представлений на рис. 1, полягає в розподілі операцій накопичення відліків напруг сигналів, отриманих в результаті I/Q демодуляції, в межах двох каскадів.

Таке технічне рішення дозволяє спростити вимоги до швидкодії пристроїв, що реалізують алгоритм «ковзаючого» вікна для другого каскаду I/Q-демодуляції, використовуючи в ньому фільтри малого порядку, тоді як застосування I/Q-демодуляторів більшої розмірності переноситься на етап обробки стробових відгуків, де швидкість потоку даних стає значно нижчою.

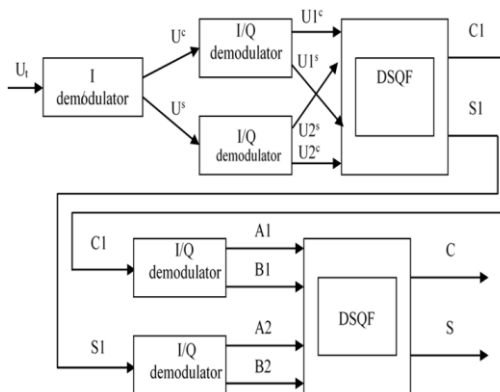


Рис. 1. Двокаскадна реалізація децимації відліків у схемі тандемного DSQF

Особливістю зазначеної тандемної схеми (рис. 1) є двоетапна обробка сигналів:

1 етап - застосування для одноканальної схеми аналого-цифрового перетворення напруг сигналів вагової обробки відліків АЦП в режимі "ковзного вікна" згідно з процесом квадратурної демодуляції.

2 етап - використання результатів зазначеної операції вагової обробки сигналів в якості вхідного масиву квадратурних відліків для двоканальної операції децимації відліків АЦП.

В першому каскаді даної схеми використано перехресну обробку відліків обох квадратур для усунення недоліку у вигляді великих бічних пелюсток, зумовлених дифракційною пелюсткою АЧХ I/Q-демодуляторів.

На рис. 2 та рис. 3 відображено АЧХ обробки сигналів при 8 та 16 відліковому стробуванні відповідно, за схемою тандемного DSQF (рис. 1).

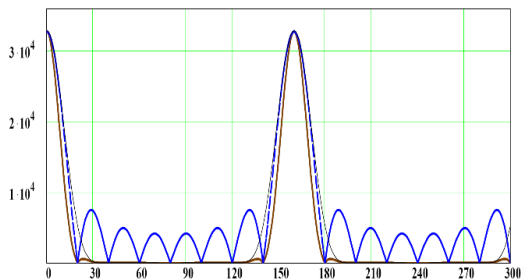


Рис. 2. Строб 8 відліків

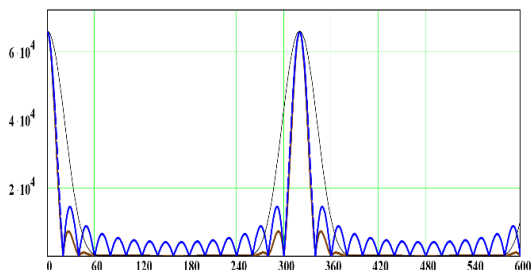


Рис. 3. Строб 16 відліків

За результатами математичного моделювання було підтверджено, що застосування двокаскадної схеми I/Q-демодуляції у складі DSQF дозволяє досягти глибшого придушення бічних пелюстків DSQF. Це позитивно впливає на підвищення завадозахищеності приймальних пристроїв у засобах цифрового зв'язку.

Парціальні діаграми спрямованості дугових антенних решіток з діелектриком

Магомедова М.С., Почерняєв В.М.,

викладач, Київський фаховий коледж зв'язку, Україна,

E - mail:kkz.praktika@ukr

д.т.н., професор, Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, Україна, E- mail: vpochernyaev@gmail.com

Анотація. У доповіді досліджуються дугові антенні решітки з діелектриком. Наводиться формула для нормованої векторної діаграми спрямованості, яка враховує ефективну діелектричну проникність. Наводиться методика визначення діаграми спрямованості та коефіцієнта спрямованої дії за парціальними діаграмами спрямованості. Наводиться наближена власна функція для дугової антенної решітки з діелектриком.

Ключові слова: діаграма спрямованості, коефіцієнт спрямованої дії, антенна решітка, ефективна діелектрична проникність, власні функції.

Фазові антенні решітки, у тому числі дугові, знаходять широке застосування в наземній та повітряній техніці подвійного призначення [1]. Розглянемо дугову антенну решітку, яку можна описати системою

власних векторних функцій у явному вигляді. Нехай є система випромінювачів на дузі (рис.1).

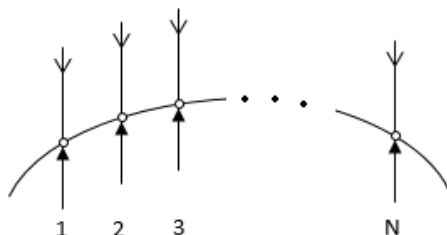


Рис.1. Дугова антенна решітка

Поле випромінювання кожного елемента дугової антенної решітки при розімкнутих входах інших випромінювачів описується нормованою векторною діаграмою спрямованості:

$$\bar{f}_m(\theta, \varphi) = \sqrt{\frac{D_{\max} \varepsilon_{\text{еф}}}{4\pi}} \bar{F}_m^-(\theta, \varphi), \quad (1)$$

де $D_{\max}$ – максимальне значення КНД; $\bar{F}_m^-(\theta, \varphi)$ – векторна діаграма спрямованості випромінювача, причому максимальне значення модуля $|F_m(\theta, \varphi)| = 1$; $\varepsilon_{\text{еф}}$ – ефективна діелектрична проникність.

Розглянемо осісиметричну антенну решітку з N однакових випромінювачів, розташованих еквідистантно по колу радіуса a в площині $\theta = \pi/2$ (рис.1). Поле кожного випромінювача в дальній зоні задано з урахуванням формули (1) у такому вигляді:

$$\bar{E}_m(\theta_0, \varphi_0) = i_m \bar{f}_m \frac{e^{-i\beta R}}{R}, \quad (2)$$

де $\bar{E}_m$ – вектор випромінювання, паралельний вектор напруженості електричного поля $\bar{E}$; R, θ, φ – сферичні координати; i_m – нормований струм.

Для побудови системи парціальних діаграм спрямованості дугової антенної решітки може бути застосований, наприклад, метод ортогоналізації вихідних діаграм спрямованості $\bar{F}_m^-(\theta, \varphi)$ ($m = 1, 2, \dots, N$) її випромінювачів. У цьому слід припустити лінійну незалежність функцій $\bar{F}_m^-(\theta, \varphi)$.

Нехай матриця-стовпець $\langle e_1(\theta, \varphi), e_2(\theta, \varphi), \dots, e_N(\theta, \varphi) \rangle$ є побудована тим чи іншим способом система нормованих ортогональних парціальних діаграм спрямованості антенної решітки:

$$\int_0^\pi \int_0^{2\pi} e_m(\theta, \varphi) e_p^*(\theta, \varphi) \sin \theta d\theta d\varphi = \begin{cases} 1 & \text{при } m = p \\ 0 & \text{при } m \neq p \end{cases} \quad (3)$$

Кожній діаграмі спрямованості $e_m(\theta, \varphi)$ відповідає певний набір струмів у випромінювачах. Ці струми можна як компоненти N -мірного вектора $\langle i_{1m}, i_{2m}, \dots, i_{Nm} \rangle$. Якщо струми i_{pm} вважати нормованими щодо характеристичних опорів фідерних ліній, то парціальні діаграми спрямованості $\langle e_m \rangle$ можна зв'язати з діаграмами випромінювачів $\langle f_m \rangle$. Системі парціальних діаграм спрямованості $\langle e_m \rangle$ відповідає N -вимірний матриця струмів:

$$|i| = \begin{bmatrix} i_{11} & i_{12} & \dots & i_{1N} \\ i_{21} & i_{22} & \dots & i_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ i_{N1} & i_{N2} & \dots & i_{NN} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Значення ККД для кожної з парціальних діаграм можуть бути представлені відповідно до нормування (3) у такому вигляді:

$$E_m(\theta, \varphi) = 4\pi e_m(\theta, \varphi) e_m^*(\theta, \varphi). \quad (5)$$

Сума ККД, інваріантна щодо систем ортонормованих парціальних діаграм спрямованості антенної решітки, визначає граничні можливості антенної решітки при скануванні. Сума $\sum_{m=1}^N E_m(\theta, \varphi)$, як функція θ і φ є верхньою межею максимально досяжних у кожному вибраному напрямку значення ККД решітки. Для відшукування діаграми спрямованості дугової антенної решітки, що має у напрямку (θ_0, φ_0) максимальне значення ККД, достатньо, щоб $N-1$ парціальних діаграм спрямованості в цьому напрямку мали нульове значення. Парціальна діаграма спрямованості, що залишилася, буде задовольняти поставлену умову.

Запишемо власні функції $\bar{f}_m(\theta, \varphi)$ для дугової антени з діелектриком у вигляді:

$$\bar{f}_m(\theta, \varphi) = \frac{\sqrt{\epsilon_{\text{эф}}} H_m^{(1)*}(ka)}{\sqrt{N_m \epsilon_m \pi} H_m^{(1)}(ka \sin \theta)} \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \cos \theta\right)}{\sin^2 \theta} \left\{ \begin{matrix} \cos m \varphi \\ \sin m \varphi \end{matrix} \right\} \bar{t}_\varphi,$$

$$\text{де } \epsilon_m = \begin{cases} 2 & \text{при } m = 0 \\ 1 & \text{при } m \neq 0 \end{cases}$$

$$N_m = \int_0^\pi \left(\frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \cos \theta\right)}{\sin^2 \theta} \right)^2 \left| \frac{H_m^{(1)*}(ka)}{H_m^{(1)}(ka \sin \theta)} \right|^2 \sin \theta d\theta,$$

де $H_m^{(1)*}(ka)$ - функція Ханкеля 1-го роду, а штрих позначає її похідну за аргументом.

На закінчення відзначимо, що складність завдання синтезу дугової антенної решітки з діелектриком визначається числом випромінювачів, але застосування методу власних функцій значною мірою уніфікує алгоритм обчислень.

Література

1. Sudhakar Rao; Aameesh Pandya; Calen Ostroot. Phased Array Antennas For Aircraft Applications// IEEE Indian Conference on Antennas and Propagation (InCAP), 2018

Застосування технологій автоматизованого використання онлайн-сервісів для пошуку даних аерокосмічної зйомки за заданими параметрами

Гребень О.С.

*Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»,
E - mail: a.greben@khai.edu*

Розвиток цифрових технологій та автоматизованих систем управління є одними із найдинамічніших напрямків розвитку у сфері сучасної науки. Цифровий світ все більш поглинає сфери банківських послуг, торгівлі, консалтингу, пошуку інформації, комунікації та іншими сферами людської життєдіяльності у яких так чи інакше відбувається обмін інформацією, матеріалами, товарами або даними. Зростає кількість онлайн сервісів які надають більш-менш схожі результати пошуку по зазначених параметрах що ставить перед нами нове завдання із фільтрації отриманих результатів. Воно вимагає певного часу на пошук окремого задовільного результату серед десятків, сотен, тисяч або більше результатів за запитом.

У сфері геоінформаційних технологій та космічного моніторингу землі одним із прикладів цієї проблематики є збільшення сервісів надання даних аерокосмічної зйомки. Користування кожним із них вимагає якнайменше декількох етапів:

- проходження процедури реєстрації аккаунту та проходження процедури його верифікації під час кожного наступного сеансу користування цим сайтом або сервісом;
- процедур заповнення форм із параметрами для пошуку аерознімків на кожному із сайтів;
- процедури постфільтрації отриманих результатів.

Створення автоматизованих систем роботи із сайтами у даному випадку дозволить значно скоротити часові витрати на пошук необхідних даних за заданими параметрами, наприклад за такими як:

- адреси онлайн-сервісів (посилання на них);
- дані зареєстрованого користувача;
- які саме знімки шукати (платні чи безоплатні, від яких систем, тощо);
- координати квадрату території;
- значення коефіцієнту хмарності на знімку;
- календарний період пошуку знімків.

Створення таких систем має відбуватись шляхом написання програмного коду, який у свою чергу може бути полегшений за рахунок використання автоматизованих систем написання програмного коду на основі запису дій користувача на певному сайті чи сервісі, в параметрах якого в подальшому можна застосовувати лише змінені певні характеристики пошуку, після чого запуск скрипта видасть нові результати пошуку знімків за новими параметрами.

Одним із швидко прогресуючих засобів для написання такого автоматизованого скрипта є використання продукту Microsoft Playwright.

Microsoft Playwright — це нова бібліотека автоматизації з відкритим вихідним кодом для наскрізного тестування. Вона починалася як бібліотека на основі JavaScript, але згодом вона розширилася до підтримки Python, Java, .NET, а спільнота має бібліотеку Go. Мета Playwright Node.js — надати розробникам і тестувальникам єдиний API для автоматизації їхніх веб-додатків у трьох сучасних сучасних браузерах: Chromium, Firefox, або WebKit. За промовчанням він запускає браузер без заголовків. Браузери без заголовків не відображають інтерфейс користувача, тому замість цього необхідно використовувати командний рядок. Playwright намагається підійти до проблеми, запровадивши інтелектуальні параметри за замовчуванням, які спрощують роботу із самого початку. Установити Playwright легко, і він також включає можливості, необхідні для складніших сценаріїв тестування або автоматизації. Коли ви створюєте та запускаєте сценарій Playwright, він проходить через низку контрольних списків і гарантує, що інтерфейс користувача готовий для виконання подальших дій.

Основні можливості Playwright:

- створення сценаріїв, які охоплюють кілька сторінок, доменів і фреймів;
- економія часу за рахунок швидкого автоматичного заповнення всіх вихідних даних;
- Playwright JS може емулювати мобільні пристрої, геолокацію, дозволи;
- інструмент підтримує веб-компоненти через тінюві селектори;

- може бути використаний для завантаження файлів;
- використовується для завдань кросбраузерної веб-автоматизації.

Метою цього інструменту є надання гнучкого АРІ із достатніми можливостями для уникнення поширених проблем, які спричиняють крихкість або нестабільність, без необхідності передбачати їх завчасно програмним шляхом. Тобто АРІ запит за заданими параметрами дозволяє отримувати необхідний результат безпосередньо із бази даних навіть без використання інтерфейсу користувача сайту.

Розвиток таких автоматизованих систем пошуку та обробки даних підвищить швидкість та ефективність проведення робіт у сфері геоінформатики, що може стати поштовхом у подальшому розвитку можливостей цієї галузі.

Розробка засобів захищеного зв'язку для автоматизованих систем управління військовими підрозділами тактичного рівня

С.О. Довгий, О.В. Копійка, О.С. Козлов

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору
НАН України*

АСУ на тактичному рівні оптимізована для ефективного використання в польових умовах, прозорості передачі інформації з бортових датчиків і систем озброєння [1]. Вона забезпечує ситуаційну обізнаність в фіксованих місцях і всередині транспортних засобів, дозволяючи спільно обмінюватися даними, наказами та попередженнями на полі бою.

Але, під час передачі даних безпроводовими каналами виникає ряд труднощів, пов'язаних із впливом завад різноманітного походження (в першу чергу від засобів радіоелектронної боротьби), а також можливим втручанням зловмисників з метою несанкціонованого перехоплення інформації [2-6]. В умовах динамічно змінюваних завад (як ненавмисних, та і навмисних, створюваних системами радіоелектронної протидії) збільшується ймовірність бітової помилки, стає неможливим забезпечення заданого рівня достовірності інформації за допомогою простого використання відомих методів кодування, в тому числі й найбільш ефективних з них – LDPC-кодів та турбокодів.

Тому основною задачею є підвищення ефективності безпроводових систем передачі даних в умовах апріорної невизначеності через забезпечення сталої достовірності інформації та підвищення пропускної спроможності за рахунок створення інформаційної технології, моделей

і методів, що використовують упорядковану послідовність процесів багаторівневої адаптації каскадних кодових конструкцій на основі адаптивних турбокодів та LDPC-кодів, використання технологій OFDM (N-OFDM) з методом псевдовипадкової перебудови робочих частот (ППРЧ), нейронних мереж та додаткових показників розкриття невизначеності декодування [7].

Головною відмінністю Автоматизованої системи управління *тактичного рівня ЗСУ* (АСУ ТР) від інших автоматизованих систем ЗСУ є необхідність реалізації концепції мережецентричного ведення бойових операцій, яка вимагає створення єдиної інформаційної мережі, яка об'єднує сенсори, органи управління та вогневі засоби в Єдиний інформаційний простір.

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

На прикладі структури танкового батальйону проведено порівняння існуючого стану та структури яка пропонується для модернізації.

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

Для модернізації пропонується застосування сучасних засобів зв'язку, комплектів апаратури внутрішнього зв'язку, версії спеціального програмного забезпечення, які у сукупності можуть забезпечити розгортання безпроводової мережі обміну даними (Тактичний Інтернет) за MESH-технологією та на її основі реалізувати сучасну автоматизовану систему управління підрозділами тактичної ланки. Це дасть змогу використовувати сучасні функціональні сервіси, які відповідають класифікації сервісів НАТО (C3 Technical Service Taxonomy).

Практична значимість дослідження полягає в тому, що буде розроблена нова інформаційна технологія забезпечення сталої достовірності інформації в безпроводових системах передачі даних в умовах апіорної невизначеності, яка представлена у вигляді алгоритмів збору, зберігання та оброблення кодованих даних у процесі

багаторівневої адаптації каскадних кодових конструкцій з використанням технологій OFDM (N-OFDM) та ППРЧ, та може бути реалізована у схемних рішеннях у процесі створення приладів, систем та мереж військового призначення.

Література

1. Беркман, Л. Н. Теоретичні основи методології синтезу інформаційно-комунікаційних систем. Телекомунікаційні та інформаційні технології. – 2014. – №4. – С. 12–20.
2. Копійка О. В. Архітектура мережі в сучасних дата-центрах / О. В. Копійка // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2014. – № 2(30). – С. 34–41.
3. С.А. Довгий Новые технологии в телекоммуникации: выбор технологической архитектуры. Современные тенденции развития - К.: Укртелеком, 2001 240с.
4. Автоматизована система для підтримки прийняття рішень при ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС СО Довгий, ОВ Копійка Інформатизація аерокосмічного землезнавства.– К.: Наук. думка, 211-266
5. Довгий С.О., Лялька В.І., Трофимчук О.М., Федоровський О.Д. та ін. Інформатизація аерокосмічного землезнавства. – К.: Наукова думка, 2001. – 606 с.
6. Приватизація, інвестиції та фондовий ринок: правові засади та практика: У 4 т. / Відкрите акціонерне товариство «Укртелеком» / Станіслав Олексійович Довгий (ред.), Володимир Михайлович Литвин (ред.) / І.В. Гранцев, С.О. Довгий, В.А Коляденко, В.М. Литвин, Т.І. Лозова. – К.: Укртелеком, 2001. – Т. 1: Цінні папери та фондовий ринок. – К.: Укртелеком, 2001. – 725 с.
7. Балашов В.А., Копійка О.В., Ляховецький Л.М. VDSL — ближайшее будущее цифрового абонентского доступа // Зв'язок. — 2005. — № 4. — С. 10-16.

Сервіс транспорту повідомлень в автоматизованих системах управління тактичної ланки

С.О. Довгий¹, О.В. Копійка¹, О.С. Козлов¹, Ю.П. Ковальчук²

*¹Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору
НАН України, Чоколівський бульвар, 13, Київ, 03186, Україна,*

*²Український державний центр радіочастот, проспект Перемоги,
151, Київ, 03159, Україна*

Прорив у сфері інформаційних технологій, що спричинив формування нових тенденцій у галузі управління збройних сил, а також перевірка в умовах реальних бойових дій нових видів зброї, розвідки, радіоелектронної боротьби, автоматизованих систем управління та зв'язку зажадали від військово-політичного керівництва країн НАТО, і насамперед США, переосмислити та здійснити трансформацію теорії та практики будівництва збройних сил, у тому числі оцінити нові тенденції у розвитку процесу управління та організації взаємодії міжнаціональних збройних сил при проведенні об'єднаних та

коаліційних операцій [1]. У сучасних умовах процеси управління виступають на передній план, оскільки саме управлінська діяльність дозволяє пов'язати між собою військово-політичні, економічні, науково-технічні, власне військові та надзвичайні фактори в умовах розширення НАТО та надання його діям глобального характеру. Прикладом цього є події в Югославії, Афганістані, Іраку, Сирії та низці країн Африки.

Для цього в НАТО прийнята модель мережецентричної трансформації автоматизованих систем управління та зв'язком, яка презентована у вигляді загального плану розвитку інформаційних систем. В плані виділено чотири етапи розвитку інформаційних технологій [2-5]. Поточний етап ставить за мету повну сумісність усіх міжвідомчих інформаційних систем. Основні характеристики цього етапу: програмне забезпечення розробляється як сервіси; архітектура інформаційних систем є сервісно-орієнтованою; мережа є програмно-конфігурованою – SDN (*software-defined networking*).

SDN — це підхід до управління мережею, який забезпечує динамічну, програмно ефективну конфігурацію мережевих елементів з метою покращення продуктивності мережі та моніторингу, що робить її більше схожою на хмарні обчислення, ніж на традиційне керування мережею. SDN призначена для створення статичної архітектури традиційних мереж. SDN намагається централізувати данні про мережу в одному мережевому компоненті, відокремлюючи процес пересилання мережевих пакетів (площина даних) від процесу маршрутизації (площина керування). Площина управління складається з одного або кількох контролерів, які вважаються мозком мережі SDN, в якій об'єднано весь інтелект. Однак централізація має свої недоліки, коли йдеться про безпеку [6], масштабованість та гнучкість, і це головна проблема SDN [6-8].

SDN зазвичай асоціювалась з протоколом OpenFlow (для віддаленого зв'язку з елементами мережевої площини з метою визначення шляху мережевих пакетів через мережеві комутатори) з моменту появи останнього в 2011 році. Однак з 2012 року цей термін також використовували власні системи [9,10]. До них належать відкрите мережеве середовище Cisco Systems і платформа віртуалізації мережі Nicira.

Виходячи з цього, командування сухопутних військ (СВ) США у рамках виконання програми модернізації та вдосконалення автоматизованих систем управління провела широкомасштабні роботи зі створення нових рухомих вузлів та засобів зв'язку для перспективної

автоматизованої системи зв'язку на тактичному рівні WIN-T (Warfighter Information Network-Tactical) [11,12].

Основним елементом інформаційного обміну в автоматизованих системах управління збройних сил визначено передачу повідомлень.

Розглянуто сервіс обміну повідомлень в розрізі: одного АРМ, одного домену та інтерконекту між доменами. Розглянута ефективність систем передавання інформації. Визначені алгоритми циркулярної передачі для повідомлень з вищою категорією терміновості та наданий алгоритм управління щодо вибору оптимального каналу передачі повідомлення при якому витрати часу на передачу повідомлення між даними абонентами мінімальні (задача динамічного програмування з адитивною функцією ефекту) [13,14].

Функціональне рівняння Беллмана для етапу умовної оптимізації, було адаптоване для даної задачі. Визначено оптимальний маршрут для телекомунікаційної мережі з застосуванням методу динамічного програмування для просторової задачі оптимального управління. Знайдено потенціали усіх вузлів телекомунікаційної мережі та відповідні до них оптимальні напрямки, починаючи з кінцевого вузла і закінчуючи початковим, обчислюючи їх по формулі функціоналу Беллмана для адитивної функції ефекту. Визначено що на етапі умовної оптимізації знайдений потенціал початкового вузла телекомунікаційної мережі, який є екстремальним значенням цільової функції, тобто дорівнює мінімальній протяжності оптимального маршруту.

Особливістю даного методу динамічного програмування вибору маршруту, в порівнянні з евристичними методами аналізу потоків на мережах (Форда-Фалкерсона) та методом «гілок й границь», є одержання вкладених оптимальних рішень (для усіх вузлів відносно кінцевого) та його простота при алгоритмічній реалізації.

Аналогічним чином вирішується задача вибору оптимального маршруту по іншому критерію – наприклад, максимуму ймовірності незайнятості ліній зв'язку маршруту, тобто ймовірності події, що канал передачі даного маршруту буде вільним.

Література

1. Barabash O., Open'ko P., Kopiika O., Shevchenko H., & Dakhno N. (2019) Target Programming with Multicriterial Restrictions Application to the Defense Budget Optimization, *Advances in Military Technology*, 14, no. 2, 213-229. DOI: [10.3849/aimt.01291](https://doi.org/10.3849/aimt.01291).
2. Концепции сетецентрического боевого управления ВС США, Великобритании и ОВС НАТО. Общее и различия http://factmil.com/publ/strana/velikobritanija/konceptii_setecentricheskogo_boevogo_upravlenija_s_ssha_velikobritanii_i_ovs_nato_obshe_e_i_razlichija_2010/9-1-0-420

3. Автоматизована система для підтримки прийняття рішень при ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС СО Довгий, ОВ Копійка Інформатизація аерокосмічного землезнавства. – К.: Наук. думка, 211-266
4. Довгий С.О., Лялько В.І., Трофимчук О.М., Федоровський О.Д. та ін. Інформатизація аерокосмічного землезнавства. – К.: Наукова думка, 2001. – 606 с.
5. Приватизація, інвестиції та фондовий ринок: правові засади та практика: У 4 т. / Відкрите акціонерне товариство «Укртелеком» / Станіслав Олексійович Довгий (ред.), Володимир Михайлович Литвин (ред.) / І.В. Гранцев, С.О. Довгий, В.А. Коляденко, В.М. Литвин, Т.І. Лозова. – К.: Укртелеком, 2001. – Т. 1: Цінні папери та фондовий ринок. – К.: Укртелеком, 2001. – 725 с.
6. Montazerolghaem, Ahmadreza (2021). "[Software-defined Internet of Multimedia Things: Energy-efficient and Load-balanced Resource Management](#)", IEEE Internet of Things Journal. 9 (3): 2432–2442. doi:10.1109/IJOT.2021.3095237. ISSN 2327-4662. S2CID 237801052.
7. Балашов В.А., Копійка О.В., Ляховецький Л.М. VDSL — ближайшее будущее цифрового абонентского доступа // Зв'язок. — 2005. — № 4. — С. 10-16.
8. Копійка О. В. Архітектура мережі в сучасних дата-центрах / О. В. Копійка // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2014. – № 2(30). – С. 34-41. "[Software-defined networking is not OpenFlow, companies proclaim](#)". searchsdn.techtarget.com.
9. С.А. Довгий [Новые технологии в телекоммуникации: выбор технологической архитектуры. Современные тенденции развития](#) - К.: Укртелеком, 2001 240с. <https://gdmmissionsystems.com/communications/warfighter-information-network-tactical> https://en.wikipedia.org/wiki/PM_WIN-T
10. В.К. Стеклов, Л.Н. Беркман, Є.В. Кільчицький, Оптимізація та моделювання пристроїв і систем зв'язку, Підруч. Для вищ. навч. закл. , К.: Техніка, 2004
11. Беркман, Л. Н. Теоретичні основи методології синтезу інформаційно-комунікаційних систем. Телекомунікаційні та інформаційні технології. – 2014. – №4. – С. 12–20.

Особливості класифікації джерел небезпеки, що призводять до надзвичайних ситуацій воєнного характеру

Триснюк В.М., Конецька О.О., Волинець Т.В.

Сметанін К.В., Дзюба В.А.

Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору

НАН України, м. Київ.

E - mail: trysnyuk@uk.net

Аналіз проблем управління техногенною безпекою конкретного регіону, де зафіксована НС, приводить до логічного висновку обрати об'єктом дослідження систему техногенної безпеки та цивільного захисту (органи управління та виконавчі органи з підпорядкованими їм ресурсами), об'єктами застосування якої є:

– об'єкти, що представляють собою джерело техногенних небезпек - потенційно небезпечні об'єкти (ПНО) й об'єкти підвищеної небезпеки (ОПН);

– об'єкти, на які поширюється дія шкідливих факторів в разі реалізації небезпек (об'єкти-реципієнти або об'єкти захисту і відновлення).

Зовнішніми до організаційно-технічної системи, що розглядається, є соціально-економічна система регіону і навколишнє природне середовище.

Отримати опис досліджуваної системи і оточуючого її середовища можна, користуючись принципами системного підходу. Згідно з цими принципами під системою маємо на увазі сукупність об'єктів (компонентів системи) з набором зв'язків між ними та між їхніми властивостями. Крім того, система як складний об'єкт повинна мати такі системні ознаки:

- наявність мети за призначенням;
- наявність системного ефекту, рівень якого пов'язують з досягненням мети;
- наявність ресурсного потенціалу (людські, матеріальні, інформаційні ресурси);
- наявність структури (керуючої і виконавчої частин, пристосованих до продукування системного ефекту);
- наявність процесу (перетворення ресурсного потенціалу в системний ефект);
- наявність цілеспрямованого управління (алгоритму);
- наявність емерджентності.

У загальному випадку можливий взаємозумовлений комбінований прояв різних джерел небезпеки.

За несприятливими наслідками розрізняються НС, що призводять до людських жертв, збитків господарським об'єктам та ураження природного середовища. Залежно від характеру поведінки в екстремальних умовах спостерігаються різні види об'єктів ураження.

Серед населення (X_1) розрізняються:

- непрацездатні, включаючи дітей, старих і тяжко хворих;
- працівники виробничої сфери;
- працівники сфери послуг;
- невоєнізовані формування;
- воєнізовані формування (Збройні сили України, Національна гвардія України, Прикордонна служба України, Державна служба України з надзвичайних ситуацій).

Серед господарських об'єктів (X_2) можна виділити такі:

- об'єкти критичної інфраструктури;
- об'єкти виробничої сфери;
- об'єкти сфери послуг;

- історико-культурні цінності;
- науково-технічну документацію;
- коштовне технологічне обладнання.

За протидіючими чинниками розрізняються НС, що спричиняють використання різних видів ресурсів захисту, які реалізують необхідні захисні заходи.

Розвідувально-контролюючі ресурси призначені для ведення розвідки і контролю за станом і зміною обстановки в зонах можливого чи реального прояву уражаючих впливів за допомогою військових формувань:

- інженерної розвідки для виявлення меж і ступеня руйнування житлових будинків і виробничих споруд, визначення вторинних наслідків уражаючих впливів, знаходження місць перебування потерпілих і підходів до них;

- хімічної розвідки для виявлення меж хімічного зараження, визначення концентрації отруйних речовин і напрямку поширення зараженого повітря, спостереження і лабораторного контролю за зміною хімічної обстановки;

- радіаційної розвідки для виявлення меж і рівнів радіоактивного забруднення, встановлення режимів радіаційного захисту, спостереження і дозиметричного контролю за зміною радіаційної обстановки;

- медичної розвідки для виявлення постраждалих людей, визначення їхнього стану й умов надання першої медичної і лікарської допомоги;

- ветеринарної та агротехнічної розвідки для виявлення постраждалих тварин і рослин, визначення їхнього стану й умов надання ветеринарної й агротехнічної допомоги.

Для пошуку оптимального плану застосування сил і засобів системи техногенної безпеки на етапі ліквідації наслідків НС використаний програмно-цільовий підхід до планування з використанням Парето-функції системи.

Application of the index-indicator approach for mathematical modeling of the influence of military-technogenic load on the ecological state of the components of the environment in the areas of combat operations

Chumachenko S.M.

National University of Food Technologies, E-mail:

sergiy23.chumachenko@gmail.com

In order to improve the assessment of the impact of the military-technogenic load on the state of ecologically forming components of the environment, a vector-matrix method of presenting indicators of the state of the abiotic environment of the ecosystem was developed [1]. To determine the indicators of the state of the abiotic component of the ecosystem of the areas of combat operations (CO), the data of standard environmental monitoring are mainly used: field studies, laboratory and express analyzes of pollution of the abiotic component of the environment.

Mathematically, the indicator can be represented by a scalar, a vector χ in a look-alike matrix. This is indicated by the practice of using indicators when considering a wide range of environmental assessment problems [2]. For example, the concentration of a single pollutant can be an indicator, and of course, this value is a scalar. If we are talking about monitoring the process of the spread of a polluting substance, the indicators can be the speed, the direction of the spread of the pollution process, and the change in concentration, that is, the indicator is a vector. Finally, in the study of issues related to the implementation of integral and complex assessments of the ecological state of the areas CO, there is a need to present data in the form of a matrix, each element of which can be either a scalar or a vector. In the future, the mathematical relationships that determine the introduced environmental indicators can be related to the amount of environmental risk and the level of environmental safety. Accordingly, we will introduce the concept of "simple", "aggregated", "integral" and "complex" indicators into the model of the indicator system [1]. To calculate simple indicators, the values obtained as a result of environmental monitoring are used for the measured, background and maximum permissible concentrations of pollutants in the components of the environment:

$$I_{ci}^{\phi} = \frac{C(a_i^j)_{\text{вим}}}{C(a_i^j)_{\text{фон}}}$$

$$I_{ci}^{\Gamma} = \frac{C(a_i^j)_{\text{вим}}}{C(a_i^j)_{\Gamma\text{ДК}}}$$

where: $C(a_i^j)_{вим}$ - measured concentrations of the i -th pollutants of the j -th hazard class in the components of the environment;; $C(a_i^j)_{фон}$, $C(a_i^j)_{ГДК}$ - background and maximum permissible concentrations of i -th ingredients of pollution of environmental components of the j -th hazard class; a_i^j - i -th pollutant of the j th hazard class; $i = \overline{1, n}$ - the index of the relevant pollutant; $j = \overline{1, 4}$ - hazard class of the relevant pollutant.

To calculate the aggregated indicators, the values of the measured and background concentrations of pollutants in ecologically forming components of the environment are used:

$$I_{agr}^j = \begin{cases} \frac{1}{N_{\Sigma}^j} \cdot \sum_{i=1}^{N_{\Sigma}^j} \frac{C(a_i^j)_{вим} - C(a_i^j)_{фон}}{C(a_i^j)_{фон}} \cdot \eta_i, & \forall C(a_i^j)_{вим} > C(a_i^j)_{фон}; \\ 0, & \forall C(a_i^j)_{вим} < C(a_i^j)_{фон}, \end{cases}$$

where η_i - weighting coefficients for pollutants determined by experts taking into account their biochemical activity, toxicity, carcinogenicity, migration ability, bioaccumulation, ability to accumulate; N_{Σ}^j - the number of pollutants of the j -th hazard class.

The generalized aggregate indicator of pollution by hazard classes and environment-forming factors can be presented in the form of a matrix:

$$I_{agr} = \begin{bmatrix} I_A^1 & I_A^2 & I_A^3 & I_A^4 \\ I_{L^p}^1 & I_{L^p}^2 & I_{L^p}^3 & I_{L^p}^4 \\ I_{L^g}^1 & I_{L^g}^2 & I_{L^g}^3 & I_{L^g}^4 \\ I_G^1 & I_G^2 & I_G^3 & I_G^4 \end{bmatrix}.$$

According to the results of the analytical studies, based on the analysis of the composition of typical pollutants according to the corresponding classes of danger for the components of the abiotic environment, an information portrait of chemical pollution of the CO management area or its functional zone is compiled in the form of a pollutant matrix

$$I_{agr}^{inf} = \begin{bmatrix} N_{\Sigma A}^1 & N_{\Sigma A}^2 & N_{\Sigma A}^3 & N_{\Sigma A}^4 \\ N_{\Sigma L^p}^1 & N_{\Sigma L^p}^2 & N_{\Sigma L^p}^3 & N_{\Sigma L^p}^4 \\ N_{\Sigma L^g}^1 & N_{\Sigma L^g}^2 & N_{\Sigma L^g}^3 & N_{\Sigma L^g}^4 \\ N_{\Sigma G}^1 & N_{\Sigma G}^2 & N_{\Sigma G}^3 & N_{\Sigma G}^4 \end{bmatrix}.$$

Reference

1. Chumachenko S.M., Tureichuk A.M. Methodological features of the formation of the vector of the ecological camp of the Military training area on the basis of the development of the concept of ecological indicators // Collection of scientific practices. - Vip. 2(22). - K.: NNDC OT and VB of Ukraine, 2004. - S. 57-68.
2. Lysenko O.I., Chumachenko S.M., Tureychuk A.M. Mathematical models, method and methodology for assessing and predicting the future of terrestrial environmental systems complicated by technogenic challenges // Bulletin of NTUU "KPI" Informatics, management and calculation technology. - Vip.44. - K.: NDI AKS "Ecotech", 2006. - S. 186-212.

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*

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 ХХ 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 зони 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 проммайданчику
3.Гідрологічні- критичні зміни режиму та якості поверхневого стоку	Регіональне стійке забруднення поверхневого стоку, джерел питних вод, руйнування 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 за-бруднення підземних вод	Слідові (на рівні регіональ-ного фону) надходження радіонуклідів
5.Газогеохімічний включаючи літо-сферу і приземну атмосферу	Насичення верхньої зони літосфери і приземної атмосфери токсичними газами природного (радон, метан і ін.) і техногенного походження	Короткочасне аварійне (1986р.)забруднення приземної 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	Відсутній, можливі незначні деформації порід у підґрунті будівель на пром-майданчику 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 еколого-технологічного впливу[1,2].

Висновки. В загальному плані для ефективного відновлення та сталого повоєнного розвитку Донбасу, Кривбасу 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-годинічних умов розробки залізрудних родовищ Кривбасу. Мінеральні ресурси України, №2, 2018, с.с.15-22.
2. Довгий С.О., Трофимчук О.М., Коржнев М.М., Яковлев Є.О. Стратегічні напрями реструктуризації Донецького вугільного та Криворізького залізрудного басейнів в умовах трансформації енергетичної сфери. К.-Нікі-Центр, 2019.-160с.

Виявлення радіаційного забруднення місцевості під час військових дій

*Нагорний Є.І., Нікітін А.А., Конецький Я.М., Пащенко Є.Ю.
Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору
НАН України, м. Київ. Національний університет оборони України
імені Івана Черняховського, Київ, Україна*

Питання безперервного контролю радіаційної обстановки (РО) і своєчасного виявлення радіоактивного забруднення місцевості (РЗМ) продовжують залишатися актуальними і нині. Це обумовлено двома чинниками: збільшенням кількості об'єктів ядерної енергетики, як джерела дешевої енергії, і активізацією сил міжнародного екстремізму та військових дій на території України. У разі загострення

міжнародного стану не можна унеможливити масову атаку терористів на об'єкти атомної енергетики, підприємства ядерного паливного циклу, а також могильники радіоактивних відходів. Як показує практика, превентивні заходи захисту не завжди виявляються ефективними. Таким чином, можливе виникнення ситуації, коли значні території піддатися радіоактивному забрудненню одночасно від декількох джерел. Виявлення радіоактивного забруднення місцевості буде першим завданням ліквідації наслідків подібних ситуацій. Нині усі АЕС обладнані апаратурою, що забезпечує безперервний цілодобовий контроль скидань і викидів радіоактивних речовин в довкілля, сигналізацію перевищення в повітрі допустимих концентрацій, автоматичне, без участі оператора, фіксацію об'ємної активності радіонуклідів у воді і повітрі (інформаційно вимірювальна система «Кільце», апаратура РКС-03-01, АК РБ-06 та ін.). Деякі АЕС частково обладнані датчиками, які досягши потужності дози гамма випромінювання порогового значення, автоматично включають прилади, що вимірюють сумарну активність ізотопів йоду, інертних радіоактивних газів (ИРГ) і потужність дози бета випромінювання. Отримана таким чином інформація передається по дрютяних засобах зв'язку потужним чинником, що робить істотний вплив на життєдіяльність населення, роботу адміністративних структур і органів державного управління в цілому[1]. Джерелами радіоактивного забруднення в мирний час можуть бути: аварії ядерних енергетичних установок з викидом продуктів реакції; руйнування сховищ (контейнерів) з радіоактивними речовинами; руйнування активної зони або системи теплоносія ядерних енергетичних установок в результаті терористичних актів; руйнування могильників радіоактивних відходів.

У разі виявлення радіоактивного забруднення місцевості за фактичними даними через відсутність практично реалізованого програмного забезпечення для цих систем можна говорити лише про певні наукові опрацювання завдання. Деякі з причин такого стану справ очевидні. Ця невідповідність, в тому або іншому ступені, між фактичним РЗМ і модельним, неповна і неточна інформація про джерела радіоактивного забруднення, значні помилки визначення потужності дози випромінювання приладами радіаційної розвідки, великий об'єм оброблюваних даних, що мають розкид за часом вимірів.

Наявне математичне забезпечення для обробки інформації про РЗМ в автоматизованих системах контролю РО, на наш погляд, має істотний недолік. Апарат оцінки РЗМ в АСКРО створювався після аварії на Чорнобильській АЕС і тому значною мірою орієнтований на специфіку завдань, що вирішуються в системах контролю радіаційної обстановки.

Виявлення і оцінка радіаційної обстановки здійснюється, як правило, в два етапи. На першому - на підставі даних про джерела радіоактивного забруднення і метеообстановку, здійснюється прогноз РЗМ. На другому - виявляється фактична радіаційна обстановка за даними розвідки (контролю). Результати прогнозу можуть бути використані тільки для орієнтовної оцінки радіаційної обстановки [2]. Необхідно особливо відмітити, що ці прогнозування повинні обов'язково уточнюватися радіаційною розвідкою [1]. Такий порядок роботи характерний як для систем контролю радіаційної обстановки, так і для систем військового призначення (АСУВ). Єдина Державна автоматизована система контролю радіаційної обстановки одним із завдань повинна мати виявлення і оцінку (за прогнозом і фактичними даними) масштабів і наслідків погіршення екологічної обстановки на контрольованій території і об'єктах [3]. Нині досить добре пропрацювали методи прогнозування радіоактивного забруднення місцевості при ядерних вибухах. Проте, ці підходи неприйнятні при виникненні надзвичайних ситуацій на об'єктах атомної енергетики і підприємствах ядерного паливного циклу. Це пов'язано з тим, що набір радіонуклідів, що забруднюють навколишній простір при аварії на АЕС, істотно відрізнятиметься від їх складу при ядерному вибуху. Так, при аварії ядерного енергетичного реактора довгоживучих радіонуклідів буде в 100-2200 разів більше, ніж при використанні ядерної зброї [4]. Крім того, принципово іншим буде процес поширення продуктів реакції. Це обумовлено: різною висотою підйому радіоактивних хмар з аварійного реактора і від ядерного вибуху; пульсуючим характером витікання радіоактивних речовин із зруйнованої зони ядерного реактора; нестабільністю метеопараметрів в приземному (пограничному) шарі атмосфери в порівнянні з високими шарами атмосфери, де відбувається поширення радіоактивної хмари ядерного вибуху. Розглянемо модель поширення радіоактивної хмари в пограничному шарі атмосфери. Ця модель [5] дозволяє розрахувати потужність дози випромінювання на сліді радіоактивної хмари при аварії ядерного реактора. У основу моделі покладені наступні залежності.

$$\dot{X}_1 = \frac{(1 - 0.9\tau^{-0.18})W_{\text{эл}}\eta R}{V^{\beta}X^{\gamma}} K \exp\left(-\frac{Y^2}{2\sigma_y^2}\right) \quad (1.1.)$$

де τ – тривалість компанії, доба. Стандартна компанія ядерних ректорів РБМК і ВВЭР на території України близько трьох років або 1100 діб;

$W_{\text{эл}}$ – електрична потужність ядерного реактора, МВт;

η – доля викиду радіоактивних речовин з ядерного реактора, %.

Якщо доля викиду невідома (типова ситуація в початковій стадії аварії), то вона приймається рівною 10%, причому для ядерних реакторів РБМК 25% викиду вважається хмарою, а 75% викиду - струмінь. Для ядерних реакторів ВВЭР 75% викиду - хмара і 25% - струмінь;

R - коефіцієнт, величина якого залежить від типу ядерного реактора і категорії стійкості атмосфери. Значення R приведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Значення коефіцієнта R

Тип ядерного реактора	Категорія стійкості атмосфери		
	Конвекція (A)	Ізотермія (D)	Інверсія (F)
РБМК	0,01104	0,11435	0,17282
ВВЭР	0,00644	0,01421	0,03044

V - швидкість вітру в шарі 0-200 м, м/с;

X - відстань від аварійного ядерного реактора по напрямку вітру, км;

До - коефіцієнт, що враховує зменшення потужності дози на початковій ділянці сліду

$$K = 0.5 \left[1 + \operatorname{erf} \left(\sqrt{K_1} \ln(X/X_{50}) \right) \right]. \quad (1.2)$$

Для категорії стійкості атмосфери A і D $K=1$, але його величину необхідно враховувати для категорії стійкості атмосфери F;

$\operatorname{erf}(\sqrt{K_1} \ln(X/X_{50}))$ – інтеграл вірогідності (функція Лапласа);

X50 - відстань від АЕС до точки, в якій потужність дози випромінювання в два рази менше максимальної на осі сліду, км;

Y - відстань точки від осі сліду, км;

σ_y - дисперсія бічного відхилення сліду на відстані X км від АЕС

$$\sigma_y = \frac{C_3 X}{\sqrt{1 + 0.1X}}, \quad (1.3)$$

де C_3 - критерій Пасквилла, величина якого залежить від категорії стійкості атмосфери. Як показує аналіз цієї моделі привласнення невідомим параметрам моделі фіксованих значень, поза сумнівом, погіршує якість моделі в цілому. Крім того, ця модель не враховує пульсуючий характер викиду радіоактивних речовин з аварійного реактора, що цілком імовірно, як показав досвід аварії на Чорнобильській АЕС.

На наш погляд ця модель може використовуватися для складання прогнозу радіоактивного забруднення місцевості у тому разі якщо активна фаза розвитку ядерної реакції припиняється після викиду радіоактивних речовин в атмосферу[7].

Виходячи з вищесказаного, можна зробити висновок про те, що методики прогнозування радіоактивного забруднення місцевості, що базуються на використанні модельних уявлень про формування сліду ядерного вибуху, непридатні відносно радіаційних аварій, або вимагають істотної переробки. Інші методики, при обробці інформації про аварії на ядерних енергетичних установках, повинні враховувати радіонуклідний склад продуктів реакції. Отриманий формальний опис досліджуваної системи і оточуючого її середовища, виходячи із принципів системного підходу.

Література

1. Закон України "Про Цивільну оборону України" від 28.02.1991 р.
2. Триснюк В.М. Система управління екологічною безпекою природних і антропогенно-модифікованих геосистем. Системи обробки інформації. –2016. –№12. – С.185-188. Index Copernicus Белов П.Г. Моделирование опасных процессов в техносфере: Методическое пособие. – К.: КМУГА, 1999. – 124 с.
3. Загальні вимоги до розвитку і розміщення потенційно небезпечних виробництв з урахуванням ризику надзвичайних ситуацій техногенного походження/ НАН України, Рада по вивченню продуктивних сил України. Наукові керівники: чл.-кор. НАН України С.І. Дорогунцов і генерал-лейтенант В.Ф. Гречанинов. – К., 1995. – 120 с.
4. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI (Редакція від 12.05.2017)
5. В.П.Романюк, В.М.Триснюк, Т.Л.Куртсеїтов. Постановка задач ліквідації наслідків природних та техногенних катастроф на території України.. Системи управління, навігації та зв'язку. Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. Полтава. Випуск 3 (61) 2020р. – С. 138-143.
6. Trysnyuk, V., Trysnyuk, T., Okhariev, V., Shumeiko, V., Nikitin, A. [2018] Cartographic Models of Dniester River Basin Probable Flooding. Centrul Universitar Nord Din Bala Mare - UTPRESS ISSN 1582-0548, №1. 61-67.

Основні загрози в сфері екологічної безпеки за військових дій

Хижняк С.В., Войціцький В.М., Коверсун І.В.

Національний університет біоресурсів і природокористування

України, УЛЯБП АПК,

E – mail: khs.2014@ukr.net

Масштабні, триваючі на території України, військові дії, які проводяться Російською Федерацією забороненими, навіть у розумінні військового міжнародного права, методами несуть серйозну загрозу як

населенню, так і екосистемам України. Усі наслідки військових дій неможливо усвідомити до їх закінчення, а прогнози можливі тільки в узагальнюючому вигляді. Наведені основні можливі екологічні наслідки військових дій.

Військові вибухові речовини – тверді, рідкі чи газоподібні речовини або суміші речовин, які детонують при їх використанні в боеголовках чи інших пристроях для руйнування у військових цілях. При детонації артилерійських снарядів вибухові речовини проходять повне окиснення, а продукти хімічної реакції вивільняються в атмосферу, потрапляють у ґрунт та воду, є загрозою чисельних, зокрема лісових, пожеж.

Забруднення довкілля спостерігається при збитті ракет, літаків тощо, причому не лише уламками, що містять різноманітні токсичні речовини, але і залишками надзвичайно токсичного палива. Крім того, при розриві мін внаслідок чисельного замінування території України противником. В атмосфері оксиди сірки і азоту можуть стати причиною кислотних дощів, що збільшує кислотність ґрунту і викликає опіки рослин, особливо таких чутливих як хвойні дерева. Кислотні дощі негативно впливають і на стан слизових тканин та органів дихання людини, організм ссавців та птахів.

Джерелом забруднення є згоріла техніка, оскільки утворені при цьому токсичні речовини можуть потрапити в атмосферне повітря, ґрунт та воду.

Військове спорядження та транспортні засоби потребують енергії, для якої, зазвичай, використовують нафту, а викиди CO_2 у численних військових формувань є надзвичайно високими. Рух важкої техніки, будівництво фортифікаційних споруд та бойові дії ушкоджують ґрунтовий покрив. Це призводить до деградації рослинного покриву та посилює вітрову та водну ерозію.

Екологічні загрози, які виникли в Україні, також посилюються через те, що *руйнувань зазнає промисловість країни*. Численні випадки обстрілів та авіаударів мали наслідком пошкодження ємностей для зберігання нафти, пропану, дизельного пального тощо; підприємств або складів, де зберігалися хімічні, фармацевтичні або лако-фарбувальні матеріали, що призводить до забруднення довколишніх територій, повітря та ґрунтових вод. Однією із загроз є наявність хвостосховищ, де зберігаються рідкі промислові відходи. Потенційні загрози, які пов'язані з пошкодженням цих об'єктів, включають ризики повеней, вибухів, а також хімічного забруднення чи пожежної небезпеки.

Ушкодження комунальних комунікацій, водогонів, газо-насосних станцій має наслідком забруднення органічними речовинами наземних

та підземних вод. Зокрема руйнування каналізаційних насосних станцій призводить до того, що зворотні води з населених пунктів потрапляють у річки без будь-якого очищення. Неочищені стоки містять велику кількість органічних речовин, патогенні бактерії, сульфати, хлориди тощо. Обстріли об'єктів промисловості та інфраструктури призводять до пожеж, які спричиняють додаткове забруднення повітря, ґрунту та води. Продукти горіння, що потрапляють у повітря, складаються з токсичних газів та твердих частинок.

Загроза радіаційній безпеці України. Українські реактори знаходяться в зоні ризику, адже обстріл або ракетна атака на активну зону одного або кількох із 15 реакторів чотирьох діючих атомних електростанцій України може призвести до широкомасштабної ядерної катастрофи. Хоча на даний момент у зоні бойових дій залишається лише Запорізька АЕС, ризик залишається високим.

Шкода здоров'ю людини. Наслідки, які зможе відчувати населення, включають захворювання легенів та онкозахворювання через вдихання важких металів і канцерогенів, що містяться у вибухових речовинах, а також в уламках пошкоджених будівель. Зокрема, така токсична речовина, як азбест, що лише нещодавно був заборонений в Україні, все ще присутній у структурах будівель. Їх руйнування внаслідок бомбардувань, може призводити до потрапляння цієї речовини в довкілля, що викликає ряд захворювань, у тому числі, рак легенів, шлунка, репродуктивних та інших органів.

Майбутні екологічні наслідки в Україні матимуть не лише локальний характер, оскільки забруднення ґрунтів, водних та морських екосистем, підземних вод можливими радіаційними, хімічними чи токсичними відходами матиме вплив і на деякі країни Європи. Тому важливо подбати про ефективну систему моніторингу стану навколишнього природного середовища. Цьому може сприяти діяльність випробувальних лабораторій, зокрема Української лабораторії якості та безпеки продукції АПК НУБіП України, яка акредитована Національним агентством з акредитації України у відповідності з вимогами ISO/IEC 17025:2019.

Методика визначення пошкодження родючого шару ґрунту від ведення військових дій за даними ДЗЗ

Бутенко О.С., Горелик С.І., Баранов М.В.

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

Військові дії несуть велику шкоду навколишньому середовищу. Однією з найнебезпечніших проблем є пошкодження та забруднення ґрунтового шару сільськогосподарських угідь.

Найбільш ефективними засобами визначення ділянок пошкоджених угідь є дані ДЗЗ. З їх допомогою можливо визначати пошкоджені ділянки від вибухів і визначати місця потенційного забруднення паливно-мастильними матеріалами та іншими полютантами.

Метою дослідження є підвищення точності визначення пошкоджень ґрунту від вибухових вивр за рахунок комплексного використання статистичних і дистанційних даних в умовах ведення бойових дій.

Методика визначення пошкодження родючого шару ґрунту від ведення військових дій полягає у визначенні геометричних характеристик вибухових вивр за статистичними даними й космічними знімками. Схема розробленої методики наведена на рис. 1.

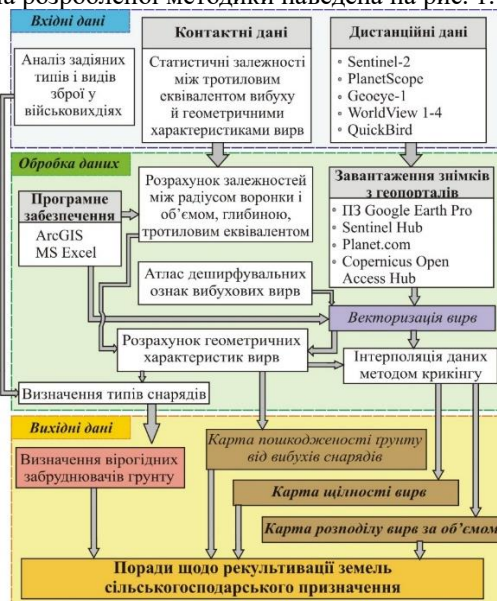


Рис.1 – Схема методики визначення пошкодження родючого шару ґрунту від ведення військових дій

У якості вхідних даних використані статистичні залежності між тротиловим еквівалентом вибуху та геометричними характеристиками виврв. Проаналізовані дистанційні дані показали, що для локалізації на космічних знімках вибухових виврв просторова роздільна здатність космічних знімків повинна становити близько 10 м/піксель. Для подальшого визначення геометричних характеристик виврв (діаметр й площа) просторова роздільна здатність повинна складати не менше 1 м/піксель. На даний час ці дані відсутні у вільному доступі.

Етап обробки даних полягав у ідентифікації і векторизації виврв за космічними знімками у програмному середовищі ArcGIS. Використання ГІС-технології дозволило провести геостатистичний аналіз отриманих результатів та побудувати карти щільності виврв, пошкодження ґрунту.

Визначення потенційного забруднення ґрунтів базувалося на аналізі використання того чи іншого військового озброєння, яке використовувалося в Україні з 2014 року.

Розроблена методика дозволяє оперативно й безпечно розраховувати геометричні характеристики виврв за дистанційними й контактними даними з визначенням ймовірних видів озброєння, що спричинили екскавацію ґрунту, та приймати рішення щодо методики рекультиваційних робіт з урахуванням вірогідного забруднення.

Література

1. Горелик С.І., Баранов Д.М. Визначення об'єму пошкодженого ґрунту сільськогосподарських угідь від військових дій за даними ДЗЗ. Подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій – 2022 : зб. матеріалів доп. учасн. І зб. матеріалів доп. учасн. Полтава : НУПІ, 2022. С. 189-193. URL: <https://nupp.edu.ua/uploads/files/0/events/conf/2022/i-mnpk-podolannia-eko-rizikiv/zbirnik-materialiv.pdf> .
2. Geospatial Data Processing Characteristics for Environmental Monitoring Tasks / O. Butenko, S. Horelyk, O. Zynyuk // Architecture Civil Engineering Environment. – 2020. . – V. 13, №1 . – P.103-114.

Аерокосмічний аспект просторово-часового аналізу змін в екосистемах районів захоронення побутових відходів

Азімов О.Т.¹, Томченко О.В.¹, Шевчук О.В.²

¹Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі

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

²Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору

НАН України, oleksandrshvchuk17@gmail.com

Здовбицьке сміттєзвалище твердих побутових відходів (ТПВ) розміщене на території Здовбицької сільської ради (Здолбунівський район Рівненської області). Його експлуатація розпочалася ще у 1996 р. Як і раніше, так і дотепер муніципальні відходи на нього завозять з м. Здолбунів та зі значної частини населених пунктів району. Вже станом на осінь 2015 р. площа сміттєзвалища складала понад 10 га (з урахуванням санітарно-захисної зони довкола нього). Відтоді через значне збільшення обсягів ТПВ, що локалізуються на сміттєзвалищі, істотно зросла як загальна його площа, так і площа власне майданчиків накопичення відходів. Така ситуація спонукає до проведення дослідного аналізу просторово-часових змін в екосистемах зазначеної території різними методами, зокрема, методами дистанційного зондування Землі (ДЗЗ).

Отож на прикладі зазначеного сміттєзвалища нами показано інформативність дешифрування карт об'єкта захоронення і прилеглих до нього ділянок за спектрометричними характеристиками і текстурою земних покривів, що отримані за космічними знімками різних років. При цьому переважно застосовувалися космічні знімки з супутника WorldView-2, просторова розрізненність яких була загублена до 6 м/піксель [1, 2].

У результаті продемонстровано інформативність вивчення динаміки зміни у часі (протягом 2003–2021 рр.) геометричних параметрів Здовбицького звалища, зміни його внутрішньої “структури”, функціональні зміни в оточуючих його компонентах екосистем (насамперед зміни у лісових масивах). Зокрема, встановлено збільшення кількості карт звалища за вказаний період з однієї до трьох за рахунок прилеглих ділянок лісу (рис. 1), загальної площі – приблизно у 6,25 раза (з 6 521 до 40 773 м²), а сумарного периметра по контурах карт – більш ніж у 3,35 раза (з 438 до 1 466 м) (табл. 1). При цьому станом на травень 2021 р. усі три майданчики накопичення муніципальних відходів фактично об'єдналися, злившись своїми “тілами”.



Серпень 2003 р.



Вересень 2014 р.



Серпень 2019 р.



Травень 2021 р.

Рисунок 1 – Контури черг Здобвицького сміттєзвалища ТПВ, що виділені на космічних знімках різних років

Таблиця 1 – Оцінка динаміки зміни геометричних параметрів черг Здобвицького сміттєзвалища ТПВ за даними космічних знімків різних років

Дата космічної зйомки, місяць/рік	Кількість окремих частин (черг, карт, майданчиків) сміттєзвалища, одиниць	Площа черги, м ²	Загальна площа сміттєзвалища, м ²	Периметр черги, м
08/2003	1	6521	6521	438
09/2014	1	8103	16460	432
	2	8357		438
08/2019	1	5179		319
	2	11497	20438	514
	3	3762		250
05/2021			40773	1466

Для **подальшого** комплексного **вивчення** та об'єктивної оцінки екологічного стану Здобвицького сміттєзвалища захоронення ТПВ

необхідно залучати результати тематичного дешифрування матеріалів ДЗЗ з високим просторовим і спектральним розрізненням. До них, зокрема, належать знімки, що зроблені з безпілотних літальних апаратів – БПЛА. Для отримання об'єктивної інформації дані ДЗЗ та наземні дані (літо-, гідро-, біогеохімічного опробування) по території як власне звалища, так і по прилеглих до нього ділянок потрібно інтегрувати в геоінформаційні системи (ГІС).

Література

1. Shevchuk O.V., Azimov O.T., Tomchenko O.V. Remote sensing monitoring of the landfill sites as a factor of adverse environmental impact. *Proc. 20th EAGE Int. Conf. on Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects* (11-14 May 2021, Kyiv, Ukraine), vol. 2021, 1–7. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521054>
2. Азімов О.Т., Томченко О.В., Шевчук О.В. Аналіз просторово-часових змін в екосистемах районів сміттєзвалищ муніципальних відходів з застосуванням дистанційних і ГІС-даних. Екологічна безпека та технології захисту довкілля. 2021. № 3. С. 17–21. http://npchornobyl.com.ua/wp-content/uploads/2022/06/N3_2021.pdf

Соціоекологічні ризики, пов'язані з фільтратом сміттєзвалищ, з огляду на його гідрохімічні характеристики

Трофимчук О.М.¹, Кураєва І.В.², Кармазиненко С.П.³, Азімов О.Т.⁴

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

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

³Інститут географії НАН України, karmazinenko78@gmail.com;

⁴Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі
ІГН НАН України, azimov@casre.kiev.ua

Дослідження еколого-геохімічного стану об'єктів довкілля територій, що перебувають під впливом різноманітних викидів, пов'язаних з твердими побутовими відходами (ТПВ), у даний час є дуже **актуальним**. Це аргументується тим, що наслідки впливу полігонів і сміттєзвалищ захоронення ТПВ на навколишнє природне середовище і на здоров'я населення, що живе поблизу цих територій, викликають серйозні побоювання. Отже, існують соціальні та екологічні ризики, пов'язані з функціонуванням об'єктів локалізації відходів.

У **геоекологічному контексті** найбільшого забруднення зазнають підземні та поверхневі води, ґрунти і поверхневі відклади, рослинність [1]. Особливу небезпеку у цьому процесі становить **фільтрат**, який являє собою складну за хімічним складом рідину з яскраво вираженим

неприємним запахом біогазу. Він утворюється із стічних вод, що виникають в результаті інфільтрації атмосферних опадів у “тіло” власне звалища сміття, а потім концентруються в його основі. При цьому проходячи через товщу відходів, фільтрат збагачується різноманітними токсичними речовинами, що входять до їх складу, або ж насичується продуктами їх розкладання. У межах сміттєзвалищ, закладених без дотримання правил охорони довкілля (наприклад таких, що не мають протифільтраційних екранів, системи відведення і очищення фільтрату тощо), фільтрат зазвичай вільно стікає по рельєфу в напрямку понижених ділянок, і, як наслідок, потрапляє у ґрунт і підстилаючі його осадові утворення, поверхневі води гідрографічної мережі, донні відклади, ґрунтові й підземні води.

Зазначене характерне й для **полігона захоронення ТПВ № 5**, що розміщений приблизно в 11 км на південь від житлово-промислової забудови південної частини м. Києва. За 36 років експлуатації потужностей його вже недостатньо. В його “тілі” під дією опадів накопичився фільтрат. Ще з 2006 р. йдеться мова про повне закриття полігона № 5 через його критичний екологічний стан, насамперед пов’язаний з витіканням фільтрату в землю та забруднення ним довкілля, передусім підземних вод.

Вивчаючи основні геохімічні показники екосистем району полігона № 5, у ході **польових досліджень** з його основного ставка-фільтратонакопичувача для подальшого гідрогеохімічного аналізу 16.11.2018 р. було взято **зразок фільтрату** об’ємом 1,5 л [1, 2]. Цю пробу відібрано відповідно до вимог [3]. Вона мала чорний колір, надзвичайно сильний неприємний запах органічної речовини, що розкладається.

Під час **лабораторних досліджень** використано **фізико-хімічні методи** аналізів. Зокрема, застосовано метод мас-спектрометрії з індукційно зв’язаною плазмою (ICP-MS аналіз). **Результати** аналізу наведено в таблиці 1.

Пробі фільтрату притаманні високі показники сухого залишку, загальної лужності, вмісту хлоридів, нітратів, сполук магнію. Так, вміст хлоридів перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК) для поверхневих вод, відповідно до [4], більш ніж у 17 разів, нітратів – більш ніж у 3 рази, сполуки Mg^{2+} – майже у 2 рази, сухого залишку – більше ніж у 21 раз. І це зрозуміло. Адже фільтрат значною мірою являє собою стічні води з великим вмістом органічних забруднювачів. Останні, скоріш за все, належать до гумінових та інших органічних кислот. Тому для отримання більш коректних показників хімічного складу таких типів води у подальшому необхідна попередня їх очистка

за спеціальною технологією. Також доцільно було б дослідити фільтрат полігона за такими хімічними елементами як Mn, Ni, Ti, V, Cu, Zn, оскільки у сухому залишку зразків поверхневої води із ставка на його території зафіксовано значні відхилення їх вмісту від норми [1].

Таблиця 1 – Результати хімічного аналізу зразка фільтрату

Гідрогеохімічний показник	Одиниці вимірювання		ГДК, мг/дм ³
Mg ²⁺	мг/дм ³	152	80
Cl ⁻	мг/дм ³	4260	250
SO ₄ ²⁻	мг/дм ³	480	500
NO ₃ ⁻	мг/дм ³	155	45
Сухий залишок	г/л	21,12	1,0
Твердість	мг-екв/дм ³	12,5	7
Лужність загальна	мг-екв/дм ³	235	-

Примітка: жирним шрифтом указані значення, що перевищують ГДК [4].

Висновок. Отже, результатами гідрогеохімічних досліджень підтверджено надзвичайно високу токсичність фільтрату, що утворюється на сміттєвих майданчиках полігона № 5. Відтак необхідно регулярно здійснювати відповідний аналіз рідини, яка залишається внаслідок переробки (очищення) фільтрату обладнанням «ROCHEM» і надходить після цього до поверхневих вод довкілля, зокрема, й за межі полігона. Відповідні знання зможуть зменшити соціоекологічні ризики в разі виникнення небезпеки викидів токсикантів до гідрологічних екосистем району.

Література

1. Азімов О.Т., Курасва 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. Azimov O.T., Dorofey Ye.M., Trofymchuk O.M. et al. (2019). Monitoring and assessment of impact of municipal solid waste landfills on the surface water quality in the adjacent ponds. *Proc. 13th Int. Sci. Conf. on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment* (12-15 November, Kyiv, Ukraine), 1–6. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201903228>
3. 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.
4. 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.

Система супутникового моніторингу гідрологічних процесів на радіаційно забруднених територіях

Азімов О.Т.¹, Томченко О.В.¹, Шевченко О.Л.²

¹*Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі*

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

²*Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України, shevch62@gmail.com*

Застосування комплексу наземних гідрологічних, радіоекологічних і сучасних дистанційних методів у процесі моніторингових досліджень територій, які є важкодоступними, заболоченими, значною мірою радіонуклідно забрудненими, є актуальним. Дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) спільно з матеріалами інтегрованих у географічні інформаційні системи (ГІС) наземних вимірювань дають адекватну моніторингову інформацію про просторово-часові зміни гідролого-радіоекологічної ситуації загалом.

На прикладі української частини лівобережної Прип'ятської осушувальної системи в межах Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) дослідження полягали у виконанні ретроспективного та поточного аналізу гідрологічної обстановки за архівними та новітніми супутниковими знімками, оцінці ефективності експлуатації водоохоронного комплексу на лівобережжі р. Прип'ять, особливо після запровадження у цьому районі в 2001-2004 рр. гідротехнічних заходів щодо покращення його радіоекологічного стану (ліквідація дамби № 7, розчищення каналів, реконструкція пропускних споруд). Поміж методів досліджень найуживанішими були методи гідрометричного та дистанційного дослідження водних об'єктів. Використовувалися знімки з космічних апаратів LANDSAT, SPOT, IRS, WorldView, що комп'ютерно оброблялися засобами відповідних програм та ГІС.

Зокрема, встановлено значну чутливість системи «поверхневі води–суходіл» до змін довкілля території, виконано картування об'єктів відкритої водної поверхні, простежено її просторово-часову мінливість. Екологічна доцільність і обґрунтованість проведених гідротехнічних заходів та рекомендованої форми експлуатації комплексу (без використання польдерної насосної станції, що була відключена вже у 2015 р., із природним фільтраційним розвантаженням стоку через тіло «нової» піщаної дамби у р. Прип'ять) підтверджені результатами тематичного дешифрування багатозональних космоснімків.

Так у межах комплексу за матеріалами знімання квітня-травня 2003, 2004, 2018 рр. встановлено незначне обводнення та заболочення міждамбової ділянки, а також ділянки північно-східніше «старої» дамби

(рис. 1). Істотного затоплення цієї території не відбувається. При цьому, порівняно з аналогічним періодом попередніх років (1994-1998 рр.), за даними ДЗЗ площа відкритої водної поверхні на території міждамбової ділянки зменшилась у декілька разів, а то й майже й на порядок. Це означає, що концентрація ^{90}Sr у поверхневому стоці у цьому районі не збільшується, а відповідно зменшуються й витрати радіонуклідно забруднених фільтраційних потоків, які є неконтрольованими.

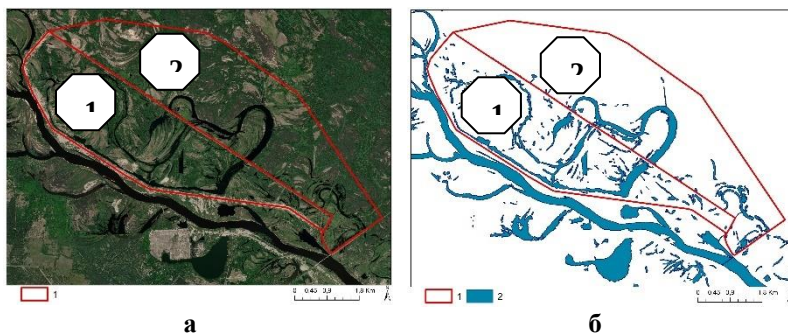


Рисунок 1 – Територія лівобережної Прип'ятської осушувальної системи: (1) міждамбова ділянка, (2) ділянка на північний схід від старої дамби; (а) знімок з космічного апарата WorldView-2 від 26 травня 2018 р., (б) побудована на підставі його застосування картосхема водного дзеркала. 1 – межі ділянок дослідження, 2 – площі, що зайняті відкритою водною поверхнею.

Отже, представлені результати засвідчують високу інформативність вказаного комплексу досліджень, який у перспективі може стати складовою частиною системи супутникового моніторингу гідрологічних процесів на радіаційно забруднених територіях, соціальна функція якої полягає у значному зменшенні або уникненні опромінення персоналу при проведенні відповідних польових робіт. Запровадження системи допоможе точніше визначати водний баланс замкнених водойм, дозволить чіткіше встановлювати зміни у гідрографії й скоригувувати контури площ водозбірних басейнів, знання про які дадуть можливість достовірніше встановлювати такі поточні показники радіологічного моніторингу, як модулі стоку і модулі винесення радіонуклідів, а також вирішувати ряд інших тематичних завдань.

Роль дистанційних методів моніторингу природно-територіальних комплексів, уражених техногенними катастрофами, стає надзвичайно важливою в умовах тимчасового припинення роботи різноманітних

систем контролю компонентів довкілля, як це відбулося, наприклад, з автоматизованою системою контролю та з комплексом наземних спостережень за радіаційним станом у ЧЗВ навесні 2022 р. під час її окупації воєнізованими угрупованнями Російської Федерації.

Створення регіональної системи комплексного моніторингу сміттєзвалищ

Курило А.В.

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

Основними функціями СЕМ стали: 1) спостереження за об'єктами сміттєзвалищ та їх змінами, джерелами забруднення та впливу на компоненти навколишнього середовища, катастрофонебезпечними об'єктами, зміною стану здоров'я населення; 2) оцінка всього комплексу ретроспективної та нової інформації, її порівняння та зберігання; 3) прогноз зміни екологічної ситуації та здоров'я населення, як в окремих населених пунктах, так і в природних екосистемах регіону; 4) управління екологічною ситуацією шляхом підготовки пакетів пропозицій по оперативним та перспективним реагуванням, надання їх державним органам управління на місцях (міста, райони) та області в цілому.

Наукові та практичні напрацювання, отримані при створенні та експлуатації СЕМ регламентується Законами «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про охорону атмосферного повітря», «Про охорону земель», «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року», водного, земельного та лісового кодексів України, інших законодавчих актів і нормативних документів, прийнятих відповідно до них. Робота були спрямовані на забезпечення раціональності структури даних і ефективності способу її реалізації в контексті розв'язку задач систем та підвищення оперативності і ефективності аналізу інформації про стан водокористування. Усі підсистеми впроваджені і використовуються на практиці. Результати прогнозування стану сміттєзвалищ дозволять з більш-менш прийнятною точністю оцінити екологічні перспективи розвитку населених пунктів, визначити перелік факторів, що на майбутнє чинитимуть найсильніший вплив на стан довкілля, розробити комплекс заходів по зменшенню їх, негативного впливу, оздоровленню техногенно-забрудненої території. Іншими словами, здійснити

перспективну екологічну оптимізацію територіальної геосоціосистеми. Запропонований підхід може використовуватись для створення прогностичних моделей урбанізованих ландшафтів і адаптивних цифрових карт.



Рисунок 1. Схема поводження з твердими побутовими відходами

На сьогодні в територіальних громадах необхідно розробити та затвердити схеми санітарної очистки річок. Підготувати схему розміщення контейнерних майданчиків для збору твердих побутових відходів. На території ОТГ послуги зі збору та вивезення твердих побутових відходів здійснює кожен населений пункт, а вивіз твердих побутових відходів здійснюється на полігони.

Температурне картографування ландшафтів у районах сміттєзвалищ за різночасовими даними космічних зйомок

Шевчук О.В.¹, Томченко О.В.², Андреев А.А.², Азімов О.Т.²

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

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

На прикладі Здовбицького сміттєзвалища твердих побутових відходів та прилеглих до нього ділянок (Здолбунівський район Рівненської області) показано інформативність використання запропонованої методики моніторингу температурних режимів об'єктів розміщення відходів. Було застосовано можливості веб-платформи

Google Earth Engine, реалізовано розроблений алгоритм методики моніторингу пожеж на основі використання набору зображень з космічного апарата LANDSAT-8. Значення температури земних покривів розраховувалися на підставі даних термального каналу Thermal Infrared (TIRS) 1; діапазон електромагнітних хвиль – 10,6–11,19 мкм, а просторова розрізненість – 100 м/піксель [1].

На території досліджень було вивчено 4 різні типи покривів земної поверхні: звалище та розташовані неподалік від нього кар'єр будівельних матеріалів, лісовий масив і сільськогосподарське угіддя (рис. 1).

Встановлено, що протягом 2013-2022 рр. станом на конкретні календарні дати значних температурних аномалій як на сміттєзвалищі, так і на інших прилеглих до нього об'єктах не зафіксовано. Максимум поверхневих температур на одному з майданчиків звалища виявлено станом на 06.08.2017 р., який сягав значення 38,1°C (рис. 2).

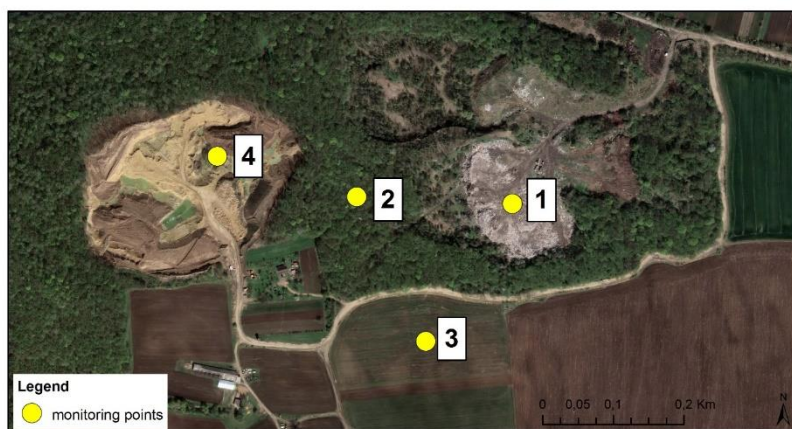


Рисунок 1 – Район Здолбунівського сміттєзвалища ТПВ. Картоschema розташування моніторингових точок дослідження температурних аномалій: 1 – майданчик сміттєзвалища, 2 – лісовий масив, 3 – сільськогосподарське угіддя, 4 – кар'єр будівельних матеріалів. Як підкладку використано космічний знімок WorldView-2 за 02.05.2021 р., отриманий з Інтернет-джерела [2].

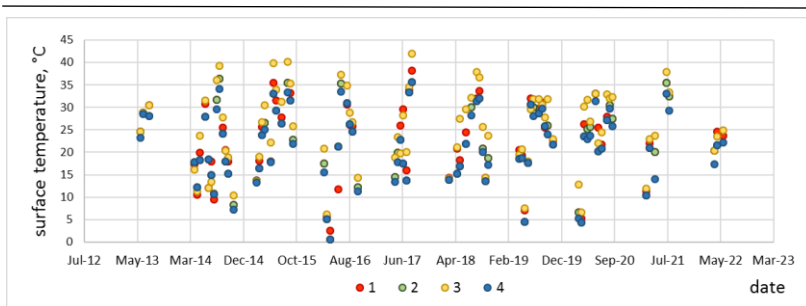


Рисунок 2 – Графік зміни температури поверхні компонентів довкілля в межах Здолбунівського сміттєзвалища ТПВ та прилеглих до нього площ протягом 2013–2022 рр. (на шкалі дат вказані: місяць–рік).

1 – Здолбунівське сміттєзвалище, 2 – лісовий масив,
3 – сільськогосподарське угіддя, 4 – кар’єр будівельних матеріалів.

Отже, істотних пожеж внаслідок самозаймання сміття на Здовбицькому об’єкті, які б відбувалися тривалий час (принаймні декілька днів) за даними космічного знімання не зафіксовано.

Література

1. U.S. Geological Survey (2018). Landsat collections: U.S. Geological Survey Fact Sheet 2018–3049, 2. <https://doi.org/10.3133/fs20183049>
2. Гугл карти. <https://www.google.com/maps/@50.500992,26.2044192,1375m/data=!3m1!1e3>

Оцінка захищеності основних водоносних горизонтів у басейні р. Південний Буг

Саніна І.В., Люта Н.Г.

ВП Український геологорозвідувальний інститут

ДП «Українська геологічна компанія»,

E - mail:ekogeol@ukr.net

Одним з найважливішим питань у процесі еколого-гідрогеологічних оцінок і прогнозування якості підземних вод є захищеність основних водоносних горизонтів, які використовуються або є придатними для господарсько-питного водопостачання. Зважаючи на широке використання сільським населенням вод перших від поверхні водоносних горизонтів, які повсюдно забруднені нітратами, гостро стоїть питання переходу на більш надійне і захищене джерело

водопостачання. Ще актуальнішою є проблема забезпечення населення України резервними джерелами водопостачання в умовах війни.

У природних умовах потраплянню забруднення у водоносні горизонти перешкоджають шари слабопроникних порід, які залягають у їхній покрівлі і визначають умови природної захищеності та ризики забруднення від господарської діяльності. Критеріями оцінки захищеності при цьому є потужність і літологічний склад водотривких порід.

За виконаними оцінками із застосуванням просторового аналізу в ГІС у басейні Південного Бугу переважають захищені підземні водоносні горизонти - 37%, а умовно захищені складають близько 35% площі. Проте умови захищеності у різних частинах басейну суттєво різняться, що передовсім обумовлено геологічною будовою (рис.1).

У північно-західній частині, в межах Волино-Подільського артезіанського басейну, переважають захищені підземні води, приурочені до відкладів сармату, сеноману та венду. У покрівлі цих горизонтів поширені слабопроникні глинисті породи потужністю понад 10 метрів. Частка захищених підземних вод, які є невразливими до забруднення, складає 68%.

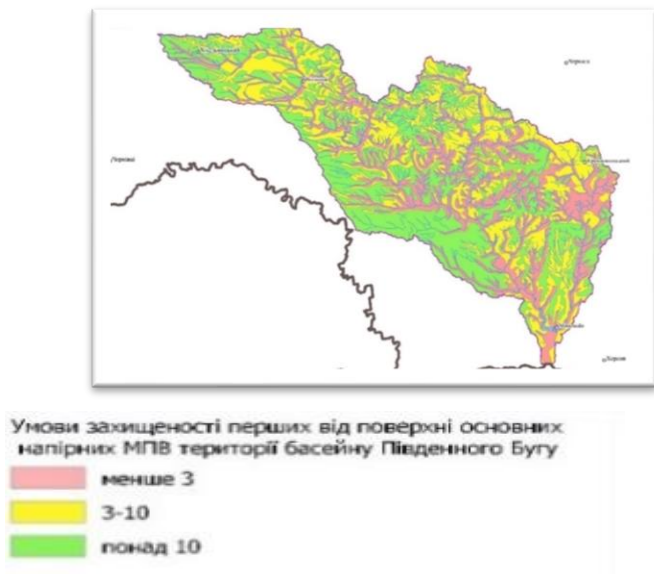


Рисунок 1 – Умови захищеності перших від поверхні основних напірних водоносних горизонтів

Причорноморський артезіанський басейн характеризується схожими умовами. Тут переважають захищені підземні води у відкладах сармату, верхньої та нижньої крейди, площа яких складає 47% від загальної площі артезіанського басейну.

У межах Гідрогеологічної області Українського щита умови захищеності є менш сприятливими. Тут частка захищених водоносних горизонтів становить 33%, в той час як умовно захищених - 38%, а незахищених 29% території.

Зважаючи, на те, що перші від поверхні безнапірні водоносні горизонти у четвертинних відкладах є незахищеними, і різняться лише за часом проникнення забруднень з поверхні (50-250 діб у північній частині басейну і понад 3000 у південній) (Саніна, Люта, Приходько, 2008), а також на тісний гідравлічний зв'язок між водоносними горизонтами зони активного водообміну, у зоні ризику забруднення з поверхні знаходиться низка основних водоносних горизонтів.

У межах Гідрогеологічної області Українського щита до них належать водоносні горизонти і комплекси у теригенних алювіальних і воднольодовикових четвертинних відкладах, у теригенних відкладах неогену і палеогену, в зоні тріщинуватості кристалічних порід архею-протерозою, а в межах Причорноморського артезіанського басейну, в нижній течії р. Південний Буг - у теригенних відкладах сармату.

Встановлені закономірності та виконані побудови будуть використані в процесі підготовки Плану управління річковим басейном Південного Бугу для планування і проведення моніторингу підземних вод. Вони дозволять уточнити просторові межі об'єктів моніторингу – масивів підземних вод, а також будуть враховані як при розміщенні спостережних свердловин, так і при визначенні періодичності спостережень та переліку контрольованих показників.

Література

1. Саніна І.В., Люта Н.Г., Приходько С.М. (2005). Оцінка захисних властивостей порід зони аерації із застосуванням ГІС. Збірник наукових праць УкрДГРІ. 3. С.115-120.

Нелінійний статичний аналіз гнучких розподілених систем у водному середовищі

*Щипцов О.А., Гордєєв А.Ю., Калюх Ю.І., Клименков О.А., Лебідь О.Г.
Державна установа «Науковий гідрофізичний центр Національної
академії наук України»,
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору
НАН України, o.g.lebid@gmail.com*

Гнучкі розподілені системи (ГРС) мають широке застосування як в цивільному, так і в оборонному секторі. До таких систем відносяться різноманітні тросові і кабельні конструкції, м'які тканинні оболонки тощо. ГРС зазвичай має одну чи кілька точок жорсткого кріплення, може мати підвісні вантажі та плавучості (буї), які перебувають під дією масових і натяжних сил, а загальна форма ГРС апріорно не задається, а формується під впливом зовнішнього середовища.

В багатьох практичних випадках (точне позиціонування вимірювального обладнання, опущеного в море з борту судна, формування повітряного чи підводного вітрила із заданими геометричними чи динамічними характеристиками і багато іншого) виникає потреба визначення загальної форми ГРС і позиції вантажів та плавучостей (буїв), підвішених в системі.

Розробці математичних моделей, методів і алгоритмів визначення напружено-деформованого стану ГРС присвячено численні роботи Світлицького В.А., Гладкого А.В., Дейнеки В.С., Сергієнка І.В., Калюха Ю.І., Лебедя О.Г. та інших авторів [1-9].

Розглянемо загальний вигляд ГРС, зображеної на рис. 1. Вона складається із вітрила 1, здатного сприймати лише розтягуючі навантаження, плавучості 2, притоплюючого масиву 3 і якоря 4. Витрати рідини через переріз DN вважаються постійними, а точка D - фіксованою. Плавучість C утримується в положенні рівноваги вітрилом CD справа і тросом CB зліва. За рахунок перепаду рівнів води в верхньому і нижньому б'єфах на вітрило діє гідростатична сила, що призводить до його прогину відносно вертикалі CK .

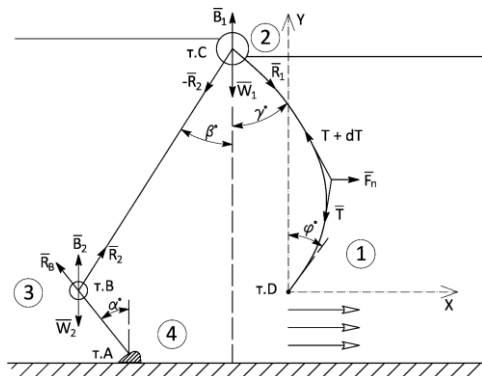


Рис. 1. — Схема сил в ГРС з вітрила, плавучості, притоплюючого масиву і якоря.

Математичне моделювання ГРС включає в себе три етапи: статику, лінійну і нелінійну динаміку системи. Моделювання здійснюється на базі методів, розвинутих в роботах [8-12].

На рис.2 наведено результати моделювання. Показано вплив зміни плавучості і різниці б'єфів на довжину вітрила CD (крива 2) та показник (пряма 1), встановлений чинними нормативними документами.

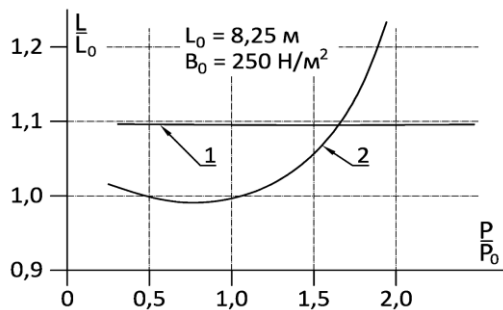


Рис. 2. Вплив зміни плавучості і різниці б'єфів на довжину вітрила CD.

Як видно з рисунка, довжина вітрила CD суттєво залежить від параметрів задачі і може на 10-20% перевищувати встановлений чинними нормами показник.

Література

1. Светлицкий В.А. Механика гибких стержней и нитей. – М.: Машиностроение, 1978. 222 с.
2. Гладкий А.В., Сергиенко И.В., Скопецкий В.В. Численно-аналитические методы исследования волновых процессов. – К.: Наук. думка, 2001. – 452с.
3. Sergienko I.V., Deineka V.S. Optimal Control of Distributed Systems with Conjugation Conditions. New York, Springer, 2005.
4. Chen, B., Su, F., Huo, C. et al. J. Numerical investigation of the dynamics for low tension marine cables Shanghai Jiaotong Univ. (Sci.) (2015) 20: 257. <https://doi.org/10.1007/s12204-014-1559-6>.
5. Nimmy T., Manoj T. (2017) Analysis of Tow Cables // Universal Journal of Mechanical Engineering 5(5): 144-149. DOI: 10.13189/ujme.2017.050502
6. Dynamics of Tethered Space Systems (Advances in Engineering Series) /Hans Troger, A.P. Alperon , V.V. Beletsky, V.I. Dranovskii, V.S. Khoroshilov, A.V. Pirozhenko, A.E. Zakrzhevskii/ -CRC Press; 1 edition (June 16, 2017). - 245 p., ISBN-10: 1138117935, ISBN-13: 978-1138117938.
7. Doyle R. L., Halkyard J. (2007) Large Scale Airlift Experiments for Application to Deep Ocean Mining. Proc. Conference: ASME 2007 26th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering. DOI: 10.1115/OMAE2007-29641
8. Kaliukh, I., Trofymchuk, O. & Lebid, O. (2019). Numerical Solution of Two-Point Static Problems for Distributed Extended Systems by Means of the Nelder–Mead Method. Cybern Syst Anal 55, 616–624. <https://doi.org/10.1007/s10559-019-00170-3>
9. Kaliukh, Y.L. Specific Features of Using the Linearization Method for the Analysis of Low-Frequency Oscillations of a Towed System. Int Appl Mech 57, 103–110 (2021).
10. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. – М.: МИР, 1975. – 534 с.
11. Кульмач П.П. Якорные системы удержания плавучих объектов. – Л.: Судостроение, 1980. – 336 с.
12. Калюх Ю.И., Горбань В.А. Квазистатический анализ притопленных буйковых океанографических систем//Гидромеханика: Респб. межвед. сб. / ИГМ АН УССР. – Вып. 56. – Киев: Наук. думка, 1987. – С. 72-76.

Технології отримання маски водної поверхні за допомогою хмарних технологій Google Earth Engine, для часового моніторингу вертикальних зміщень на території с. Солотвино

Гордієнко О.В., Аннілова Є.С.

*Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору,
gordienko.ov@gmail.com*

Для дослідження часово-просторових змін рельєфу існує різноманітні способи. В цій роботі для дослідження часово-просторових змін підсилюючої поверхні був використаний продукт Google Earth Engine (GEE) та створені маски які відображують значення водної поверхні на території с. Солотвино в Україні де відбуваються вертикальні зміни рельєфу через вплив антропогенного фактору.

GEE дозволяє за допомогою мови програмування JavaScript аналізувати, відображати та обробляти дані дистанційного зондування Землі [1]. В даній роботі були використані дані з супутника Sentinel-1

параметри супутникових знімків приведені в таблиці:

Sentinel-1	Sentinel-1
filterDate('2022-06-01','2022-07-30')	filterDate('2015-06-01','2015-07-30')
filter(ee.Filter.eq('orbitProperties_pass', 'DESCENDING'))	filter(ee.Filter.eq('orbitProperties_pass', 'DESCENDING'))
select('VV','VH')	select('VV','VH')

Для маскуванню водної поверхні використовувалася функція updateMask та параметри каналу 'VV' з коефіцієнтом менше ніж -16.

Такі параметри дозволяють представляти водну поверхню що зазнала змін.

На рисунку 1 можна побачити рожеві плями що відповідають зйомці з супутника за 2015 рік та відображають стан водної поверхні на цю дату. Та голубі плями що відповідають зйомці за 2022 рік що відповідають поточному стану місцевості.

За допомогою моніторингу можна явно виділити тенденцію збільшення водної поверхні на території досліджу що відповідає очікуванням [2].

Відомо що на території с. Солотвино відбуваються вертикальні зміщення рельєфу. Відслідковуючи зміни водної поверхні можна запропонувати відслідковувати зміну швидкості розповсюдження вертикальних зміщень рельєфу.

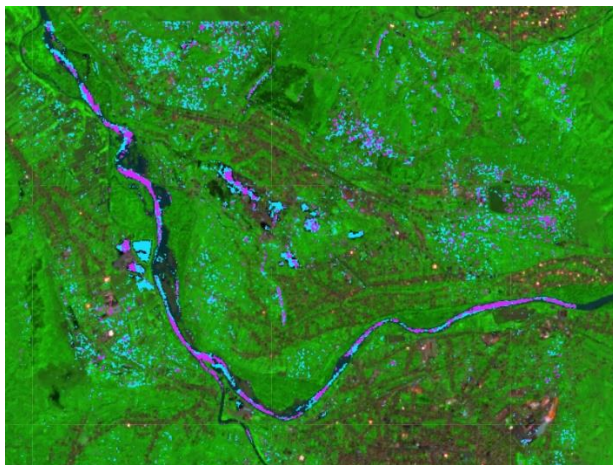


Рисунок 1: Зміни водної поверхні с. Солотвино

На досліджуваній території можна побачити тенденцію збільшення водної поверхні що вказує на розширення та збільшення небезпечних зсувів що можуть негативно впливати на населений пункт в межах якого відбуваються ці процеси. В роботі досліджено два супутникових знімки за 2015 та 2022 рік. Для більш точного аналізу та побудови аналітичного розрахунку швидкості процесу можливо запропонувати виконати подібний моніторинг за весь часовий період. Для більш точної класифікації можливо використати метод Principal component analysis (Аналіз головних компонент) цей метод аналізу великих наборів даних, які складені з великої кількості вимірів та ознак для одного спостереження, зможе підвищити інтерпретацію результатів даних.

Література

1. Google Earth Engine for geo-big data applications: A meta-analysis and systematic review [Електронний ресурс] / [Н. Tamiminia, B. Salehi, M. Mahdianpari та ін.] // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924271620300927>.
2. Anpilova Y. An integrated method for predicting technogenic flooding in groundwater-dominated catchments in Kherson region [Електронний ресурс] / Y. Anpilova, Y. Yakovliev, O. Hordiienko // European Association of Geoscientists & Engineers. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.earthdoc.org/content/papers/10.3997/2214-4609.20215521019>.

Математичне моделювання колориметричних параметрів рослинності для дистанційної реєстрації характеру зволоження торф'яників

Клочко Т. О.¹ Беспалов Ю.Г.² Вишняков В.Ю.³

¹Національний аерокосмічний університет ім. М.Е. Жуковського «ХАІ», ²Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна,, ³Національний центр управління та випробувань космічних засобів t.klochko@khai.edu

Пожежі торф'яників є чинником виникнення серйозних загроз біобезпеці [1]. Елімінація загроз великою мірою залежить від своєчасного визначення ризику загоряння торф'яників. Ризик значною мірою залежить від ступеню їхнього зволоження. Потенційні джерела пожеж торф'яників часто розташовані на великих теренах важкодоступної місцевості. Тож виникає потреба у розширенні арсеналу методів реєстрації характеру зволоження торф'яників. Найбільш придатними вбачаються методи використання даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) з космосу. З праці [2] видно, що

шляхом комп'ютерної обробки таких даних можна визначити системні колориметричні параметри (СКП) відносно простих рослинних спільнот. Йдеться про СКП, що відповідають показникам фотосинтетичної продуктивності, розмаїття та стабільності рослинної спільноти згідно з так званою Маргалефовою моделлю сукцесії [3]. Значення цих СКП можуть бути використані у процедурі дистанційної реєстрації умов зволоження рослинності на торф'яниках. Йдеться про СКП, значення яких може бути визначене шляхом інтерактивної комп'ютерної обробки даних ДЗЗ. Предметом даної роботи є математичне моделювання закономірностей відносин СКП рослинності торф'яників. Моделювання здійснювалося з використанням [4] розробленого у Харківському національному університеті (Україна) класу математичних моделей – дискретних моделей динамічних систем (ДМДС).

З використанням ДМДС оброблено космічні знімки [2], побудовано ідеалізовані траєкторії систем (ІТС), що презентують цикл динаміки СКП торф'яників з різними умовами зволоження. Згадані ІТС презентують зміну у циклі значень певних СКП. А саме: відношення $R/(R+G+B)$, $G/(R+G+B)$, $(R+G)/(R+G+B)$, R/G . Ці СКП демонструють в умовних балах значення відповідно: кількості в рослинних спільнотах певної ділянки торф'яника мертвої рослинної біомаси, кількості живої біомаси, що здійснює активний фотосинтез, сумарної кількості живої та мертвої рослинної біомаси, так званого «жовто-зеленого індексу». Останній в Маргалефовій моделі сукцесії [3], є показником стабільності системи та розмаїття фітопігментів. Відносини між динамікою СКП у часі, розподілом різних значень СКП та їхніх комбінацій на різних частинах рослинного покриву моделювалися з використанням робочого прийому рехронізації. Прийом рехронізації базується на припущенні, згідно з яким різні фрагменти певної рослинної спільноти у певному своєму стані змінюють значення СКП в межах одного ж того циклу, але в момент реєстрації знаходяться на різних його фазах. У даному контексті йдеться про стани рослинної спільноти торф'яників, що визначаються умовами зволоження, конкретно: у сухому 2016 та вологому 2018 році. За результатами порівняльного аналізу ІТС, побудованих за різночасовими даними ДЗЗ однієї ж і тої ділянки торф'яника за ці два роки генерувалася певна робоча гіпотеза щодо виду СКП, придатних для дистанційної реєстрації стану зволоження торф'яників. Ця гіпотеза базується на тому, що в названих ІТС спостерігаються виразні розбіжності у наявних видах різних комбінацій бальних значень СКП. З того слід чекати розбіжностей і в асортименті кореляцій

значень. Гіпотезу підтверджує порівняльний аналіз вибірок кореляційних матриць, побудованих для 12 пар зроблених за даними ДЗЗ у сухий та вологий роки на території ідентичних за розташуванням сегментів рослинної спільноти на поверхні торф'яника. Тільки в двох таких парах відсутні статистично значущі розбіжності в значеннях спірменовської кореляції між значеннями хоча б двох СКП з вищезгаданого переліку. В усіх інших 10 парах такі розбіжності присутні. Згідно з методом Фішера для частоти якісних ефектів у малих вибірках ця розбіжність є статистично значущою ($p < 0.05$). Тож цей ефект може бути використаний у способі дистанційної реєстрації змін стану зволоження торф'яників. Можливе також використання результатів даної роботи при формуванні навчаючої та тестової вибірок для дистанційної реєстрації стану зволоження торф'яників методом нейронних сіток.

Література

1. Торф'яні пожежі [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://www.forestvologda.ru/168>
2. Bespalov 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. 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
4. Zholtkevych G. N., Bespalov Y. G., Nosov K. V., Abhishek M. (2013). Discrete Modeling of Dynamics of Zooplankton Community at the Different Stages of an Antropogeneous Eutrophication. *Acta Biotheoretica*, 61 (4), 449–465.

Екологічна оцінка та прогнозування стану територій Карпатського регіону, що знаходиться в стані потенційного підтоплення

Охарев В.О., Триснюк Т.В., Зотова Л.В.

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

E - mail: okhariev.vo@gmail.com, taras24t@gmail.com

Алгоритм аналізу та моделювання екстремальних паводків включає: побудову серії гідрографів найбільших паводків і графіків характерних рівнів води, оцінку особливостей проходження паводків, формування бази даних про морфометрію русла і стан протипаводкових об'єктів, створення гідрологічно коректної цифрової моделі рельєфу, оглядової ГІС-моделі, яка визначає межі зон ризику підтоплення при заданих

рівнях води, побудову детальніших (великомасштабних) моделей ризику затоплення паводками для ключових ділянок річкової долини.

Внаслідок значного техногенного впливу на геологічне середовище спостерігаються комплексні зміни геохімічних, гідрогеологічних, інженерно-геологічних умов, які в ряді регіонів призводять до стійкого погіршення природної обстановки і набули транскордонного характеру. Суттєвих змін зазнають гідрохімічні та гідродинамічні показники поверхневих та підземних вод. Одними з головних проблемних питань оцінки еколого-геологічного стану ГС є вивчення стану підземних вод і проблем, що з цим пов'язані. Соціальний компонент моніторингу органічно пов'язаний з усіма іншими компонентами і у комплексі спрямований на вирішення наступних завдань: розробка програм спостереження за станом навколишнього природного середовища визначеної акваторії Дністра; організація спостережень і проведення вимірів показників об'єктів екологічного моніторингу; збір і обробка результатів спостережень; гармонізація банків і баз екологічної інформації з міжнародними еколого-інформаційними системами. Важливу роль приділяється оцінці і прогнозу стану Дністра й антропогенних впливів на нього у зв'язку з такими показниками, як здоров'я населення та контролю за забрудненнями, що утворилося в результаті підтоплення. Природно-техногенна гідроекосистема керується за рахунок запасу та обміну інформацією, яка надходить від екологічного моніторингу. Стосовно саме таких систем може бути сформульований **принцип техногенної екологічної безпеки - стан, при якому забезпечується стійка взаємодія людини і природи**. На нашу думку техногенна екологічна безпека використання гідроресурсів і гідроекосистем в цілому повинна базуватись на гідроекосистемній концепції збалансованого природокористування, а саме:

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

Серед загального складного комплексу робіт великого значення набуває оцінка захисних властивостей зони аерації. Зона аерації служить природним захистом підземних вод від забруднення у

природних і екстремальних умовах. Її характеристики визначають час проникнення забруднення у перший від поверхні водоносний горизонт, у її межах здійснюються процеси сорбції та іонний обмін. Дистанційні методи дають можливість оперативно проводити моніторинг підтоплень та простежувати їх динаміку, однак мають ряд недоліків, обумовлених складністю інтерпретації даних, недостатньою глибиною вимірювань деяких методів і затримкою при отриманні космо- або аерознімків. Контактні методи дають змогу з високою точністю вимірювати глибину залягання підземних вод, але мають місце похибки під час встановлення їх меж. Ці методи потребують значних матеріальних і трудових витрат.

Розроблення нових і вдосконалення наявних методів побудови геомodelей визначення зон потенційних підтоплень є можливим тільки на основі комплексного використання даних аерокосмічних і контактних досліджень з урахуванням різноманіття гідрогеологічних умов і специфіки ділянки, що вивчається. Використання інтервальних оцінок при визначенні ступеня ризику для формування ієрархічної структури геомodelей робить можливим прийняття оперативних рішень щодо запобігання наслідкам небезпечних інженерно-геологічних процесів в умовах невизначеності. Усе це потребує встановлення залежностей між параметрами моделей, які характеризують різноманітні можливі стани досліджуваних ділянок місцевості, із використанням експертних оцінок і статистичних даних. Такий підхід сприяє підвищенню точності локалізації підтоплених зон із різними ступенями небезпеки.

З допомогою дистанційних методів неможливо напряду визначити зони з неглибоким заляганням ґрунтових вод у зв'язку з розташуванням об'єкта дослідження під поверхнею землі, тому локалізація таких зон є можливою тільки з допомогою непрямих ознак, що вказують на процеси підтоплення. До непрямих ознак належать підвищена вологість верхнього шару ґрунту й вологолюбна рослинність. Вологість ґрунту визначається в різних спектральних діапазонах. Вимірювання вологості в оптичному діапазоні здійснюється шляхом визначення коефіцієнтів спектральної яскравості й відбивної здатності сухих і вологих ґрунтів, поляризації відбитого світла.

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. 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.

3. Mandryk, O., Oliynyk, A., Mykhailyuk, R. and Feshanych, L. (2021). Flood Development Process Forecasting Based on Water Resources Statistical Data. Grassroots Journal of Natural Resources, 4(2): 65-76.

Doi: <https://doi.org/10.33002/nr2581.6853.040205>

Пристрій автоматизованого програмного управління антеною системи супутникового радіомоніторингу

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

Сучасні та перспективні приймальні пристрої помітно впливають на потенційні можливості та ефективність використання радіотехнічних систем які експлуатуються.

При веденні супутникового радіомоніторингу необхідна висока точність наведення, реалізація якої, в свою чергу, потребує застосування презеційних антенних приводів та систем управління ними. До складу цих приводів і систем управління входить велика кількість механічних, електромеханічних та електронних пристроїв, а також елементів автоматики та обчислювальної техніки, які мають досить складні функціональні зв'язки та експлуатація яких потребує від оператора певних знань в областях механіки, електротехніки, електроніки, автоматики та обчислювальної техніки. Одним із складових елементів системи супутникового моніторингу, який впливає на якість прийому сигналів, є пристрій управління – поворотний пристрій. Поворотний пристрій повинен постійно корегувати положення антени, яка встановлена на ньому, в залежності від положення супутника на небосхилі. Не дивлячись на високий рівень автоматизації радіотехнічних комплексів, в системах супутникового радіомоніторингу продовжують використовуватись методи управління, що ґрунтуються на ручному налаштуванні при наведенні на джерело випромінювань і діагностиці обладнання, яке входить в систему радіомоніторингу. Ці методи управління не мають достатнього рівня ефективності і не можуть забезпечити високу точність наведення. Через це постало питання про впровадження нового методу управління, який

буде забезпечувати потрібну ефективність в роботі з антенними системами супутникового радіомоніторингу.

Як правило, система позиціонування антени складається з двох частин: перша – поворотний пристрій, який дозволяє виконувати позиціонування антени за азимутальним кутом та кутом елевачії, який має в своєму складі необхідні механічні, електричні, електромеханічні складові, які здійснюють привід механічних частин, їх контроль та управління режимами роботи; друга – контролер управління поворотним пристроєм, який дозволяє здійснити управління кутами поворотного пристрою за допомогою персонального комп'ютера. Контролер підключається до комп'ютера через COM-порт та обмінюється даними з програмним забезпеченням. В якості програмного забезпечення контролера використовується програма відстеження місцеположення супутників Землі, координати яких безпосередньо зчитуються програмним забезпеченням та відпрацьовуються в апаратній частині поворотного пристрою. Система виконує точне налаштування антени на визначений оператором супутник. В якості керуючого пристрою обрано ArduinoUno, використано мікроконтролер ATmega328 та, в якості елементу дистанційного керування, обрано bluetooth-модуль HC 05.

На рисунку 1 та 2 показані принципова схема управління поворотним пристроєм та інтерфейс програми управління антеною системи радіомоніторингу.

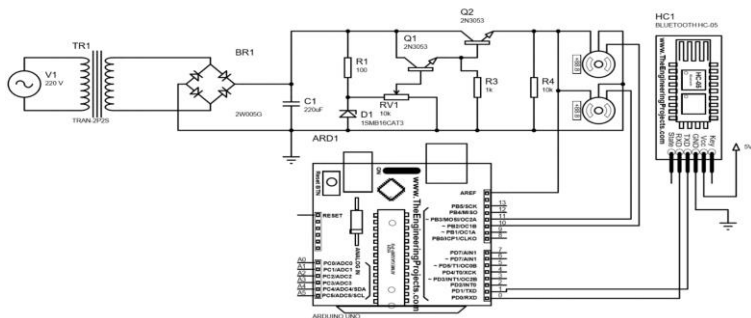


Рисунок 1 – Принципова схема управління поворотним пристроєм

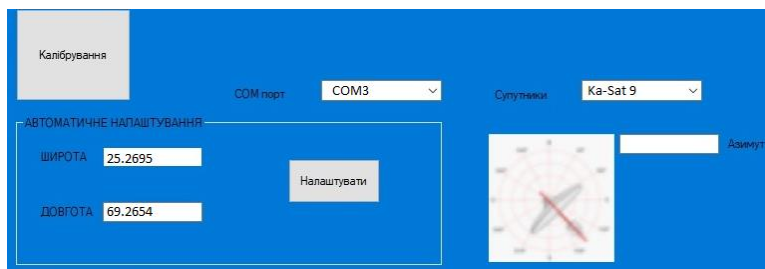


Рисунок 2 – Інтерфейс програми управління антенною системою станції радіомоніторингу

Література

1. Макаруч О. М. Методичні рекомендації з налаштування та експлуатації терміналу супутникового зв'язку TOOWAY / О. М. Макаруч, П. В. Хоменком, Л. В. Колодійчуком. – Київ: BITI, 2018. – 32 с.
2. Global Navigation Satellite System Monitoring of the Atmosphere / Guergana Guerova, Tzvetan Simeonov. – 1st Edition - September 11, 2021.

Informational and analytical system for ensuring the protection of the natural environment of Ukraine

Semko O.V., Semko V.V. Institute of Telecommunications and Global Information Space of NASU, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
E - mail: semko_viktor@meta.ua

Informational-analytical system for the security of assistance to the decision (IASZPPR) is recognized for: the implementation of bugatory-internal technology for the selection, processing, saving and analysis of the information of the register of unsafe incomings; giving that appearance of licenses for carrying out activities related to occasions with unsafe wastes:

- grants of special permits for the approval and accommodation of unsafe wastes;
- accumulation and analysis of actual data on the generation and disposal of unsafe wastes.

The security of the operation of the IASZPPR is ensured by means of cryptographic and technical protection of information.

IASZPPPR solves the tasks of collecting, processing, accumulating, storing and providing information by creating:

- architectural and topological solutions of multi-level system functioning technology;
- databases for issuing licenses, permits and limits;
- technologies for maintaining a database and register of unsafe wastes and pollutants;
- standardized standard forms of electronic documents for licenses, permits, limits, applications and certificates;
- standard typical forms of data exchange based on XML standard technology;
- software tools for creating, issuing and accounting for licenses, permits, limits, applications and certificates;
- software tools for ensuring information interaction of users and information providers when interacting with database resources for accounting of licenses, permits and limits based on client-server technology and using a cryptographic information protection subsystem;
- hardware and software means of cryptographic and technical protection of information.

The main functions implemented in IASZPPPR are:

1) formation of an application for the issuance of permits, limits and licenses.

2) issuance of permits, limits and licenses.

3) issuance of permits, limits and licenses.

4) automated maintenance of databases with general information on:

- enterprises that have received licenses;
- enterprises that received permits and limits;
- register of hazardous waste;
- register of pollutants;

5) automated generation of reports (including operational ones) displaying information in the geoinformation system of Ukraine.

6) the technology of maintaining a database of permits for emissions of pollutants into atmospheric air and providing information to the public, namely:

- technologies for forming a permit at the discussion stage;
- technologies for issuing permits for emissions of pollutants into atmospheric air;
- technologies for placing and supporting the information resource of permits for emissions of pollutants into atmospheric air in the global Internet computer network;
- unified electronic formats of emission permits.

- creation and implementation of technological means of automated formation of a database of permits for emissions of pollutants into atmospheric air using Internet resources according to the criterion of compliance with current requirements;
 - means of interaction of users with databases of creation and implementation of technological permits for emissions of pollutants into atmospheric air using Internet resources according to the criterion of compliance with current requirements;
 - technologies for maintaining a database of permits for emissions of pollutants into atmospheric air and providing information to the public;
- 7) transfer of the necessary separate or structured information from the database for specified users of the system.
- 8) protection of information and software resources of the system against threats of violation of requirements of functional services of confidentiality, integrity and availability in accordance with current standards, regulatory documents and legislation of Ukraine.

The main subsystems of the IASZPPPR are: data transport, cryptographic, "Atmospheric air", "Licenses", "Waste", "Macroanalysis".

The main functions of the "Macroanalysis" subsystem:

- preparation of periodic reports on the state of the surrounding natural environment using statistical and predictive models;
- provision of operational reports on the state of the surrounding natural environment;
- display of operational information about the state of the surrounding natural environment in the geoinformation system of Ukraine;
- interpretation of data in the comparative analysis of emissions of pollutants into atmospheric air.

Оцінювання факторів ерозії ґрунтів методом аналізу ієрархій

Голован Ю.М.

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

Необґрунтоване використання земельних ресурсів призводить до їх деградації. Погіршення спричиняється дією багатьох факторів, які в свою чергу мають великий спектр значень, додайте це в динамічне середовище і людську діяльність, отримаємо надзвичайно складну і динамічну систему. Для раціонального управління якої необхідно

розробити інструменти підтримки прийняття рішень, оскільки людина не в змозі оцінити весь діапазон факторів та їх взаємодію. На сучасному етапі розвитку технологій доцільно використовувати геоінформаційні технології.

Задачі з підтримки прийняття рішень при управлінні земельними ресурсами є багатокритеріальними. З використанням геоінформаційних технологій ми можемо оцінити вплив різних факторів на утворення ерозійних процесів. Однак без методів та інструментів підтримки прийняття рішень це буде неможливо. Однією з технічних проблем при моделюванні є побудова узагальненого сценарію розвитку негативних явищ та оцінювання впливу кожного фактора. Це завдання вирішується за типовою схемою:

1. Визначення загальної кількості факторів зовнішнього та внутрішнього впливу на розвиток водної ерозії;
2. Створення ієрархічна схеми структури факторів, цілей та впливів;
3. Розрахунок ваги кожного фактора та їх нормалізація.

Визначення факторів було здійснено в попередніх дослідженнях. Але розрахунок вагів цих факторів ще не було здійснено. Перед усім необхідно звернути увагу на недостатньо обґрунтований склад показників водної ерозії та критерії оцінювання стану ґрунтів.

Для розв'язання поставленої задачі розроблено ієрархічну модель впливу факторів прояву розвитку ерозійних процесів. Було проаналізовано широкий набір показників ґрунтових, кліматичних, ландшафтних та антропогенних показників які відображають особливості розвитку водної ерозії.. Для прикладу розглянемо матрицю визначення ваги причин утворення водної ерозії (табл. 1). Так швидкість потоку води буде мати більшу вагу перед об'ємом води.

Таблиця 1

Визначення ваги причин утворення водної ерозії

	Об'єм потоку	Розподіл води по поверхні	Швидкість потоку	Енергія часточки ґрунту	Особистий вектор
Об'єм потоку	1	3	1/3	5	0,27
Розподіл води по поверхні	1/3	1	1/5	3	0,12
Швидкість потоку	3	5	1	5	0,54
Енергія часточки ґрунту	1/5	1/3	1/5	1	0,07
	$\lambda_{\max}=4,26$		$IG=0,09$		$BU=0,10$

З розрахунків ми бачимо що для умов рельєфу найбільший вплив має *крутизна схилів, площа водозбору та тип водозбору*, для ґрунтових

умов – потужність гумусового горизонту та механічний склад, для кліматичних умов – *інтенсивність опадів* та для рослинного покриву – *захист ґрунтів від рослин*. Якщо взяти більше факторів, то через надзвичайно малу всукупності вони дають такий самий результат і тільки збільшується об'єм розрахунків

Достовірність отриманих розрахункових даних суттєво залежить від виконання умов узгодженості у матрицях порівнянь. Оцінку ступеню узгодженості вихідних даних здійснено шляхом розрахунку: головного власного значення ($\lambda_{\max}$) індексу узгодженості (ІУ) і відношення узгодженості (ВУ) для кожної матриці. Результати обчислень за кожною з матриць попарних порівнянь, менше припустимих за МАІ 10 %, отже дані дослідження математично узгоджені. Це дослідження є базовим для багатокритеріального оцінювання водної ерозії шляхом формування комплексного критерію оцінки якісних показників ґрунтів.

Оцінка стану сільськогосподарських культур з використанням фрактального аналізу даних ДЗЗ

Марюшко М.В., Пащенко Р.Е.

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського

«Харківський авіаційний інститут»,

E - mail: maria.maryushko@gmail.com, r.paschenko@i.ua

Для ефективного ведення сільськогосподарських робіт агровиробники повинні мати усесторонню інформацію про стан сільськогосподарських культур на полях. З цією метою доцільно проводити постійний моніторинг стану вегетації культур з використанням даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). При цьому найбільш часто для визначення стану біомаси використовується нормалізований різницевий вегетаційний індекс – NDVI. Але у зв'язку з тим, що індекс NDVI у значній мірі залежить від кількості активної біомаси, то він стає не ефективним в періоди, коли рослинність є послабленою або вона з низьким рівнем вегетації. Крім того, для розрахунку індексу NDVI необхідно отримувати данні у двох спектральних діапазонах. У зв'язку з цим представляє практичний інтерес розглянути можливість застосування фрактального аналізу космічних знімків (даних ДЗЗ) сільськогосподарських культур на різних фазах вегетації.

Для оцінки стану сільськогосподарських культур на протязі всього періоду вегетації запропоновано метод з використанням фрактального

аналізу космічних знімків супутника Sentinel-2, які є у вільному доступі у мережі Інтернет. Метод містить декілька етапів. На першому етапі отримуються космічні знімки заданої території, наприклад, з використанням сервісу Copernicus Open Access Hub. На другому етапі здійснюється вибір сільськогосподарських полів, які необхідно досліджувати. Ці поля визначаються замовником, а користувач знаходить їх візуально на космічному знімку і після виявлення проводить вирізання знімків полів необхідної сільськогосподарської культури заданого розміру. Для дослідження змін стану культур на протязі всього періоду вегетації користувач створює базу різночасових космічних знімків вибраних полів, яка зберігається у постійній пам'яті комп'ютера. На третьому етапі методу вибирається розмір «вікна», яке буде брати участь у побудові поля фрактальних розмірностей (ПФР – матриця з фрактальними розмірностями), а також величина «стрибка». На четвертому етапі розраховується ПФР, при цьому визначення величин фрактальних розмірностей проводиться з використанням методу покриття. На п'ятому етапі використовується серія різночасових космічних знімків аналізованого поля, для яких визначаються мінімальні, максимальні та середні фрактальні розмірності, що є на ПФР. На шостому етапі методу проводиться оцінка стану сільськогосподарської культури. Для цього здійснюється порівняння отриманих значень середніх фрактальних розмірностей з відомою часовою шкалою діапазонів змін середніх значень фрактальних розмірностей. На завершальному (сьомому) етапі проводиться узагальнення результатів оцінки стану сільськогосподарської культури. При цьому об'єднуються всі дані, що були отримані під час фрактального аналізу: мінімальні, максимальні і середні фрактальні розмірності. На цьому ж етапі користувач робить висновки про стан сільськогосподарської культури. Якщо розраховані фрактальні розмірності відповідають діапазону змін на шкалі на даний час, то приймається рішення про задовільний стан сільськогосподарської культури і додаткові роботи не проводяться. Якщо розраховані фрактальні розмірності не відповідають діапазону змін – стан сільськогосподарської культури є не задовільним і проводяться роботи для покращення її стану.

З використанням розробленого методу:

- встановлено взаємозв'язок змін середніх значень фрактальних розмірностей та значень індексів NDVI для різночасових космічних знімків;

- показано, що під час побудови ПФР можуть використовуватися данні тільки з одного спектрального каналу супутника Sentinel-2, що дозволить спростити отримання даних ДЗЗ і зменшити час на обробку;
- проведено аналіз змін величин фрактальних розмірностей на різночасових космічних знімках сільськогосподарських культур на протязі всього періоду вегетації;
- досліджено залежності середніх, максимальних і мінімальних значень фрактальних розмірностей, що є на знімках, від величини «вікна», яке бере участь у побудові ПФР;
- встановлено, що при однакових розмірах «вікна» для різночасових знімків середні фрактальні розмірності будуть відрізнятися, що може бути використано для характеристики фази вегетації сільськогосподарської культури;
- показано можливість підвищення швидкості побудови ПФР під час обробки знімків великих розмірів за рахунок застосування «стрибаючого вікна». При цьому величина «стрибка» може дорівнювати розміру «вікна», що не впливає на якість оцінки стану посівів.

Таким чином, застосування розробленого методу дозволяє здійснювати оцінку стану сільськогосподарських культур на протязі всього періоду вегетації за даними ДЗЗ. За результатами фрактального аналізу космічних знімків користувач може досліджувати розвиток сільськогосподарських культур та своєчасно приймати заходи щодо покращення їх стану.

Впровадження елементів STEM- освіти у навчальний процес підготовки інженерів будівництва.

*Волошкіна О.С., Сіпаков Р.В., Гончаренко А.В., Жукова О.Г.
Київський національний університет будівництва і архітектури,
e.voloshki@gmail.com, voloshkina.os@rnuba.edu.ua*

Останнім часом в світі набуває широкої популярності STEAM-освіта. Вона охоплює природничі науки (Science), технології (Technology), технічну творчість (Engineering), мистецтво (Art) та математику (Mathematics). Попит на таких фахівців в світі зростає значно швидше, ніж на інші спеціальності, саме тому, у відповідь на виклики часу, такий тип освіти виходить на перший план в розвинутих країнах, створюючи конкуренцію в галузі STEAM-вакансій. Наприклад, в США згідно з даними дослідження Change the education, що

проходило серед вакансій програмістів, біологів, інженерів, конкурс становив 1,7 людини на посаду, в інших сферах же 4,1 людини на вакансію. Тобто знайти роботу майбутньому фахівцю, що навчався за технологією STEAM можна буде приблизно вдвічі легше. Особливо це є актуальним є для працівників будівельної галузі. Яскравим прикладом може слугувати проект "розумний будинок", де крім технічних аспектів, повинно бути вдале поєднання креативності та технічних знань. Державні програми в галузі STEAM-освіти з початку 2000-х років успішно впроваджують такі розвинені країни, як Австралія, Китай, Великобританія, Ізраїль, Корея, Сінгапур та США. Мета такого впровадження - змінити навчальні програми, а саме зробити їх більше STEAM-орієнтованими.

В світі немає єдиної думки щодо того, які навчальні дисципліни входять до STEM. Наприклад, США відносять зазвичай соціальні науки до STEM, але також навчальна дисципліна «Будівництво» відповідно до рекомендацій Національного наукового фонду США є фундаментальним компонентом STEM-освіти; тоді як Великобританія позиціонує соціальні науки окремо [1,2].

Як зазначалося раніше, від STEM-грамотності населення безпосередньо залежить економіка країни. З розвитком складних технологій виникла потреба у більш інтегрованому та міждисциплінарному підході до організації процесу будівництва та проектування об'єктів цивільної та промислової інфраструктури. Як приклад такого підходу можна навести математичну модель розрахунку прогнозу концентрацій формальдегіду над магістралями на прикладі міста Києва [3]. Ця модель розраховує та моделює просторову інтерпретацію зони забруднення формальдегідом за допомогою інструментів ArcGIS.

Нещодавно, здавалося, що інженери будівництва і архітектури перейшли до програм CAD, але вже зараз в багатьох країнах ставляться обов'язкові вимоги до конструкторської документації щодо 3D-проекування. Оскільки STEM включає інформатику, сучасний інженер-будівельник повинен мати знання та вміння проектувати та організовувати будівельні продукти та читати та писати програмний код. Наразі, широко відомий у будівельній галузі програмний продукт Revit CAD компанії Autodesk, а програмний код Python дозволяє створювати скрипти на платформі візуального програмування Dynamo для дизайнерів з подальшою інтеграцією в Revit. Дані знання дозволяють інженеру-проектувальнику вийти за рамки базової функціональності продукту Autodesk Revit та скоротити час обробки

даних тисяч вимірювань з десятками параметрів з кількох тижнів безперервної роботи в «ручному» режимі до декілька хвилин.

Збір, обробка та аналіз даних (Data Science) — ще один аспект, з яким кожен сучасний інженер має справу в професійній діяльності. В цьому питанні портативний лазерний сканер може замінити стандартну рулетку інженера, оскільки лазерні сканери вдосконалюються та стають доступними. У лінійці Leica вже сьогодні інженеру доступні такі портативні моделі лазерних сканерів, як BLK2GO, BLK360, BLK ARC, BLK2FLY, розміром зі звичайний смартфон BLK3D. За їх допомогою можна за лічені хвилини збирати дані про вимірювання об'єктів інфраструктури та місцевості та створювати цифрові хмари з десятків мільйонів точок як із землі, так і з повітря. Можливість обробки зібраних даних можна здійснювати програмними продуктами для проектування, такими як Register 360, Cyclone 3DR від Leica або ReCap Pro Revit від Autodesk.

Іншим прикладом попиту на навички STEM для інженера є здатність використовувати технології IoT у будівельних роботах, експлуатації будівель, реконструкції інженерних комунікацій тощо, а також проектуванні та створенні розумних міст. Сучасний інженер на сьогоднішній день не обов'язково повинен бути фахівцем із високоякісної електроніки чи програмного забезпечення для програм IoT. Завдяки наявності одноплатах комп'ютерних модулів, таких як Raspberry, Arduino, Particle, підключаються датчики (<https://www.seeedstudio.com>), платформ зберігання та обробки даних Google Cloud Platform, Microsoft Azure, InfluxData, QuestDB, а вже з таких готових модулів інженер може зібрати технологічне рішення IoT за кілька годин. Практичне застосування технології IoT у плануванні та експлуатації міської інфраструктури подано авторами роботи [4], де розглядається схема автоматизації управління зливовими стоками на основі хмарних продуктів OPTIRTS, Inc. Іншим практичним прикладом технологій IoT може бути створення мережі моніторингу якості повітря (концентрації будівельного пилу та інших твердих частинок) у реальному часі на будівельному майданчику та навколо нього. Це особливо важливо при проведенні будівельних робіт в умовах близької міської забудови та поблизу існуючих житлових комплексів. Керівник будівництва, отримуючи повідомлення про перевищення допустимих норм, може своєчасно вжити заходів до того, як виникне реальна загроза здоров'ю будівельників і мешканців прилеглих житлових масивів.

Інтегрований підхід до проектування при використанні технологій лазерного сканування та автоматизованої обробки даних надає можливості використовувати технології IoT та AI для попередження

виникнення надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру. Моделювання сценаріїв розвитку надзвичайних подій та катастроф за допомогою таких технологій відкриває можливості для запобігання таким трагедіям та збереження життя та здоров'я населенню і негативним наслідкам для навколишнього середовища.

Міністерство освіти та науки України ще у 2016 році опублікувало першу версію "Концептуальних засад реформування середньої освіти" та Концепцію Нової Української Школи (НУШ), де в основних компетенціях школярів було відмічено наукове розуміння природи і сучасних технологій. Що стосується впровадження елементів STEM-освіти у ВНЗ України в освітніх програмах, слід насамперед зазначити освітні програми з елементами STEM для підготовки бакалаврів і магістрів [5].

Розвиток STEM-освіти забезпечується шляхом співпраці представників закладів освіти та академічних наукових установ, науково-дослідних лабораторій, підприємств, громадських установ, із залученням їх в разі необхідності до створення освітнього середовища.

Враховуюче вищенаведене, можна констатувати наступне: сучасний інженер-будівельник зі знанням STEM представляє групу національних інтересів будь-якої держави та людства. Тому важливо постійно розробляти нові та вдосконалювати існуючі підходи до навчання STEM і викладати академічні концепції через їх застосування в реальному світі на практиці.

Підвищення цифрової грамотності та покращення укомплектованості спеціалістами зі знаннями STEM позитивно вплине на економіку всіх галузей людської діяльності. Тому важливо враховувати наведені вище аргументи на користь STEM-освіти в рамках розробки навчальних програм. А також забезпечити рівність та доступність такої освіти, наукових досягнень, практики та широкого залучення студентів до STEM-освіти.

Література

- [1] Хізер Б. Гонсалес, Джеффри Дж. Куюнзі. Наука, технології, інженерія та математика (STEM) Освіта: Початок. Звіт CRS для Конгресу. Дослідницька служба Конгресу (США). 1 серпня 2012 р., <https://sgp.fas.org/crs/misc/R42642.pdf>
- [2] Програма стипендій для аспірантів (GRFP) 20 липня 2021 р., https://www.nsf.gov/publications/pub_summ.jsp?ods_key=nsf21602&org=NSF
- [3] Trofimovich V., Sipakov R., Voloshkina O., Bereznitska J. Impact of weather factors on the speed of the reaction of formaldehyde formation above motorway overpasses. EP. 2018; Volume 3, Number 2: pp. 97-102 DOI: 10.32557/issn.2640-9631/2018-3
- [4] Wright, J. & Marchese, D. Брифінг: Безперервний моніторинг і адаптивний контроль: «розумне» рішення для управління зливовою водою. Праці Інституту цивільних інженерів - Розумна інфраструктура та будівництво 2017 170:4, 86-89 <https://doi.org/10.1680/jsmic.17.00017>

[5] Сумський державний університет, кафедра машинобудування, верстати і інструменти, 20 вересня 2022р., <https://tmvi.sumdu.edu.ua/index.php/uk/enrollee/steam-education>

«Інтернет речей» в управлінні складними системами

Іцкович В. Є.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору

Національної академії наук України,

E - mail: vitskovich@gmail.com

Метою даної роботи є аналіз можливостей використання IoT – «Інтернету речей» – в управлінні складними системами. Актуальність даного дослідження полягає у тому, що багато керівників вищого рівня все ще вважають системи, що базуються на IoT-платформах, недостатньо функціональними в сфері державного та муніципального управління. Це хибне розуміння впливає з незнання можливостей розширеного функціоналу IoT-платформ.

Сучасна IoT-платформа являє собою програмно-апаратного посередника між підключеними до інтернету пристроями і користувачами які використовують підключенні до платформи додатки. Зазначене в комплексі дозволяє вирішувати наступні задачі управління на рівні держави чи окремої територіальної одиниці:

- відстежувати екологічний стан навколишнього та внутрішнього середовищ, особливо – потенційно небезпечних та небезпечних підприємств;

- координувати вивезення сміття, та оптимізувати логістику спеціального транспорту, пасажирських перевезень, постачання товарів;

- постійно стежити за станом різних ділянок ЖКГ і ефективно реагувати на збій в окремих частинах, відслідковувати роботу енергопостачальників, газогонів, водовідвідних споруд і таке інше;

- надати змогу коригувати рівень освітлення вулиць за реальною необхідністю, вмикати і вимикати окремі пристрої, що підвищують навантаження на енергосистему;

- відстежувати стан будівель, конструкцій (мости, шляхопроводи, башти, і т.інш.) та надсилати оповіщення персоналу служб в разі необхідності;

– створювати різноманітні прогнози потенційних проблем на основі аналізу, зібраних з датчиків даних.

Реалізувати ці переваги IoT в управлінні складними системами можливо через контроль ефективності використання ресурсів (фінансів, часу, зусиль учасників). Відомо, що для створення будь-якої системи управління необхідно мати повне уявлення, повний набір знань про саму систему. Але знання про систему можуть бути формалізованими і неформалізованими, тому універсальну систему управління можна описати у такому вигляді:

$$Q = \Phi + N + \Delta\phi, \quad (1)$$

де Q – ідеальні знання про складну систему; Φ – формалізовані знання про складну систему (проектні вимоги, регламент функціонування, правове та нормативні поля обмежень та ін.); N – неформалізовані знання про складну систему (відчуття неадекватності цільової функції, структури, складу ресурсів, регламенту функціонування вимогам метасистеми або навколишнього середовища, нагальна потреба в реформуванні або в модернізації [1]); $\Delta\phi$ – визначник адекватності знань, який висвітлює ті галузі знань, яких немає в середині складної системи і серед яких можливо вирішення системних проблем.

Для того, щоб система була адекватно керованою в умовах вимог сьогодення, необхідно прагнути до

$$\Phi + N \gg \Delta\phi. \quad (2)$$

Тобто, знання, що відсутні серед формалізованих та неформалізованих знань, не повинні перевищувати межі, яку визначає відповідність складної системи її цільовій функції.

Показник ефективності системи управління Ω можна визначити як

$$\Omega = 1 - \Delta\phi. \quad (3)$$

Якщо включити до складу $\Delta\phi$ не тільки ту частину знань про систему, яких у розробника IoT немає, а й ту частину знань із складу визначених $(\Phi+N)$, які є, але вони неповні, суперечні, застарілі, тобто у сукупності складають загальну картину визначеності інформаційного простору для прийняття рішень. Тоді, на підставі (2), можна вивести:

$$\Phi + N \gg \Delta\phi + \text{неповнота} + \text{суперечність} = + \\ + \text{застарілість знань}. \quad (4)$$

Звичайно, що показник ефективності управління такою системою на основі IoT-платформи буде дорівнювати різниці (3) з врахуванням правої частини виразу (4).

В цілому можна зазначити, що для задачі аналізу існуючої моделі управління на основі IoT-платформи в момент обстеження об'єкта управління показник ефективності управління буде саме з врахуванням

правої частини виразу (4). Це і дозволяє вирішувати задачі управління через IoT-платформи оперативно і адекватно ситуації, тобто, в режимі реального часу.

Література

1. Довгий С. О., Бідюк П. І., Трофимчук О. М., Савенков О. І. Методи прогнозування в системах підтримки прийняття рішень. – К.: Азимут-Україна. – 2011. – 608 с.

Структуризація алгоритмів рекомендаційних систем, що використовуються у фінансово-кредитній сфері

Купрін О. М.

*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору
Національної академії наук України,
E - mail: otkuprin.7@gmail.com*

Метою дослідження є вивчення структуризації процесів алгоритмізації рекомендаційних систем, що використовуються у фінансово-кредитній сфері, зокрема, – у банках та кредитних спілках при прийнятті рішення щодо видачі позичальнику грошових коштів.

Актуальність цієї теми обумовлена тим, що рекомендаційні системи не можуть базуватися на інформації, що здебільшого використовується для систем, які дозволяють користувачу інформації вибрати книгу чи фільм, тому важко погодитися із твердженням [1] про подібність таких систем із рекомендаціями щодо книг, фільмів товарів. В останніх перевага, як правило, віддається уподобанням користувача [2]. Коли здійснюється процес прийняття рішення про видачу кредиту, акцент зміщується на людину і на проблему, що виникла [3].

Вирішення зазначеного питання є процесом, бо мова йде про нескінченну послідовність взаємопов'язаних кроків. Кредитна установа дбає не стільки про формулювання кінцевого рішення, скільки про те, що пов'язане з цим процесом і у підсумку з нього випливає. Для вирішення проблеми потрібно мати вибір варіантів рішення. Тому, хоча процес вирішення проблеми алгоритмічно можна представити в п'ять етапів [4], фактичне число етапів визначається самою проблемою. І на кожному етапі повинна бути своя система рекомендацій для обґрунтування вибору наступного кроку у вирішенні поставленої задачі.

При структуруванні процесів рекомендаційної системи фінансово-кредитних установ відбувається орієнтація саме на науковий метод обґрунтування управлінських рішень. Тому основні процеси вирішення

задачі управління можна розписати таким чином: а) спостереження для вирішення проблеми, що виникла і за якою слід прийняти рішення; б) формулювання гіпотези для виявлення альтернативних варіантів дій; в) верифікація для перевірки гіпотези щодо позичальника.

Можливим варіантом вирішення поставленої задачі є побудова алгоритму за принципом «мінімакса». Цей вид рекомендаційної системи базуватиметься алгоритмі, який має свою невеличку специфіку. Зокрема, за цим алгоритмом збільшення кількості інформації не обов'язково підвищує якість рішення. Саме тому у процесі спостережень важливо виділяти релевантну інформацію, що стосується саме того питання, яке розглядається, враховуючи максимальну точність і відповідність проблемі. При цьому може бути непросто отримати вичерпну точну інформацію із проблеми, особливо тієї, що стосується різних інтересів (подібностей) позичальників. Але зазначену задачу можна розглянути на прикладі матричної гри із двома гравцями А і В. Це – парна гра, яка може бути описана заданою

функцією Р:

$$\phi(A_i, B_j) = a_{ij}, \quad i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, n.$$

Тут $A = \{a_{ij}\}$ – матриця гри (платіжна матриця). Припустимо, що гравець **A** вибрав стратегію A_i , тоді в найгіршому варіанті гри його виграш складе мінімум a_{ij} .

Передбачаючи таку можливість, гравець **A** намагається одержати

$$\alpha = \max_i \min_j a_{ij}.$$

максимально можливий виграш:

У якості висновку за дослідженням можна зазначити, що розробка рекомендаційних систем для підтримки прийняття рішень націлена саме на те, щоб знайти оптимальне рішення за обмежений період часу. Поглиблений аналіз складних проблем необхідний для розробки декількох альтернатив, що дійсно суттєво розрізняються, включаючи можливість бездіяльності. Саме для того слід оцінити кожную альтернативу.

Якщо для ілюстрації вирішення попередньої задачі роботи були використані змішані стратегії двох учасників за двома обмеженнями, то підхід до вирішення зазначеної задачі значно ширший. Він може бути проілюстрований на прикладі системи масового обслуговування – рекомендації вибору альтернативи щодо ефективного виконання

завдання за обмежений час з максимальним результатом. Матеріали доповіді є продовженням дослідження, представленого у [5].

Література

1. Єрошенко О.С. Рекомендаційні системи в дистанційному навчанні. Science Online. URL: <http://nauka-online.com/>.
2. Ricci F. Travel Recommender Systems. Intelligent Systems. 2002. N 6. P. 55–57.
3. Pu P., Chen L., Hu R. A user-centric evaluation framework for recommender systems. Proc. of the fifth ACM conference on Recommender Systems (RecSys'11), ACM, New York, NY, USA, 2011. P. 57–164.
4. Федонін О.С., Швиданенко Г.О., Лаврененко В.В. та ін. Новітні тенденції розвитку управління підприємствами: монографія. К.: КНЕУ, 2011. 257 с.
5. Купрін О.М. Алгоритмізація процесів у рекомендаційних системах. Математичні машини і системи. 2022. № 1. С. 71–80.

Інтелектуальні методи видобування ключових словосполучень із тексту для побудови онтологічних моделей інформаційно-пошукових систем

Мокін В.Б., Бондалетов К.О.

Вінницький національний технічний університет,

E-mail: vbmokin@vntu.edu.ua

В сучасних інформаційно-пошукових системах пошук здійснюється на основі онтологічних моделей, які, у свою чергу, будуються із понять-онтологій [1].

Зазвичай, онтологічні моделі побудовані на окремих ключових словах, а не на словосполученнях. Це дещо уповільнює пошук. Наприклад, прив'язка даних до слова «море» значно ширша, ніж до «Чорне море». Або англійською мовою «bug» є значно ширшим поняттям, аніж – «Southern Bug» (у пошукових системах, як правило, ігнорується регістр слів). Однак, якщо методи автоматичного видобування окремих слів – добре розвинені, то методів видобування комбінацій слів – значно менше і вони ще потребують удосконалення [2].

Більшість методів, наприклад TF.IDF, KP-Miner, RAKE, YAKE, KEA, TextRank, SingleRank, ExpandRank, TopicRank, TopicalPageRank, PositionRank і MultipartiteRank та інші, використовують статистичні підходи щодо заданого тексту [3], але це ускладнює їх застосування до великої кількості текстів, які можуть бути ще й – різними мовами. Було б більш доцільно використовувати єдиний великий корпус слів, на якому відпрацьовувати алгоритми і потім лише адаптувати під кожний

текст окремо. Таку можливість в останні роки надає розроблена у Google багатомовна модель BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers), натренована на великих корпусах, передусім на Вікіпедії. Для неї є готові передтреновані моделі (<https://huggingface.co/models>) 104 мовами, у т.ч. українською. Якщо застосувати BERT до оригінального тексту, то на виході ми отримаємо вектори чисел (ембеддинги), які зможемо далі обробляти. Цінність такого підходу полягає у можливості співставлення результатів для різних текстів.

На BERT основано відомий пакет програм KeyBERT [2], який реалізує декілька методів. В одному методі спочатку знаходять можливі словосполучення-кандидати, а потім серед них вибирають найкращі, які найчастіше зустрічаються, використовуючи як критерій для порівняння косинусну подібність *cosine_similarity*. У другому методі (MaxSum) максимальна сумарна відстань між парами заданих словосполучень визначається як пари даних, для яких відстань між ними є максимальною, тобто максимально збільшується схожість кандидата з документом, мінімізуючи подібність між кандидатами. У третьому методі (MMR) використовується максимальна релевантність маржі, яка намагається звести до мінімуму надмірність і максимізувати різноманітність результатів [2]. Все це автоматизовано у бібліотеці KeyBERT на Python.

Ми дослідили ефективність цих методів на прикладі різних текстів про стан та якість водних ресурсів р. Південний Буг, у т.ч. з веб-ресурсів, один з прикладів таких результатів наведено у [4] (рис. 1).

Аналіз показав, що ключова слова, отримані за методами MaxSum та MMR є більш релевантними, а за методом MMR – дійсно більш різноманітні, але це не завжди корисно. А ще важливо добре здійснювати передоброблення тексту (видалення чисел, стоп-слів, скорочень тощо) чи додаткове фільтрування вибраних ключових словосполучень у результатах видобування (видалення дублікатів у вигляді перестановки слів та ін.).

	sim
keywords	
річки південний	0.173172
південний буг	0.168476
гідрографічна мережа	0.156652
чорного моря	0.107028
малі річки	0.093931

Рис. 1. Перші 5 найкращих ключових словосполучень із двох слів, отримані методом MMR з усередненням функції cosine_similarity на усі речення, видобуті зі сторінки веб-сайту БУВР Південного Бугу про гідрографічну мережу (<https://buvrpb.davr.gov.ua/vodni-resursy/hidrografichna-merezha>) [6]

Література

1. Стрижак О. Є. Онтологічні інформаційно-аналітичні системи / Олександр Євгенійович Стрижак // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. 2014. № 3. С. 71-76.
2. M. Grootendorst. Keyword Extraction with BERT // Towards Data Science. — 2022 — <https://towardsdatascience.com/keyword-extraction-with-bert-724efca412ea>
3. LIAAD Yet Another Keyword Extractor (Yake) / Laboratory of Artificial Intelligence and Decision Support. — <https://github.com/LIAAD/yake>
4. Vitalii Mokin, Kostyantyn Bondaletov. Kaggle Notebook “NLP for UA : KeyBERT - keywords extractions”— <https://www.kaggle.com/code/vbmokin/nlp-for-ua-keybert-keywords-extractions>

Онтологічна модель технологічних процесів для виробництва деталей складної форми

Глоба Л.С.¹, Новогрудська Р.Л.¹, Конейка О.В.²

¹КПІ ім. І. Сікорського, E-mail: lgloba@its.kpi.ua, rinan@ukr.net, ²ІТГП НАНУ, E-mail: Kopiika@nas.gov.ua

Сьогодні термін «знання» розглядається з різних точок зору [1], зокрема знання позиціонують як умову доступу до інформації, тобто представлення знань має бути таким, щоб до них було легко отримати доступ.

Існують різні моделі представлення знань [2, 3], кожна з яких має свої переваги та недоліки. Онтологічне моделювання є одним з найчастіше використовуваних способів представлення знань на поточний момент [4], оскільки дозволяє не лише структурувати та систематизувати знання, але й описати певні процеси взаємодії між даними для видобутку нових знань.

Для автоматизації виробничих та технічних процесів на поточний момент використовуються різні автоматизовані SAP системи та технології опису бізнес процесів і workflow. Однак, для коректного менеджменту сучасних робочих процесів дуже важливо також враховувати компоненти управління та представлення знань, які використовують та генерують під час виконання таких виробничих процесів.

Наведене дослідження присвячене розробці онтології, яка характеризує виробничий технологічний процес (ТП). Така онтологія представляє собою систему взаємозв'язаних компонентів, кожен з яких є завершеною онтологією сам по собі, а у сукупності множина таких компонент дозволяє не лише описати усі елементи та стадії технологічної підготовки виробництва, але й відповідне обладнання, програмне та технічне забезпечення, яке використовується у ТП виготовлення деталей, а також ввести та описати деякі показники ефективності даного ТП. Систему онтологій для опису ТП представлено на рис. 1.



Рис. 1. Система онтологій для опису ТП

Онтологія ТП є основною онтологією системи, вона описує характеристики та елементи ТП, а також зв'язки між ними. В систему включено три онтології нижнього рівня: Онтологію виробничого середовища, онтологію програмного забезпечення та онтологію предметної області. Онтологія виробничого середовища описує різноманітні технологічні засоби, такі як обладнання, устаткування, інструменти та матеріали, які використовуються у ТП. Онтологія програмного середовища описує програмне забезпечення та технічні засоби, які використовують для проектування ТП; Онтологія предметної області базується на безпосередньому описі концептів предметної області та задає структури для їх «поєднання» з іншими онтологіями системи, вона містить усю інформацію, що стосується процесів та об'єктів, що приймають участь у ТП, в залежності від того, для якої предметної області застосовують цей ТП. В процесі побудови кожної з введених онтологій необхідно описати її елементи, зокрема такі структурні елементи: класи, атрибути, відношення, типи значень атрибутів, обмеження на значення атрибутів, екземпляри класів.

Таким чином, в даному дослідженні запропоновано оригінальний підхід до проектування та зберігання даних щодо об'єктів конструкторсько-технологічної підготовки виробництва (деталей, обладнання, матеріалів, процедур проектування, тощо) у вигляді онтологічної моделі технології виготовлення складних деталей.

Запропонований підхід дозволяє отримати функціонально повний перелік елементарних, алгоритмічно коректних функціональних задач, призначених для проектування документів конструкторсько-технологічної підготовки виробництва; методів прийняття технічних рішень з використанням штучного інтелекту; принципів гнучкої адаптації до конкретного виробничого середовища та вимог сучасного ринку.

Література

1. Davis, Randall & Shrobe, Howard & Szolovits, Peter. (2002). What Is a Knowledge Representation?. AI Magazine. 14., P. 17- 33.
2. Kavitska, Viktoriia & Liubchenko, Vira & Lysyuk, A.. (2013). A knowledge representation model for knowledge management systems. Odes'kyi Politechnichniy Universytet. Pratsi. 167-172. 10.15276/opu.3.42.2013.33.
3. Tanwar, Poonam & Prasad, T. & Dutt, Kamlesh. (2018). A Tour Towards the Various Knowledge Representation Techniques for Cognitive Hybrid Sentence Modeling and Analyzer. International Journal of Informatics and Communication Technology (IJ-ICT). 7. 124. 4. 10.11591/ijict.v7i3.pp124-134.
5. Globa L.S., Gvozdetzka N.A., Novogrudska R.L., Ontological model for data processing organization in information and communication networks (2021) System Research and Information Technologies, 2021 (1), pp. 47 - 60, DOI: 10.20535/SRIT.2308-8893.2021.1.04].

Технологія інтегрованого експертного методу прийняття рішень при формуванні авіаційних угруповань гасіння лісових пожеж

Поліщук В.Б.¹, Ходаківський В.М.¹, Шевченко В. Л.² Нестеренко О.В.³

¹Український науковий центр розвитку інформаційних технологій, e-mail: valery.polischuk@ukr.net, ²Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту, e-mail:

vikleon.shevchenko@gmail.com, ³Міжнародний європейський університет,

e-mail: oleksandr_nesterenko@ieu.edu.ua

Одним з проблемних питань у сфері реагування на надзвичайні ситуації (НС) є пошук раціональних рішень щодо визначення і планування відповідних ресурсів для оснащення ними аварійних формувань з метою забезпечення необхідних спроможностей. Особливо це стосується ліквідації лісових пожеж (ЛП), які останнім часом являють найбільшу небезпеку в природних екосистемах [1].

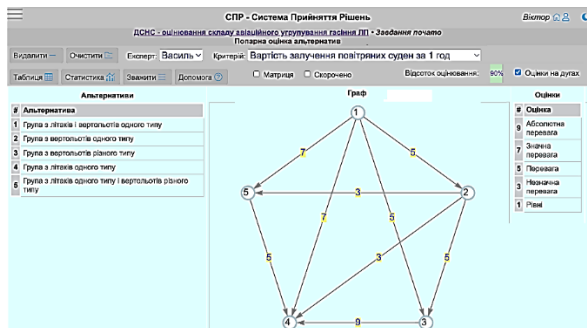
Сучасним способом гасіння ЛП є залучення авіації, яке передбачає скидання рідини з повітря на охоплені вогнем ділянки. Успіх у гасінні ЛП суттєво пов'язаний з наданням у розпорядження необхідної кількості ресурсів (літаків та вертольотів) та вибором «найкращого» варіанту дій авіації при формуванні полоси локалізації пожежі. При цьому необхідно враховувати характер пожежі, а саме місцевість (гірська, рівнинна), вид та інтенсивність пожежі, площу охоплення пожежею, конфігурацію палаючої крайки, висоту полум'я, задимленість, метеорологічні умови виконання польотних завдань та ін., а також наявний склад авіаційних засобів, аеродроми їх базування, розміщення водоймищ забору води та ін. Таким чином це завдання представляє собою багатокритеріальну задачу вибору альтернатив складу повітряних суден та способів їх застосування.

В роботах [2, 3] запропоновано та обґрунтовано експертний метод, що інтегрує засоби структурування даних предметної області на основі онтологій, схвального голосування, методу аналізу ієрархій (МАІ) та інструментарію орієнтованих графів. Одна із апробацій цього інтеграційного методу виконана на прикладі оцінювання варіантів складу авіаційного угруповання, яке залучається для гасіння ЛП, з використанням експериментального зразка програмного засобу, розробленого в Українському науковому центрі розвитку інформаційних технологій.

У прикладі використано модель МАІ у складі 5 альтернатив як варіантів складу повітряних суден, наприклад, з літаків одного типу, з

літаків одного типу і вертольотів одного типу та ін., а також 2-х рівневої ієрархічної структури критеріїв. Перший рівень складають 3 критерії - Час на локалізацію пожежі, Фінансові витрати, Безпека виконання польотів. На другому рівні використовуються 7 критеріїв, таких як Кількість скидань вогнегасної рідини за один політ, Тривалість дій, Вартість залучення повітряних суден за 1 год та ін.

Нижче показано фрагмент інтерфейсу програмного засобу.



Для врахування додаткових факторів, приміром, ризиків застосування авіації, пов'язаних з турбулентністю, рівнем задимленості, напрямом і швидкістю вітру, іншими метеорологічними умовами та рельєфом місцевості, застосовується мережева структура, яка допускає наявність залежностей між її елементами. Застосування мережевої моделі забезпечує також пошук раціонального рішення з врахуванням спільних дій наземних аварійно-рятувальних підрозділів з екіпажами пожежних повітряних суден. Окрім загальної обстановки, враховуються більш різноманітне коло чинників та їх взаємовпливи, зокрема забезпечення прийнятної безпеки застосування як наземних підрозділів, так і авіації.

Література

1. Поліщук В.Б., Негесін І.Є., Нестеренко О.В., Шевченко В.Л., Литовченко А.О. Підтримка прийняття рішень щодо визначення необхідних ресурсів для оперативного реагування на надзвичайні ситуації. Спроможності функціональних та територіальних підсистем ЄДСЦЗ для оперативного розв'язання завдань за призначенням: Матеріали 22 Всеукраїнської науково-практичної конференції (за міжнародною участю). Електронне наукове видання комбінованого використання. Київ: ІДУ НД ЦЗ, 2021. С. 199-207.
2. Nesterenko O., Netesin I., Polischuk V., Trofymchuk O. Development of a procedure for expert estimation of capabilities in defense planning under multicriterial conditions. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. № 4/2 (106). P. 33-43. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.208603

3. Nesterenko O., Netesin I., Polischuk V., Selin Y. Multifunctional Methodology of Expert Evaluation Alternatives in Tasks of Different Information Complexity. IEEE 3rd International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), 2021. pp. 226-231. DOI: 10.1109/ATIT54053.2021.9678742

Метод мобільного лазерного сканування при інженерних вишукуваннях лінійних об'єктів

Андрєєв С.М. к.т.н., Прийма А.С, студент

*Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний
інститут» ім. М. Є. Жуковського, Е - mail:*

a.s.pryima@student.khai.edu

В наш час все більш актуальним стає питання створення цифрових моделей та геоінформаційних систем [1] автомобільних доріг та залізниць, що можуть бути використані для вирішення низки задач, серед яких: планування та автоматизація процесів прийняття рішень, підвищення якості і достовірності вхідних даних при проектуванні, розробка комплексних схем організації дорожнього руху а також створення інфраструктури для запуску безпілотних транспортних засобів. Для вирішення кожної задачі необхідно мати конкретний набір достовірних вхідних даних, максимально актуальних та об'єктивних. На даний момент лазерне сканування є одним із найбільш продуктивних методів збору великих об'ємів просторових даних [2]. Результатом лазерного сканування є хмара точок, що описує простір [3].

Системи мобільного лазерного сканування (МЛС) найкраще підходять для збору просторових даних на лінійних об'єктах. Такі системи встановлюються на транспортний засіб, швидкість руху котрого співпадає зі швидкістю дорожнього трафіку, що підвищує продуктивність та безпеку процесу збору даних [4].

Комплекс робіт МЛС було проведено на ділянці залізниці із загальною довжиною траєкторії сканування близько 90 км у Волинській області за допомогою мобільного лазерного сканера Leica Pegasus: Two Ultimate. Візуальну складову даних було отримано за допомогою 6-ти бокових і панорамної камер Leica, а також лазерного сканеру ZF Profiler 9020, що встановлені на базі системи МЛС.

Узагальнену структурну схему методики проведення комплексу робіт МЛС проілюстровано на рис. 1.



Рис. 1 – Структурна схема методики мобільного лазерного сканування

В результаті комплексу робіт МЛС було отримано хмару точок з частотою про файлів 5 см, загальною довжиною траєкторії 91,4 км, шириною 40-100 м (в залежності від перешкод на різних ділянках). Візуальну складову хмари точок було встановлено у кольорову модель RGB [5] на основі паралельно отриманих 18 тисяч панорамних фотознімків (в середньому – кожні 5 м за траєкторією руху).

На основі отриманої хмари точок у реальних кольорах, звичних для сприйняття людському оку і великої кількості деталізованих панорамних зображень досліджуваного об'єкту, було створено топографічні плани масштабів 1:1000 і 1:5000 [6].

Системи МЛС, що дозволяють проводити збір великої кількості просторової інформації за короткі проміжки часу – це найсучасніше рішення у сфері інженерних вишукувань. На сьогодні технології МЛС потребують розвитку нормативно-технічної бази, яка б встановлювала методики використання МЛС та вимоги до точності результатів вишукувань.

Література

1. Геоінформаційні системи. Вступний курс : навч. посіб. / А. Д. Тевяшев, В. П. Ткаченко, М. І. Губа та ін. – Х. : ХНУРЕ, 2017. – 34 с. – ISBN 966-659-238-8;
2. <https://geosector-ekb.ru/blog/mobilnoe-lazerno-skanirovanie-kak-metod-topograficheskoy-semki/> – Режим доступу;
3. Rusinkiewicz, S. and Levoy, M. 2000. QSplat: a multiresolution point rendering system for large meshes. In Siggraph 2000. ACM, New York, NY, 343—352. DOI=;
4. <https://systemnet.com.ua/podborka-zapisej-vebinarov-leica-geosystems-2020-goda/> – Режим доступу;
5. <https://ru.wikipedia.org/wiki/RGB> – Режим доступу;
6. Закон України «Про затвердження Інструкції з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98)».

Цифровізація процесів роботи з персоналом

Ющенко К. С.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору

Національної академії наук України,

E - mail: k.yuschenko@gmail.com

Актуальність теми полягає у необхідності вдосконалення інструментів роботи з персоналом в організаціях у зв'язку з постійним розвитком інформаційних технологій і інформатизації суспільства. Метою роботи є дослідження можливостей цифровізації процесів, пов'язаних з підбором, сегментацією та навчанням кадрів.

Задачі роботи:

- проаналізувати фактори, які вимагають постійного вдосконалення та створення нових автоматизованих систем роботи з персоналом;
- запропонувати деякі нові підходи до цифровізації процесів роботи з персоналом.

Створення нових автоматизованих систем підбору кадрів обумовлена наступними факторами [1]:

- впровадження нової техніки та технології, зміни в комунікаційних можливостях, що особливо актуально проявилися під час карантину та активізацією бойових дій на значній території країни. За таких умов потрібна кваліфікація персоналу вже не може гарантуватися лише дипломом, а проведення співбесід та зустрічей обмежена вимогами ситуації, що склалася;

- ринок праці став не лише ринком високої конкуренції однієї країни. Ринок праці, у зв'язку з підсиленням міграції людей між країнами, особливо східної Європи, перестав мати кордони;

- безперервні та швидкі зміни в технології та інформатиці вимагають безперервного навчання персоналу. Людина, яка зупинилася у процесах самовдосконалення навичок, втрачає позиції на ринку праці;

- для підприємства є більш ефективним і економічно вигідним вміння співробітників швидко пристосовуватися до змін в навколишньому світі, навички саморозвитку і вміння навчатися, ніж докорінна заміна персоналу на більш кваліфіковані кадри.

Враховуючи зазначене, цифровізація процесів роботи з персоналом вимагає все більш досконалих інструментів. Зокрема, для розробки нових систем підбору, сегментації та навчання персоналу пропонується задіяти елементи комп'ютерної логіки, що може бути використане в подальшому в алгоритмах штучного інтелекту.

Наприклад, людина в процесі роботи виконує певні функції на окремому відрізку часу. Це можна розглядати як дискретність окремого

процесу [2], характерного для даного виду робіт. У цьому випадку можна використати абстрактний цифровий автомат, як модель дискретного процесу, що визначається множиною з шести елементів:

$S = \{ X, A, Y, \delta, \lambda, a_0 \}$, де: $X = \{ x_1, x_2, \dots, x_n \}$ – множина вхідних сигналів (вхідний алфавіт); $Y = \{ y_1, y_2, \dots, y_m \}$ – множина вихідних сигналів (вихідний алфавіт); $A = \{ a_0, a_1, a_2, \dots, a_N \}$ – множина станів (алфавіт станів); a_0 – початковий стан ($a_0 \in A$); δ – функція переходів автомата, що задає відображення $(X \times A) \rightarrow A$, тобто ставить у відповідність будь-якій парі елементів декартового добутку $(X \times A)$ елемент множини A ; λ – функція виходів автомата, що задає або відображення. Іншими словами, функція переходів δ показує, що автомат S , перебуваючи в деякому стані $a_j \in A$, при появі вхідного сигналу $x_j \in X$ переходить у якийсь стан $a_p \in A$. Це можна записати: $a_p = \delta(a_i, X_j)$.

Функція виходів показує, що автомат S , перебуваючи в деякому стані $a_j \in A$, при появі вхідного сигналу $x_j \in X$ видає вихідний сигнал $y_k \in Y$. Це можна записати: $y_k = \lambda(a_i, X_j)$.

Поняття стан у визначення автомата було введено в зв'язку з тим, що часто виникає необхідність в описі поведінки систем відбору, сегментації та навчання персоналу, виходи яких залежать не тільки від стану входів в даний момент часу, але і від деякої передісторії (досвід або його відсутність, підвищення кваліфікації, зміни в автоматизації праці і таке інш.), тобто від сигналів, які надходили на входи системи раніше. Стан як раз і відповідає деякій пам'яті про минуле, дозволяючи усунути час як явну змінну і виразити вихідні сигнали як функцію станів і входів в даний момент часу.

Абстрактний автомат функціонує в дискретному автоматному часу $t=0,1,2, \dots$ і переходи зі стану в стан здійснюються миттєво. У кожен момент t дискретного часу автомат знаходиться в певному стані $a(t)$ з множини A станів автомата, причому в початковий момент часу $t=0$ він завжди знаходиться в початковому стані a_0 . У момент часу t будучи в стані $a(t)$, автомат здатний сприйняти на вхідному каналі сигнал $x(t) \in X$ і видати на вихідному каналі сигнал $y(t) = \lambda(a(t), x(t))$, переходячи в стан $a(t+1) = \delta(a(t), x(t))$. Залежність вихідного сигналу від вхідного і від стану означає, що в його складі є пам'ять, що може бути використано для навчання в алгоритмах штучного інтелекту.

Література

1. Хміль Ф. Управління персоналом : підручник. – К. : Академвидав, 2006. – 487 с.

2. Довгий С. О., Бідюк П. І., Трофимчук О. М. Системи підтримки прийняття рішень на основі статистично-ймовірнісних методів. – К.: Логос. – 2014. – 419 с.

Стратегія системного моделювання процесів політичної модернізації в Україні

В. Лісничий

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України

Політична модернізація це довготривалий процес активного зміцнення демократичного транзиту в напрямку правової державності та раціоналізації влади в ній, через чіткий розподіл повноважень між різними її гілками. У той же час, це диференціація нових політичних ролей і функцій, а також створення спеціальних елітних структур для їх реалізації, розширення можливостей для реальної участі громадян та утворених ними соціальних груп, які активно включаються в контрольну діяльність структур громадянського суспільства над державою. [Див.1.]

Стратегія запровадження політичної модернізації шляхом використання системного моделювання передбачає поетапне використання різних моделей, які разом утворюють в Україні довготривалу цілісну органічну систему.

Перша модель називається оманливих перспектив. Вона включає сукупність елементів економічного базового характеру, що об'єднують загальні змістовні ознаки. Здається, що стартовий економічний потенціал України диспонував розвинутим могутнім багажем, який на європейському рівні займав шосте місце, а на світовому двадцяте. Змістовне його наповнення виглядало таким чином, що суверенна держава не мала ніяких реальних шансів ним скористатися. Він створювався в умовах радянської системи і міг діяти виключно тільки в тих виняткових радянських форматах.

Оманливість ще більш виразніше існувала в сфері масштабних суспільних відносин, коли країна стала на шлях демократичних перетворень «проскочивши» першу фазу – досягнення національної єдності та державної цілісності через механізми інтеграції регіонів і територій. Тому процес формування нової політичної еліти відбувався в умовах жорсткого політичного та світоглядного протистояння, а інституалізація базових демократичних процедур відбувалась при жорсткій суспільній поляризації та через виникнення загрози дезінтеграції за регіональною та культурно-цивілізаційною ознакою.

Друга модель відповідає статистському формату модернізації, яка передбачає втручання держави в економічне життя суспільства, оволодіння податковими, фінансовими, інвестиційними, кредитними засобами економічного регулювання, регламентацією господарської діяльності, використання методів жорсткого централізованого планування і адміністративного контролю за розподілом. Вона передбачає жорстке припинення всіх дій на підрив громадського порядку та безкарність за порушення законів, обмеження прав і свобод людини, певне переслідування інакомислення. В таких умов підривається реальна база для інституційного розвитку демократичних структур і процедур, обмежується їх вплив на соціальну мобілізацію людей, на включення населення в політичне життя. Звідси рівень розвитку політичної інституалізації в країні є дуже низьким, що виразно демонструє невідповідність народу до його активної участі в управлінні державними і громадськими справами.

Третя модель безкінечного демократичного транзиту, яку в багатьох випадках дослідники називають імовірним латиноамериканським варіантом. Він опирається на низьку професійність правлячих еліт, в результаті діяльності яких в суспільстві нагромаджуються нерозв'язані проблеми, як-то високі тарифи на комунальні послуги, безробіття, нерегульоване зростання цін, інфляція, зубожіння людей. В таких умовах наростають кризові явища, розширюються просторові межі для зростання і консолідації опозиційних сил, виникає багато ситуацій для прояву політичного насильства, поглиблюються і розширюються протистояння між інститутами державної влади, зокрема парламентом і президентом. Усе це призводить до глибокої дестабілізації демократичного режиму. Разом з подібним негативізмом дана модель призводить до досить довготривалого і затяжного процесу політичної модернізації, коли заявляються різні дефектні форми демократії, які суттєво її спотворюють. [Див.2.]

Четверта модель носить особливо трагічну форму цивілізаційного або ціннісного розлому. Справа в тому, що політична модернізація має виняткове значення для прогресивного розвитку суспільства. Вона забезпечує, насамперед, суспільну стабільність шляхом зміцнення авторитету, міцності, організованості політичних інститутів. Саме їх діяльністю забезпечується відкрита і виважена політика, чесні, стабільні й прозорі правила в бізнесі, повна свобода слова і гарантований судовий захист конституційних прав людини і громадянина, соціальна справедливість і захищеність особи, як й всі необхідні умови для саморозвитку та самореалізації людини. Країни розвиненої демократії, які ефективно використали механізми

політичної модернізації запровадили систему наступних цінностей: закон слухняність, наполегливість у праці заради власного економічного достатку, релігійний, соціальний та мовний плюралізм, використання свого природного права на владу. Політична модернізація це конкретна формула досягнення щастя для України, де буде призупинено протистояння між українцями і представниками інших національностей, де національна ідея не буде ким то в особливий спосіб нав'язуватися, а буде виключно ґрунтуватися на пріоритеті тих цінностей, які однаково поділяють в різних куточках нашої різнобарвної країни.

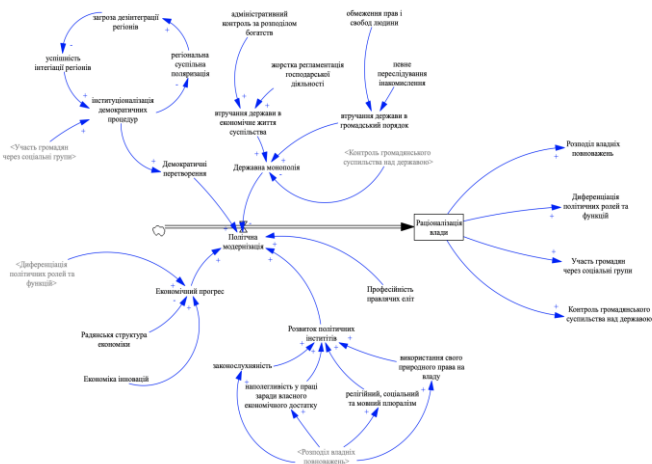
Наведена модель наглядно демонструє наступне:

“+” означає позитивну полярність. Наприклад, якщо економіка інноваційно зростає, то зростає й економічний прогрес. Якщо економіка інновацій падає то падає й економічний прогрес.

“-” означає негативну полярність. Наприклад, коли загроза дезінтеграції регіонів зростає, то одночасно зменшуються потенціальні можливості для інтеграції регіонів.

- Чинники, на які впливає раціоналізація влади мають підсилюючий ефект для моделі політичної модернізації. Чим краще нам вдається політична модернізація тим виразніша та ефективніша буде результативність, яку відчує суспільство від результативності подальшої політичної модернізації.

Системна модель політичної модернізації в Україні



- Попередження! Модель не відображає затримок, які є у справжньому житті та не відображає валативності, а коли покращення настає як правило після того коли спочатку стає гірше. Прикладом буде перехід від радянської структури економіки до Економіки Інновацій. Трансформація буде супроводжуватися з значним погіршенням на початку, але потім повільно буде наступати покращення, яке за своїм станом значно обійде радянську економічну модель.

Література

1. Transformacja systemow politycznych panstw obszaru bytego Zwjazku Radzieckiego /Pod redakcja Ryszarda Herbuta i Walentego Baluka; Wydawnictwo Uniwersytetu Wroclawskiego. – Wroclaw. 2010. – S 331.
2. Agata Wozniak-Krakowian, Stanislaw Dowgij, Wasyl Dunec, Wasyl Lisnyczij, Oleksandr Radczenko Kryzys wspolczesnej przedstawicielskiej demokracji: konceptualne sytuacii w kontekscie kultury politycznej / Za redakcja akademika NAN Ukrainy Stanislaw Dowgiego. – Czestochowa:Wydaw. Publishing WWAR. 2020. – S 31.

Розроблення веб-системи обліку надання допомоги вимушено внутрішньо переміщеним особам в Україні

Білецький Б.С.

Вінницький національний технічний університет,

E-mail: bohdanbeletskyi@gmail.com

З 2014 року в Україні почалось вторгнення Російської Федерації. У 2022 році почалась друга, більш масштабна, фаза вторгнення. Це призвело до того, що велика кількість людей були вимушені покинути свої домівки та міста та переїхати. Для надання їм необхідної та ефективної допомоги необхідно забезпечити, передусім, їх реєстрацію з фіксуванням інформації.

Досвід обліку внутрішньо переміщених осіб (ВПО) експертної групи ООН з питань біженців (EGRIS) показує, що системи статистичного обліку ВПО повинні мати наступні характеристики: конфіденційність, покриття, репрезентативність, своєчасність, періодичність, порівнянність, неупередженість, прозорість [1,2].

На власному досвіді автора – створення пілотної версії системи обліку надання допомоги переселенцям Вінницької області. Станом на початок жовтня у Вінниці зареєстровані більше 40 тисяч ВПО, що складає приблизно чверть від кількості по області. Серед них щонайменше 18 тисяч людей були внесені у цю пілотну систему обліку. Від початку роботи щоденна кількість людей, що отримували допомогу,

зростала від 50 до 520 людей. Така інтенсивність потоку вимагає прискорення усіх процесів, в тому числі і реєстрації.

Отже, стоїть задача створення веб-системи обліку надання допомоги, яка дозволила б обслуговувати велику кількість ВПО за умови різноманітності та обмеженості ресурсів, та розмаїття форм звітності, та мала б характеристики, запропоновані міжнародними організаціями.

Кожен вид допомоги вимагає різних форми звітності. Отже, у системі реєстрації має бути можливість генерування форм внесення даних, що підлаштовується під конкретний контекст: кількість ресурсів/необхідні звітні дані (рис. 1).

В проєктованій веб-системі має бути можливість введення конкретних даних конкретної людини виключно один раз. При повторній необхідності застосування даних, вони мають підключатися з бази даних.

Вид допомоги:
Матраци від ГО «...» ▼

Необхідні дані для звітності:

- ПІБ
- Місто, звідки виїхали
- Дата отримання допомоги

ПІБ

Місто, звідки виїхали

Дата отримання допомоги

Вид допомоги:
Засоби гігієни від ТОВ «...» ▼

Необхідні дані для звітності:

- ПІБ

ПІБ

а)
б)

Рисунок 1 — Приклад гнучкої форми реєстрації допомоги: а) приклад з трьома полями внесення даних;
б) приклад з одним полем введення

У простому рішенні така база виглядає як таблиця, в якій кожен запис – одна ВПО. А поля таблиці — це особиста інформація та одне поле з хеш-тегами наданої допомоги (рис. 2).

ІД	ПІБ	Номер	...	Поле	Надана допомога
00001	Іванов Іван Іванович	012 543 6789	...	(значення)	#1,#2,#3
00002	Петров Петро Петрович	—	...	(значення)	#1,#3
00003	—	012 354 6789	...	(значення)	#3
00004	Білецький Богдан Сергійович	021 453 9867	...	(значення)	#2,#3
...	...	...	...	...	...
99999	(Прізвище, Ім'я та по-Батькові)	000 000 0000	...	(значення)	(хеш-теги)

Рисунок 2 — Приклад таблиці обліку ВПО для гнучкої системи обліку

Робота з реєстрації надання допомоги може здійснюватися за таким алгоритмом: а) отримання переліку звітних даних; б) створення форми; в) заповнення форми реєстрації; г) завершення роботи з формою. За умови закінчення партнерства/ресурсу – видалити форму з системи.

Отже, для розв'язання поставленої задачі пропонується: спроектувати та реалізувати веб-систему реєстрації допомоги ВПО з інтерфейсом створення гнучких форм, які б оптимізували і обсяг, і релевантність даних.

Література

1. EGRIS. International Recommendations on Internally Displaced Persons Statistics, 2020 — Режим доступу: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/12257846/KS-GQ-20-005-EN-N.pdf/714a7ba0-7ae6-1707-fef4-984a760e0034?t=1610984164036>.
2. EGRIDPS, International recommendations on refugee statistics, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018 — Режим доступу: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/9315869/KS-GQ-18-004-EN-N.pdf/d331c9cc-1091-43c2-b589-2c250bccc281>

Геопросторовий метод формування освітньої мережі громади

Данишина С. Ю., Бугай І. А.

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«ХАІ», E-mail: s.danshyna@khai.edu

Сформована роками освітня мережа України потребує розбудови освітнього середовища для забезпечення комфортних, сприятливих умов і рівних можливостей навчання відповідно до індексу інклюзії. Період післявоєнної відбудови стане можливістю для впровадження освітньої реформи згідно норм Законів України «Про освіту» і «Про повну загальну середню освіту».

Відновлення та, в деяких регіонах, організація освітнього процесу після закінчення воєнних дій на території України зазнає значних змін. Через переселення значної кількості людей зі східних територій змінюється статистика кількості учнів в школах. При цьому, аналізуючи статистичні дані сільських шкіл відносно безпечних районів, зазначимо, що кількість учнів зменшується внаслідок зменшення народжуваності, але учнів 11 класу випускається приблизно у два рази більше. Також через воєнні дії частина сімей виїхала за кордон або в міста на Заході країни, і важко спрогнозувати, яка частина з цих учнів повернеться до своїх навчальних закладів. На цей момент освітній процес відбувається дистанційно, тож всі учні залишаються на балансі своїх закладів освіти. Також існує проблема закриття зруйнованих навчальних закладів, що призведе до збільшення кількості учнів у вцілілих закладах, які знаходяться неподалік. Але не кожен з цих закладів має можливості прийняти більшу кількість учнів, тож слід рівномірно розподіляти учнів по вцілених закладах або забезпечувати їх транспортним сполученням до міст навчання. Усе це потребує нових методів аналізу існуючої освітньої мережі й обґрунтування напрямків її модернізації.

На сьогоднішній день методи геопросторового аналізу стають об'єктивним інструментом при виконанні територіальних досліджень, для аналізу пов'язаних географічних факторів і вивчення їх просторових відношень. Тому, при формуванні освітньої мережі слід:

- спираючись на положення чинного законодавства України, сформулювати вимоги до навчальних закладів і визначити критерії їх створення і розміщення;

- провести ретельний аналіз статистичних даних відповідних категорій населення, а також аналіз існуючої освітньої мережі з метою визначення напрямків її реформування (перепрофілювання діючих установ, створення нових закладів освіти тощо);

- оптимізувати мережу класів закладів освіти з урахуванням демографічної ситуації, фінансової спроможності, рівного доступу до якісної шкільної освіти.

Цей підхід був застосований до аналізу освітньої мережі Харківської області.

Відповідно до першого кроку проаналізовано вимоги чинного законодавства щодо створення ліцеїв та признано, що норма «створення ліцеїв в містах з населенням більше 50 тис. осіб» є «соціально небезпечною», адже більш ніж 80% міст України належать до категорії малих міст з кількістю населення менш ніж 50 тис. При цьому, аналізуючи структуру населення районів Харківської області, зроблено висновок про те, що в кожному з районів чисельність

населення складає більше 100 тисяч. осіб (в деяких навіть більше 150 тис.), тому виникає необхідність в створенні ліцеїв у районних центрах, кількість населення яких менше ніж 50 тис. осіб, об'єднавши прилеглі населені пункти до міст. Таким чином створити достатню кількість класів і задовольнити умови законодавства та соціальні вимоги.

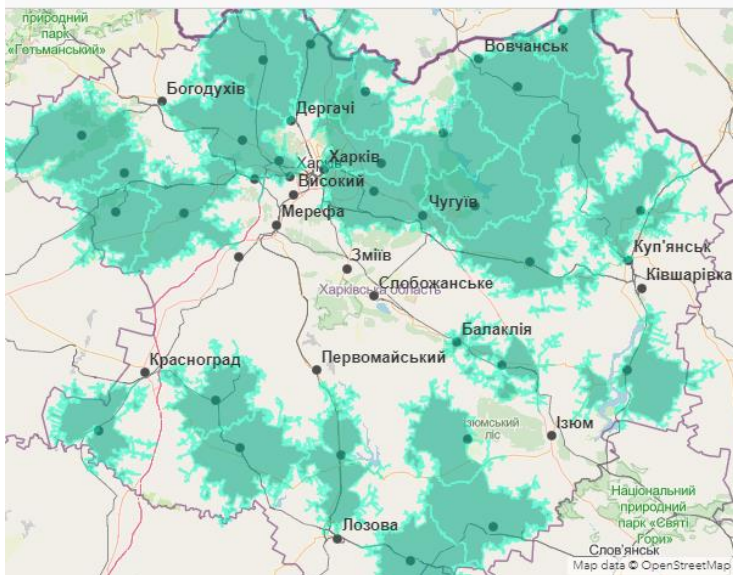


Рис. 1 – Обґрунтування освітньої мережі за критерієм доступності ліцеїв

На другому кроці, спираючись на наявні дані про кількість і категорії населення в районах і містах, а також на дані про наявну освітню мережу, обрано заклади освіти, в яких можна створити ліцеї. Також проведено оцінку їх доступності за умови, що учні можуть добиратися до закладу пішки або на транспортному засобі (рис. 1).

З рис. 1 бачимо, що якщо ліцеї розташувати в містах, достатися яких на транспортному засобі можна протягом 30 хв., то для учнів доступність до закладів повної загальної середньої освіти становить 93,7%.

Запропонований геопросторовий метод надає можливості впроваджувати освітню реформу, починаючи з територій, які зазнали найбільших руйнувань. Адже, доцільним стає відновлення та будівництва не просто однакових навчальних закладів, а й можливість створення профільних ліцеїв для учнів старших класів.

Проблеми аналізу глобальних ризиків

Воробієнко П.П.,

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору

Національної академії наук України, Е - mail: ocvina21@ukr.net

Гранатуров В.М.

Е – mail: vmgrant@gmail.com

Соціальні та економічні трансформації, що відбуваються в суспільстві характеризуються появою принципово нових рішень та безпрецедентних можливостей в усіх сферах життєдіяльності людей. Одночасно, ці трансформації супроводжуються появою нових, дотепер незнайомих викликів та загроз, які суттєво і негативно впливають на світову економіку, політику, а також суспільство та окрему людину.

Наслідком трансформацій є посилення невизначеності результатів діяльності людини та суспільства у цілому. Відображенням цієї невизначеності став термін “глобальні ризики”. Масштаби поширення та ступінь впливу цих ризиків постійно зростають. Тому проблема глобальних ризиків досить активно обговорюється на багатьох міжнародних комунікаційних майданчиках. В доповіді висвітлена проблема аналізу глобальних ризиків і ляхи їх усунення

Інтересу до проблеми значною мірою сприяли дослідження фахівців Всесвітнього Економічного Форуму (ВЕФ) щодо глобальних ризиків, результати яких висвітлюються у щорічних звітах (The Global Risks Report) до Форуму у Давосі. На думку авторів дослідження, людству загрожують глобальні ризики, з якими воно не в змозі упоратися у необхідному обсязі.

Фахівці, що займаються цією проблемою, не безпідставно стверджують, що існування глобальних ризиків ставить на порядок денний питання виживання людства в сучасних природних та суспільно-політичних умовах, що постійно ускладнюються.

Це потребує від світового співтовариства розуміння причин виникнення цих ризиків та можливих наслідків їх виникнення, для прийняття обґрунтованих рішень щодо розробки та реалізації стратегій та планів реагування на можливі виклики та проблеми, що можуть виникнути.

Разом із тим, існуючі дослідження та розробки не завжди можуть слугувати ефективним інструментом у процесі аналізу глобальних ризиків та розробки шляхів і методів їх попередження, або зниження негативних наслідків їх настання.

Про це свідчать виконані нами дослідження, спрямовані на вивчення шляхів попередження глобальних ризиків, або зниження негативних наслідків їх наступу [1-3].

Погоджуючись із думкою більшості авторитетних фахівців в області ризику про те, що ризик є атрибутом діяльності суб'єкту, а втрати породжені прийнятими, або не прийнятими рішеннями, нами обґрунтовано висновок про те, що суб'єктами глобального ризику є окремі країни та суспільство в цілому.

Сьогодні цю діяльність можна розглядати як спрямовану на забезпечення сталого розвитку усіх країн, за допомогою формування та досягнення цілей сталого розвитку, наголошених ООН. Ці цілі охоплюють переважно соціальні, геополітичні та екологічні аспекти при вирішенні завдань сталого розвитку.

Як показує виконаний нами аналіз, вони спрямовані на попередження або зниження негативних наслідків наступу глобальних соціальних, геополітичних, екологічних та частково економічних ризиків, що дозволяє розглядати діяльність щодо досягнення сталого розвитку в якості заходів по зниженню цих ризиків.

Проте, нами встановлено, що не всі складові глобального ризику враховано в цілях сталого розвитку. Серед цілей відсутні такі, які можна розглядати як заходи, що сприяють попередженню наступу технологічних та деяких економічних ризиків, або зниженню негативних наслідків їх наступу. Тому навіть якщо усі сформульовані ООН цілі сталого розвитку будуть досягнуті, залишаться ризики, які будуть знижувати рівень сталого розвитку.

Це дозволяє зробити висновок про те, що досягнення цілей сталого розвитку є необхідною, але недостатньою умовою досягнення сталого розвитку. Оскільки без рішення існуючих проблем досягнення сталого розвитку залишається дуже проблематичним.

Виконані нами дослідження дозволяють також визначити наступну проблему аналізу глобальних ризиків.

Відома ключову роль якісного аналізу ризиків. Важливою складовою цього аналізу є виявлення та ідентифікація усіх можливих ризиків, які можуть загрожувати суб'єкту ризику. Для обґрунтованого прийняття рішень необхідно знати, з ризиком якого виду та типу доведеться мати справу. Від непередбачуваного, але виявленого ризику можна певним чином застрахуватися, а від невиявленого або проігнорованого ризику застрахуватися неможливо.

Відомо, що в останній час соціальні та економічні трансформації у суспільстві відбуваються під впливом стрімкого розвитку та впровадження новітніх технологій, зокрема інформаційних та

комунікаційних. Однією з форм прояву глобальних трансформаційних процесів, які підвищують залежність розвитку сучасного суспільства від інформації, є активізація та розгортання програм з «цифрової трансформації», які поширилися у діловому світі в останні декілька років та передбачають впровадження цифрових технологій в усіх секторах економіки.

Серед актуальних проблем, що виникають у процесі реалізації цих програм, та потребують свого вирішення, є поширення впливу на практично усі сфери життєдіяльності суспільства ризиків, які пов'язані з використанням інформації та інформаційних технологій. У зв'язку із цим, у наукових та ділових колах все частіше використовують термін «інформаційні ризики». Масштаби поширення та ступінь впливу цих ризиків постійно зростають.

Історично склалося так, що по-перше, проблема інформаційного ризику почала розглядатися стосовно його прояву на рівні підприємства.

Проте, як показують спостереження, на сьогодні увага переключається на прояв цього ризику на глобальному рівні, який так чи інакше впливає на усі сторони життя суспільства. При цьому під глобальністю цього ризику слід розуміти як територіальний охоплення, так і глибину та вагомість його прояву.

Оскільки об'єктом нашого дослідження є аналіз прояву інформаційних ризиків на глобальному рівні, відзначимо, що безпосередньо інформаційні ризики під такою назвою відсутні у складі щорічних звітів ВЕФ. Це протирічить нашому розумінню проблеми. До речі, інформаційні ризики розглядаються в документах Європейського Парламенту та Ради [4]. Так у Регламенті Європейського Парламенту та Ради про єдиний ринок цифрових послуг (Закон про цифрові послуги) відзначається, що поява в останні роки нових інноваційних послуг інформаційного суспільства (цифрових) сприяють досягненню Цілей в області сталого розвитку, сприяючи економічній, соціальній та екологічній стійкості. Вони внесли великий внесок в соціальні перетворення у Європейському Союзі та в усьому світі. “У той же час використання цих послуг також стало джерелом нових ризиків та викликів як для суспільства в цілому (підкреслено нами — П.П., В.М.) так і для окремих осіб, що користуються такими послугами” [4].

Як наслідок, Регламент встановлює обов'язок для великих онлайн-платформ (з кількістю отримувачів послуги у Союзі більш ніж 45 мільйонів) щодо управління системними ризиками. Вони зобов'язані проводити оцінку ризиків, які викликані, чи пов'язані з функціонуванням або використанням їх послуг, та приймати розумні та ефективні заходи, спрямовані на зниження цих ризиків.

Одночасно, слід відзначити, що внаслідок зростаючого впливу ризиків, пов'язаних із використанням інформації та інформаційних технологій в останні роки, у Звітах ВЕФ у складі глобальних ризиків з'явилися деякі складові інформаційних ризиків.

Так, у Звіті ВЕФ (за 2014 рік) серед 5 топ ризиків, з точки зору ймовірності їх появи, з'явився глобальний ризик під назвою «широкомасштабні кібератаки». У Звітах 2018 та 2019 рр. до 5 топ глобальних ризиків було віднесено вже два ризики, пов'язаних із використанням інформації та інформаційних технологій – «масові випадки шахрайства та крадіжки даних» та «широкомасштабні кібератаки», які включено до складу групи глобального технологічного ризику. В подальшому, до складу глобального технологічного ризику було включено “ризик руйнування критичної інфраструктури та мереж”.

Слід відзначити, що заходи, спрямовані на захист персональних даних та забезпечення безпеки мереж та інформаційних систем, передбачали використання переважно організаційно-технічних заходів, що відповідає концепції, у відповідності до якої ці ризики у складі глобальних ризиків були віднесені до групи технологічних ризиків.

Свою думку відносно обґрунтованості місця розміщення цих ризиків у системі глобальних ризиків, безпосередньо у складі технологічного ризику, викладену нами в [5].

Виконані нами дослідження дозволили висунути пропозицію щодо необхідності доповнення існуючого складу глобальних ризиків окремої групи — “глобальні інформаційні ризики”. До її складу, поряд із ризиками “масові випадки шахрайства та крадіжки даних”, “широкомасштабні кібератаки”, та “руйнування критичної інфраструктури та мереж”, слід додати “глобальні контентні ризики”, “ризик втрати конфіденційності (для державного та приватного секторів), а також “ризик втрати довіри до ЗМІ (джерел інформації)”.

Виділення глобального інформаційного ризику в окрему групу у складі глобальних ризиків визначається низкою факторів: причинами та особливостями їх виникнення та проявлення; специфічністю заходів щодо зменшення ймовірності їх проявлення, виключенням, або помягченням негативних наслідків їх наступу; специфічними вимогами до категорії, складу та компетенції менеджерів, які повинні займатися питаннями управління глобальними інформаційними ризиками.

Виконані нами дослідження показують, що специфічний прояв глобальних інформаційних ризиків, джерелом яких є наявність протидіючих тенденцій, зіткнення протидіючих інтересів, за своєю природою мають кримінально-правові коріння, потребують

розробки та впровадження відповідних методів управління цими ризиками. Для цього, поряд із техніко-технологічними методами, необхідно передбачати низку соціально-психологічних та виховних інструментів управління.

Вирішення визначених проблем аналізу глобального інформаційного ризику буде сприяти розробці обґрунтованої узгодженої стратегії суспільства щодо реагування на виклики та загрози, спрямованої на попередження наступу ризикових подій, адекватне реагування на їх прояв та наслідки. Це, у свою чергу, буде сприяти досягненню цілей сталого розвитку суспільств.

Література

1. «Features and consequences of manifestation of information risks at the global level in modern conditions» / В.М. Гранатуров, І.А. Кораблінова // Збірник наукових праць ОНАЗ №1, 2020, №1 – с. 108-111.
2. Theoretical and methodological problems of global risk analysis in social and economic spheres / Granaturov Vladimir, Vorobiyenko Petro, Korablinova Iryna // Trends in scientific in economics and management: collective monograph – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2021. - с. 384-395
3. Цели устойчивого развития, провозглашенные ООН – составляющая механизма управления глобальными рисками / Воробийенко П.П., Гранатуров В.М.//Trends in scientific in economics and management: collective monograph – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2022. - с. 657-671.
5. Regulation of the European Parliament and of the Council on a Single Market For Digital Services (Digital Services Act) and amending Directive 2000/31/EC. – [Електронний ресурс], режим доступа: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=COM%3A2020%3A825%3AFIN>иенко
6. Danchenko A. I., Granaturov V.M., Vorobiyenko P.P. On the risks of a new technological structure – «INDUSTRY 4.0». Інноваційна економіка. – 2017. – № 9-10 (71). – С.22 – 27.

Цифровізація сільського господарства у системі координат стратегії сталого розвитку

Шульга О. А.

*Державний університет інтелектуальних технологій ізв'язку,
E-mail: shulga_olga_a@ukr.net*

У сучасних умовах зростання кількості населення на планеті, стрімких кліматичних змін та нових викликів, спричинених розвитком аграрного виробництва на основі використання ІТ-технологій, здобутків цифрової економіки та «Індустрії 4.0», проблемні питання врегулювання аграрних відносин набувають особливої актуальності.

Так, за попередніми оцінками, до 2050 року населення планети перевищить 9,6 млрд., що призведе до значного збільшення потреби у

продовольстві. І це у той час, коли вже зараз майже 821 млн. жителів планети страждають від голоду. Частковому вирішенню цієї проблеми у системі координат стратегії сталого розвитку можуть посприяти цифрові інновації – блокчейн, інтернет речей, штучний інтелект і віртуальна реальність з ефектом присутності.

Вже зараз поширення в агропродовольчому секторі мобільних технологій, послуг дистанційного зондування і розподіленої обробки даних розширює доступ дрібних фермерів до інформації, виробничих ресурсів, ринку, фінансів та навчання. Водночас цифрові технології відкривають нові можливості для інтеграції дрібних фермерських господарств у цифрові агропродовольчі системи.

За прогнозами на найближче десятиліття цифрова революція у сільському господарстві породить зрушення, які дадуть змогу аграрному сектору задовольнити майбутні потреби населення усього світу. Цифрове сільське господарство дасть змогу створити системи, для яких будуть характерні висока продуктивність, передбачуваність і здатність адаптуватися до змін, у тому числі і до тих, які провокує мінливий клімат.

Варто зауважити, що цифрові інновації вже нині забезпечують фермерам суттєві вигоди економічного, соціального та екологічного характеру. Зокрема:

1) цифрові технології дають змогу фермерам своєчасно реагувати на спалахи хвороб і шкідників, неврожаї, кліматичні зміни. Наприклад, система управління господарством і плануванням роботи фермера MySgor дає змогу фермерам проводити картування земель, планувати вибір культур, створювати плани роботи для окремих господарств і автоматизувати працю з урахуванням погодних умов, якості ґрунтів, даних про хвороби, врожаї;

2) прикладом застосування технології Інтернету речей (IP) у сільському господарстві може служити точне землеробство (ТЗ). Використання систем управління сільськогосподарською технікою при посіві і внесення добрив дає змогу скоротити витрати на насіннєвий матеріал, добрива та паливо, зменшити витрати часу на проведення польових робіт. Технологія змінного нормування (ТЗН) і використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) допомагають скоротити витрати води і пестицидів, знизити витрати трудових та інших ресурсів;

3) важливе місце у сільському господарстві відводиться програмному забезпеченню (ПЗ) по плануванню ресурсів підприємства, яке дає змогу оптимізувати будь-який процес від закупівель до виробництва і збуту;

4) технологія блокчейн з успіхом зараз застосовується для виявлення у продовольчих виробничо- збутових ланцюжках неякісних харчових продуктів, що дає можливість своєчасно вжити ефективних заходів. Ця ж технологія дає змогу надати споживачеві інформацію про походження харчових продуктів, що забезпечує її користувачам конкурентну перевагу;

5) змінюють аграрний сектор також технології штучного інтелекту. Тепер для оцінки господарства більше потрібно фізична присутність фермера, адже він може покластися на дані, отримані із супутників і БПЛА. Технології штучного інтелекту здатні оптимізувати використання ресурсів, на підставі прогнозного моделювання обґрунтувати своєчасно прийняті рішення та забезпечити цілодобову роботу систем моніторингу;

6) сільськогосподарські роботи («агроботи») уже сьогодні допомагають фермерам вимірювати витрати води і оптимізувати полив. За прогнозами, парки легких малих роботів можуть прийти на зміну важким тракторам, що дасть змогу поступово знизити ущільнення ґрунтів, повернути їм здатність насичуватися повітрям і підвищити ефективність їх функціонування.

Однак, цифровізацію сільського господарства варто здійснювати з обережністю, щоб не допустити появи цифрового розриву між окремими країнами і галузями, а також між тими, чиї здібності до сприйняття нових технологій неоднакові.

Забезпечення сталого розвитку за рахунок екологічного та безпечного використання енергії річок

Лебідь О.Г., Каян В.П.

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

Зміна клімату нашої планети стала очевидним фактом, засвідченим Паризькою угодою 2015р. Загальносвітове потепління у 2021р. вже перевищило 1,1-1,3°C (за різними джерелами), в той час як згадана угода закликає до обмеження підйому середньої температури до кінця цього століття не більш ніж на 1,5-2°C. На території України потепління складає вже більш ніж 3,5°C, а в Арктичному басейні близько 4°C. У 2022р. Європа пережила своє найбільш спекотне літо за останні півтора століття – на 0,4°C вище середньої температури літа 2021р, яке теж було

рекордним. В серпні 2022р. середньоєвропейська температура була на 1,72°C вище, ніж така ж за період 1991–2020 рр.

Основною причиною кліматичних змін на Землі є надмірна емісія парникових газів внаслідок спалення викопного палива, головними емітентами є енергетика, промисловість і транспорт. Так, у 2021 році люди викинули в атмосферу 36,3 мільярди тон парникових газів, що більше, ніж в будь-який попередній рік. Науковці повідомляють, що в травні 2022р. кількість вуглекислого газу в атмосфері побила рекорд, досягнувши майже 421 часток на мільйон. Попри це сталий розвиток людства потребує подальшого збільшення глобального виробництва енергії.

Ключову роль в досягненні цього збільшення будуть мати низьковуглецева електрика та електрифікація, тобто заміна викопного палива електрикою на транспорті, в промисловості та інших галузях. Отже, нагальною є необхідність переходу світової енергетики на видобуток електрики з чистих джерел енергії. На сьогодні до чистої енергетики часто відносять і велику гідроенергетику з високими греблями, яка використовує потенціальну енергію води. Але такі гідроелектростанції перегороджують русла річок, що призводить до утворення великих штучних водойм. У всьому світі, за оцінками науковців, є більш ніж 379100 річкових гідроелектростанцій з загальною площею водойм у 300000 км², на яких, особливо у спекотному кліматі, може утворюватись навіть більше парникових газів, ніж від електростанцій, що працюють на викопному паливі. Крім того, гідроелектростанції з їх греблями призводять до безповоротних втрат затоплених сільгоспугідь, необхідності переселення місцевого населення, переміщення промислових і інших об'єктів.

Але негативний вплив гребель на ріки не обмежується тільки цим. Перегороджені річки зменшують швидкість своєї течії, що призводить до їх замулення, цвітіння і додаткового забруднення води. Саме тому сьогодні в розвинених країнах більше гребель розбирається, ніж будується.

Разом з тим, потоки річкової води, якщо вони рухаються навіть із відносно невеликою швидкістю, містять в собі величезний запас кінетичної енергії. Установки для утилізації кінетичної енергії води можуть суттєво допомогти в отриманні екологічно чистої енергії, що вже робиться для прибережних морських течій окремими країнами (Норвегія, Австралія, Великобританія, Канада та інші). Як правило, в таких установках використовують гідротурбіни, аналогічні турбінам, що використовуються у вітроенергетиці – пропелерного типу (з віссю обертання, розташованою вздовж потоку) та роторного типу (з віссю

обертання, перпендикулярною до потоку). В останньому випадку це, як правило, ротори Дар'є з прямими лопатями, які жорстко закріплені на траверсах паралельно до осі обертання.

На перших етапах робіт по створенню гідрокінетичних турбін конструктори використали звичну схему із вітро-енергетики – 3-х лопатевий ротор на горизонтальній осі, яка співосна потоку. Наприклад, компанія SIMEC Atlantis Energy на припливній електростанції MeyGen в Шотландії вже кілька років експлуатує турбіни AR1500 потужністю 1,5 МВт. Подібні ж схеми турбін використовують також компанії Verdant Power (турбіни якої вже працюють на дні ріки Іст-Рівер у Нью-Йорку), HydroWing, Nova Innovation (двулопатевий ротор) та кілька інших.

В останнє десятиліття з'явилося також кілька конструкцій гідротурбін, в яких використовується ротор Дар'є. Так, з'явилися подібні одна одній конструкції гідроустановок «EnergyFlume» компанії Emrgy і «OceanQuest» компанії HydroQuest, у яких перетворювач енергії зроблений у вигляді двох роторів Дар'є з вертикальною віссю обертання і з прямими лопатями, розміщених у прямокутних каналах. У гідротурбіни «RivGen» 2 подовжені порожнисті корпуси з'єднані подовженою площадкою, на якій розміщені 2 ротори Дар'є із зігнутими лопатями і з горизонтальною віссю поперек течії. Для занурення на дно ріки корпуси заповнюються водою.

В останні роки 2 компанії повідомили про застосування в гідрокінетичній системі роторів Дар'є з механізмом керування лопатями. Це компанія GKinetic, яка у своєї гідросистемі розмістила 2 турбіни Дар'є з вертикальною віссю по обидві сторони плавучого корпусу в місці його найбільшої ширини. Голандська компанія Water2Energy розробила гідротурбіну з ротором Дар'є з вертикальною віссю обертання, яку планувалося встановити у шлюзі порту Флашинг на початку 2022 року. Вони також повідомляють про застосування в конструкції гідроротора механізму керування лопатями.

На жаль, ні на сайтах компаній, ні в особистому листуванні не вдалося отримати інформацію про засади конструкції механізмів керування лопатями або хоча б про принцип їх дії.

Дослідження, виконані авторами у 2010-х роках, показали що при оптимальних законах управління положенням лопаті впродовж її кругової траєкторії (інакше кажучи – управління миттєвим кутом атаки) можна більш ніж в 1,5 рази підвищити ефективність такої гідротурбіни. Авторами були розроблені та досліджені в водних та повітряних потоках п'ять роторів різної конструкції та розмірів [1].

Отриманий експериментально крутний момент на валу був в три рази більший ніж момент, який створював цей же ротор з жорстко фіксованими лопатями. Ротор самостійно запускався вже при швидкості потоку 1,8-2,2 м/сек [2]. Зменшена модель цього ж ротору успішно працювала у гідролотку навіть при швидкості водного потоку 0,3 м/сек. Коефіцієнт використання енергії потоку, який отримано при випробуваннях, склав $C_p=0.45$, але автори бачать можливість збільшити його до 0,5-0,55.

Таким чином навіть при швидкості течії в річці в 1 м/сек такий ротор з робочою площиною 2 м^2 може забезпечити потужність в 1кВт з подачею електроенергії протягом всієї доби, незалежно від мінливості зовнішнього середовища, від якого суттєво залежать і сонячна, і вітрова енергетики.

Література

1. В.П. Каян, А.Г. Лебедь. Ветророторы Дарье с прямыми управляемыми лопастями: опыт создания, испытания, оптимизации характеристик. Водновлявальна енергетика. 2015. №3. – С.40-48
2. V.Kayan, O.Lebid. Darrieus type wind turbine with controlled blades, Eurasian Physical Technical Journal, 2020, 17, №2(34), 69-72. DOI:10.31489/2020No2/69-72

Environmental planning methods as the basis for sustainable development of the country

Danshyna S. Yu., Laptii P. O.

*National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", E-mail:
s.danshyna@khai.edu, p.o.laptii@khai.edu*

Sustainable development as a most important element of ensuring the necessary quality of modern people life assumes that the process of changes in society, its scientific and technical development is carried out in conditions of maximum preservation and increasing of available natural resources. However, in developing countries, especially in industrial cities with significant population growth occurs uncontrolled urbanization, which negatively affects the whole ecosystem. In these circumstances, the only way to solve environmental problems is to reorient human activity to the implementation of its eco-development strategy. Ecologists, economists and industrialists are agreeing that in the future the main condition for the survival of mankind is to prevent changes in some properties of the environment by constant monitoring of the influence level which human deals on it.

Ecological planning is a set of measures to control man-made human

impacts on the environment in order to restore and update ecosystems which were damaged as a result of anthropogenic activities. Any goals of economic development should be coordinated and adjusted by taking into account the environmental needs of the population of the country, include the function of early warning of adverse environmental trends. In order to create conditions for raising the standards of living of the population, it is necessary to systematically analyze the problem of anthropogenic impact, exploring the sources of influence, identifying its shortcomings and developing possible ways to improve. At the same time, the goals of projects implemented within the framework of the development eco-strategy may include the protection of ecosystems that are at risk area, the restoration of degraded ecosystems or the creation of new sustainable systems to meet the needs of the country. This means that such projects should be based on a comprehensive environmental assessment of the region based on the current legislation on and undergo environmental expertise.

At the initial phases of the life cycle of an eco-development project, possible directions are considered based on the results of monitoring environmental parameters, taking into account the sources and localization of anthropogenic impacts of the environment, their epicenters and zones, as well as taking into account the nature of pollution. To control these parameters and determine the degree of impact of anthropogenic pollution, classical methods of environmental monitoring are used, which, unfortunately, do not allow getting an objective picture due to the expansion of the scale of environmental impact and an increase in the time for processing the results. In this regard, geoinformation systems open up new opportunities related to the collection of data on sources of anthropogenic impact, their identification, verification for compliance with the requirements of the legislation, etc. Understanding the dynamics of environmental changes and the possibility of forecasting them is an important source of information for making management decisions. However, it is here that the potential of geoinformation systems is not fully used: they are not considered as an effective means of making a decision on the state of the environment in accordance with the requirements of land management, cadaster, environmental protection, etc.

There is a need for the development of specialized models and methods, oriented to the use of remote sensing data, make it possible to identify sources of anthropogenic impacts on the environment, their nature and zones and assess the dynamics of changes with the necessary completeness.

Роль ІКТ в процесі реалізації міждисциплінарного підходу STEM до процесу освіти в умовах сталого розвитку суспільства

Боско Н.М.

Криворізький державний педагогічний університет, Криворізький державний фаховий коледж торгівлі та готельно-ресторанного бізнесу

Повноцінна реалізація ідеї сталого розвитку суспільства потребує зміни способу мислення кожного члена суспільства, що супроводжується переходом від ескапізму користуванні природними ресурсами до їх обґрунтованого та раціонального споживання, проте, як відомо, будь-які зміни не відбуваються стихійно, вони потребують систематичного підходу, що реалізується в процесі освіти.

Освіта для сталого розвитку пропонує «філософську та аналітичну основу для освітніх пошуків, змінює підходи до педагогічних процесів, що становлять собою розвиток критичного діалогу, який враховує тісний зв'язок економічних, соціальних та екологічних факторів» [6,7]. Ця багатофакторність стимулює необхідність переходу від дисциплінарності до міждисциплінарності, яку, у визначеному сенсі, розглядають як інструмент інтеграції знань і методів різних дисциплін в інтересах реалізації цілей сталого розвитку.

Одним із прикладів реалізації такого міждисциплінарного підходу є STEM-освіта, де необхідність встановлення балансу між потребами теперішніх і майбутніх поколінь є одним із напрямків роботи викладачів-практиків, вона як і концепція сталого розвитку опирається на «трьох стовпах» (суспільство, середовище, економіка) [1,3,5,7], зокрема; 1) процес STEM освіти відбувається задля перетворення суспільства, із врахування конкретних місцевих і культурних особливостей; 2) її лейтмотивом є необхідність збереження навколишнього середовища, розв'язання екологічних проблем; 3) підготовка кваліфікованих фахівців без яких неможливий економічний розвиток, є однією із пріоритетних цілей STEM.

Особливу роль в процесі зародження STEM-підходу до освіти відіграють інформаційно-комунікативні технології (ІКТ), які в кризових умовах сьогодення є одним із найважливіших засобів. Проте необхідно зазначити, що в умовах сталого розвитку вони відіграють двояку роль: з одного боку, ІКТ позитивно впливають на процес розв'язання глобальних проблем науковцями, педагоги розширюють можливості підготовки здобувачів в даному напрямку, застосування ІКТ стимулює розвиток їх специфічних міждисциплінарних компетенцій здобувачів (прогностичну, правову компетенцію, компетенції системного

мислення, стратегічного бачення, колективної роботи, критичного мислення, самопізнання, комплексного розв'язання проблем [8,10]), з іншого боку, процес виробництва, експлуатації, утилізації комп'ютерної техніки створює екологічні проблеми з якими бореться дана концепція, проте переваги використання ІКТ значно перевищують недоліки над усуненням яких працює багато представників наукової спільноти.

Процес STEM-освіти неможливо уявити без хмарних технологій, віртуальної реальності, Інтернету речей, штучного інтелекту та соціальних мереж, вони стимулюючи розвиток ключових компетенцій здобувачів в процесі змішаного чи дистанційного навчання, «забезпечують інтеграцію сталого розвитку соціально-професійного життя та укріплюють економічну продуктивність» [3,82], тобто перетворюються на інструмент, що пов'язує освітній процес та майбутню професійну діяльність, підготовку кваліфікованих фахівців та сталий розвиток суспільства.

Орієнтуючись на фактори ефективного навчання та викладання у науці представлені у класичній роботі К.А. Бінгімлас [2,279], можемо стверджувати, що драйверами для ефективної організації STEM-освіти за допомогою ІКТ із врахуванням вимог концепції сталого розвитку є:

1. Цікавий та інтерактивний підхід до навчання, що можливий за умови використання комп'ютерних технологій для організації кооперативного, колективно-групового навчання, створення ситуативних моделей, роботи над проектами. Комп'ютерні технології сприяють підвищенню зацікавленості під час вивчення STEM-дисциплін, що дозволяє ефективно підготувати до використання міждисциплінарних підходів задля рішення глобальних, національних, місцевих проблем.

2. Автономія процесу навчання, яка, на нашу думку, у сучасному формулюванні звучить як «навчання в будь-якому місці в будь-який час». ІКТ надають рівний доступ до всіх цифрових ресурсів, здобувачі отримують більші пізнавальні можливості для розуміння проблем сталого розвитку, використовувати їх апарат для пошуку альтернативних методів та підходів до економічних та соціальних систем, освітнього процесу.

3. Цілеспрямована оцінка та зворотний зв'язок за підтримки цифрових технологій, перетворюється на процес безособистісної таксації результатів діяльності, яка не залежить від суб'єктивних факторів, ІКТ дозволяють знищувати бар'єри, що заважають організації зворотного зв'язку.

4. Організація товариств здобувачів з метою підвищення знань, обізнаності, стимулювання дій для досягнення 17 цілей сталого розвитку, реалізації ідеї великих перетворень [9,18] за допомогою всесвітньої мережі Інтернет, локальних освітніх мереж сприяє більш ефективному їх функціонуванню.

З вище сказаного, ІКТ важливий елемент екосистеми STEM-освіти, спрямованої на досягнення цілей сталого розвитку. Вибір цифрових технологій для реалізації міждисциплінарного підходу STEM- це результат взаємодії педагога та здобувача, що орієнтована на зміну стилю діяльності окремих учасників освітнього процесу та перетворення суспільства в цілому.

Література

1. Barbier E. B. The Concept of Sustainable Economic Development. Environmental Conservation. 1987. Vol. 14, no. 2. P. 101–110. URL: <https://doi.org/10.1017/s0376892900011449> (date of access: 20.10.2022).
2. Bingimlas K. A. Evaluating the Quality of Science Teachers' Practices in ICT-Supported Learning and Teaching Environments in Saudi Primary Schools : doctoral thesis. Melbourne, 2010. 381 p. URL: <https://researchrepository.rmit.edu.au/esploro/outputs/doctoral/Evaluating-the-quality-of-science-teachers-practices-in-ICT-supported-learning-and-teaching-environments-in-Saudi-primary-schools/9921861336001341>.
3. Dwivedi V. J., Joshi Y. C. ICT Perspectives of Productive and Sustainable Development for 21st Century Higher Education Institutions. International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT). 2021. Vol. 17, no. 3. P. 81–96.
4. Fernandes V., Rauen W. B. Sustainability: an interdisciplinary field. Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science. 2016. Vol. 5, no. 3. P. 188. URL: <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2016v5i3.p188-204> (date of access: 20.10.2022).
5. Five Approaches to Social Sustainability and an Integrated Way Forward / R. Boyer et al. Sustainability. 2016. Vol. 8, no. 9. P. 878. URL: <https://doi.org/10.3390/su8090878> (date of access: 20.10.2022).
6. Guidelines for reorienting teacher education to address sustainability. Guidelines and Recommendations for Reorienting Teacher Education to Address Sustainability. Paris, 2005. P. 15–17. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000143370>.
7. Purvis B., Mao Y., Robinson D. Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins. Sustainability Science. 2018. Vol. 14, no. 3. P. 681–695. URL: <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0627-5> (date of access: 20.10.2022).
8. UNESCO. Education for Sustainable Development Goals Learning Objectives Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives UNESCO : book. Paris : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization,, 2017. 63 p. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf00000247444/PDF/247444eng.pdf.multi>.
9. UNESCO. ESDfor2030 Education for Sustainable DevelopmentA roadmap : book. Paris : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 7, 2020. 67 p. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf00000374802.locale=en>.
10. Zaman G., Goschin Z. Multidisciplinarity, Interdisciplinarity and Transdisciplinarity: Theoretical Approaches and Implications for the Strategy of Post-Crisis Sustainable Development*. Theoretical and Applied Economics. 2010. Vol. XVII(2010), no. 12(553). P. 5–20.

Науковий та освітній виміри, як умови сталого розвитку суспільства

Зорін К.М., Дзюба В.А.

k.zorin@ukr.net

Наука та освіта для сталого розвитку є одним з основних інструментів збалансованої діяльності людини. Очевидно, що освіті в інтересах сталого розвитку належить зайняти основне місце серед пріоритетів удосконалення науково-технічної бази і технологій виробництва та природокористування з урахуванням можливостей біосфери та необхідності збереження її параметрів. Формуванням нової сучасної свідомості і культури, створенням системи освіти та виховання для гармонійного і сталого суспільного розвитку мають перейматися представники різних галузей науки, різних рівнів і напрямів освіти.

Ключову роль мають відігравати представники тих наукових галузей, які безпосередньо причетні до нагляду за функціонуванням біосфери, літосфери, гідросфери, атмосфери тощо. Одним з основних завдань науки у сприянні розробці адекватної екологічної політики та політики сталого розвитку у межах процесу прийняття управлінських рішень є надання повної і об'єктивної інформації.

Особливої уваги потребує вироблення нових наукових знань у таких галузях як глобальне потепління, зміна клімату, наслідки підвищення рівня споживання ресурсів, демографічні тенденції, погіршення стану навколишнього середовища. Зміни в цих та інших галузях мають бути врахованими при розробці довгострокових стратегій розвитку. Наукова оцінка нинішніх умов і перспектив земної системи відіграє важливу роль у визначенні обґрунтованих цілей сталого розвитку, у процесі прийняття рішень. Наука повинна давати все більшу віддачу, мати тісну взаємодію з суспільством, аби покращити розуміння світу широким загалом. Це потребує підвищення наукового потенціалу в усіх без винятку країнах, особливо – у країнах, що розвиваються. У цьому плані особливе значення має повномасштабна участь вчених країн, що розвиваються, у міжнародних науково-дослідних програмах щодо глобальних проблем, навколишнього середовища і розвитку. Це створює більш рівноправні умови для участі у міжнародних переговорах з глобальних екологічних проблем та проблем розвитку.

Сталий розвиток для визначення довгострокових перспектив, врахування наслідків глобальних змін на місцевому, національному, регіональному рівнях управління, вимагає залучення найбільш надійних наукових знань.

Відповідно до результатів наукових досліджень та нових наукових знань процес розвитку отримує постійну переоцінку під кутом зору зменшення впливу використання ресурсів на земну систему. Але й цього виявляється недостатньо, майбутнє уявляється невизначеним, і можуть виникнути непередбачувані обставини. Це вимагає більш високого ступеня наукової обґрунтованості, надійності політики управління природокористуванням і процесом розвитку.

Важливим завданням для сталого розвитку суспільства у всіх країнах є визначення досягнутого рівня наукових знань, потреб і пріоритетів щодо наукових досліджень. Для цього потрібне широкомасштабне розширення наукової бази перш за все у країнах, що розвиваються, зміцнення їх науково-дослідного потенціалу, особливо в галузях, пов'язаних з довкіллям і сталим розвитком. Розробка екологічної політики та політики у сфері розвитку мають здійснюватися на основі найбільш надійних оцінок і наукових знань, з урахуванням розширення міжнародної співпраці, взаємодії між ученими та органами управління з метою зміни існуючих структур виробництва і споживання. Існує також потреба в отриманні і запровадженні знань щодо можливостей різноманітних спільнот і культур у справі досягнення сталого розвитку з урахуванням взаємозв'язків на національному та міжнародному рівнях. Значного розширення також потребує розвиток зв'язків та співробітництва між ученими шляхом сприяння впровадженню програм і заходів у галузі міждисциплінарних досліджень.

З урахуванням зазначених завдань виникає потреба, щоб у кожній країні були створені бази даних у сфері природознавчих і соціальних наук, пов'язаних зі сприянням сталому розвитку. Мають бути визначені основні потреби і пріоритети в галузі досліджень (в контексті міжнародної наукової діяльності), створені належні організаційні механізми на відповідному місцевому, національному, субрегіональному та регіональному рівнях, а також у межах системи ООН.

Таким чином може бути забезпечена більш ґрунтована наукова основа для вдосконалення екологічної політики та стратегій у галузі розвитку, узгоджених з довгостроковими цілями сталого розвитку.

Проведення наукових досліджень – лише перший крок, що може зробити наука на підтримку сталого розвитку. Дослідження створюють можливість для використання їхніх результатів у формуванні наукових оцінок (перевірок) нинішнього стану справ і варіантів майбутнього розвитку. Йдеться про підтримання біосфери у відповідному здоровому стані та уповільнення темпів зменшення біологічної різноманітності.

Наукові оцінки і прогнози мають здійснюватися і враховуватися у практичній діяльності на усіх рівнях – глобальному, регіональному, місцевому. Адже, хоча багато довгострокових екологічних змін мають глобальні масштаби, не менше значення мають зміни на національному і місцевому рівнях.

Методика побудови тривимірної моделі забудови на інтерактивній картографічній основі

Нечаусов А.С., Крапива А.А.

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

Останніми роками 3D технології значно розширили межі свого прикладного використання. Тривимірне моделювання стало доступним не тільки для окремих споруд та мереж інженерних комунікацій, але і для цілих міст.

3D-моделювання активно використовується в геоінформаційних системах на етапах проектування, дослідження, відтворення та оновлення інформації щодо об'єктів. Застосування технологій тривимірного моделювання в ГІС значною мірою підвищує ефективність вирішення широкого спектра завдань у містобудуванні, архітектурному плануванні, створенні систем навігації та ін. Це обумовлює необхідність створення сучасних методик, заснованих на новітніх програмних сервісах тривимірного моделювання.

Основними способами отримання достовірних геопросторових 3D-моделей різних типів об'єктів в даний час є: фотограмметричний спосіб, лазерне сканування, традиційні методи та спосіб підняття векторної картографічної основи. Саме останній спосіб використано як основний метод отримання геопросторової 3D-моделі забудови.

Методика побудови 3D-моделі забудови полягає у відтворенні інтерактивної картографічної основи –загальнодоступного веб-картографічного сервісу OpenStreetMap, як KMZ архів, стислий за допомогою методу zip, що складається з мітки Google Maps – KML, файлу 3D-моделі та тек з допоміжними файлами. Схема розробленої методики наведена на рис. 1.



Рис. 1 – Схема методики отримання тривимірної моделі забудови на картографічній основі

У якості програмного середовища для реалізації практичної частини методики використано безкоштовний тривимірний редактор Blender, який на відміну від великої кількості аналогів, включає всі необхідні інструменти для вирішення широкого спектру завдань, зокрема створення тривимірних об'єктів, накладання текстур, можливість розширення до 3D ГІС, налаштування шейдингу, рендерингу і композитингу.

В результаті застосування методики на реальних даних, було отримано 711 тривимірних об'єктів, 15 шейдерів, 1 COLLADA файл та 1 KMZ архів.

Успішна перевірка реалізації методики доводить, що для досягнення необхідного результату у великих міжнародних або локальних державних програмах розвитку картографічних онлайн ресурсів та проєктів ГІС з використанням технологій тривимірного моделювання не обов'язково використовувати кошкові пакетні рішеннями

програмного забезпечення. Існують альтернативні варіанти спільного використання програмних продуктів із різних сфер діяльності, які не поступаються в якості результату.

Література

1. Інженерна графіка і тривимірне моделювання [Текст] Збірник наукових доповідей / Т.Ю. Бутакова, Редакційно-видавничий відділ СДГУГІТ – Новосибірськ – 2018 – 69 с.
2. 3D-моделювання [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://studfile.net/preview/4294261/page:6/> – 20.10.2022
3. Підручник-самовчитель з графічного редактора Blender 3D. Моделювання та дизайн [Текст] – Серова М. – Солон-Прес – 2020 – 272 с.

Методика візуалізації та вивчення процесу вицвітання коралових рифів за допомогою вокселів

Нечаусов А.С., Хрипко А.С.

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

Коралові рифи грають одну з найважливіших ролей у збереженні морського біорізноманіття і є місцем існування приблизно чверті всіх морських видів.

На жаль, рифи по всьому світу схильні до багатьох ризиків, що наражає на небезпеку види коралів і може призвести до їх знебарвлення (іншими словами – їх загибелі). В силу того, що корали слугують домівкою для мільйонів видів тварин в океані, наслідки висвітлення коралів можуть бути катастрофічними для природи.

Задля ефективної боротьби з цим явищем доцільно розробляти сучасні методики дослідження середовища коралових рифів, що здатні підвищити ефективність визначення місць потенційно сприятливих для висвітлення коралів за допомогою вокселів (тривимірних пікселів). На рис.1 наведено представлення вокселів.

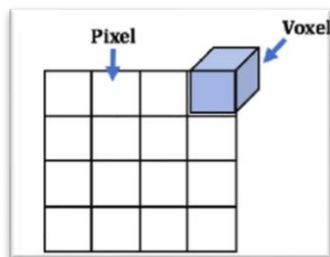


Рис. 1 – Представлення вокселів

В рамках дослідження пропонується методика візуалізації та вивчення процесу вицвітання коралових рифів, яка полягає у визначенні осередків, що схильні до найбільшого ризику вицвітання за допомогою вокселів. Схема розробленої методики наведена на рис. 2.



Рис.2 – Схема методики візуалізації та вивчення процесу вицвітання коралових рифів за допомогою вокселів

Джерелом даних було використано файл EMU. В якості програмного забезпечення був використаний програмний продукт ArcGis Pro. Визначення областей вицвітання коралових рифів за допомогою вокселів базується на аналізі змінних солоності та температури води. Результат застосування методики представлено на рис. 3.

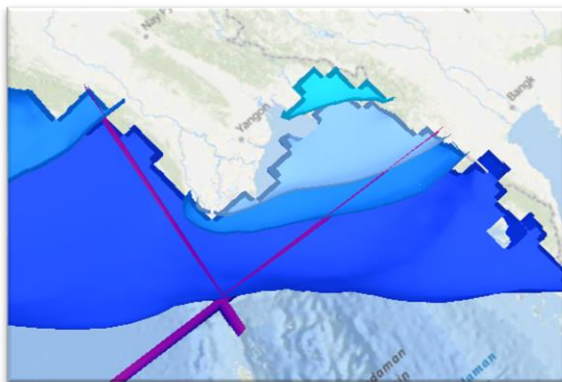


Рис.3 – Результат застосування методики

Розроблена методика дозволяє в подальшому зменшити кількість вицвітання коралових рифів. Для припинення їх убитку та підтримки життєздатності коралових рифів зараз і в майбутньому необхідно вживати термінових заходів щодо боротьби зі зміною клімату.

Література

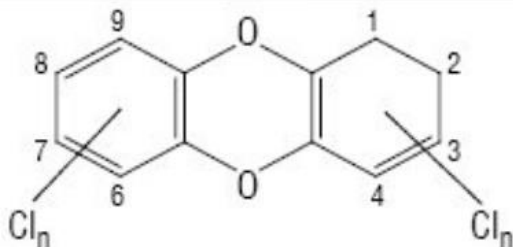
1. Астахов Д. Людина та коралові рифи: сьогодні та завтра // Наука і життя. – 2013. – № 3. – С.12-25. URL: <https://www.nkj.ru/archive/articles/21838/>.
2. Воксельна модель та її функції. URL: https://studopedia.ru/4_119787_vokselnaya-model.html.
3. Ткаченко К.С. Перспективи екологічного моніторингу коралових рифів. – 2004. – №5. – С.61-67. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-ekologicheskogo-monitoringa-koralovyh-rifov-s-ispolzovaniem-orbitalnyh-sputnikov/viewer>.

Визначення поліхлорованих екотоксикантів методами хромато-мас-спектрометрії

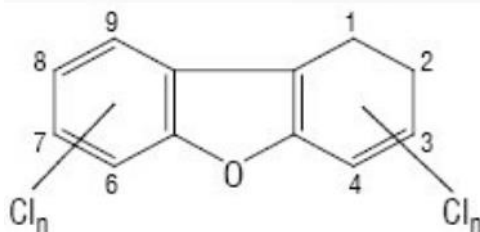
Войціцький В.М., Хижняк С.В., Мідик С.В., Корнієнко В.І.
Національний університет біоресурсів і природокористування
України, E-mail: VolodymyrV1950@gmail.com

До найбільш токсичних забрудників довкілля (атмосферного повітря, ґрунту, води, біоти), харчових продуктів, кормів для сільськогосподарських тварин, а також питної води належать поліхлоровані дибензодіоксини (ПХДД), дибензофурани (ПХДФ) і біфеніли (ПХБ), які віднесені Стокгольмською Конвенцією про стійкі

органічні забруднювачі до так званої «брудної дюжини» найнебезпечніших для людини хімічних речовин.



Структурна формула поліхлорованих дибензофуранів.



Структурна формула поліхлорованих біфенілів.

(Положення атомів Хлору (Cl) показано схематично, їх кількість (n) різна у конкретних представників цих сполук.)

Ці сполуки здатні проявляти канцерогенну, мутагенну, тератогенну, ембріотоксичну, гонадотропну та гепатотоксичну дію, яка залежить від фізико-хімічних властивостей, дози, частоти і терміну дії, шляхів потрапляння до організму, механізмів дії.

Діоксини – найбільш небезпечні токсиканти серед поліхлорованих сполук, а серед них – 2,3,7,8-тетрахлордibenзо-*p*-діоксин (ТХДД), з токсичністю якого порівнюють токсичність інших подібних сполук, а це не менше 75 конгенерів ТХДД і 135 конгенерів поліхлорованих дибензофуранів (ПХДФ).

Джерелами діоксинів є підприємства, які під час виробництва використовують Хлор (нафтопереробні, хімічні, металургійні, целюлозо-паперові, де використовуються процеси відбілювання Хлором або його сполуками, підприємства з виробництва теплової та електричної енергії, які працюють на вугіллі, мазуті, дизельному паливі тощо). Ці речовини здатні утворюватися як побічний продукт у процесах органічного синтезу, при спалюванні органічних хлорвмісних сполук, а також можуть міститися у викидах автотранспорту чи пестицидах, які використовують у сільському господарстві.

Гранично допустима концентрація (ГДК) 2,3,7,8-ТХДД для атмосферного повітря – $0,1 \text{ нг/м}^3$, для питної води – $0,1 \text{ нг/дм}^3$. Для 2,3,7,8-ТХДФ ці показники наступні: для атмосферного повітря $\text{ГДК}_{\text{ат.}} - 1 \text{ нг/м}^3$, а для питної води $\text{ГДК}_{\text{пв}} - 1 \text{ нг/дм}^3$.

Поліхлоровані біфеніли (ПХБ) – це група із нині відомих 209 сполук, що мають формулу $\text{C}_{12}\text{H}_{10-n}\text{Cl}_n$, де n – знаходиться в межах від 0 до 10.

Основні джерела забруднення ПХБ: при спалюванні побутових і промислових відходів, при займанні промислового обладнання (особливо масляних трансформаторів і конденсаторів, мастил тощо, які містять ПХБ), випаровування при застосуванні холодогенів, фарб, лаків, клеїв, розчинників, пластифікаторів, наповнювачів у пластмасах тощо, витоки зі звалищ (смітників).

Значення ГДК для суміші ПХБ наступні: для атмосферного повітря – 1 нг/м^3 , питної води – 1 мкг/дм^3 .

Визначення ПХДД, ПХДФ і ПХБ в очищеному і концентрованому екстракті зразку проводиться, як правило, хроматографічними методами з використанням спектрометричних (особливо в ультрафіолетовій ділянці світлового спектру), флуориметричних, з використанням електронно-захватного (ЕЗД) та мас-спектрометричного детекторів. Саме мас-спектрометричні методи реєстрації є найбільш точними. Вони широко використовуються в комбінованих методах якісного і кількісного аналізу складних сумішей, які поєднують хроматографічне розділення речовин з мас-спектрометричним аналізом.

У цих методах розділення речовин та їх аналіз проводиться незалежно одне від одного. Досліджувану суміш речовин вводять у хроматограф. Там її компоненти розділяються і по чергову потрапляють до мас-спектрометра. Іонізація, розділення утворених іонів та їх реєстрація дає можливість отримати мас-спектри, за якими досліджувані речовини ідентифікуються та визначається їх кількість (концентрація) у зразку.

Серед хроматографічних методів, у випадку дослідження ПХДД, ПХДФ і ПХБ застосовують, як правило, газову хроматографію (ГХ), а саме адсорбційну, з використанням відповідного газу-носія (гелію чи азоту).

Мас-спектрометрія – це метод ідентифікації (за встановленою будовою) та кількісного визначення речовини, у тому числі у суміші. Відносна межа виявлення речовин становить $10^{-4} - 10^{-8} \%$, абсолютна коливається в межах від 10^{-10} до 10^{-17} г .

Метод мас-спектрометрії базується на явищі іонізації – перетворенні нейтральних атомів або молекул в іони. Це викликається

бомбардуванням електронами, хімічною іонізацією, зокрема при приєднанні до атомів чи молекул, які іонізуються H^+ , опроміненням ультрафіолетовим світлом з довжиною хвилі меншою ніж 20 нм (іонізуючим), а також α -, β - і γ -іонізуючим випромінюванням, дією сильного електричного поля або високих температур та ін. Утворені іони розділяють в магнітному полі (магнітне та електростатичне секторне розділення, застосування іонно-циклотронного резонансу з Фур'є перетворенням, час-пролітне розділення тощо).

За виміру інтенсивності іонного струму, виконується окремий підрахунок частки кожного компоненту, це здійснюється за використання отриманого мас-спектру – залежності інтенсивності іонного струму (свідчить про кількість речовини) від відношення маси (m) до заряду (z) – m/z .

Поширеним способом встановлення будови досліджуваної сполуки (її ідентифікації) є автоматичне порівняння отриманого мас-спектру з банком («бібліотекою») таких спектрів (у них кількість речовин досягає сотень тисяч). Нині існують спеціальні програми для автоматичної інтерпретації мас-спектрів.

Результати дослідження речовин, зокрема, ПХДД, ПХДФ і ПХБ методами хромато-мас-спектрометрії свідчать, що ці методи є адекватними за ефективністю, чутливістю, точністю, продуктивністю, універсальністю, вибірковістю і у багатьох випадках переважають інші методи, які можуть бути застосовані для аналізу поліхлорованих сполук. Безумовно ці методи можуть і використовуються науково-дослідними та виробничими лабораторіями також для дослідження інших речовин та сполук.

The effect of hydrogen peroxide on the zeta potential of human neutrophils under low-dose rate β -radiation

Zhirnov V.V., Charochkina L.L., Brovarets V.S.

Institute of Bioorganic Chemistry and Petroleum Chemistry, NAS of Ukraine, vic.bpci.kiev.ua

Hydrogen peroxide (H_2O_2) is a relatively stable molecule which can penetrate membranes without being inactivated [1]. Local concentrations of H_2O_2 , at sites of inflammation may increase through an upregulation of intracellular H_2O_2 production in activated neutrophils [2]. Incubation of neutrophils with the addition of 10^{-4} – 10^{-7} M H_2O_2 was accompanied by a change in the ability of cells to generate reactive oxygen [3]. It has been

established that H_2O_2 violates the barrier properties of neutrophil membranes only at concentrations greater than 10^{-3} M. The obtained data indicate a high blood neutrophil resistance to the H_2O_2 destructive action. H_2O_2 is the major agent signalling through specific protein targets to support cellular adaptation to a changing environment [4]. The negative surface electrostatic charge on biomembranes plays an essential role in cell signaling, modifying the activity of signaling proteins and structuring of signalosomes [5,6]. β -Radiation in the microgray range increases the surface charge of human blood cells [7], apparently due to changes in the structural state of the plasma membrane [8]. The purpose of this study was to study the response of the neutrophil zeta potential (ZP) to H_2O_2 under low-dose rate β -radiation.

To assess the charge on the plasma membrane of cells was determined by the method of microelectrophoresis. The incubation time of the cell suspension with the radionuclide (^{14}C -Leucine) was 1 hour. The radiation doses absorbed by the cell suspension were calculated according to [9].

Data on the effect of H_2O_2 on the neutrophil ZP s are given in the Table.

Table. The effect of β -radiation (100 $\mu\text{Gy/h}$) on the response of human neutrophils to H_2O_2

Experimental conditions	Zeta potential, mV						
	Concentration of hydrogen peroxide, M						
	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}
H_2O_2	-10.16 $\pm 0.51^*$	-10.67 $\pm 0.34^*$	-8.47 $\pm 0.34^*$	-8.47 $\pm 0.68^*$	-8.20 $\pm 0.53^*$	-7.30 ± 0.51	-6.44 $\pm 0.41^*$
$\text{H}_2\text{O}_2 + ^{14}\text{C}$	16.43 ± 0.50	15.24 ± 0.61	16.09 ± 0.51	20.00 ± 0.36	18.12 ± 0.33	17.63 ± 0.84	14.74 ± 0.51

ZP (control) = -12.87 ± 0.45 ; ZP (radiation) = 16.60 ± 0.34 ; * - Statistically significant difference from control, $p < 0.05$.

According to the obtained data, H_2O_2 in the entire range of concentrations reduces the negative surface charge of erythrocytes. The maximum decrease in the absolute value of zeta potential (ZP_{abs}) is observed at a concentration of H_2O_2 - 0.1-1.0 nM. Ionizing radiation not only eliminates this effect, but even increases ZP_{abs} to values exceeding the control. It should be noted that the average concentration of H_2O_2 in human plasma is $3.00 \pm 0.09 \mu\text{M}$ ($p < 0.027$) [10]. The obtained results testify to a very high sensitivity of the ZP to H_2O_2 . This indicates a high homeostatic stability of the cellular response to the real concentration of H_2O_2 in the latter. Thus, low dose rate ionizing radiation can not only neutralize the effect of H_2O_2 on the ZP of neutrophil membranes in the metabolic range, but also change its response to in the area where H_2O_2 functions as a secondary messenger of cell signaling systems.

References

1. Winterbourn CC, Kettle AJ, Hampton MB. Reactive oxygen species and neutrophil function. *Annu Rev Biochem.* 2016;85:765-92.
2. Simms HH, D'Amico R. Polymorphonuclear leukocyte dysregulation during the systemic inflammatory response syndrome. *Blood.* 1994;83:1398.
3. Коваленко Е.И., Семенкова Г.Н., Черенкевич С.Н. Влияние перекиси водорода на способность нейтрофилов генерировать активные формы кислорода и хлора и секретировать миелопероксидазу in vitro. *Цитология.* 2007;49(10):839-847.
4. Lorenzen I, Eble JA, Hanschmann EM. Thiol switches in membrane proteins - Extracellular redox regulation in cell biology. *Biol Chem.* 2020;28;402(3):253-269.
5. Goldenberg NM, Steinberg BE. Surface charge: a key determinant of protein localization and function. *Cancer Res.* 2010;70 (4):1277-1280.
6. Nishino M, Matsuzaki I, Musangile FY, Takahashi Y, Iwahashi Y, Warigaya K, Kinoshita Y, Kojima F, Murata SI. Measurement and visualization of cell membrane surface charge in fixed cultured cells related with cell morphology. *PLoS One.* 2020;15 (7):e0236373.
7. Zhirnov VV, Iakovenko IN. The osmotic resistance and zeta potential responses of human erythrocytes to transmembrane modification of Ca²⁺ fluxes in the presence of the imposed low rate radiation field of 90Sr. *Int J Radiat Biol.* 2015;91(1):117-126.
8. Zhirnov VV, Khyzhnyak SV, Voitsitskiy VM. The effects of ultra-low dose β -radiation on the physical properties of human erythrocyte membranes. *Int. J. Radiat. Biol.* 2010;86(6):499–506.
9. Loevinger R, Berman MA. Formalism for calculation of absorbed dose from radionuclides. *Phys Med Biol.* 1968;13(2):205-217.
10. Lacy F, Kailasam MT, O'Connor DT, Schmid-Schönbein GW, Parmer RJ. Plasma H₂O₂ production in human essential hypertension: role of heredity, gender, and ethnicity. *Hypertension.* 2000;36(5):878-884.

Use of absorbent coatings based on composite materials

Kozlovsky V.V.¹, Kozlovsky V.V.², Klobukova L.P.²

(¹Institute of Special Communications and Information Protection of the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky", Kyiv, Ukraine. E - mail: iszzi@iszzi.kpi.ua

²Faculty of Cybersecurity, Computer and Software Engineering of the National Aviation University, Kyiv, Ukraine. E - mail: klp@nau.edu.ua)

The information sphere plays a growing role in ensuring the security of all areas of society. A significant part of the threats to the national security of the state is realized through this sphere. Therefore, the issues of protecting confidential information from leakage are quite relevant. One of the main sources of information leakage is electromagnetic fields resulting from the operation of modern radio-electronic means. Therefore, the problem of weakening unauthorized informational electromagnetic fields is currently receiving much attention.

An analysis of the relevant topics of publications shows that a promising direction for ensuring effective field attenuation is the use of composite materials that have high shielding properties and meet sanitary and hygienic requirements. To date, it is known about the effective use of composite materials as absorbers deposited on the leading surface. As for the attenuating properties of composites during the through passage of electromagnetic waves, this issue has not been studied enough.

The aim of the article is the synthesis of shielding composite materials for absorbing electromagnetic wave coatings with resonant dispersion of the permittivity. An example of such materials can be materials consisting of a

dielectric matrix with leading inclusions, the absolute complex permittivity of which is described by the expression

$$\varepsilon_k(\omega) = \varepsilon_0 \left(\varepsilon_\varepsilon + \sum_{i=1}^N \frac{(A_{0i} - 1)\omega_{0i}^2}{\omega_{0i}^2 - \omega^2 + j\omega\gamma_i} \right), A_{0i} > 1, \gamma_i > 0, \quad (1)$$

where: ω - current oscillation frequency; ω_{0i} - resonant frequencies; A_{0i}, γ_i - parameters of the composite material, determined by the shape and properties of the leading inclusions; ε_0 - absolute permittivity of vacuum; ε_ε - relative permittivity of the dielectric matrix, which characterizes the static and optical permittivity of the composite; $i = \overline{1, N}$, where the upper summation limit N is determined by the number of resonant frequencies of the composite material. By choosing the parameters $\varepsilon_\varepsilon, A_{0i}, \omega_{0i}, \gamma_i, N$ one can achieve a significant weakening of the electromagnetic field. Let's consider the simplest case, when $N = 1$.

Our task is to determine the varied parameters $\varepsilon_\varepsilon, A_{0i}, \omega_{0i}, \gamma_i$ ($i = 1$), at which in a given frequency range $\omega \in \omega_f \dots \omega_{\hat{a}}$ ($\omega_f, \omega_{\hat{a}}$ - lower and upper limits of the frequency range) the shielding factor is implemented, not lower than the specified level. It is assumed that the thickness of the coating is also given $l = l_0$. The fact is that varying the thickness of the coating l it makes no sense, since by increasing the thickness of the coating, any value of the shielding factor can be obtained. According to the accepted terminology, a composite material with certain parameters $\varepsilon_\varepsilon, A_{0i}, \omega_{0i}, \gamma_i$ called synthesized material.

Based on the described algorithm, a composite coating was synthesized with subsequent initial data. Coating thickness $l_0 = 1 \text{ cm}$, frequency range $f_H = 3000 \text{ MHz}, f_B = 5000 \text{ MHz}$;

$\varepsilon_\varepsilon = 1$. For advanced composite materials $1 < A_{0i} < 20$. Therefore, we will use this restriction in optimization. It is known that the shielding factor must be at least 10. On the image 1-3 the characteristics of the synthesized coatings are shown with one term in the formula (1) ($N = 1$) and with two terms ($N = 2$). In this case (Fig. 1), dependence 1 corresponds to the parameters of the composite : $A_{01} = 13,53$; resonant frequency $f_{01} = 3850\text{MHz}$ ($\omega_{01} = 2\pi f_{01}$); $\gamma_1 = 4,35 \cdot 10^9$. Dependencies 2 match parameters: $A_{01} = 5,33$; $A_{02} = 6,14$; resonant frequencies $f_{01} = 2437\text{MHz}$; $f_{02} = 4672\text{MHz}$; $\gamma_1 = 6,21 \cdot 10^9$; $\gamma_2 = 8,66 \cdot 10^9$.

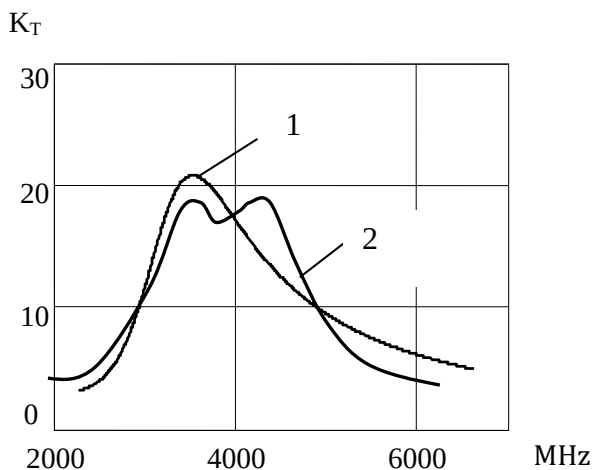


Fig. 1. Screening factor versus frequency: 1 - $N=1$; 2 - $N=2$

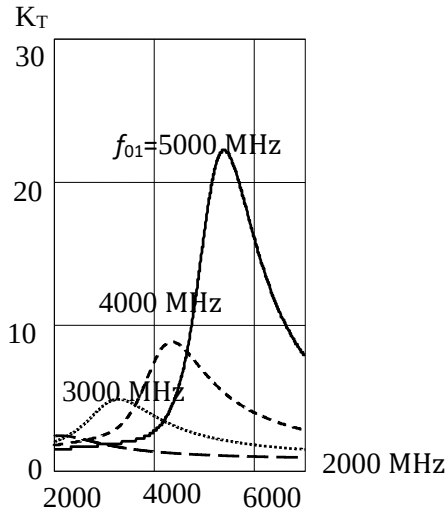


Fig. 2. Screening factor versus frequency at different resonant frequencies f_{01} composite coating material:

$$A_{01} = 5, \gamma_1 = 10 \cdot 10^9$$

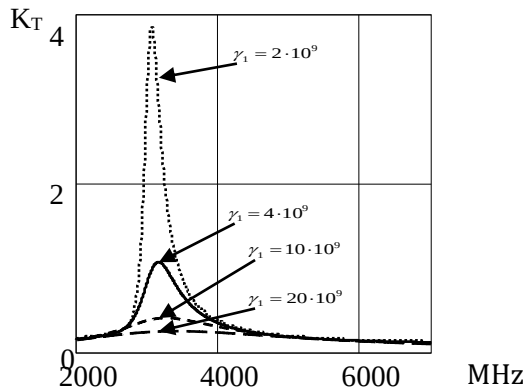


Fig. 3. The dependence of the shielding factor on frequency at different values of the material percolation parameter

$$\gamma_1 : A_{01} = 5, f_{01} = 3000 \text{ MHz}$$

It follows from the obtained characteristics that with an increase in the number of terms in the expression for the permittivity (1), the dependence of the shielding factor on frequency takes the form of the Chebyshev characteristic.

As follows from the dependences of the screening factor on frequency for various percolation parameters (Fig. 3), the solution of optimization problems is multivalued, since many combinations of parameters of composite materials correspond to the given initial data. Therefore, when choosing the final solution, one should be guided by additional restrictions. For example, based on the manufacturability of the implementation of the composite, it is advisable to take the parameters A_{0i} as little as possible.

Theoretically, an increase in A_{0i} can provide any screening in an arbitrary frequency range, so optimization by the parameters A_{0i} without additional restrictions is meaningless.

A more detailed analysis of the screening factor shows that

1) the resonant frequencies of the composite must be within (or near) the specified screening range;

2) in the region of resonant frequencies, a sharp increase in the screening coefficient is observed, and with an increase in the resonant frequency, its value increases;

3) a change in the parameter A_{01} has little effect on the frequency position of the maximum of the screening coefficient: with an increase in A_{01} , both the degree of screening and the frequency region of screening increase;

4) with an increase in γ_1 , the position of the maximum of the screening coefficient practically does not change. However, the degree of screening is reduced.

Conclusion. Based on the results obtained, the influence of the parameters of percolation materials on the screening

coefficient is analyzed. It has been established that by choosing the percolation parameters it is possible to achieve a significant increase in the shielding factor of electromagnetic waves in a given frequency range.

The results obtained in the article can be used in the development of new absorbing electromagnetic wave coatings. It follows from the analysis of the research results that an improvement in the quality of shielding can be achieved using multilevel ($N > 1$) composite materials. This direction is promising for further research.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**Інформаційно-комунікаційні технології
та сталий розвиток**

Колективна монографія

за матеріалами

*XXI Міжнародної науково-практичної конференції
(Київ, 14 - 16 листопада 2022 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.

Рецензенти:

Миронцов Микита Леонідович, д.ф.-м.н., с.н.с.

Копійка Олег Валентинович, д.т.н., професор

Зайцев Сергій Васильович, д.т.н., професор

Триснюк Василь Миколайович, д.т.н. с.н.с.

Черній Дмитро Іванович, д.т.н., доцент

Калюх Юрій Іванович, д.т.н., професор

Терентьєв Олександр Миколайович, д.т.н. доцент

Підписано і здано до друку 5.11.2022. Формат 60х84 1/16.

Папір офсетний. Гарнітура Таймс. Офсетний друк.

Умовн. друк. арк. 14,07. Обл.-вид. арк. 15,13

Тираж 300. Замовлення № 051122

Надруковано в ТОВ “Видавництво “Юстон”

01034, м. Київ, вул. В. Липинського 2/16 (метро Золоті Ворота) тел.: 044-360 2266
моб.: 063-077 2999, моб.: 067-500 5545, моб.: 094-924 92 66 www.yuston.com.ua

Свідцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців,
виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції серія ДК № 4973 від 09.09.2015 р.