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

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

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

ЗАО «ЕСОММ Со»

Колективна монографія за матеріалами
19 Міжнародної науково-практичної конференції

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

тенденції 2020 року

(06 - 07 жовтня 2020р.)

Київ – 2020

УДК 502.175:004.94](082)
С91

Рекомендовано до видання Вченою Радою Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, протокол №9 от 21.09.2020р.

С 91 **Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях**: **тенденції 2020 року** // Колективна монографія за матеріалами XIX Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 06-07 жовтня 2020 р.) / За заг. ред. С.О. Довгого. – К.: ТОВ «Видавництво «Юстон», 2020. – 205 с.

ISBN 978-617-7854-27-1

До колективної монографії включені сучасні розробки та досягнення вчених за матеріалами XIX Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях». Колективна монографія присвячена тенденціям, які прослідковуються у науковій роботі, у зазначеній сфері досліджень.

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

УДК 502.175:004.94](082)

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

© *Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України*

ISBN 978-617-7854-27-1

Науково-організаційний комітет

Голова:

Довгий С.О.	Почесний директор ІТГІП НАНУ, Президент Малої академії наук України, академік. НАНУ, академік НАПН України, д.-ф.-м.н., професор

Члени комітету

Бутенко О.С.	Професор кафедри геоінформаційних технологій і космічного моніторингу Землі ХАІ, д.т.н., професор
Волошкіна О.С.	Зав.кафедри охорони праці та навколишнього середовища КНУБА, д.т.н., професор
Греков Л.Д.	Директор ДНВЦ «Природа», д.т.н., с.н.с.
Качинський А.Б.	Проф. каф. інформаційної безпеки Фізико-технічного інституту НТТУ «КПІ», д.т.н., професор
Копійка О.В.	Завідувач відділу ІТГІП НАНУ, д.т.н., с.н.с.
Лебідь О.Г.	Заст.директора з наукової роботи ІТГІП НАНУ, к.т.н., с.н.с.
Лісовий О.В.	Директор Малої академії наук України, к.ф.н.
Мокін В.Б.	Зав.кафедри системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки Вінницького національного технічного університету, д.т.н., проф.
Мошинський В.С.	Ректор Національного університету водного господарства та природокористування, доктор сільськогосподарських наук, професор
Полумієнко С.К.	Завідувач відділу ІТГІП НАНУ, д.ф.-м.н., с.н.с.
Попов М.О.	Директор Наукового центру аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук, д.т.н., професор
Серединін Є.С.	Президент компанії «ЕСОММсо»
Триснюк В.М.	Завідувач відділу ІТГІП НАНУ, д.т.н., с.н.с.
Трофимчук О.М.	директор ІТГІП НАНУ, член-кор. НАНУ, д.т.н., професор
Устименко В.О.	Зав.відділу ІТГІП НАНУ, д.ф.-м.н., професор

Щипцов О.А.	Директор ДУ "Науковий гідрофізичний центр Національної академії наук України", член-кор. НАНУ, д.географ.н., професор
Яковлєв Є.О.	Гол.наук.співр. ІТГІП НАНУ, д.т.н., с.н.с.

<u>Секретаріат конференції:</u>

Зотова Л.В.	тел.: **044-245-8838**, моб.**: 050-445-6752**
Шевякіна Н.А.	

ЗМІСТ

Результати виконання науково-технічних (інноваційних) проектів наукових установ Національної академії наук України
Трофимчук О.М., Миронцов М.Л. 12

Комп'ютерне середовище для моделювання та прогнозування екології дворових територій
Довгий С.О., Буланчук О.М., Буланчук Г.Г. 15

Дослідження взаємодії поверхневих хвиль із зануреними щілинними хвилегасниками
Горбань І.М., Лебідь О.Г. 18

Обчислювальні технології для моделювання рідини в областях із рухомими тілами методом граткових рівнянь Больцмана
Довгий С.О., Остапенко А.О., Буланчук Г.Г. 21

Decision support system for modeling and forecasting ecological processes
Trofymchuk O.M., Bidyuk P.I., Prosyankina-Zharova T.I., Terentiev O.M. 23

Про врахування нестаціонарності в гідрологічному моделюванні та прогнозуванні
Стефанишин Д.В. 44

Відновлення лісів як один із ключових факторів протидії глобальній кризі клімату
Лебідь О.Г., Каян В.П., Василенко А.О., Житніцький Б.В. 47

Про визначення коефіцієнта шорсткості за допомогою штучної нейронної мережі на основі описових даних про гідроморфологічні характеристики русла річки
Ходневич Я.В. , Стефанишин Д.В. 49

Технології моніторингу засобів масових комунікацій для аналізу стану кібербезпеки критичної інфраструктури України
Качинський А.Б., Іванюта С.П., Пеліхова Н.С. 51

Про нові постквантові алгоритми електронного підпису, що модифікують алгоритми представлені на другий етап NIST сертифікації.
Устименко В.О., Пустовіт О.С. 57

Метод зупинки та прийняття рішень в процесі декодування турбокоду
Василенко В.М., Зайцев С.В., Сокоринська Н.В., Казнадій С.П., Пастернак Ю.М. 59

Зміни властивостей ґрунтів у районах сміттєзвалищ та полігонів захоронення твердих побутових відходів
Трофимчук О.М., Кураєва І.В., Азімов О.Т. 62

Впровадження сучасних ДЗЗ/ГІС-технологій з метою моніторингу чинників негативного екологічного впливу на довкілля полігонів захоронення відходів
Шевчук О.В., Азімов О.Т. 63

Застосування ГІС-технологій у сфері поводження з твердими побутовими відходами
Даншина С.Ю. Кіченко К.В. 65

Сучасний стан поводження з промисловими та побутовими відходами гірничо-добувних районів України
Яковлєв Є.О., Анпілова Є.С. 67

Екологічна оцінка впливу сміттєзвалищ на стан поверхневих та підземних вод на основі даних ДЗЗ
Триснюк В.М., Курило А..В., Охарєв В.О., Шумейко В.О., Триснюк Т.В., Сметанін К.В., Нагорний Є.І., Хабова Н.В., Зотова Л.В. 74

Проблеми і принципи геологічного зберігання CO_2 та роль ДЗЗ/ГІС-технологій при вирішенні відповідних завдань
Азімов О.Т., Краснікова О.О. 78

Автоматизована система експертної оцінки пірологічної ситуації територій з використанням ДЗЗ/ГІС-технологій
Азімов О.Т. 80

ГІС система управління водними ресурсами з використанням відкритого програмного забезпечення
Первишева Є.А., Андрєєв С.М. 82

Моніторинг температури поверхні води Азовського моря з використанням програмного середовища ArcGis
Бундус В.А. 84

Методика визначення лавинонебезпечних зон із застосуванням ГІС - технологій
Бутенко О.С., Горелик С.І., Кузнєцова В.В 87

Оцінка негативних наслідків тайфунів по результатах моделювання з використанням ГІС – технологій
Бутенко О.С., Красовська І.Г., Соколенко В.Ю. 89

Досвід застосування QGIS - Midvatten до створення ГІС гідрогеологічної інформації колишнього Придніпровського хімічного заводу (м. Кам'янське)
Заноз Б. Ю., Бугай Д. О. 92

Прогнозування рівня шумового забруднення від автодоріг з використанням ГІС-технологій
Горелик С.І., Красовська І.Г., Межерицька К.К. 94

Космічний моніторинг стану лісів із використанням ГІС-технологій
Горелик С.І., Білаш І.І. 95

Використання технології SEBAL в GRASS GIS
Гордієнко О.В. 96

Інженерно-геологічні засади сталого розвитку на основі оновлення схем планування території України.
Демчишин М.Г., Кріль Т.В., Соковніна Н.Х. 98

Застосування хвильової моделі водонасиченого ґрунту в задачах динамічної взаємодії з фундаментами споруд
Трофимчук О.М., Савицький О.А. 101

База даних DeepData Міжнародного району морського дна: перспективи співпраці
Щипцов О.А. 103

Багатовимірна база просторових даних геопорталу
Андрєєв С.М., Жилін В.А. 106

Особливості застосування машинного навчання в прикладному програмуванні
Вабіщевич Р.О., Бондар А.В., Серьожніков О.М., Цуріка Л.Ю. 108

Розробка геопорталу для моніторингу вулканічної активності
Горелик С.І., Ковальова В.О., Косенко К.В. 110

Створення WEB-порталу картографічних моделей історико-культурних поселень Слобожанщини
Горелик С.І., Ковальова В.О., Вітольберг О.В. 111

Особливості реалізації веб-порталу для виконання складних задач управління проектами
Кряжич О.О., Коваленко О.В., Яворський Б.І. 113

Технології адаптації швидкості передачі даних у мережах LoRaWAN
Іцкович В.Є., Бондар А.В., Серьожніков О.М., Василенко А.О. 118

Методика побудови 3D-моделей місцевості за даними аерофотозйомки з БПЛА
Андрєєв С.М., Жилін В.А. 119

Використання мобільного лазерного сканування для запобігання надзвичайним ситуаціям в межах сучасного міста
Андрєєв С.М., Толкунова В.І. 122

Геоекологічний моніторинг водних об'єктів України: комплексна оцінка та прогнозування стану
Трофимчук О.М., Триснюк В.М., Миронцов М.Л., Клименко В.І., Радчук І.В., Крета Д.Л., Шевякіна Н.А., Загородня С.А., Триснюк Т.В., Охарєв В.О., Хабова Н.В. 125

Взаємозв'язок забруднення атмосферного повітря урбоценозів з випадінням кислотних опадів
Волошкіна О.С., Трофімович В.В., Кравченко М.В., Ковальова А.В. 128

Ідентифікація та визначення техногенного навантаження на масиви підземних вод у басейні Дніпра
Люта Н.Г., Саніна І.В. 132

Уточнена ГІС-оцінка додаткового сейсмічного ризику на підтоплених лесах та лесово-суглинистих породах в Україні
Рогожин О.Г. 134

Оцінка екологічного стану частини України, що межує зі східними окупованими територіями
Бутенко О.С. Топчий А.С. 138

Потенційний вплив затоплення шахт Донбасу на природно-техногенну безпеку військової інфраструктури Збройних сил України
Кузнєцов Б.Т., Чумаченко С.М., Яковлєв Є.О., Морщ Є.В. 142

Методика експресного прогнозу часу затоплення вугільних шахт
Яковлєв Є.О. 144

Дослідження та оцінка стану земельних ресурсів з використанням сучасних інформаційних технологій
Триснюк В.М.,Голован Ю.В.,Охарєв В.О., Шумейко В.О., Триснюк Т.В., Цуріка Л.Ю. 147

Особливості дослідження природохоронних систем методами ДЗЗ
Триснюк Т.В., Зотова Л.В. 150

Науково-методичні засади комплексної екологічної оцінки території та ризиків життєдіяльності
Триснюк В.М. 152

Основні шляхи антропогенного впливу на довкілля
Войціцький В.М., Хижняк С.В., Велинська А.О., Конопольський О.П. 157

Інформаційні конструкції як основа інформаційної підтримки геопросторового аналізу
Подліпаєв В.О. 160

Інформаційно-аналітичне забезпечення прийняття рішень у сфері надзвичайних ситуацій та цивільного захисту
Нестеренко О.В., Нетесін І.Є., Поліщук В.Б. 162

Трансдисциплінарна аналітична система підтримки екологічних досліджень
Миронцов М.Л., Охарєв В.О., Житніцький Б.В. 165

Візуалізація авіаційних транспортних потоків
Мельник А.П. 168

Топологічні правила та особливості створення електронних топографічних векторних карт масштабу 1:500000
Гребень О.С. 169

Моделювання та методи статистичного опрацювання ритмокардіосигналів із підвищеною роздільною здатністю
Лупенко С.А., Зозуля А.М. 172

Modeling the occurrence of electrical impulses in biological systems
Aznakaev E.G., Melnikov D.E. 174

Структуризація інформаційних ресурсів різних стилів у форматі наративного дискурсу
Гайко С. І., Зотова Л.В. 175

Application of ontological information system for the selection of anaerobic digestion equipment
Tarasenko R.A., Usenko S.A., Shapovalov Ye.B., Shapovalov V.B. 178

Нові підходи до моделювання адміністративно-територіального устрою України (на прикладі Харківської області)
Лісничий В., Тітов М. 180

Парадокси українського конституціоналізму
Лісничий В. 186

Возможности информационно-энергетических связей живых объектов
Мальгота А.А. 193

Основні типи адаптації організмів до мінливих умов життєздатності
Войціцький В.М., Данчук В.В., Мідик С.В. 195

Концепція припустимого екологічного ризику
Войціцький В.М. 196

Вплив форсколіну та хінакрину на перекисне окиснення ліпідів та стан глутатіонової системи лімфоцитів на фоні дії малих доз іонізуючої радіації
Жирнов В.В, Чарочкіна Л.Л., Броварець В.С. 201

Результати виконання науково-технічних (інноваційних) проєктів наукових установ Національної академії наук України

Трофимчук О.М., Миронцов М.Л.
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, myrontsov@ukr.net

Інститут телекомунікацій і глобального простору у 2018-2020 рр. вигравав конкурс на виконання науково-технічних проектів наукових установ НАН України. Науковим керівником цих проєктів був чл.-кор. НАН України, д.т.н. О.М. Трофимчук. Відповідальним виконавцем був д. ф.-м.н. Миронцов М.Л.

У 2018 р. проєкт «Розробка програмно-методичного забезпечення для виконання науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт геофізичного приладобудування» мав за мету створення програмно-методичного забезпечення для виконання науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт геофізичного приладобудування з подальшим його впровадженням у виробництво і, нарешті, виготовлення за його допомогою нової багатозондової апаратури електрометрії нафтогазових свердловин. Використання такої апаратури дозволило не тільки підвищити точність і ефективність геофізичного дослідження свердловин на нафту і газ, а і суттєво здешевити відповідні роботи.

Передумовою виконання такого проєкту став той факт, що виконання багатьох етапів науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт (НДДКР) сучасного приладобудування можна значно спростити завдяки ефективному використанню програмних засобів моделювання. Таке моделювання дозволяє уникнути проведення коштовних та тривалих у часі натурних випробувань у лабораторних умовах, що значно підвищує ефективність всієї ланки НДДКР. Розробці і створенню програмно-методичного забезпечення для НДДКР геофізичного приладобудування, з використанням вже розроблених Інститутом телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України засобів математичного моделювання (know-how), присвячена була ця робота. Її результатом стало розроблене та впроваджене у виробництво відповідне програмно-методичне забезпечення. Закінченням роботи стало свердловинне випробування такої апаратури.

Рис. 1. Структурно-методологічна схема розробки програмно-методичного забезпечення для виконання науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт геофізичного приладобудування

Виконання проєкту вимагало розв’язання всієї ланки необхідних задач, які умовно відображені на рис.1.

У 2019 р. проєкт «Розробка програмно-методичного забезпечення багатозондового каротажного зондування для дослідження нафтогазових свердловин» мав за мету розробку та створення програмно-методичного забезпечення багатозондового каротажного зондування для дослідження нафтогазових свердловин, що дозволить кількісно інтерпретувати дані найбільш вживаного комплексу електрометрії в Україні та країнах близького зарубіжжя, а саме апаратури багатозондового каротажного зондування. Основним результатом проєкту стало створення (програмна реалізація), протестоване та впроваджене програмно-методичне забезпечення багатозондового каротажного зондування для дослідження нафтогазових свердловин. Етапи роботи поділялись наступним чином: розробка алгоритму, програмна реалізація розробленого алгоритму, тестування реалізованого програмного забезпечення на модельному

матеріалі, тестування реалізованого програмного забезпечення на свердловинному матеріалі.

У 2020 р. проєкт «Розробка програмно-методичного забезпечення багатозондового індукційного зондування нафтогазових свердловин» мав за мету розробку та створення програмно-методичного забезпечення багатозондового індукційного каротажу для дослідження нафтогазових свердловин, що дозволить кількісно інтерпретувати дані одного з найбільш вживаних комплексів електрометрії в Україні та країнах близького зарубіжжя, а саме апаратури багатозондового індукційного каротажу. Подібне програмно-методичне забезпечення дозволяє суттєво підвищити ефективність визначення параметрів продуктивності нафтогазових порід вскритих свердловиною. У тому числі: виявляти продуктивні пласти, які не були виявлені існуючими методами та визначати їх параметри насиченості та можливий добовий дебіт видобутку корисного флюїду. Економічна значимість проєкту полягає у можливості збільшення видобутку кожної свердловини до 10-15%. Кінцевою продукцією став метод розв'язання оберненої задачі багатозондового каротажного зондування та реалізоване відповідне програмно-методичне забезпечення.

Науково-технічні особливості виконання проектів опубліковано у ряді статей і у фундаментальній монографії [1]. За фактом виконання проектів було отримано ряд авторських свідоцтв та твір (комп'ютерна програма) [2-4] та Патентів України [5-12].

Список використаних джерел

1. Миронцов М.Л. Електрометрія нафтогазових свердловин. К.; ТОВ «ЮСТОН». – 2019. – 217 с.

2. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №93733 від 06.11.2019. Комп'ютерна програма «Моделювання синтетичних кривих багатозондового індукційного зондування» («МСК-БІЗ-2019»)/ Миронцов Микита Леонідович

3. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №93734 від 06.11.2019. Комп'ютерна програма «Програма розв'язання оберненої задачі бокового каротажного зондування» («InBKZ-2019»)/ Миронцов Микита Леонідович

4. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №93735 від 06.11.2019. Комп'ютерна програма «Моделювання синтетичних кривих багатозондового каротажного зондування» («МСК-БКЗ-2019»)/ Миронцов Микита Леонідович

5 Пат. України № 123422, МПК^8 G01V 3/00. Спосіб п'ятизондового несиметричного індукційного каротажу / М.Л. Миронцов; власник Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України; заявл. 26.09.2017; опубл. 26.02.2018 Бюл. №4.

6. Пат. України №123423, МПК^8 G01V 3/00. Спосіб двозондового електричного бокового каротажу становленням поля / М.Л. Миронцов; власник Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України; заявл. 26.09.2017; опубл. 26.02.2018 Бюл. №4.

7. Пат. України № 123424, МПК^8 G01V 3/00. Спосіб чотиризондового несиметричного індукційного каротажу / М.Л. Миронцов; власник Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України; заявл. 26.09.2017; опубл. 26.02.2018 Бюл. №4.

8. Пат. України №123425, МПК[8] G01V 3/00. Спосіб тризондового електричного бокового каротажу становленням поля / М.Л. Миронцов; власник Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України; заявл. 26.09.2017; опубл. 26.02.2018 Бюл. №4.
9. Пат. України №123426, МПК[8] G01V 3/00. Спосіб багатозондового електричного бокового каротажу становленням поля / М.Л. Миронцов; власник Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України; заявл. 26.09.2017; опубл. 26.02.2018 Бюл. №4.
10. Пат. України №123427, МПК[8] G01V 3/00. Спосіб чотиризондового різночастотного індукційного зондування ближньої зони свердловинного розрізу / М.Л. Миронцов; власник Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України; заявл. 26.09.2017; опубл. 26.02.2018 Бюл. №4.
11. Пат. України №123428, МПК[8] G01V 3/00. Спосіб чотиризондового різночастотного індукційного зондування дальньої зони свердловинного розрізу / М.Л. Миронцов; власник Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України; заявл. 26.09.2017; опубл. 26.02.2018 Бюл. №4.
12. Пат. України №.123429, МПК[8] G01V 3/00. Спосіб тризондового несиметричного індукційного каротажу/ М.Л. Миронцов; власник Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України; заявл. 26.09.2017; опубл. 26.02.2018 Бюл. №4.

Комп'ютерне середовище для моделювання та прогнозування екології дворових територій

Довгий С.О.[1], Буланчук О.М.[2], Буланчук Г.Г.[3]
[1]Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України
[2] Науково-методичний центр НЦ "Мала академія наук України", Київ
[3]ДВНЗ "Приазовський державний технічний університет", Маріуполь
[2]obulan65@gmail.com, [3]ggbulan7@gmail.com,

В області управління та оптимізації забудови міських територій пріоритетним напрямком є створення програмно-моделюючих систем, що дозволяють швидко та ефективно проводити оптимізацію екосистеми міського району. Було розроблене інтерактивне комп'ютерне середовище для моделювання вітрової ситуації в межах дворової території та розповсюдження промислових викидів. Це дає можливість провести оптимізацію на етапі проектування чи планування нової забудови. Для розрахунків використовувався метод дискретних вихорів, який є досить швидким (розрахунок триває кілька хвилин) і добре зарекомендував себе для даного класу задач.

В даному середовищі користувач може змінювати напрямок вітру, кількість будинків, їх розміщення та форму, положення та кількість джерел забруднення. Конфігурація будинків може бути також

завантажена з Google-карти та оцифрована за допомогою алгоритмів розпізнавання.

На рис.1 зображено головне меню програми та дискретизація системи (приєднані вихори на тілі та вільні вихори в потоці). На рис.2 представлено конфігурацію будинків, завантажених з Google-карти та фрагмент положення домішок біля будинків.

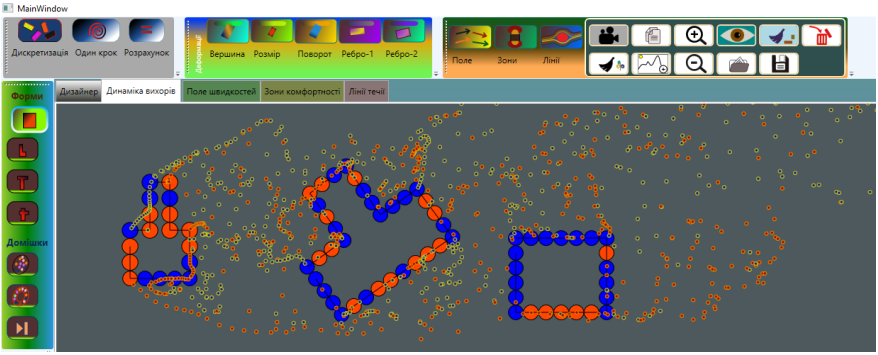


Рис. 1. Головне меню програми та система вихорів

Рис. 2. Розповсюдження домішок біля будинків, завантажених із Google-карти

Був також розроблений алгоритм побудови ліній течії по полю швидкості. В області течії генерувались випадковим чином частинки. Далі ці частинки в кожен момент часу рухались по полю швидкості і промальовували лінії течії. На рис.3 представлені лінії течії в різні

моменти часу. На рис.4 зображені зони комфортності при обтіканні групи будинків (розподіл швидкості по модулю).

Створене програмне забезпечення може бути використане в проектному будівництві для аналізу вітрових навантажень при

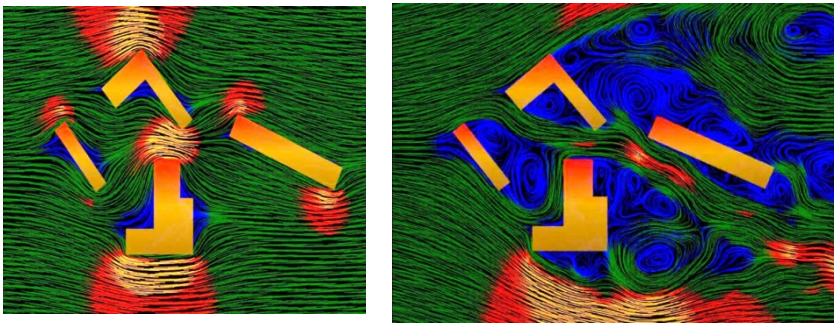


Рис. 3. Візуалізація ліній течії при обтіканні групи будинків

плануванні нових або реконструкції старих міських забудов, а також для оперативної оцінки можливого рівня забруднення при певних постійних або аварійних промислових викидах.

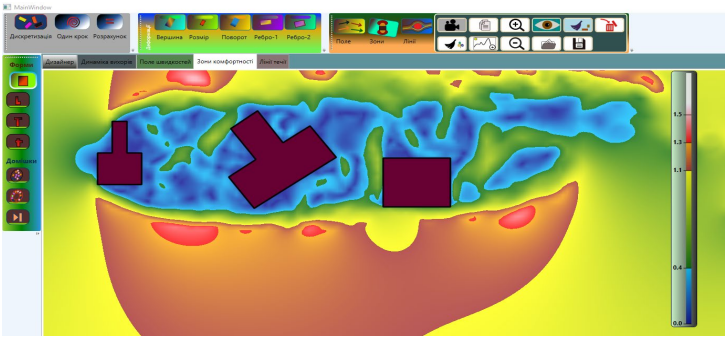


Рис. 4. Зони комфортності біля будинків

Дослідження взаємодії поверхневих хвиль із зануреними щілинними хвилегасниками

***Горбань І.М.*[*], *Лебідь О.Г.*[**]**
[*]*Інститут гідромеханіки НАН України*, ivgorban@gmail.com
[**] *Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України*, o.g.lebid@gmail.com

Підводні хвилегасники призначені для зменшення енергії набігаючих хвиль, щоб захистити берега водойм від ерозії, а портові та судноплавні канали – від відкладень піску. Зазвичай їх розташовують паралельно до берегової лінії на відстані 30−50 м від берега, а їхні гребні знаходяться на глибині 0,5−1 м від поверхні моря (рис. 1).

Рис. 1. Підводний хвилелом на Атлантичному узбережжі Франції

Успішність застосування підводних хвилегасників залежить від їх точної та ефективної конструкції. Головне призначення хвилегасників полягає у зменшенні енергії хвиль, які насуваються на берег. В той же час, при їх експлуатації необхідно забезпечити неперервний водообмін між основною частиною водойми та прибережною акваторією, що зробить берегову лінію екологічно чистою.

В цій роботі виконане чисельне моделювання взаємодії нелінійних поверхне хвиль з підводним хвилегасником у формі вертикального проникного бар'єру з метою дослідження його ефективності, як щодо гасіння хвиль, так і щодо генерації течій водообміну в акваторії. Схема розрахункового каналу у поперечному перерізі і головні параметри задачі представлені на рис. 2. Характеристикою проникності конструкції є пористість, яка визначається як $p = s/(s+b)$, де $b-$ довжина елементу конструкції, $s-$ довжина щілини. Розрахунки виконано на основі чисельної моделі, яка поєднує метод граничних інтегральних рівнянь

для розрахунку еволюції вільної поверхні та вихрову схему для інтегрування в'язких рівнянь динаміки рідини в області [1].

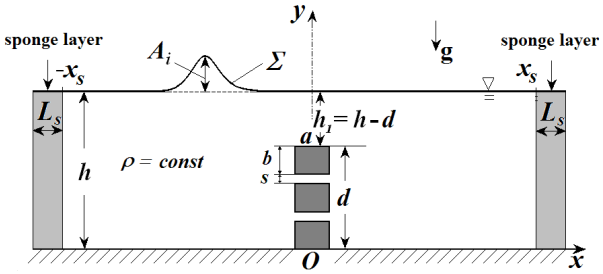


Рис. 2. Схема проходження солітонної хвилі над проникним підводним бар'єром

Відомо, що нелінійна хвиля генерує інтенсивний рух частинок рідини під вільною поверхнею. Набігаючи на підводну перешкоду, цей потік гальмується, що викликає переформатування хвильової енергії – одна її частина відображається назад у вигляді відбитої хвилі, інша – продовжує рухатися до берега, а ще інша породжує циркуляційну течію навколо конструкції, яка конвертується у турбулентність та дисипує.

Таким чином, рівняння балансу енергії для цього процесу має вигляд:

$$E_{inc} = E_{tr} + E_{ref} + E_d , \qquad (1)$$

де E_{inc}, E_{tr}, E_{ref} – енергія набігаючої, прохідної та відбитої хвиль відповідно, а E_d – частина енергії, що затухає на перешкоді. Будемо описувати інтенсивність взаємодії хвилі із зануреним бар'єром за допомогою енергетичних коефіцієнтів проходження та відбиття: $k_t = \sqrt{E_{tr} / E_{inc}}$, $k_r = \sqrt{-E_{ref} / E_{inc}}$ [2]. Приймаючи до уваги рівняння балансу (1), отримуємо, що частина енергії, яка дисипує на зануреній конструкції, може бути оцінена, як функція коефіцієнтів відбиття та проходження: $k_d = \sqrt{1 - k_t^2 - k_r^2}$.

Залежності квадратів коефіцієнтів k_t, k_r і k_d нелінійної хвилі від пористості p при різній безрозмірній ширині підводного бар'єру a / h представлені на рис. 3. Ці результати отримані для хвилі з амплітудою $A_i / h = 0.2$ при загальній висоті бар'єру $d / h = 0.9$. Зазначимо, що

таке представлення надає пряму інформацію про відсоток енергії, пов'язаний з кожним процесом. На рис. 3а можна бачити, що деструктивна енергія прохідної хвилі є найменшою при застосуванні тонких непроникних хвилегасників. При $a/h = 0.1$ і $p = 0$ вона складає лише 37% від енергії набігаючої хвилі. Відповідно, енергія відображеної хвилі і енергія дисипації мають найбільші значення (рис. 3б, в). Очевидно, що такі хвилегасники є найбільш ефективними щодо гасіння хвиль. Як видно на рис. 3а, застосування проникного бар'єру призводить до збільшення енергії прохідної хвилі, причому, залежності k_t^2 від p мають майже лінійний вигляд. Але для вирішення екологічних проблем в береговій зоні водойми необхідно досягти компромісу між здатністю конструкції руйнувати хвилі та забезпечувати неперервний водообмін між прибережною частиною та відкритою акваторією. Представлені на рис. 3. результати дозволяють зробити оцінки геометричних параметрів проникних захисних споруд, які будуть ефективними як щодо гасіння хвиль, так і щодо генерації течій водообміну в акваторії.

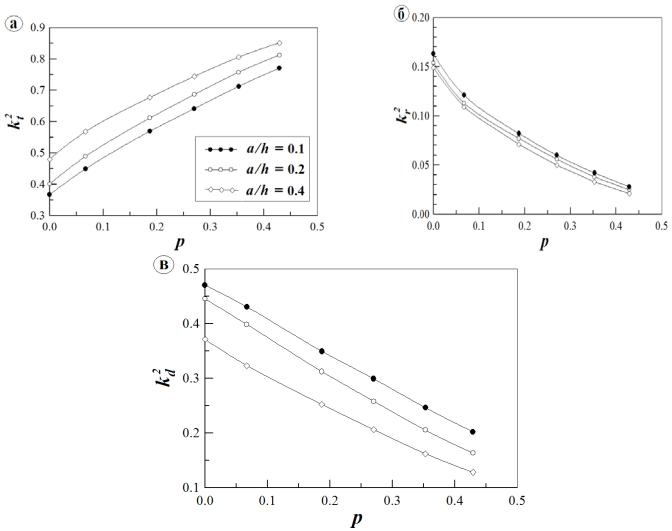


Рис. 3. Вплив пористості бар'єру $\boldsymbol{p}$ та його ширини $\boldsymbol{a/h}$ на енергетичні коефіцієнти солітонної хвилі при $\boldsymbol{A_i/h = 0.2}$, $\boldsymbol{d/h = 0.9}$: а – коефіцієнт проходження, б – коефіцієнт відбиття, в – коефіцієнт дисипації

Список використаних джерел

1. Gorban I. A numerical study of solitary wave interactions with a bottom step// In: Sadovnichiy V., Zgurovsky M. (eds) Continuous and Distributed Systems II. Studies in Systems, Decision and Control, vol 30. Springer, Cham. − P. 369−387. doi.org/10.1007/978-3-319-19075-4_22
2. Lin P. A numerical study of solitary wave interaction with rectangular obstacles// J. Coastal Engineering. – 51. – 2004. – P. 35−51. doi.org/10.1016/j.coastaleng.2003.11.005

Обчислювальні технології для моделювання рідини в областях із рухомими тілами методом граткових рівнянь Больцмана

Довгий С.О.[1], Остапенко А.О.[2], Буланчук Г.Г.[3]
[1]Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України,
[2,3]ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»,
[2]ostapt5@gmail.com, [3]ggbulan7@gmail.com

Серед задач обчислювальної гідродинаміки важливе місце посідають задачі із рухомими твердими тілами. Такі течії зустрічаються у багатьох прикладних областях: рух турбін, клапанів, міксерів, насосів тощо. Тому розробка ефективного та надійного чисельного алгоритму, здатного моделювати такі течії для довільних тіл, є актуальною задачею. Більшість методик моделювання, що базуються на сіткових методах, не є універсальними і, як правило, потребують значних обчислювальних ресурсів. До таких методик можна віднести побудову сіток, що підлаштовуються під складні та рухомі тіла чи адаптацію сітки вздовж границі тіла. Альтернативними до сіткових методів в таких задачах є, наприклад, метод дискретних вихорів для ідеальної рідини або метод граткових рівнянь Больцмана для в'язких течій.

Метод граткових рівнянь Больцмана використовує молекулярно-кінетичний підхід для опису гідродинамічних систем. Базуючись на уявленні про рідину, як сукупність дуже великої кількості молекул, усі макроскопічні характеристики можуть бути визначені через осереднені кінетичні характеристики даних частинок. У статистичній механіці зв'язок між макроскопічними параметрами рідини і мікроскопічними параметрами частинок задається через функцію розподілу частинок за швидкостями та координатами $f\left(\vec{r},\vec{\upsilon},t\right)$, яка є розв'язком кінетичного рівняння Больцмана. В методі граткових рівнянь Больцмана розв'язується дискретний аналог цього рівняння з певною моделлю зіткнення частинок.

У роботі була використана система граткових рівнянь Больцмана із моделлю зіткнення частинок у вигляді наближення Бхатнагара-Гросса-Крука із урахуванням відсутності зовнішніх сил

$$\underbrace{f_k(\vec{r}+\vec{V}_k\Delta t,\ t+\Delta t)=f_k(\vec{r},t)}_{\text{переміщення}}-\underbrace{\frac{1}{\tau}[f_k(\vec{r},t)-f_k^{eq}(\vec{r},t)]}_{\text{зіткнення}},$$

де $f_k(\vec{r},t)$ – дискретна функція розподілу частинок за швидкостями; $\vec{V}_k$ – дискретний набір швидкостей частинок; Δt – крок по часу; τ – безрозмірний параметр релаксації; $f_k^{eq}(\vec{r},t)$ – дискретне наближення локальної рівноважної функції розподілу Максвела-Больцмана.

Відомо, що ця модель апроксимує рівняння Нав'є-Стокса та рівняння нерозривності із точністю до $o(\Delta t)$. При цьому макроскопічні параметри рідини, такі як густина ρ, швидкість $\vec{u}$ та тиск p можуть бути отримані в кожній комірці розрахункової області, як моменти функції розподілу за формулами:

$$\rho=\sum_{k=0}^{8}f_k;\quad \vec{u}=\frac{1}{\rho}\sum_{k=0}^{8}\vec{V}_k f_k;\quad p=c_s^2\rho.$$

Граничні умови методу (умови прилипання) задаються у вигляді механічних правил, що описують взаємодію рідини та твердих тіл за законами кінетичної теорії. При русі тіл необхідно змінювати дані про їх положення та відповідні граничні умови. При цьому загальний алгоритм розрахунку не змінюється, що дозволяє уникнути додаткових витрат комп'ютерного часу.

Була створена комп'ютерна програма, що моделює рух в'язкої рідини при обтіканні тіл довільної геометрії із можливістю зміни їх положення в режимі реального часу. При розробці програми добре зарекомендував себе принцип SRP (Single Responsibility Principe), в результаті чого кожен етап моделювання реалізувався спеціалізованим класом, що повністю інкапсулює поставлену задачу на певному кроці. На рис. 1 представлений фрагмент картини течії біля тіл довільної форми, що можуть змінювати своє положення. Візуалізація була проведена за допомогою системи частинок.

Рис. 1. Візуалізація обтікання довільних тіл за допомогою системи частинок

Для досягнення більшої швидкості розрахунків було також використано розпаралелювання розрахунків на центральному процесорі.

Розроблені технології можуть бути використані як у науковому моделюванні так і для демонстрації різних течій для студентів чи школярів у навчальному процесі.

Decision support system for modeling and forecasting ecological processes

Trofymchuk O.M., Bidyuk P.I., Prosyankina-Zharova T.I., Terentiev O.M.

Introduction. Modern computer based decision support systems (DSS) provide substantial help in many spheres of human activities regarding data collecting and their preliminary processing, model constructing and forecasting selected system states, simulate complex situations, generating alternative decisions and select the best ones for practical implementation etc. [1 – 4]. DSS is designed in the way to analyze without delay available and newly coming statistical/experimental data and expert estimates regarding behavior of various sophisticated processes taking place in ecology. DSS can generate intermediate and final results in appropriate, convenient for accepting form according to user requests. There are many examples of successfully operating DSS [3, 4] based upon mathematical modeling of

selected systems using various methods for data analysis and generating statistical or probabilistic inference regarding current system state, situational analysis, making managerial decisions etc. [5 – 7].

Majority of the processes taking place in ecology, are nonstationary and nonlinear or sometimes piecewise stationary. It means that their statistical parameters (mathematical expectation, variance, and covariance) may change in time what leads to the necessity of special solutions regarding mathematical modeling and forecasting their evolution in time. Time varying mathematical expectation of a process results in availability of stochastic or deterministic trends dependently on specific random external influences. In many cases nonstationary processes exhibit nonlinearities of various types such as nonlinearity regarding variables or parameters. The deterministic trend regarding process evolution in time can be formally described by the linear, quadratic, cubic or even higher order function, exponent or harmonic function. Modeling stochastic trends is computationally more complicated procedure that requires application of simulation techniques [8 – 10].

Process variance is also very useful statistical parameter that is often used in various state forecasting systems including ecology. Forecasting any parameter values is more complicated task and requires application of separate modeling procedures. An important point in modeling various processes is identification and correct taking into consideration possible statistical and other types of uncertainties related to available data, expert estimates, and computational procedures. We consider uncertainties as the factors of negative influence to the data processing procedures, processes of model constructing and forecasts generating that result in computational errors, decreasing (sometimes substantially) quality of intermediate and final results. Among possible uncertainties are to be mentioned inherent to data collecting procedures measurement errors and stochastic external disturbances to the processes being studied. Another problem is created by the uncertainties related to statistical procedures directed to estimation of model structure. The notion of a model structure used here will be considered below.

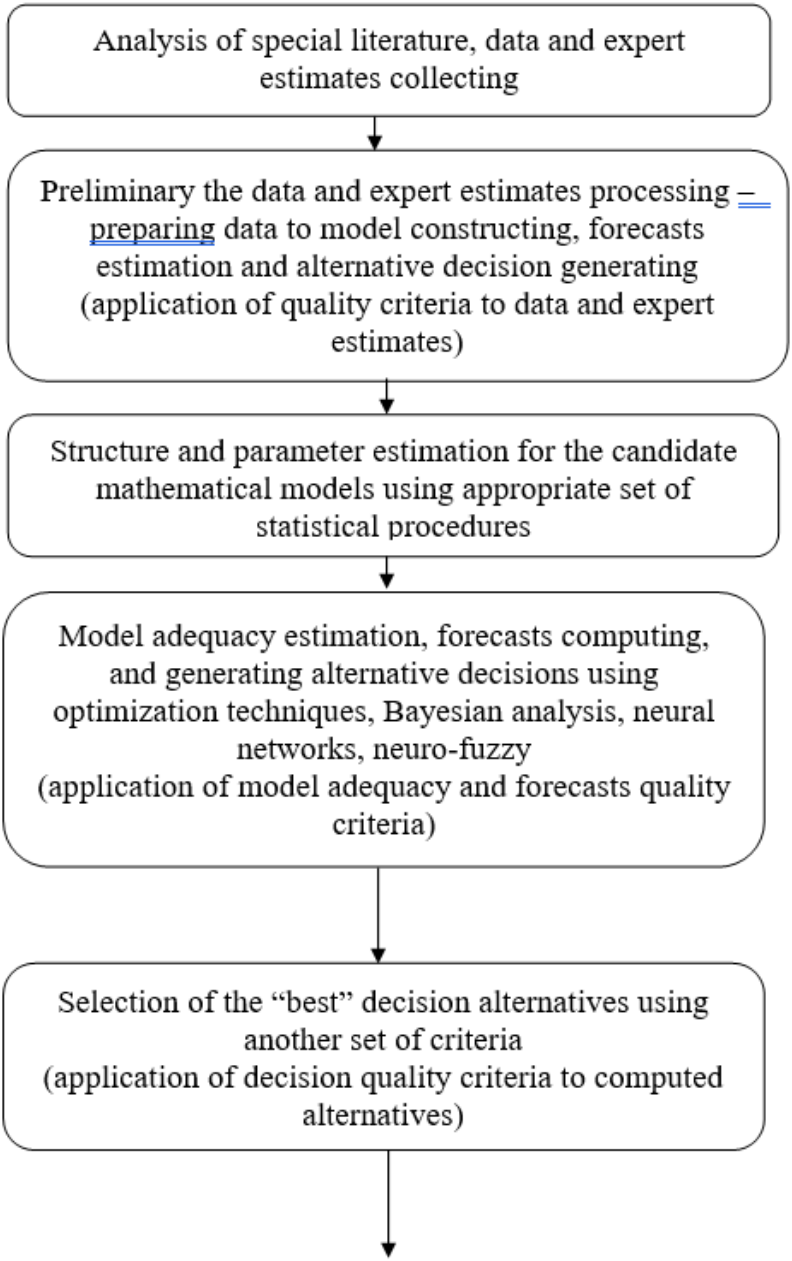
This study is focused on further refinement of mathematical model constructing methodology for nonlinear nonstationary processes in ecology to be further used for the purposes of generating forecasts as well as managerial decisions. It is touching upon improvement of data characteristics before model constructing, enhancement of model structure and parameter estimates using alternative data analysis techniques. As the basis for the methodology proposed, the so called systemic approach is hired that is characterized here by several specific principles.

Problem statement. The study is focused on solving the following problems: development of the methodology based upon system analysis principles for constructing mathematical models of linear and nonlinear

nonstationary process in ecology; development of decision support system structure and its functions for application in ecological studies; providing a review of mathematical models to be used in ecology for possible applications in specialized decision support systems; and proving an illustrative examples of the DSS application.

DSS structure and functions. The system proposed is based upon the following functional elements: interface part; central data processing system generating required computational results according to the specific problem statement; knowledge and database (KDB), as well as intermediate and final results representation subsystem in convenient form. The system KDB contains all developed computational procedures, several sets of statistical quality criteria for testing data, the model constructed, forecasts and alternative decisions computed, and the expert estimates being used. All necessary computations are performed with the central data processing system that generates intermediate and final results of data analysis according to the user requests. The results representation subsystem provides a user with necessary information regarding the state of computational procedures being activated, and data presentation in convenient forms and formats.

The basic functions of the DSS are as follows: data collection from local and external nets; data pre-processing, i.e. preparing the data for model development and forecasting the processes being analyzed; model structure and parameter estimation using the statistical data; estimating forecasts of a process state and possible combination of the forecasts aiming further improvement of the estimates; generating of necessary recommendations and diagnostic messages for a user; retrospective analysis of former DSS sessions (retrieval from memory and analysis of former results of modeling and forecasting) etc. The functional possibilities of the system proposed can be easily modified and expanded thanks to the modular system construction. At the core of the DSS are intellectual data analysis (IDA) procedures such as neural networks, Bayesian networks and fuzzy-neural models, decision trees etc. The statistical procedures are widely used for preliminary data processing, fighting statistical uncertainties, correlation and variance analysis of data, estimating of resulting model adequacy as well as quality of forecasts; generating alternative decisions based upon IDA and statistical procedures. Fig. 1 illustrates the whole process of data processing and decision support using DSS.


Analysis of special literature, data and expert estimates collecting
Preliminary the data and expert estimates processing – preparing data to model constructing, forecasts estimation and alternative decision generating (application of quality criteria to data and expert estimates)
Structure and parameter estimation for the candidate mathematical models using appropriate set of statistical procedures
Model adequacy estimation, forecasts computing, and generating alternative decisions using optimization techniques, Bayesian analysis, neural networks, neuro-fuzzy (application of model adequacy and forecasts quality criteria)
Selection of the "best" decision alternatives using another set of criteria (application of decision quality criteria to computed alternatives)

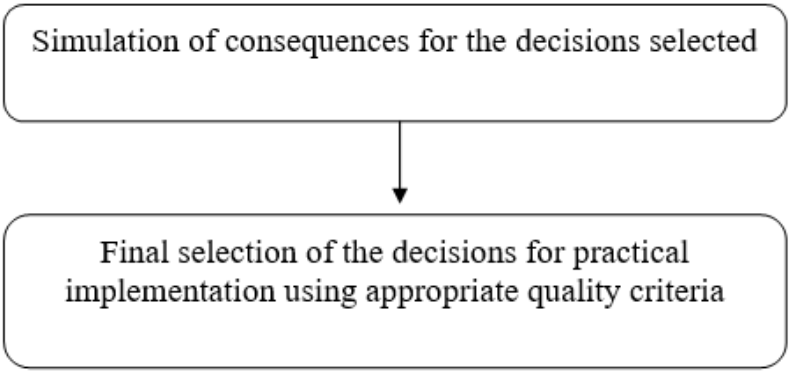


Fig. 1 Data processing and alternative generating using DSS

The methodology of process modeling proposed. The methodology proposed here for analysis of nonlinear nonstationary processes in ecology and solving managerial problems includes the steps formulated below.

– Statistical/experimental data collecting and pre-processing (preparing) the data to modeling. This step includes at least the following operations: imputation of missing measurements, appropriate amplitude normalization, digital and/or optimal filtering of the data available, statistical processing of outliers etc.

– Determining and processing available data uncertainties using the following data processing procedures: estimation of non-measurable variables, estimation of a set of statistical parameters related to observations (mathematical expectation, median, variance, covariance, mutual information, analysis of principal components), appropriate data structuring, analysis of random disturbances characteristics influencing the process under study.

– Estimation of mathematical model structure using statistical and probabilistic tests and data analysis techniques that provide a possibility for determining the following model structure characteristics: model dimension (number of equations in a model); model order (order of differential or difference equation, i.e. auto-regression and moving order); determining availability of a process nonlinearity and its type (nonlinearity regarding variables and/or model parameters); input time delay (lag) estimate; and an estimate of probabilistic distribution type for the relevant processes and their statistical parameters. It is always preferable to have the model structure estimates for several candidate models to get a possibility for selection and further use of the best one.

To solve the problem of identification and taking into consideration possible nonlinearities it is recommended to construct separately the models for linear and nonlinear part of a process under study using special nonlinear components for formal description of the nonlinear part. In this respect acceptable quality results were achieved with application of combined models in the form of linear and nonlinear regression; linear regression and neural or Bayesian networks; linear regression and special nonlinear functions like polynomials, nonparametric kernels etc.

– Correct estimation of model parameters by making use of a set of alternative methods such as ordinary least squares (OLS), nonlinear least squares (NLS), maximum likelihood (ML), Markov chain Monte Carlo (MCMC) procedures and others provides a possibility for computing unbiased estimates of the parameters having specific distributions (very often different from the normal one) of variables and alternative model structures. Application of alternative parameter estimation techniques in the frames of DSS provides a possibility for further comparison of the estimates and selection of the best model as a result of comparison of the candidates constructed.

– Computing statistical parameters (adequacy criteria) characterizing adequacy of the candidate models and determining the most adequate one among candidates. There is no necessity to leave only one model for computing forecasts or controls, it can be a set of the best models constructed using different ideologies (say, based on regression approach and IDA methods). The final choice of the model is always made after its specific application for solving the problem stated before starting a research: process forecasting, process control or deeper analysis of the process or a system under consideration.

– Computing model based forecasts (usually short-term or middle-term) for a process evolution in time and estimation of their quality aiming the final selection of the best forecasting model. For this purpose another set of statistical quality criteria is used, at least the following ones: mean absolute percentage error (MAPE), Theil coefficient, mean absolute error (MAE) etc.

– Testing the model(s) constructed using the processes observation data with similar statistical characteristics as those used for model building (model calibration). Performing possible model corrections based on results of the calibration procedures performed.

Uncertainty processing. According to the model construction methodology proposed usually the following data uncertainties are processed in the frames of the DSS: missing measurements; availability of short low informative data samples; possible extreme values (outliers); observations, corrupted by substantial errors etc. These types of uncertainties are relatively easy identifiable and are relatively easy to process using known data

processing techniques for the lost observations imputation, digital and optimal filtering procedures.

The model structure uncertainties can be provoked by the poor data structure that does not contain enough information for model structure and parameter estimation. Possible parametric uncertainties are closely related to the quality of available statistical data and their influence is usually observed in the form of biased parameter estimates, poor consistency and not acceptable model adequacy. The remedy for eliminating the bias is performed by application of several parameter estimation techniques, among which are the following ones: ordinary least squares that finds the most wide application, maximum likelihood (ML), and Bayesian type Markov chain Monte Carlo procedures. A noticeable improvement of resulting forecast estimates can be reached with simultaneous application of alternative ideologically different forecasting methods and forecasts combining techniques [4, 11]. In a case of combining forecasts generated by different techniques the final result is better when the variances of forecasting errors do not differ substantially.

To perform timely and reliable monitoring of the whole computational process in the frames of DSS the software implementation of the modeling and alternatives generating methodology, it is necessary to accommodate into modeling system at least three sets of statistical quality criteria: data quality parameters, model adequacy and forecasts quality statistics. Also the quality criteria selected or newly developed should be suitable for analyzing alternative decisions generated on basis of the forecasts computed. Appropriate practical application of the modeling methodology proposed is an important task providing construction of adequate models suitable for solving the problems of quality forecasting the ecological process state, automatic (or semi-automatic) control (monitoring) of its state, making decision with respect to the future developments as well as simulation of complex situations regarding application of specific monitoring procedures etc.

The criteria bases for testing quality of intermediate and final results. As it was mentioned above the DSS requires for successful operation at least three sets of statistical quality criteria for testing adequacy of models constructed, quality of forecasts estimated, and quality of alternative decisions generated. Data quality can be estimated with the sample power value (general number of observations), number of missing observations, variance (covariance) of external disturbances and measurement errors, and measure for information contained in data. A simple measure for information content is a variance that is used, for example, in the principal component analysis procedures. Another measure is the degree of time polynomial describing the process under study. Degree of the polynomial corresponds to

the number of the time derivatives that can be taken on the bases of the polynomial. The larger is the number of derivatives the higher is the sample information content. The measure for information content in data can be formulated in the frequency domain too.

There is also well developed set of criteria for testing model adequacy in a case of liner and quasi-linear models (nonlinear in variables), though nonlinear in parameter models may require specific criteria dependently on specific applications.

Testing the quality of alternative decisions can be performed with the following criteria: quadratic criterion that is suitable well in the case of analyzing quality of optimal control based decisions; usefulness functions that are easily derived in the additive form for selected output variables characterizing various sides of decision quality. The quadratic criterion is convenient from the point of view that it can be easily modified for specific application depending on the concrete problem statement, i.e. what variables are more important: say, level of investments into the environment protection systems or organization of the learning courses for responsible staff, or the both variables are important but with different weighting coefficients.

The simulation approach to modeling provides substantial help in testing the alternatives for final decisions to be implemented in practice. One of the main advantages of this approach is in its flexibility that makes possible fast and efficient testing of generated alternatives in various environmental conditions.

Some widely used models of linear and nonlinear processes. Today there exist known methods for deeper studying linear and nonlinear nonstationary processes related to the ecological studies, and constructing adequate mathematical models in the aforementioned research field using statistical procedures for regression analysis and state space (SS) representation that is especially useful for selected process state estimation and forecasting [12 – 14]. Another popular approach to development linear and nonlinear models is based on modern intellectual data analysis techniques including the following ones: neural networks, fuzzy sets, neuro-fuzzy models, Bayesian networks (static and dynamic), complex multivariate probability distributions that can be formally described by copulas, non-parametric and semi-parametric models, decision trees etc.

When constructing linear and nonlinear time series models it is convenient to use the following unified notation of mathematical model structure:

$$S = \{r,\ p,\ m,\ n,\ d,\ w,\ l\},$$

where r is model dimension (number of model equations); p is model order (maximum order of differential or difference equation used for specific process description); m is a number of independent variables (regressors); n

is nonlinearity and its type (with respect to variables or parameters); *d* is input delay time (lag or medication transport delay); *w* is external (or possibly internal) stochastic disturbance and its probability distribution type; *l* represents possible restrictions on variables and/or parameters. The mentioned elements of a model structure are estimated using available data, statistical tests and correlation analysis procedures such as correlation matrix, autocorrelation function, partial ACF, bi-correlations, and higher order (including nonlinear) correlation functions.

Some known nonlinear models that were utilized successfully in the practice of ecological modeling resulted from former studying of respective time series in some other spheres. The nonlinear regression of the type shown below was used to describe two interconnected processes, $y_1(k)$, and $y_2(k)$:

$$y_1(k) = a_0 + a_1 y_1(k-1) + b_{12}\exp(y_2(k)) + a_2 x_1(k) x_2(k) + \varepsilon_1(k),$$

$$y_2(k) = c_0 + c_1 y_2(k-1) + b_{21}\exp(y_1(k)) + c_2 x_1(k) x_2(k) + \varepsilon_2(k),$$

where $y_1(k)$ is a principal state variable for the first process under study; $y_2(k)$ is a principal state variable for the second process; $x_1(k)$ is level of the first external influence being used (can be possible control input); $x_2(k)$ is level of level of the second external influence. Also widely used in practice convenient model structure is represented by the generalized bilinear model:

$$y(k) = a_0 + \sum_{i=1}^{p} a_i\, y(k-i) + \sum_{j=1}^{q} b_j\, v(k-j) + \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{s} c_{i,j}\, y(k-i) v(k-j) + \varepsilon(k),$$

where p, q, m and s are positive numbers that represent the model orders [9].

Rather often the complete model of nonlinear processes can be based on linear combination of linear and nonlinear components:

$$y(k) = \beta^T \mathbf{z}(k) + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \ \varphi_i(\theta_i^T \mathbf{z}(k)) + \varepsilon(k),$$

where $\mathbf{z}(k)$ is a vector of time delayed values of basic dependent variable $y(k)$, as well as former and current values of independent explaining variables $\mathbf{x}(k)$ with appropriate estimate of time delay. Here, $\varphi_i(x)$, is a set of linear and possibly nonlinear functions that may include the following components: power function $\varphi_i(x) \equiv x^i$; the trigonometric functions like $\varphi_i(x) = \sin x$ or $\varphi_i(x) = \cos x$ etc.; if necessary this equation can be expanded with quadratic form of the type $\mathbf{z}^T(k)\,\mathbf{A}\,\mathbf{z}(k)$; $\varphi_i(x) = \varphi(x),\ \forall i$, where $\varphi(x)$ is a suitable link function, for example appropriate probability density function or logistic function of the type:

$$\varphi(x(k,z)) = \frac{1}{1 + \exp(-x(k,z))},$$

$$x(k) = \alpha_0 + \alpha_1 z_1(k) + ... + \alpha_m z_m(k) + \varepsilon(k),$$

where $z_i(k),\ i = 1,2,...,m$ are explaining variables for the intermediate principal process $x(k)$, and $\varphi(x(k,z))$, respectively.

Another general class of nonlinear models (suitable for modeling and forecasting state of various processes) can be presented as follows:

$$\mathbf{y}(k) = \sum_{j=1}^{p} \varphi_j(\mathbf{x}(k-1))\ \mathbf{y}(k-j) + \mu(\mathbf{x}(k-1)) + \varepsilon(k),$$

where $\mathbf{y}(k)$ is $[n \times 1]$ vector of dependent variables (selected states); $\mathbf{x}(k) = [\mathbf{y}(k), \mathbf{y}(k-1),..., \mathbf{y}(k-n+1)]$ is a vector of state variables; here dynamics of the state variables can be described by the following model:

$$\mathbf{x}(k) = h(\mathbf{x}(k-1)) + \mathbf{F}(\mathbf{x}(k-1))\ \mathbf{x}(k-1) + v(k).$$

As it was shown above when constructing ecological process state forecasting model usually are developed several candidates with subsequent selection of the best one using appropriate set of model adequacy criteria, say determination coefficient, Student' *t*-statistics, Durbin-Watson statistics, Akaike information criteria and others suitable for specific case.

Nonlinearity testing. There are many tests for nonlinearity of a time series [12 – 14]. Consider one of the widely used Brock-Dechert-Scheinkman test (BDS-test). At the first step of testing is constructed AR(p) model according to known methodology, where model order p is estimated via autocorrelation function (ACF) and partial ACF. Then residuals of the model are studied: $(\varepsilon(k),\varepsilon(k+1),...,\varepsilon(k+m-1)),\ k=1,...,T-m$, where T is sample power; $m \geq 2$ is selected size of the sequence to be studied.

Now the value of $C_{t,s}$ is analyzed with $t=1,...,T-m$, and $s=1,...,N-t-m+1$; $C_{t,s} = 1$, if the two sequences $(\varepsilon(t),\varepsilon(t+1),...\varepsilon(t+m-1))$, and $(\varepsilon(t+s),\varepsilon(t+s+1),...\varepsilon(t+s+m-1))$ are close enough to each other; otherwise $C_{t,s} = 0$. As a measure of proximity between the sequences the authors proposed maximum of Euclidean distance between the members of the sequences, i.e.

$$d_j = |\varepsilon(t+j) - \varepsilon(t+s+j)|,\ \ j = 1,...,m-1\ .$$

If $\max_j d_j \leq C$, then the sequences are considered as close one to another; the parameter C is threshold determined as an expert estimate. Very often parameter m for the BDS-test is selected between 2 and 5, and parameter C is assigned the value from $0.5\sigma_x$ to $2\sigma_x$, where σ_x is standard deviation for initial sample. The next step is computing of the statistics, C_m :

$$C_{m,T} = \frac{2}{(T-m)(T-m-1)} \sum_{t=1}^{T-m} \sum_{s=t+1}^{T-m-1} C_{t,s},$$

where T is power of sample being studied. The BDS statistic is defined as standardized value of $C_{m,T}$ [15]:

$$w_{m,T} = \sqrt{T-m-1}\,\frac{(C_{m,T} - C_{1,T-m+1}^{m})}{\sigma_{m,T-m+1}}\ .$$

The null-hypothesis is formulated as, H_0: $w_{m,T} \sim N(0,1)$, i.e. if the BDS statistic belongs to standard normal distribution, then time series under consideration is linear. If the null is declined, then alternative hypothesis, H_1, is accepted, that indicates to the series nonlinearity.

In practice another approach to analysis of nonlinearity is popular that is based upon analysis of the following correlation statistic [16 – 18]:

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^{T}[(\varepsilon^2(t)-\hat{\sigma}^2)(\varepsilon^2(t)-\hat{\sigma}^2)]}{\sum_{t=1}^{T}(\varepsilon^2(t)-\hat{\sigma}^2)^2},$$

where $\hat{\sigma}^2 = \sum[\varepsilon^2(t)/T],\ t=1,..,m$; m is model parameter characterizing the number of random process values selected for studying. Dependently on the value of the statistic the threshold limits will be changing. Then nonlinearity is tested using the Ljung-Box statistic that is computed via the expression:

$$Q_{ML} = T(T+2)\sum_{k=1}^{m}(T-k)^{-1}r_k^2.$$

The null hypothesis is formulated as follows: H_0: Q_{ML} – has asymptotically distribution, χ_m^2 , and initial sample is linear. Declining H_0: means that the series being investigated is nonlinear. It is recommended to use in the frames of DSS 2-3 tests what enhances the probability of correct testing.

Bayesian networks. Mathematical models in the form of Bayesian networks (BN) are very useful for creating monitoring systems in ecology as well as diagnostic systems for engineering and economic applications. Generally BN is defined as a directed acyclic graph the vertices (nodes) of which are variables selected to characterize behavior of a system (or processes) under study, and the arcs indicate to existing causal relations between the variables (processes). Each node of BN is assigned conditional probability table that is used for computing probabilistic inference. Such model has the following advantages: its dimension can be very high, and the variables hired can be discrete or continuous; the separate facts generated by experts can also be taken into consideration. Today there exist numerous elaborated computational procedures for constructing optimal BN structure and computing probabilistic inference on their basis. Besides, the models are also suitable for taking into consideration probabilistic uncertainties of the following type: “is some event of interest going to happen or not, and what is the probability of occurring for the event?” The known applications of BN today are numerous and their number continues to grow very fast.

In general case the BN constructing procedure is based on the following steps:

– research (forecasting, control or monitoring) problem statement;

– analysis of a system (or processes) under consideration aiming to revealing specific features and conditions of its functioning, as well as selection of parent and daughter variables to be further used as a graph nodes;

– search for existing system models and determining the possibilities for their further usage in the frames of the DSS constructed;

– determining existing causal relations between the variables selected using statistical and probabilistic criteria;

– reduction of the model dimensionality when possible;

– appropriate scaling and discretization (when it is necessary) of the variables selected;

– identifying semantic restrictions for the model (when necessary);

– optimal structure estimation for candidate models using appropriate optimization procedures and quality criteria;

– constructed model adequacy analysis and selection of the best one(s);

– application of the model(s) developed to solving the problem stated (step 1); comparison of the results obtained with other possible models; selection of the final model.

The model constructed according to the procedure considered above can be rather easily modified and expanded with other variables using known adaptation procedures. This possibility makes Bayesian networks widely applicable as suitable mathematical instrument for research and solving practical problems of modeling, forecasting, classification, control etc.

Combining forecasts. Usually two or more process state forecasting techniques are used in the frames of DSS for computing forecast estimates to get a possibility for combining the forecasts so that to further improve the final state forecast estimate. The forecasts combining scheme with equal (simple mean) or different weighting coefficients used in the approach proposed is explained by Fig. 2.

The model based forecasts can be computed, for example, with six selected techniques as shown in Fig. 2. The weighting coefficients are computed via optimization procedure minimizing forecasting errors. Regression model (autoregression or AR with moving average (ARMA)) is used for generating forecasts as well as its transformed version into state space (SS) form for further application of optimal Kalman filter (KF). Adaptive version of KF is interesting from the point of view that it provides a possibility for forecasting and on-line (or off-line) estimation the state disturbance and measurement noise covariances. The well-known group method of data handling procedure (GMDH) is constructing models in the general form of Kolmogorov-Gabor polynomials, and the last three methods are related to the popular today intellectual data analysis techniques [19 – 20].

The GMDH approach to modeling is very convenient from the point of view that it estimates model structure by its internal procedures.

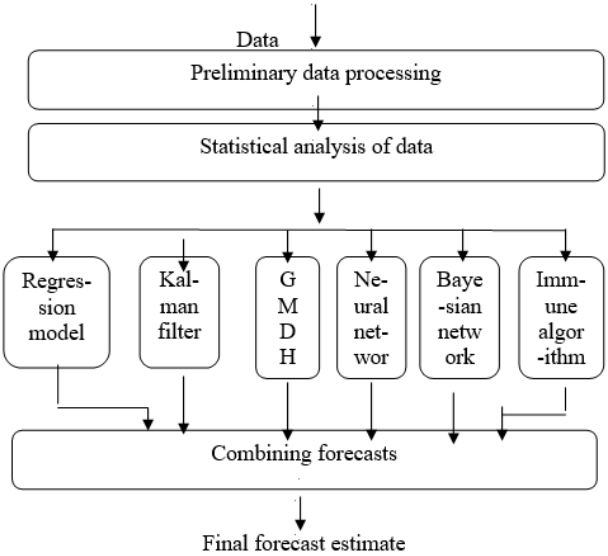


Fig. 2 Illustration of the principle for combining alternative forecasts

Thus, here we propose the combination of classic regression (statistical) approach with the intellectual data analysis methodology. The best result of combining the forecasts with respect to enhancement the quality of final forecast is achieved when variances of forecasting errors for selected forecasting techniques do not differ substantially (say, less than by an order). Some other possibilities for hiring possible linear and nonlinear models to describe and forecast patient state are given in the Table 1 below.

Table 1. Some linear and nonlinear models for describing process dynamics

No	Model description	Formal model structure
1	AR + polynomial of time	$y(k)=a_0+\sum_{i=1}^{p}a_i\,y(k-i)+b_1k+...+b_m\,k^m+\varepsilon(k)$, $k=0,1,2,...$ is discrete time; $t=kT_s$; T_s is sampling time.
2	Generalized bilinear model	$y(k)=a_0+\sum_{i=1}^{p}a_i\,y(k-i)+\sum_{j=1}^{q}b_j\,v(k-i)+$ $=\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{s}c_{ij}y(k-i)v(k-j)+\varepsilon(k)$
3	Logistic regression	$\varphi(x(k,z))=\dfrac{1}{1+\exp(-x(k,z))}$, $x(k)=\alpha_0+\alpha_1 z_1(k)+...+\alpha_m z_m(k)+\varepsilon(k)$
4	Nonlinear extended econometric autoregression	$y_1(k)=a_0+a_1y_1(k-1)+b_{12}\exp(y_2(k))+a_2x_1x_2+\varepsilon_1(k)$, $y_2(k)=c_0+c_1y_2(k-1)+b_{21}\exp(y_1(k))+c_2x_1x_2+\varepsilon_2(k)$
5	Generalized autoreg-ression with condi-tional heteroscedasti-city (GARCH)	$h(k)=\alpha_0+\sum_{i=1}^{q}\alpha_i\varepsilon^2(k-i)+\sum_{i=1}^{p}\beta_i h(k-i)$.

6	Exponential genera-lized autoregression with conditional heteroscedasticity (EGARCH)	$\log[h(k)] = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \frac{\lvert\varepsilon(k-i)\rvert}{\sqrt{h(k-i)}} + \sum_{i=1}^{p} \beta_i \frac{\varepsilon(k-i)}{\sqrt{h(k-i)}} + \sum_{i=1}^{q} \gamma_i \log[h(k-i)] + v(k)$
7	Nonparametric model with func-tional coefficients	$y(k) = \sum_{i=1}^{p} \{\alpha_i + (\beta_i + \gamma_i\, y(k-d)) \cdot \exp(-\theta_i y^m(k-d))\} + \varepsilon(k)$
8	Radial basis function	$f_\Theta(x(k)) = \sum_{i=1}^{M} \lambda_i \exp\left(-\frac{(x(k)-\mu_i)^2}{2\sigma_i^2}\right) + \varepsilon(k),$ $\Theta = [\mu_i, \sigma_i, \lambda_i]^T;\ M = 2,3,\ldots$
9	State-space representation	$\mathbf{x}(k) = \mathbf{F}[\mathbf{a}(k), \mathbf{x}(k-1)] + \mathbf{B}[\mathbf{b}(k), \mathbf{u}(k-d)] + \mathbf{w}(k)$
10	ARFIMA models	ARIMA with fractional integration (trend)
11	Neural networks	Selected (constructed) network structure
12	Fuzzy sets and neuro-fuzzy models	Combination of fuzzy variables and neural network model
13	Dynamic Bayesian networks	Probabilistic Bayesian network structure constructed with data and/or expert estimates
14	Multivariate distributions	Say, copula application for describing multivariate distribution
15	Immune systems	Immune algorithms and combined models

The models presented in Table 1, (No. 1 – 8), have partially known structure though the structure can be modified (refined) in the process of adaptation using specific statistical data. Model 1 was successfully applied for describing trends of various orders together with short-term deviations from conditional mean. Such models usually contain AR-part and polynomial of time describing trend. Models 2 and 4 can be used to describe bilinear and exponential nonlinearities or nonlinearity with saturation (model 3). Models 5 and 6 are used for describing dynamics of conditional variance while modeling heteroscedastic processes. The last model (6) turned out to be the best model regarding short term forecasting of variance in most cases of practical applications performed by the authors. Models 7, 8, and 9 can be hired to describe arbitrary nonlinearities with respect to variables of order 3 – 5 or even higher. The model 10 can be used to formally describe fractionally integrated processes I(d), where d is a fractional number that shows degree of the process integration [21]. Such processes are nonstationary and usually defined as long memory processes.

The fuzzy sets based approach to modeling supposes constructing of a set of rules that could describe with quite acceptable quality the functioning of selected processes (or systems), and derive appropriate logical inference in conditions of information and amplitude uncertainty. The neural networks and fuzzy neural networks are used for modeling sophisticated nonlinear functions in conditions when some variables are unobservable. The dynamic Bayesian networks and multivariate distributions are statistical and probabilistic models that could describe complex multivariate processes and systems with obtaining final result of their application in the form of computed conditional probabilities (probabilistic inference) of patient states.

Examples of the DSS application. Example 1. Consider the problem of forecasting air pollution in a large city using 156 registered values for the specific contaminant. Application of the Dicki-Fuller and Phillips-Perron tests for integration showed that initial series is integrated. The series of first differences is shown in Fig. 3. At the first look the series is rather complicated for modeling due to the fact that its deviations from mean have different signs, and its variance is changing in time. The first model constructed according to the process ACF and PACF was AR(10) which has the following adequacy statistics: $R^2 = 0.55$, and $DW = 2.07$, and $MAPE = 150.83$ for one-step ahead prediction. This result should be improved.

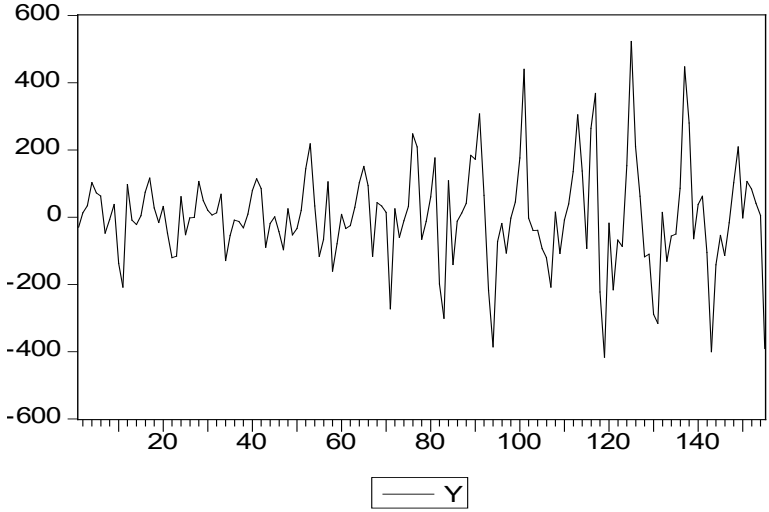


Fig. 3 First differences for the initial series characterizing air pollution

To get the values for all deviations greater than zero, they were shifted up by 500. The results of constructing the model AR(10) are as follows: $R^2 = 0.55$, and $DW = 2.07$, and $MAPE = 30.03$ for one-step ahead prediction. Here we observe substantial improvement in short term forecasting the series. The estimation results for AR(16) are a little better: $R^2 = 0.615$, and $DW = 2.13$, and $MAPE = 29.03$ for one-step ahead prediction.

Then initial data for the process was considered without computing differences, i.e. as a whole. The estimation results for AR(11) are as follows: $R^2 = 0.899$, and $DW = 1.94$, and $MAPE = 50.25$ for one-step ahead prediction. The best results were achieved for AR(25) with polynomial trend of order three: $R^2 = 0.92$, and $DW = 1.96$, and $MAPE = 22.03$ for one-step ahead prediction. Combination of the forecasts performed according to Fig. 2, provided extra improvement of $MAPE = 17.03$. These results completely support the ideas implemented in the frames of the DSS constructed.

Example 2. Here the model for conditional variance was constructed for the same process considered above in example 1. The statistical test applied to the data available support the hypothesis of heteroscedasticity within the time interval of the process investigation. The best model constructed for the conditional variance, namely, EGARCH(2, 7), is shown below:

$$logh(k) = -0.04884 + 1.161281 \cdot logh(k-1) - 0.157331 \cdot logh(k-2) -$$
$$-0.028033 \cdot \frac{\varepsilon(k-1)}{\sqrt{h(k-1)}} - 0.014868 \cdot \frac{\varepsilon(k-2)}{\sqrt{h(k-2)}} - 0.026157 \cdot \frac{\varepsilon(k-3)}{\sqrt{h(k-3)}} +$$
$$+0.028966 \cdot \frac{\varepsilon(k-5)}{\sqrt{h(k-5)}} + 0.008943 \cdot \frac{\varepsilon(k-7)}{\sqrt{h(k-7)}} - 0.010396 \cdot \left|\frac{\varepsilon(k-1)}{\sqrt{h(k-1)}}\right| +$$
$$+0.033542 \cdot \left|\frac{\varepsilon(k-2)}{\sqrt{h(k-2)}}\right| + 0.031339 \cdot \left|\frac{\varepsilon(k-3)}{\sqrt{h(k-3)}}\right| +$$
$$+0.001959 \cdot \left|\frac{\varepsilon(k-5)}{\sqrt{h(k-5)}}\right| + 0.0198 \cdot \left|\frac{\varepsilon(k-7)}{\sqrt{h(k-7)}}\right| .$$

The quality estimation results for the model are as follows: $R^2 = 0.996$, and $DW = 1.39$, and $MAPE = 0.57$ for one-step ahead prediction. Comparison of the three models constructed for describing dynamics of conditional variance for the process under consideration is provided in Tables 2, and 3.

Table 2. Model adequacy for conditional variance of the «contamination» process

Model	R^2	Sun squared resid	Durbin-Watson
ARCH(6)	0.036735	$3.95 \cdot 10^{10}$	1.976087
GARCH(6,1)	0.999781	$5.25 \cdot 10^{8}$	0.607095
EGARCH(2,7)	0.995825	0.983042	1.386725

Table 3. Short term forecasting quality for conditional variance of the «contamination» process

Model	$RMSE$	$MAPE$	$Theil$
ARCH (6)	23084.84	436.863	0.61476
GARCH (6,1)	3135.06	0.590477	0.003157
EGARCH (2,7)	0.008936	0.56726	0.000341

Discussion. The results of analyzing ecological process considered in the study show that the process is nonstationary and nonlinear. The process contains trend and shows heteroscedasticity. It means that in this case the following two types of models are to be constructed: the model for the process itself (description of amplitude behavior), and the models for dynamics of conditional variance. The numerical results obtained show that according to the quality statistics both models have quite acceptable adequacy, and exhibit high quality of short term forecasting including forecasting of conditional variance. For the air contamination process the forecasting characteristic achieved was as follows: $MAPE = 17.03$, and for the conditional variance process the same characteristic was: $MAPE = 0.57$ This result looks somewhat unusual because high quality forecasting of conditional variance (almost as any other parameter) very often creates substantial problem. Nevertheless the example presented proves the fact that high quality of variance forecasts can be achieved for actual processes.

Another positive result is that the forecast combining procedure is also useful for further enhancement of the forecasts quality. Here an important point is to select appropriate methods of forecasts computing that provide a possibility for generating ideologically different types of models. In this case the error compensation scheme works better.

Conclusions. The methodology was proposed for analysis (mathematical modeling and forecasting) nonlinear nonstationary processes met in ecology using statistical data and expert estimates. The methodology is applicable to constructing models in other fields such as demography, economy, finances, as well as in many other spheres of human activity where data is available in the time series form. The methodology developed is based on the general systemic principles that suppose hierarchical structure of the whole data analysis procedure implemented in the frames of the DSS, identification and processing possible statistical uncertainties, optimization of model structure and its parameters. The systemic approach to modeling also supposes development and implementation of adaptive schemes for model structure and parameter estimation, application of statistical, probabilistic and other criteria for monitoring model constructing procedures,

and to selection of the best model for specific application. Tracking the computational procedures at all stages of data processing and model development with appropriate sets of statistical quality criteria provides a possibility for achieving high quality of computing intermediate and final results. As computational instrumentation for fighting available data and model structure and parameter uncertainties the following techniques were successfully applied: optimal and digital data filtering procedures, missing data imputation techniques, multiple methods for model parameter estimation, and Bayesian programming approach implemented in the frames of the DSS.

The methodology also supposes constructing of combined models including statistical regression, neural networks, and probabilistic models in the form of Bayesian networks, decision trees, nonlinear logistic regression etc. An effort was also made to describe formally linear and nonlinear parts of a process under study and to reach high quality results regarding adequacy of the final model and quality of short-term forecasts. The application examples were provided that exhibit high quality of final results namely the model adequacy and quality of ecological process state forecasts.

The future research will be concentrated on further refinement of the model constructing and alternative generation methodology proposed namely on model structure and parameter estimation procedures, development of new model structures for nonlinear nonstationary processes met in ecological applications and active use of ideologically different methods of modeling and forecasting process state in the frames of a single modeling system (i.e. DSS). The methodology is implemented in the frames of the specialized decision support system directed to providing help in establishing (estimating) process state, correct data and expert estimates processing and predicting the process state for a reasonable time horizon.

References

1. William W.H. Machine learning methods in the environmental sciences. New York: *Cambridge University Press*, 2009. 345 p.
2. Barannik V. O. Modeling and Forecasting the Environment State. – Kharkiv: The Kharkiv National Academy for City Management, 2007. – 85 p.
3. Dovgij S.O., Trofymchuk O.M., Bidyuk P.I. DSS based on statistical and probabilistic procedures. – Kyiv: Logos, 2014. – 420 p.
4. Trofymchuk O.M., Bidyuk P.I., Prosyankina-Zharova T.I., Terentiev O.M. Decision Support Systems for Modeling, Forecasting and Risk Estimation. – Kyiv: Lambert Academic Publishing, 2019. 169 p.
5. Buis A. Study Confirms Climate Models are Getting Future Warming Projections Right. *NASA: Global Climate Change.* URL: https://climate.nasa.gov/news/2943/study-confirms-climate-models-are-getting-future-warming-projections-right/.

6. Chen S., Billings S.A. Constructing NARMAX models using ARMAX models. International Journal of Control. 1993. April 20. 32 p.
7. Global atmospheric concentration of CO2 (outtake). URL: https://www.grida.no/resources/6872 (data access: 21.04.2020).
8. Nelson D.B. ARCH models as diffusion approximations. *Journal of Econometrics*, 1990, 7–38 pp.
9. Diebold F.X. Forecasting in economics, business, finance and beyond. – University of Pennsylvania, 2015. – 607 p.
10. Hansen B.E. Econometrics. – University of Wisconsin, 2017. – 427 p.
11. Tsay R.S. Analysis of financial time series. – New York: John Wiley & Sons, Inc., 2010. – 715 p.
12. Terasvirta T., Tjostheim D., Granger C.W.J. Aspects of modeling nonlinear time series / in Handbook of Econometrics, Vol. 4 / Eds.: R.F. Engle, D.L. McFadden. – New York: Elsevier Science B.V., 1994, pp. 2919 – 2957.
13. Tjostheim D. Nonlinear time series: a selective review // Scandinavian Journal of Statistics, 1994, Vol. 21, No. 2, pp. 97 – 130.
14. De Gooijer J.G. Elements of Nonlinear Time Series Analysis and Forecasting. – Cham (Switzerland): Springer, 2017. – 618 p.
15. Pena D., Rodriguez J. Detecting nonlinearity in time series by model selection criteria. International Journal of Forecasting, 2005. 18 p.
16. LeBaron B. Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics. Madison; University of Wisconsin, 1997. 53–59 pp.
17. Li W.K., McLeod A.I. Distribution of the Residual Autocorrelations in Multivariate ARMA Time Series Models // J. of the Royal Statistical Society. Series B, 1981, Vol. 43, No. 2, pp. 231–239.
18. McLeod A.I., Li W.K. Diagnostic Checking ARMA Time Series Models Using Squared Residual Autocorrelations // J. of Time Series Analysis, 1983, Vol. 4, No. 4, pp. 269 – 273.
19. Zaychenko Yu. P., Zayets I.O. The fuzzy group method of data handling and its application to the problems of macroeconomic indexes forecasting // System Analysis and Information Technologies, 2001. No. 3. – pp. 1–11.
20. Ivakhnenko O.G. Long-term Forecasting and Control of Complex Systems. – Kyiv: Tekhnika, 1975. – 312 p.
21. Li W.K., McLeod L. Fractional Time Series Modeling // Biometrika, 1986, Vol. 73, No. 1, pp. 217 – 221.

Про врахування нестаціонарності в гідрологічному моделюванні та прогнозуванні

Стефанишин Д.В.
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, d.v.stefanyshyn@gmail.com

Натепер управління водним господарством у світі побудовано і функціонує за умови, що поведінка природних водних об’єктів не виходить за межі стаціонарності [1]. Принцип стаціонарності є базовим

поняттям у сучасних теоріях та практиках використання водних ресурсів та управління водною стихією.

Як відомо, під стаціонарністю, зокрема і в гідрології, розуміють незалежність від часу, коли природні системи коливаються, змінюються, але в деяких незмінних, усталених межах. Інколи також використовується термін «квазістаціонарність», як деяке наближення до поняття стаціонарності. Його застосовують у випадках, коли характерний час встановлення рівноваги в динамічній системі є набагато меншим характерного часу швидкості зміни впливів на систему.

У гідрологічних розрахунках використання принципу стаціонарності означає, що будь-яка гідрологічна змінна (норма стоку, максимальна витрата паводку, мінімальна витрата межені тощо) може описуватися деяким законом розподілу ймовірності випадкової величини, з функцією щільності, яка є інваріантною за часом. При цьому всі необхідні для моделювання функції щільності розподілу ймовірності числові характеристики (такі як математичне сподівання, коефіцієнти варіації та асиметрії тощо) можна оцінити за даними рядів спостережень (гідрологічних, гідрометеорологічних). Наразі закон розподілу ймовірності випадкової величини є основною математичною моделлю, що використовується при гідрологічних розрахунках. Використання цієї моделі суттєво спрощує складну та відповідальну задачу гідрологічного моделювання та прогнозування [2, 3].

В межах застосування принципу стаціонарності помилки у визначенні функції щільності ймовірності визнаються, але, як вважається, їх можна зменшити за допомогою більш тривалих за часом спостережень, більш ефективних методів оцінювання відповідних числових характеристик або завдяки додатковим регіональним чи палеогідрологічним даним [1-3].

Втім, припущення про стаціонарність в гідрології вже давно ставиться під сумнів, особливо для річкових басейнів, що зазнали значних антропогенних перетворень та порушень [1, 4, 5]. На гідрологічний режим багатьох річок вплинуло залучення значних обсягів річкових вод у господарський обіг та їх безповоротні втрати в енергетиці, водопостачанні, іригації. Природну рівновагу річкових систем порушує як масштабне гідротехнічне будівництво з експлуатацією великих водосховищ, так і масштабне антропогенне перетворення ландшафтів в межах річкових басейнів завдяки гідромеліораціям з осушенням боліт та перезволожених земель, через масове вирубування лісів, зміну земельного покриву та інтенсифікацію

аграрного виробництва на водозборах, в тому числі зі зміною традиційних схем землекористування тощо. Дві інші (іноді важко розрізні) проблеми «втрати» стаціонарності в гідрології пов'язують з цілком очевидними змінами клімату, що інтенсифікувалися з середини минулого століття та наразі тривають, та низькою частотою в процесах динаміки океанів та льодовиків [1]. Особливо відчутними порушення принципу стаціонарності в гідрології виявляються при аналізі та оцінці гідрологічних екстремумів – їх максимальних і мінімальних характеристик [4, 5].

Зважаючи на великомасштабність, всепоширеність і всюдисущність антропогенних та гідрокліматичних змін, слід приймати до уваги, що стаціонарність як центральне припущення в гідрологічному прогнозуванні більше не може слугувати надійною основою за замовчуванням у водогосподарському плануванні. Стаціонарність як один з ключових принципів в дослідженні природних процесів практично вже неможливо відновити [1]. Навіть при агресивному втручанні в антропогенез та клімат вже неможливо повернутися до попередньої ситуації і слід шукати ефективні способи виявлення та врахування нестаціонарності в гідрологічних моделях та прогнозах.

Список використаних джерел

1. Milly P.C.D., Betancourt J., Falkenmark M., Hirsch R.M., Kundzewicz Z.W., Lettenmaier D.P., and Stouffer R.J.: Stationarity is dead: whither water management? *Science*, 319, 2008, 573-574.
2. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Гидрологические основы управления речным стоком, Москва : Наука, 1981, 255 с.
3. Extreme Hydrological Events: New Concepts for Security (NATO Science Series: IV: Earth and Environmental Sciences). [Ed.: O.F. Vasiliev, J.M. van Gelder, E.J. Plate, M.V. Bolgov]. Springer, 2007, 480 p. Retrieved from https:// link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-4020-5741-0.
4. Галущенко М.Г., Ромась І.М. Умови формування та розрахунки мінімального стоку річок басейну Дніпра (в межах України). Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Наук. зб. [Відп. ред. В.К. Хільчевський]. Київ : Ніка-Центр, 2001, Т. 2, 289-295.
5. Villarini G., Taylor S., Wobus C., Vogel R., Hecht J., White K.D., Baker B., Gilroy K., Olsen J.R., and Raff D. Floods and Nonstationarity: A Review, CWTS 2018-01, U.S. Army Corps of Engineers: Washington, DC, 2018.

Відновлення лісів як один із ключових факторів протидії глобальній кризі клімату

Лебідь О.Г., Каян В.П., Василенко А.О., Житніцький Б.В.
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, o.g.lebid@gmail.com

Криза клімату нашої планети стала очевидним фактом, засвідченим Паризькою угодою 2015р., яка закликає усі країни вжити всіх можливих зусиль для обмеження підйому середньорічної температури Землі не більш ніж на 2°C у цьому столітті. Але атмосферна та поверхнева температури Землі вже кілька років поспіль демонструють рекордні значення. Середня за період з липня 2019 року по червень 2020 року глобальна температура вже на 1,28°C вище ніж у другій половині 19-го сторіччя до початку індустріальної ери.

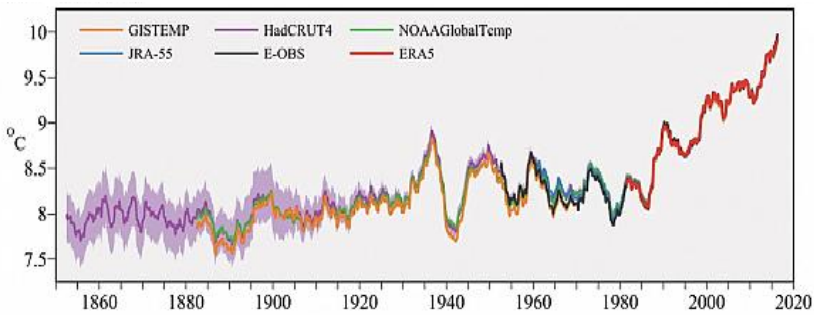


Рис.1 – Осереднена за 60 місяців глобальна температура в Європі

Швидкість глобального потепління в цьому столітті складає вже біля 0,3°C за десятиліття, але деякі науковці вважають, що у найближчий час ця тенденція може підвищитись до 0,4°C. В Арктиці протягом останніх чотирьох десятиліть потепління відбувалось в середньому на 1°C за десятиліття, а біля архіпелагу Шпіцберген це відбувалось ще швидше - на 1,5°C кожні 10 років.

Основною причиною потепління на Землі є надмірна емісія парникових газів внаслідок спалення викопного палива, головними емітентами парникових газів є енергетика, промисловість та транспорт. Сьогодні концентрація в атмосфері трьох основних парникових газів: вуглекислого газу (CO_2), метану (CH_4) та закису азота (N_2O) становить

відповідно 147%, 259% и 123% від тих показників, що були до початку індустріальної ери.

Уповільнити чи зупинити зростання глобальної температури можна тільки зниженням глобальної емісії парникових газів і збільшенням поглинання вуглецю з атмосфери та зв'язування його в природних ресурсах Землі. Найкраще поглинають і зв'язують вуглець з атмосфери ліси.

Дослідження Організації Об'єднаних Націй показало, що за останні десять років щорічно на Землі знищується 10-12 мільйонів гектарів лісу. Всупереч тому, що в рамках Паризької угоди планувалось в період між 2017 и 2030 роками збільшити площу лісів на 3%, реальна площа лісів щороку продовжує зменшуватися.

Найбільше вуглецю поглинається з атмосфери у тропічних лісах. В 2019 році згідно з даними Global Forest Watch тропіки втратили 11,9 мільйона гектарів лісового покрову. Біля третини цієї втрати, 3,8 мільйона гектарів, приходиться на райони реліктових тропічних лісів, які особливо важливі для збереження біорізноманіття та утримання вуглецю. Найбільші вирубки тропічного лісу в 2019 році були в Бразилії (1361 тис.га), ДР Конго (475 тис.га), Індонезії (324тис.га) та в Болівії (290тис.га).

Все більш часті та сильні посухи, лісові пожежі та захворювання дерев призводять до загибелі все більшої кількості лісів. Підвищення температури уповільнює фотосинтез, що затримує ріст дерев і навіть прискорює їх загибель. Ліси по всьому світу стають нижчими, рідшими, слабшими.

На жаль, ці тенденції мають місце і в Україні, в якій ліси займають близько 10% території. Більш ніж половина лісів України має штучне походження, тобто висаджена людиною. Такі ліси менш стійкі і дерева в них зазвичай одного-двух видів. За останні 30 років вирубка лісу в Україні щорічно зростає. Обсяги незаконних вирубок лісу у 2019 році зросли до 118 тисяч кубометрів, що майже в сім разів більше, ніж у 2018 році (17,7 тисячі кубометрів).

В січні 2020 року Всесвітній економічний форум заснував ініціативу «Трильйон дерев» (1t.org), що направлена на захист та висадження дерев для боротьби зі змінами клімату і створення здорових сільських ландшафтів і економіки. Країнам світу пропонується до 2030 року відновити 350 мільйонів гектарів деградованих і обезліснених земель. Наприклад, тільки Американське відділення програми «Один трильйон дерев» націлено на висадку до 2030 року не менш ніж 855 мільйонів дерев. Європейська комісія також закликає до висадки 3

млрд. дерев в ЄС до 2030 року і розробляє заходи для кращого захисту останніх реліктових лісів континента.

Приємно відзначити, що обсяг робіт по відновленню лісів в Україні переважає над площею вирубок, є стійка тенденція до збільшення загальної площі лісів. Так, у 2018 році ліси на місцях вирубок відновлено на площі 41,8 тис.га, закладено нові ліси на площі 1,9 тисячі га. За останні 5 років лісники висадили понад мільярд нових дерев.

Спільними зусиллями і Україна і людство в цілому здатні відновити навколишню природу і врятувати планету від глобальної кризи клімату.

Про визначення коефіцієнта шорсткості за допомогою штучної нейронної мережі на основі описових даних про гідроморфологічні характеристики русла річки

Ходневич Я.В. [1]***, Стефанишин Д.В.*** [1]***, Корбутяк В.М.*** [2]
[1]*Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, ya.v.khodnevych@gmail.com, d.v.stefanyshyn@gmail.com,*
[2]*Національний університет водного господарства та природокористування, v.m.korbutiak@nuwm.edu.ua*

Розглядається задача визначення коефіцієнта шорсткості природного русла за допомогою штучної нейронної мережі (ШНМ), де ШНМ аналізує емпіричні описові гідроморфологічні характеристики річки як набір факторів (тип руслового процесу, звивистість річки, особливості рельєфу дна, тип ґрунтів, наявність штучних та природних перешкод, характер рослинності та ін.), що в сукупності і визначають шорсткість її русла.

Як відомо, безрозмірний коефіцієнт шорсткості n [1] входить у формулу для визначення коефіцієнта Шезі, який є одним з найважливіших параметрів математичних моделей руху води у відкритих водотоках. Від коефіцієнта *n* залежить гідравлічний опір, пропускна здатність русла, гідравлічний режим водотоку та його динаміка.

При чисельному моделюванні руслових потоків значення коефіцієнтів n зазвичай задають наближено, використовуючи відомі емпіричні формули і таблиці [1]. Для більш точного визначення коефіцієнта шорсткості *n* пропонується розглядати зворотні задачі, що

ґрунтуються на одновимірній або плановій математичних моделях гідромеханіки [2]. Але для реалізації підходу [2] необхідно використовувати масштабні та досить вартісні натурні дослідження гідравлічних параметрів річкового потоку, які не завжди є можливими, особливо, у випадку достатньо протяжних ділянок річкових долин.

Альтернативним підходом до визначення актуальних значень коефіцієнта n, зокрема в умовах неповноти та невизначеності апріорних даних, може слугувати застосування задачі апроксимації емпіричних функцій за допомогою ШНМ. Наразі ШНМ являють собою потужний інструмент прогнозного моделювання та набули широкого застосування для апроксимації явно та не явно виражених функціональних залежностей в наборах даних, які характеризують досліджувані явища або процеси в багатьох прикладних задачах розпізнавання, класифікації, фільтрації, згладжування, оптимізації тощо.

В нашому випадку пропонується застосувати повно зв'язану нелінійну ШНМ прямого поширення [3, 4], яка має 8 входів, 9 нейронів у прихованому шарі та 1 нейрон у вихідному шарі. До нейронів прихованого шару застосовується сигмоїдна логістична функція активації. Для побудови нормалізованих навчальних наборів даних, які надалі будуть аналізуватись нейронною мережею, застосовується розроблена нами таблиця закодованих значень описових характеристик річки. При цьому пропонується використовувати відомі емпіричні таблиці коефіцієнтів шорсткості, зокрема таблицю І. Карасьова [1], яка ґрунтується на аналізі великого об'єму даних натурних досліджень значень коефіцієнтів шорсткості, виконаних різними авторами (М. Срібним, В. Чоу та ін.).

Навчання (з вчителем) нейронної мережі полягає у коректуванні вагових коефіцієнтів зв'язків між нейронами всіх її шарів для зменшення похибки між обчисленим та еталонним значеннями шуканої величини з використанням серії навчальних прикладів. Нейронна мережа налаштовує ваги з метою виявити функціональний зв'язок між вхідним і вихідним шарами. При ідентифікації коефіцієнта n навчання ШНМ пропонується здійснювати за допомогою методу зворотного поширення похибки, який, зазвичай, застосовують для задач апроксимації функцій [3]. Коефіцієнт навчання мережі обирається достатньо малим.

Спочатку ШНМ «навчається з вчителем» на сукупності даних, яка включає перелік закодованих значень описових характеристик: 1) тип річки, 2) розмір річки, 3) звивистість річки, 4) тип ґрунтів, 5) особливості рельєфу дна, 6) наявність рослинності, 7) швидкість течії,

8) нахил поверхні, та відповідне їм значення коефіцієнта шорсткості. Навчена нейронна мережа, отримавши від експерта на вхід набір описових характеристик річки (наприклад, за даними дистанційного зондування Землі, натурних спостережень тощо), обчислює на своєму виході відповідне наближене значення шорсткості n.

Запропонована нейронна мережа прямого поширення (перцептрон) з одним прихованим шаром здатна апроксимувати будь-яку неперервну функцію багатьох змінних з будь-якою точністю за умов достатньої кількості нейронів прихованого шару та якісного навчання [4].

Список використаних джерел

1. Барышников Н.Б. Гидравлические сопротивления речных русел. СПб.: РГГМУ, 2003. 146 с.
2. Ивашинцов Д.А., Соколов А.С., Шульман С.Г., Юделевич А.М. Параметрическая идентификация расчетных моделей гидротехнических сооружений. СПб.: Изд-во ОАО «ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева», 2001. 432 с.
3. Haikin S. Neural Networks and Learning Machines. 3rd Ed., Pearson Prentice Hall, 2008. 936 p.
4. Cybenko G. Approximation by Superpositions of a Sigmoidal function. Mathematics of Control, Signals and Systems. Vol. 2, No. 4, 1989, pp. 303-314.

Технології моніторингу засобів масових комунікацій для аналізу стану кібербезпеки критичної інфраструктури України

Качинський А.Б., д.т.н., проф.; Іванюта С.П.,д.т.н., с.н.с.; Пеліхова Н.С., студентка НТУУ «КПІ»
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», akachynsky@gmail.com,
Національний інститут стратегічних досліджень, ivanyuta.sergiy@gmail.com,
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», pelikhova17@gmail.com)

Активізація загроз природного й техногенного походження, підвищення ризиків терористичних актів, збільшення кількості кібератак на енергетичні об’єкти, руйнування та пошкодження об’єктів

інфраструктури в зоні військового конфлікту на сході України – усе це зумовлює нагальність питання розбудови державної системи захисту об'єктів критичної інфраструктури в нашій державі. Критична інфраструктура України – це фізичні чи віртуальні системи та ресурси, що забезпечують функції та послуги, порушення яких може призвести до значних негативних наслідків для життєдіяльності суспільства, соціально-економічного розвитку країни та забезпечення національної безпеки.

Захист об'єктів критичної інфраструктури є одним із актуальних завдань держави для забезпечення безперервності роботи, функціонування, стійкості і цілісності критичної інфраструктури. В умовах розвитку інформаційних технологій збільшується ризик реалізації кібератак на об'єкти критичної інфраструктури. В Україні, на відміну від США і ЄС, поки немає дієвої програми захисту критичної інфраструктури, хоча є певні нормативно-правові документи, що регламентують процес створення систем комплексної безпеки об'єктів критичної інфраструктури. Так, кіберзахист об'єкта критичної інфраструктури забезпечується шляхом впровадження на об'єкті критичної інфраструктури комплексної системи захисту інформації або системи інформаційної безпеки з підтвердженою відповідністю. В цілому кіберзахист об'єкта критичної інфраструктури є складовою частиною робіт із створення (модернізації) та експлуатації об'єкта критичної інформаційної інфраструктури об'єкта критичної інфраструктури.

В даній роботі здійснюється проведення моніторингу засобів масових комунікацій (ЗМК) для аналізу стану кібербезпеки критичної інфраструктури України в енергетиці і виявлення проблем та загроз в кожній області. Актуальність даного дослідження зумовлена необхідністю теоретико-практичною оцінкою інформаційно-комунікаційної діяльності як важливої складової кібербезпеки об'єктів критичної інфраструктури України. Одним із інструментів проведення інформаційних операцій, що є корисним для контролю стану безпеки в даній області, є розвідка по відкритим джерелам (*Open source intelligence*, OSINT). *OSINT* є напрямком розвідки, що включає пошук, збір, вибір і аналіз розвідувальної інформації, отриманої із загальнодоступних джерел. В даній роботі було проаналізовано стан кібербезпеки критичної інфраструктури України в області енергетики, а також динаміку зацікавленості людей в даному питанні.

Моніторингові дані зібрані шляхом використанням агрегатора *Mediatest Semantrum*, функціональна база якого дозволила підвищити якість самого моніторингу, а також збільшити кількість охоплених в

дослідженні джерел інформації, спростити їх пошук, систематизацію та подальший аналіз. З метою оптимізації проведення моніторингу та аналізу отриманих даних, було запропоновано умовну сегментацію об'єктів критичної інфраструктури України за належністю до джерела публікації (соціальні мережі та сайти новин) і за тематикою інформаційного повідомлення (АЕС, ГАЕС, ГЕС, ТЕС, ТЕЦ). Це сприяло визначенню основних відмінностей в стані сучасної кібернетичної безпеки станцій і теплоенергоцентралей та спростило процес класифікації основних проблем і недоліків.

На етапі компонування матеріалів було сформовано групи з 9 різних тематик для ЗМІ. Результатом такого сортування стала можливість якісніше проаналізувати всі інформаційні повідомлення. Наприклад, за тематикою АЕС було отримано 1701 повідомлення, з них: 71,3% – суспільно-політичні; 7,2% – енергетичні; 6,3% – офіційні джерела; 4,4% – бізнес та економіка; 4,2% – проросійські; 2,1% – безпекові; 1,6% – без рубрики; 1,5% – антикорупційні; 0,8% – інтернет і зв’язок; 0,6% – закон та право (рис. 1).

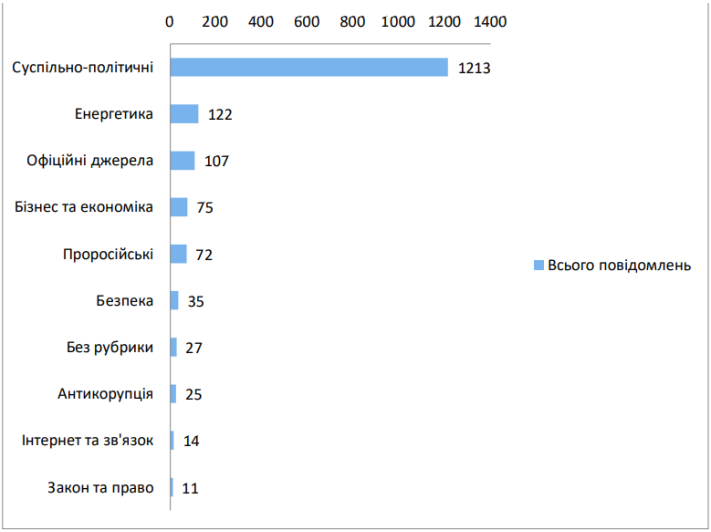


Рисунок 1 – Кількість повідомлень про АЕС за тематикою ЗМІ.

Дані відображають найбільшу кількість результатів із суспільно-політичною тематикою ЗМІ, і в більшості випадків на другому місці тематика бізнес та економіка. Це свідчить про стурбованість щодо

впливу енергетики на економічну галузь, певною мірою нестабільність тарифів і вплив цього на життєдіяльність людей і функціонування бізнесу в державі.

В цілому розвідка на основі відкритих джерел надає можливість покращити рівень безпеки критичної інфраструктури за допомогою систематичного аналізу даних через відкриті джерела, що допоможе контролювати інформаційно-комунікативну діяльність.

Порівнюючи показники описової статистики на прикладі тематики АЕС, робимо висновок, що динаміка зацікавленості і самі згадування достатньо сильно відрізняються в соціальних мережах і на сайтах новин (рис. 2-3). Також, якщо розцінювати соціальні мережі як виявлення думки суспільства, а новинні сайти як інтернет-видання, значна частина яких підконтрольна уряду, можна сказати, що тематика АЕС більш бурхливо обговорюється підконтрольним урядом виданням. Під тематикою АЕС розуміємо тарифи, загрози, кіберзагрози, інформаційна безпека тощо.

Тематика	Новинні сайти	Соціальні мережі
АЕС	Середнє: 4.756	Середнє: 2.145
	Медіана: 4	Медіана: 1
	Мода: 1	Мода: 1
	Розмах: 32	Розмах: 13
	Міжквартальний розмах: 4	Міжквартальний розмах: 2
	Дисперсія: 16.549	Дисперсія: 3.947
	Стандартне відхилення: 4.068	Стандартне відхилення: 1.987
	Коефіцієнт варіації: 0.855	Коефіцієнт варіації: 0.926

Рисунок 2 – Показники за тематикою АЕС.

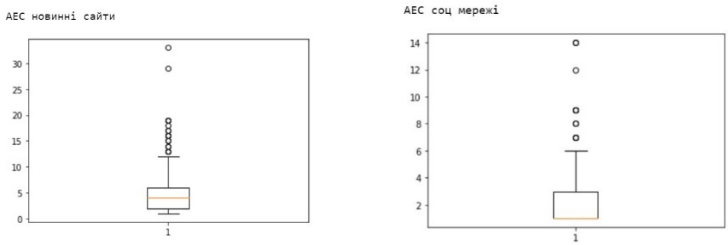


Рисунок 3 – Діаграми розмаху за тематикою АЕС.

Описова статистика використовувалася для розуміння, структурування і отримання загального і наочного представлення об'єкту дослідження. Після групування даних і побудови розподілу, отриманні показники центрального положення і варіабельності, сформували загальне розуміння різниці між соціальними мережами і новинними сайтами в кожній тематиці.

Зниження рівня екологічної безпеки формує фізичні загрози на об'єкти критичної інфраструктури, тому в даній роботі проводилося визначення комплексної оцінки рівня екологічної безпеки областей України, що включало формування бальної шкали оцінок від 1 до 4 балів для гідродинамічної, хімічної, вибухової і пожежна небезпеки. При побудові комплексної оцінки (КО) рівня екологічної безпеки областей був обраний варіант згортки, що представлений на рис. 4. Для визначення комплексної оцінки рівня екологічної безпеки областей України у відповідності зі структурою згортки, були сформовані відповідні матриці.

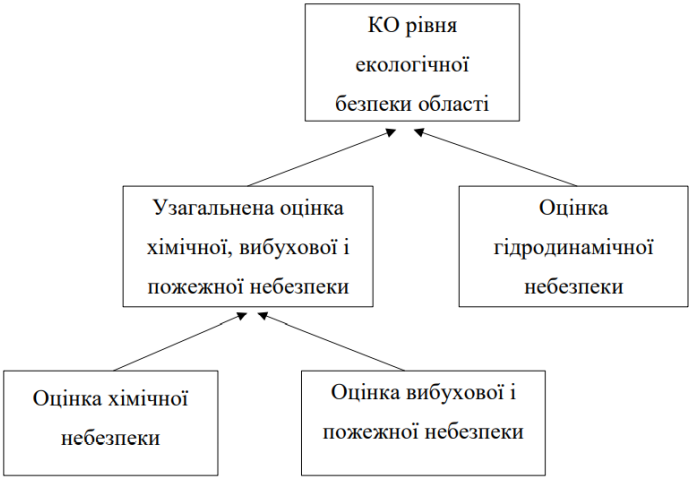


Рис. 4 – Бінарна структура згортки побудови КО рівня екологічної безпеки області

За аналогічним принципом проводилася комплексна оцінка сприйняття стану захищеності об'єктів критичної інфраструктури на основі даних які ми отримали за допомогою сервісу Mediatest

Semantrum. По кожному дню є інформація щодо кількості запитів і їх емоційного забарвлення. На заключному етапі проводилося порівняння КО рівня екологічної безпеки, тобто можливі фізичні загрози на об'єкти критичної інфраструктури і КО сприйняття людей стану захищеності об'єктів критичної інфраструктури.

Отримані дані показують, що фізичні загрози і сприйняття людей щодо захищеності співпадають в таких областях: Одеська, Дніпропетровська, Запорізька, Донецька, Вінницька, Миколаївська, Кіровоградська, Волинська, Рівненська, Тернопільська, Закарпатська. Кардинально відрізняються комплексні оцінки в Херсонській, Луганській, Сумській, Черкаській, Хмельницькій областях.

В результаті аналізу даних з відкритих джерел щодо об'єктів критичної інфраструктури України, можна зробити висновок, що значний відсоток матеріалів і згадувань у ЗМК носить позитивне або нейтрально позитивне забарвлення. Переважна кількість згадувань та загальний відсоток аудиторії, зацікавленої темою енергетики в Україні, припадає на новинні та інформаційні ресурси, а не на соціальні мережі, тобто є формою односторонньої комунікації. Частина проаналізованих матеріалів містить характерні риси маніпуляції масовою свідомістю (агітація, пропаганда). Така форма комунікації є необхідністю, що зумовлена, наприклад, стереотипним сприйняттям небезпечності атомних електростанцій станцій (Чорнобиль, Фукусіма).

В результаті проведеного візуального аналізу отримано результати, що підтверджують важливість інформаційно-комунікаційної діяльності як складової кібербезпеки в Україні, оскільки є інструментом формування громадської думки в питаннях сприйняття енергетики, як безпечної і важливої підприємницької діяльності. Використання таких комунікативних технологій, як створення і підтримка позитивного іміджу об'єктів критичної енергетичної інфраструктури шляхом інформування про економічні і виробничі переваги, дозволяє попередити, протидіяти або мінімізувати шкоду від інформаційних атак на енергетичні об'єкти критичної інфраструктури держави.

Разом з тим, проведена оцінка рівня екологічної безпеки та її порівняння з оцінкою рівня стурбованості населення, а також дезінформація та штучний ажіотаж навколо безпекового і кібербезпекового стану об'єктів критичної інфраструктури України, що періодично з'являються в інформаційному просторі, вказують на недосконалість сучасної системи забезпечення кібербезпеки.

Про нові постквантові алгоритми електронного підпису, що модифікують алгоритми представлені на другий етап NIST сертифікації.

Устименко В.О., Пустовіт О.С.
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України
vasylustimenko@yahoo.pl, sanyk_set@ukr.net

Пост Квантова Криптографія є відповіддю на загрозу використання квантових комп'ютерів для атак на системи захисту інформації. Національний Інститут Стандартизації Технологій (NIST) Сполучених Штатів Америки зробив крок для зменшення ризиків успішних квантових атак, анонсуючи тендер по стандартизації постквантових алгоритмів з публічним ключем. У березні 2019 року NIST опублікував список алгоритмів, що є кандидатами кваліфікованими до другого етапу процесу стандартизації.

Окремі алгоритми потрібні для задач обміну інформації та електронного підпису.

Попередній аналіз представлених алгоритмів цифрового підпису виконаний експертами NIST та провідними дослідниками з криптографії віддає перевагу системам, що базуються на криптографії від багатьох змінних. Представлено дві родини таких систем. Це «Rainbow like Unbalanced Oil and Vinegar system» (RUOV) та «Lifted Unbalanced Oil and Vinegar system». Ці системи базуються на публічному відображенні P' з векторного простору F_q^m на простір F_q^m вигляду $P' = T_1 P T_2$, де перетворення P задано правилом $x_i \rightarrow f_i(x_1, x_2, \ldots x_m)$, $i=1,2,\ldots,n$ визначеним квадратичними поліномами f_i, T_1, T_2 бієктивні відображення степені один просторів F_q^m та F_q^n. Відображення P' задається публічно. Користувачі (Аліса та Боб) використовують обрану функцію шифрування F та хаш функцію, що створює з шифрограми c хаш вектор $v(c)$, що належить до векторного простору F_q^m. Аліса створює відкритий текст p та відповідний до нього шифрограм c. Вона обчислює якийсь прообраз $P'^{-1}(H(c))=(u_1, u_2, \ldots, u_n)=u$ (так званий підпис) та пересилає його Бобу через відкритий канал. Боб перевіряє тотожність $P'(u)=v(c)$. Це для нього є підтвердженням того, що шифрограм дійсно відсилався Алісою. На останньому кроці він

дешифрує c і отримує $F^{-1}(c)$. Безпека наведеного вище алгоритму полягає в тому, що задача обчислення прообразу для небієктивного P' є NP важкою проблемою. Розділення змінних на дві групи змінних, які названо олією та оцетом і спеціальна форма відображення P дозволяють Алісі знаходження $P'^{-1}(v(c))$.

У статтях [1], [2] розглянуто можливі атаки на системи RUOV і LOUV. Їх автори вважають, що LOUV не відповідають вимогам NIST в той час як ROUV може бути переможцем оголошеного конкурсу.

Ми розпочали пошук можливих модифікацій RUOV і LOUV, які елімінують можливість атак, що аналізувався в [1],[2]. Для кожного з алгоритмів RUOV та LUOV побудовано три модифікації.

Перша з них полягає в тому, що відображення P' не надається [3]. Кореспонденти виконують протокол з [5] не комутативної криптографії від n змінних та виробляють спільне квадратичне відображення G з простору F_q^m на $F_q{}^n$. Безпека цього протоколу спирається на складність знаходження розкладу елементу напівгрупи перетворень простору в композицію її генераторів. Постквантового алгоритму для розв'язання цієї задачі не знайдено.

По закінченню протоколу один з кореспондентів пересилає партнеру $G+P'$. Кореспонденти використовують схему електронного підпису, визначеного P', яке невідоме опоненту. Постквантовий протокол може використатися періодично з різними даними. Користувачі можуть змінювати як відображення T_1, T_2, P так і генератори напівгрупи, що є платформою протоколу.

Друга модифікація замінює відображення T_1 на його композицію ST з бієктивним відображенням S вигляду $x_i \rightarrow s_i(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ лінійної степені >m де кожне s_i має густину 0(1) [4]. Таким чином $P'=ST_1PT_2$ є відображення степені $O(n)$ та густину $O(n^2)$. Відображення P', другої схеми надається публічно. Необмеженість степені P', елімінує атаки, що розглядався в [1], [2].

Третя схема полягає у використанні пост квантового протоколу не комутативної криптографії, що дозволяє кореспондентам виробити спільне відображення G необмеженої степені $O(n)$ та густину $O(n^2)$ (див [5]). Після цього пересилається $G+P'$. У випадку такої схеми протокол можна використати один раз, тому що опонент не має ресурсів для апроксимізації невідомого P' необмеженої степені.

Список використаних джерел

1. Shuhei Nakamura and Yasuhiko Ikematsu and Yacheng Wang and Jintai Ding and Tsuyoshi Takagi. Shuhei Nakamura and Yasuhiko Ikematsu and Yacheng Wang and Jintai Ding and

Tsuyoshi Takagi, New Complexity Estimation on the Rainbow-Band-Separation Attack, ePrint Archive: Report 2020/703
2. Jintai Ding and Joshua Deaton and Vishakha and Bo-Yin Yang, The Nested Subset Differential Attack: A Practical Direct Attack Against LUOV which Forges a Signature within 210 Minutes, ePrint Archive: Report 2020/967.
3. Ustimenko, On Multivariate Algorithms of Digital Signatures on Secure El Gamal Type Mode ePrint Archive: Report 2020/984
4. V. Ustimenko, On Multivariate Algorithms of Digital Signatures of Linear Degree and Low Density, ePrint Archive: Report 2020/1015
5. V. Ustimenko, On the usage of postquantum protocols defined in terms of transformation semigroups and their homomophisms, Theoretical and Applied Cybersecurity, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kiev Polytechnic Institute", Volume 1, No. 2, pp. 32-44 (2020).

Метод зупинки та прийняття рішень в процесі декодування турбокоду

***В.М. Василенко**, кандидат технічних наук, науковий співробітник Інституту телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України,*
***С.В. Зайцев**, доктор технічних наук, Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України, професор кафедри інформаційних та комп'ютених систем національного університету «Чернігівська політехніка»,*
***Н.В. Сокоринська**, аспірант кафедри інформаційних та комп'ютених систем національного університету «Чернігівська політехніка»,*
***С.П. Казнадій**, старший викладач кафедри інформаційних та комп'ютених систем національного університету «Чернігівська політехніка»,*
***Ю.М. Пастернак**, аспірант кафедри інформаційних та комп'ютених систем національного університету «Чернігівська політехніка»*

У роботі представлено метод зупинки та прийняття рішень про передані біти даних декодера турбокоду.

Даний метод заснований на оцінці зміни знаку логарифмічного відношення функції правдоподібності (ЛВФП) про передані біти з i-ї ітерації до $(i + k)$-ї ітерації, де i – початкова ітерація оцінки знаку ЛВФП, k – кількість ітерацій на яких виконується аналіз зміни знаку ЛВФП.

Початкова ітерація i та кількість ітерацій k для оцінки ЛВФП вибираються в залежності від відношення сигнал/завада (ВСЗ), кількості біт в блоці N, кількості ітерацій декодування I.

Результати імітаційного моделювання показали, що в залежності від вибраних параметрів i та k, а також N та I можна отримати раціональні результати достовірності передачі інформації. Основною особливістю даного методу є зменшення складності апаратної та програмної реалізації при невеликому зменшенні достовірності передачі інформації.

В роботі [1] запропоновано метод жорсткого прийняття рішень (hard-decision-aided (HDA) criterion). Він заснований на аналізі знаку ЛВФП на кожній ітерації декодування. Відмінністю від запропонованого методу є відсутність вибору початкової ітерації оцінки i та кількості ітерацій оцінки ЛВФП k.

В роботі [2] пропонуються методи, що базуються на використанні порогу декодування. Таким чином процес ітеративного декодування може зупинятись при дуже малій вірогідності бітової помилки або при дуже великій, коли декодер вже не має можливості виконувати декодування.

Виникає необхідність подальшої розробки методів зупинки процесу декодування та прийняття рішень про декодовані біти.

Оцінка характеристик достовірності передачі інформації з використанням запропонованого методу проводилася за допомогою методу імітаційного моделювання. Для порівняння запропонованих результатів в якості аналога був обраний стандарт мобільного зв'язку четвертого покоління 4G LTE-Advanced.

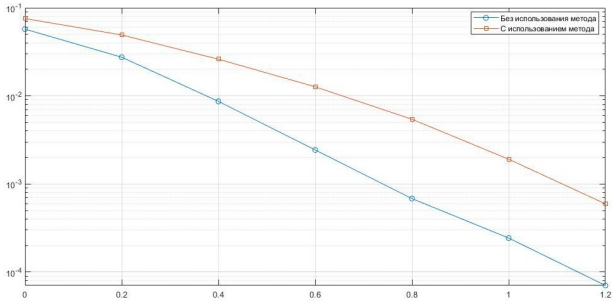


Рисунок 1 – Графік ймовірності бітової помилки з використанням методу зупинки процесу декодування та без нього (N = 1000, I = 8, Перемежувач – псевдовипадковий, кількість ітерацій для аналізу знака ЛВФП – 2, починаючи з 1-ї ітерації)

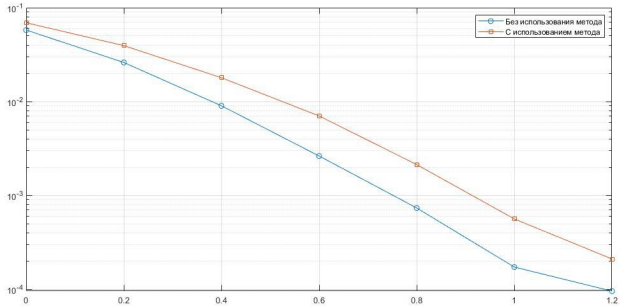


Рисунок 2 – Графік ймовірності бітової помилки з використанням методу зупинки процесу декодування та без нього ($N = 1000$, $I = 8$, Перемежувач – псевдовипадковий, кількість ітерацій для аналізу знака ЛВФП – 2, починаючи з 2-ї ітерації)

Результати імітаційного моделювання показали, що при використанні запропонованого методу ймовірність бітової помилки може дещо збільшуватися, але кількість ітерацій може зменшуватися до 37 %.

Список використаних джерел

1. Rose Y. Shao. Two Simple Stopping Criteria for Turbo Decoding / Rose Y. Shao, Shu Lin, Marc P. C. Fossorier – IEEE Transactions on communications, 1999 VOL. 47. – P. 1117–1120.
2. Fan-Min Li. On the New Stopping Criteria of Iterative Turbo Decoding by Using Decoding Threshold / Fan-Min Li, An-Yeu (Andy) Wu – IEEE Transactions on signal processing, 2007 VOL. 55. – P. 5506–5516.

Зміни властивостей ґрунтів у районах сміттєзвалищ та полігонів захоронення твердих побутових відходів

Трофимчук О.М.[1], Кураєва І.В.[2], Азімов О.Т.[3]
[1]Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, itelua@kv.ukrtel.net;
[2]Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка НАН України, ki4412674@gmail.com;
[3]Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України, azimov@casre.kiev.ua

Результати аналітичного узагальнення матеріалів новітніх і попередніх етапів досліджень геохімічних особливостей проб ґрунтових відкладів по територіях, що безпосередньо прилягають до сміттєзвалищ твердих побутових відходів (ТПВ) та полігонів їх захоронення, свідчать про їхній негативний екологічний вплив на компоненти довкілля, передовсім на ґрунтові відклади.

Так по території Київського полігона № 5 захоронення ТПВ та по прилеглих до неї районах встановлено істотне забруднення ґрунтового шару різноманітними полютантами, насамперед важкими металами (ВМ). Передусім це стосується власне площі полігона. Проте, виявлено також негативний вплив цього об’єкта на вміст ВМ у ґрунтах буферної, прилеглої до полігона зони, що, імовірно, зазнає впливу північно-східної, північної та північно-західної його частин. Це стало наслідком 34-річного функціонування об’єкта захоронення ТВП, протягом якого мали місце порушення в його експлуатації. Вони були зумовлені недотриманням технології пересипки складованих відходів ізоляційним шаром землі, нерегулярною роботою установки з переробки фільтрату, перевищенням потужностей тощо. Отож ґрунти в межах полігона і навіть у буферній до нього зоні зазнали забруднення різноманітними токсичними речовинами, зокрема, ВМ.

Наприклад, для ґрунтових утворень полігона визначено максимальне перевищення фонового вмісту міді, свинцю, цинку, нікелю та олова у десятки разів, у той же час поза його контуром – у 2–3 рази. Зафіксовані негативні зміни фізико-хімічних властивостей ґрунтів гумусового горизонту при порівнянні відповідних показників за зразками, відібраними у прилеглих до полігона районах і безпосередньо на його території. Коефіцієнт буферності ґрунтів цього горизонту ($К_б$) майже вдвічі менший на техногенно забруднених землях об’єкта захоронення ТВП, ніж на відносно фонових ділянках, для яких одержано значення $К_б$=55.

Вміст рухомих форм ВМ у ґрунтових утвореннях полігона № 5 порівняно з фоновими значеннями зростає у 2 рази для міді та цинку, а для свинцю – у 8 разів. Саме вміст рухомих форм здійснює вплив на міграцію ВМ у трофічному ланцюгу «ґрунт–розчин–біота».

Для подальшого з'ясування механізму міграції забруднювачів у компонентах довкілля території досліджень («ґрунти–природні води–рослинність») необхідно здійснити еколого-геохімічне їх опробування по регулярній мережі наземних площадок. Потреба також є у спрямуванні зусиль фахівців у плані оцінки сезонного впливу полігона на стан навколишнього середовища загалом.

Впровадження сучасних ДЗЗ/ГІС-технологій з метою моніторингу чинників негативного екологічного впливу на довкілля полігонів захоронення відходів

Шевчук О.В[1], Азімов О.Т[2]
[1]Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, sov27041996@ukr.net;
[2]Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України, azimov@casre.kiev.ua

Статистичні дані Мінрегіонбуд України свідчать про те, що за 2019 р. в нашій державі (без урахування даних АР Крим та м. Севастополь) утворилося майже 53 млн м^3 побутових відходів, або понад 10 млн т, які захоронюють на 6 тис. сміттєзвалищах і полігонах загальною площею понад 9 тис. га. Утім кількість перевантажених сміттєзвалищ становить 258 одиниць (4,2%), а 905 од. (15%) не відповідають санітарно-гігієнічним нормам та нормам екологічної безпеки. Неналежним чином проводиться робота з паспортизації та рекультивації сміттєзвалищ.

Разом з тим наслідки впливу полігонів захоронення твердих побутових відходів (ТПВ) на об'єкти довкілля і на здоров'я населення, що проживає поблизу них, призводять до виникнення ряду істотних проблем, які викликають серйозне занепокоєння у суспільстві. Отож розглянемо деякі конкретні чинники негативного екологічного впливу на природне середовище і населення сміттєзвалищ і полігонів ТПВ і можливості їх моніторингу засобами технологій географічних інформаційних систем (ГІС) і дистанційного зондування Землі (ДЗЗ).

Моніторинг температурних режимів об'єктів розміщення відходів. Горіння сміттєзвалищ має високу екологічну небезпеку, оскільки призводить до забруднення довкілля токсичними продуктами горіння. Значна кількість сміттєзвалищ горить десятками років, незважаючи на їх періодичні гасіння. Існують теорії, які взагалі виключають попередження самозаймання та горіння сміттєзвалищ традиційними методами. Для забезпечення належної якості навколишнього природного середовища і здоров'я населення необхідно усувати причини виникнення пожеж на звалищах і полігонах захоронення ТПВ та контролювати проведення профілактичних робіт для їх недопущення, , вчасно виявляти осередки потенційного підземного самозаймання відходів.

Одним із таких засобів попередження є застосування даних космічного або аерознімання в інфрачервоному діапазоні спектра, які базуються на реєстрації теплового випромінювання поверхні та розміщених на ній об'єктів, або ж даних зі встановлених на літальних апаратах спеціалізованих тепловізорів. Останні допоможуть фіксувати осередки займання, площі розповсюдження горіння, а в подальшому – і під час їх ліквідації. Отже, ці засоби можуть бути використані при функціонуванні полігонів захоронення ТПВ загалом.

Моніторинг утворення біогазу та фільтрату. Процес утворення біогазу виникає в результаті природного розкладання органічних речовин. Для його добування слід встановлювати спеціальні свердловини, розташовані по всій ділянці "тіла" полігона. У подальшому газ спалюється чи переробляється на електроенергію.

Ще одним компонентом необхідного моніторингу є фільтрат, що здебільшого утворюється в результаті попадання атмосферних опадів на тіло сміттєзвалища та просочування їх крізь нього. Зазвичай фільтрат потрапляє у відповідні збірники (озера). Таким чином, необхідно проводити періодичні вимірювання площ дзеркал збірників фільтратів та моніторити їх зміну на основі дистанційних знімків. Проблема переповнення ставків-фільтратонакопичувачів полягає у посиленні тиску на захисні дамби, що може спричинити їх деформації. Також перетікання фільтрату через захисні греблі відстійників внаслідок їх переповнення, витікання (височування) його з "тіл" сміттєзвалищ і наступне стікання по схилах і накопичення у їх підніжжях є одним зі шляхів забруднення цією небезпечною рідиною поверхневої та підземної гідросфер.

Іншим шляхом потрапляння фільтрату до підземних вод є прориви захисних плівок у "тілах" сміттєзвалищ.

У постексплуатаційний період проводять *моніторинг просторового зміщення "тіла" полігона ТПВ*. Причиною закриття полігонів може бути закінчення терміну їх експлуатації або надзвичайні ситуації (зсуви, пожежі), протести мешканців, невідповідність нормам експлуатації та захоронення відходів на полігонах та інші. Після закриття полігона відбувається процес стабілізації його тіла, який передбачає виположення схилів і приведення їх до норми в 18º. При розробленні проекту рекультивації необхідним буде використання даних топографічного знімання, зокрема: при вертикальному плануванні, розрахунку необхідного об'єму ґрунту для ізоляції (верхній шар), для визначення відстані від полігона ТПВ до найближчих містобудівних об'єктів, площі, зайнятої безпосередньо відходами тощо. У подальшому після технічної та біологічної рекультивації необхідне виконання закладання геодезичних пунктів, що в подальшому слугуватимуть для визначення просторових зміщень "тіла" полігона.

Отже, як показує досвід, найефективнішим засобом для аналізу, управління та планування діяльності у сфері поводження з різноманітними відходами є впровадження інформаційної системи геомоніторингу районів впливу полігонів їх захоронення або накопичення, що основана на застосуванні ДЗЗ/ГІС-технологій. Інтегровані у ГІС дані ДЗЗ дозволяють оперативно отримувати достовірну інформацію про поточний стан досліджуваної території, проводити своєчасний контроль і прогнозування розвитку негативних явищ і процесів, що значно підвищує рівень екологічної безпеки на державному, регіональному та об'єктовому рівнях і надає можливість розробити комплекс заходів щодо зменшення впливу на довкілля полігонів захоронення ТПВ.

Застосування ГІС-технологій у сфері поводження з твердими побутовими відходами

Даншина С.Ю. Кіченко К.В.
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», kiyuhagis@gmail.com

В Україні на санкційованих полігонах твердих побутових відходів (ТПВ) зберігається близько 35 млрд. т відходів. Аналіз ситуацій у цих районах показує, що відходи утворюють нову природно-техногенну

систему. Отже, вирішення питань, пов'язаних з розміщенням, експлуатацією й рекультивацією полігонів ТПВ потребує застосування спеціальних методів для оцінювання їх впливу на навколишнє середовище [1].

Сфера поводження з ТПВ містить в собі низку процесів від збирання до утилізації та видалення ТПВ [2], що в цілому направлено на зменшення негативного впливу на навколишнє середовище й отримання економічної вигоди від їх використання як вторинних ресурсів.

У останній час набувають популярності дослідження, пов’язані зі створенням оптимальної системи управління ТПВ у муніципалитеті (MSWM), що являє собою комплекс заходів з поводження з ТПВ, які інтегруються у структуру міського господарства [3].

Згідно із концепцією сталого розвитку (Sustainable development) подібні системи під час прийняття рішень орієнтується на три базових принципи:

1. Економічний – оптимальне використання всіх наявних ресурсів з мінімізацією відходів;
2. Соціальний – зберігання стабільності соціальних і культурних систем та участь людини у процесах, що формують його життєдіяльність;
3. Екологічний – забезпечення цілісності біологічних та фізичних природних систем і зберігання їх здатності до самовідновлення.

Використання ГІС-технологій у MSWM - системі дозволяє дотримуватися вищенаведених принципів при вирішенні різноманітних задач [1, 3]. Ураховуючи, що основними ознаками геоінформаційних систем є системність і просторова розділеність, ГІС-технології надають можливості оптимізувати розміщення ресурсів і об’єктів управління ТПВ, спланувати маршрути збирання та видалення ТПВ та оцінити вплив процесів поводження з ТПВ на навколишнє середовище, спираючись на просторово-розподілені дані та аналізуючи сферу поводження з ТПВ як систему.

Список використаних джерел

1. К. В. Киченко, «Применение ГИС в задачах выявления мест хранения твердых бытовых отходов» на VII Междунар. научн.-техн. интернет-конф. Информационные технологии в образовании, науке и производстве, Минск, Белорусь, с. 253 – 257, 16-17 ноября 2019, [Электронный ресурс]. Доступно: http://rep.bntu.by/handle/data/68300
2. Ст. 1 Закону України «Про відходи». – Чинний від 05.03.1998. – К.: Верховна Рада України, 1998. – 28 с.
3. K. Sunil, “Municipal Solid Waste Management in Developing Countries”/ Kumar Sunil. – New York: CRS Press, 2016. – 178 с.

Сучасний стан поводження з промисловими та побутовими відходами гірничо-добувних районів України

Яковлєв Є.О., Анпілова Є.С.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України,
yakovlevhydro@gmail.com, anpilova@ukr.net

Українські гірничо-добувні райони (ГДР) відрізняються найбільш високими показниками формування обсягів побутових та промислових відходів (ППВ) внаслідок щільного розташування індустріальних та житлових об'єктів. Загальна площа розвинутих ("старих") ГДР становить 48 тис. км^2 (8% площі держави), в їх межах зосереджено до 23% населення та формується більше 25% внутрішніх відходів підприємств (ВВП) і до 40-45% експортних надходжень. Зараз у межах нашої держави розробляється до 4.5 тис. родовищ мінеральної сировини (рис.1), при чому з використанням застарілих недосконалих технологій.

За існуючими оцінками до 70% і більше обсягу видобутої мінеральної сировини не використовуються за промисловим призначенням, а формують переважно відвали, терикони, технологічні підсипки та ін. На сучасному етапі у державі щорічно утворюється до 0.7-0.9 млрд тон ППВ , при чому переважна частина їх є токсичними, що складується та формується в зонах еколого-промислового впливу ГДР.

Ринкова перебудова гірничо-промислового комплексу (ГПК) України призвела до суттєвого зростання вимог як до техніко-економічних, так і до еколого-соціальних параметрів надрокористування. Критичне прискорення (з 1990-х років) закриття та ліквідації гірничо-добувних об'єктів (шахт, кар'єрів, розрізів) переважно шляхом "мокрої консервації" (автореабілітаційного затоплення) обумовило недосконале врахування об'єктово-територіальних і регіональних змін екологічних параметрів природно-техногенних геосистем (ПТГС) "полігон ППВ-добувний район-геологічне середовище".

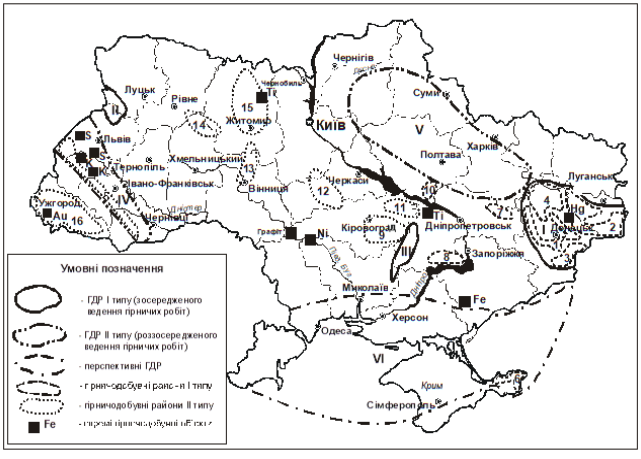


Рис. 1. Схема розташування основних гірничодобувних регіонів (ГДР), районів і об’єктів у межах України

Пов’язане з цим порушення балансу між видобутком мінеральної сировини та зменшенням еколого-захисного потенціалу верхньої зони геологічного середовища (ГС) призвело до формування нових еколого-техногенних небезпек у системі поводження з ППВ на етапі пост-майнінгу ГДР [1,2].

На нашу думку, протягом періоду реструктуризації провідних гірничо-добувних районів (Донбас, Кривбас, Карпатський та ін.) не був в достатній мірі врахований досвід держав ЄС (Англія, Німеччина, Франція та ін.) щодо удосконалення нормативно-правової бази та обґрунтування параметрів екологічної безпеки нового стану полігонів ППВ в зонах впливу еколого-техногенних факторів пост-майнінгу ГДР.

Головним чином це було пов’язано з некерованим затопленням більшості шахт і кар’єрів (вугільні шахти Донбасу, соледобувні шахти і Домбровський кар’єр у Карпатському регіоні і ін.), підтопленням і затопленням прилеглих територій при недостатньому врахуванні суттєвого зменшення захисного (асиміляційного)потенціалу ГС та прискорення міграції забруднень з полігонів ППВ [2,6-8].

Слід відмітити, що останнім часом з боку органів влади та наукових кіл посилилась увага до питання підвищення соціально-економічної та еколого-техногенної безпеки поводження з ППВ у зонах впливу ГДР, або запровадження принципів “пост-майнінгу” за досвідом розвинутих країн ЄС. Критерії відкритої, ринкової економіки, а також збройного конфлікту на Сході України, зумовлюють перегляд, в першу

чергу, багатьох традиційних еколого-техногенних параметрів, як реструктуризації розвинутих (“старих”) ГДР України на принципах пост-майнінгу, так і поводження з ППВ. Слід відмітити, що обґрунтування і впровадження принципів і технологій пост-майнінгу в умовах більшості ГДР України пов’язана зі значними складнощами внаслідок недосконалості екологічного законодавства радянських та пострадянських часів і великих обсягів накопичених твердих та рідких ППВ, більшість полігонів яких сформувало складні та екологічно нестійкі техногенно-геологічні системи (ТГС) “полігон ППВ-геологічне середовище”. Крім того, негативний екологічний вплив полігонів ППВ в межах більшості промислово- міських агломерацій (ПМА) ГДР України значно підсилюється їх розташуванням на підроблених територіях. Так, наприклад, над виробленим простором шахт Донбасу за різними оцінками [2,5] розташовано у Донецької та Луганської областях, відповідно, 31 (1.7тис. км^2) та 28 (0.6 тис. км^2) міст з підтопленням до 12% і більше загальної площі ПМА.

Виконаний аналіз дозволяє дійти висновку, що велика кількість полігонів ППВ на територіях ГДР розташована на ділянках незворотних і небезпечних змін екологічного стану надр: з активними осіданнями земної поверхні (до 7.0 тис. км^2); руйнуванням регіональних водотривів та гідрографічної мережі з частковим або повним перехопленням поверхневого стоку (більше 640 випадків) [4,5,7]. Крім того, останнім часом практично втрачено екологічний моніторинг фільтруючих ставків-накопичувачив промислових стоків, які переважно були розташовані на територіях розвинутих ГДР (табл.1).

Табл.1. Розподіл фільтруючих ставків-накопичувачів стічних вод в областях з розвинутими ГДР

№ п/п	Область функціонування розвинутого ГДР	Кількість фільтруючих ставків-накопичувачів	Площа водної поверхні фільтру-ючих ставків-накопичувачів, га
1	Донецька	761	5436
2	Луганська	813	4587
3	Дніпропетровська	65	9043
4	Кропивницька	20	278
5	Запорізька	6	9
6	Львівська	40	830
7	Івано-Франківська	8	264
8	Волинська	24	348

Виконаний аналіз свідчить, що “мокра консервація” шахт і кар’єрів, як базовий метод пост-майнінгу ГДР України, активізує міграцію забруднень до транскордонних річок- Тиси, Дністра, Сіверського Донця [2,6,7]. Значною мірою це пов’язано з підтопленням законсервованих та діючих полігонів ППВ, які проектувалися за умови більших глибин ґрунтових вод і наявності локальних депресій їх рівнів в зонах впливу шахтного водовідливу. Крім того, значна частина полігонів ППВ у попередні роки розміщалася у понижених формах рельєфу (балки, яри, місцеві кар’єри будматеріалів), які мали низьку захищеність підземних вод від поверхневого забруднення. В останні роки негативні зміни екологічного стану ППВ у зонах впливу гірничо-добувних робіт значною мірою пов’язані з факторами глобальних змін клімату, в т.ч. потеплінням, зростанням інтенсивності і нерівномірності опадів, збільшенням частоти і висоти повеней і паводків. Окремою проблемою поводження з ППВ у вуглепромислових районах, на нашу думку, є науково - технічне удосконалення складу заходів з екологічної рекультивації териконів (більше 1300), в першу чергу тих, що горять (до 350 об’єктів) і формують ділянки стійкого забруднення приземної атмосфери, поверхневого стоку та ґрунтових вод. Головна небезпека у змінах еколого-техногенного стану вуглепородних териконів Донбасу пов’язана з формуванням загрози їх активного горіння та вибухів при підтопленні.

Враховуючи наведені вище зміни еколого-гідрологічних умов полігонів ППВ в зонах впливу пост-майнінгу ГДР, виникає необхідність удосконалення технологій накопичення і переробки побутових і промислових відходів та суттєвого зменшення їх впливу на уразливість якості поверхневого та підземного стоку[5-8].

За оцінками фахівців (акад. НАНУ Шестопалов В.М., чл..-кор. НАНУ Шехунова С.Б., проф. В.С. Міщенко, проф. Рудько Г.І., проф. М. А. Фесик, проф. Коржнев М.М. та ін.) в Україні зростає необхідність проведення комплексної еколого-економічної оцінки полігонів ППВ з урахуванням їх ускладнюючого впливу на еколого-геологічні умови розвинутих ГДР, зростання вимог пост-майнінгу (відновлення та соціально-екологічна стабілізація), зокрема націленості на підвищення геоінформаційної повноти та комплексності використання мінерально-сировинних ресурсів, відходів їх промислової переробки. [1-3].

Такі дослідження необхідні, в першу чергу, для випереджаючої оцінки економічної доцільності та інвестиційної привабливості побудови сортувальних ліній, сміттєспалювальних заводів, біогазових

установок, адже інвестор має зрозуміти чи вигідно йому вкладати кошти.

Виконаний аналіз свідчить, що відновлення історичної поверхні підземних вод при закритті і автореабілітаційному затопленні (т. зв. "мокрої консервації") шахт є головним фактором довгострокового (десятки років) ускладнення еколого-техногенного стану геологічного середовища та об’єктів ППВ [4, 5].

Додатково вищенаведені оцінки дозволяють дійти висновку, що перетворення екологічних параметрів природно-техногенних геосистем (ПТГС) "гірничодобувний комплекс–навколишнє природне середовище" за умови сучасного автореабілітаційного затоплення шахт і кар’єрів ГДР України (Донбас, Карпатський соледобувний комплекс і ін.) має значну складність і невизначеність при впровадженні заходів пост-майнінгу [2-4, 7-8]. Переважно це обумовлене тим, що площі підйому рівнів підземних вод у 5–10 разів і більш перевищують площі гірничих робіт, що обумовлює значну динаміку переформування рівнів і хімічного складу підземних вод, напруженого стану порід та деформацій земної поверхні.

Найбільш типовими небезпечними екологічними наслідками цих процесів є наступні (табл.2).

Таблиця 2. Оцінка еколого-техногенного стану ППВ на етапі пост-майнінгу провідних ГДР України за схемою «мокрої консервації»

№№ п/п	Назва гірничо-добувних районів	Сучасна динаміка “мокрої консервації”	Керування підйомом рівня підземних вод	Можливість зменшення небезпечних змін екологічних параметрів ПТГС “полігон ППВ- геологічне середовище”				Забруднення приземної атмосфери
				Деформації земної поверхні	Хімічне забруднення ландшафтів	Забруднення водних екосистем		
						Підземних	Поверхневих	
1	Донбас	Регіональна	Обмежене	Відсутня	Відсутня	Обмежена	Обмежена	Регіональне
2	Західний Донбас	Локальна	Виробниче	Обмежена	Відсутня	Обмежена	Обмежена	Локальне
3	Львівсько-Волинський басейн	Локальна	Виробниче	Обмежена	Відсутня	Обмежена	Обмежена	Локальне
4	Кривбас	Локальна	Виробниче	Обмежена		Відсутня	Відсутня	Регіональне
5	Карпатський соледобувний комплекс	Регіональна	Відсутня (затоплення)	Відсутня	Відсутня	Відсутня	Відсутня	Епізодичне

При цьому внаслідок комплексних порушень рівноваги надр при вилученні великих об'ємів рудно-породної сировини і створенні "дефіциту маси" втрачається більша частина екологічних функцій геологічного середовища. Таким чином, головним завданням впровадження окремих заходів пост-майнінгу, що спрямовані на підвищення безпеки життєдіяльності місцевого населення у гірничо-добувних районах України з великою кількістю екологічно небезпечних ППВ, можуть бути наступні:

- удосконалення прогнозів змін основних життєзабезпечуючих складових довкілля (ґрунтів, гідросфери, надр і ін.);
- випереджаючи розробки компенсаційних моделей зменшення еколого-техногенних та соціально-економічних небезпек полігонів ППВ гірничо-добувних районів України з урахуванням досвіду реструктуризації гірничих комплексів у державах ЄС (Німеччина, Англія та ін.);
- удосконалення структури моніторингу на основі розширення комплексу оціночних параметрів, впровадження математичних моделей ТГС гірничо-добувних районів, використання технологій ГІС та ДЗЗ (інтерферометрія, спектрометрія та ін.);
- наукове обґрунтування гранично-припустимих змін екологічних параметрів складових довкілля та довгострокової безпеки життєдіяльності;

Список використаних джерел

1. Рудько Г.І. Ресурси геологічного середовища та екологічна безпека техноприродних геосистем. Монографія. Київ. ЗАТ "Нічлава", 2006, 464с.
2. Рудько Г. І., Бондар О. І., Яковлєв Є. О. та ін. Екологічна безпека вугільних родовищ України. Київ: БукРек, 2016, 608 с.
3. Яковлєв Є. О. Теоретичні основи оцінки часу затоплення шахт і кар'єрів. Мінеральні ресурси України, 2010, № 2. С. 35–39.
4. Анпілова Є.С. Інформаційні технології для управління екологічною безпекою поверхневих вод: Монографія. К.: Азимут-Україна, 2013. – 104 с. + іл.
5. Лютий Г. Г., Різник Т. О. Оцінки впливу вугільних підприємств на річковий стік по території Донбасу. Зб. наукових праць УкрДГРІ. 2006, № 1, С. 96–101.
6. Yakovliev Ye., Chumachenko S. Ecological Threats in Donbas, Ukraine. 2017, Centre for Humanitarian Dialogue (Switzerland), 60p.
7. Risk Assessment Report of Advisory Mission to Ukraine "Solotvyno salt mine area". Union Civil Protection Mechanism of EU. October 2016. 134 p.
8. Krettschmann Ju., Melchers Ch. Done for good. Challenges of Post-Mining. TH Georg Agricola, Bohum, 2015,173 p.

Екологічна оцінка впливу сміттєзвалищ на стан поверхневих та підземних вод на основі даних ДЗЗ

Триснюк В.М., Курило А..В., Охарєв В.О., Шумейко В.О., Триснюк Т.В., Сметанін К.В., Нагорний Є.І., Хабова Н.В., Зотова Л.В.

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

Недопущення негативного впливу незаконних сміттєзвалищ на навколишнє середовище потребує їх оперативного виявлення. Наявні на сьогодні методи потребують значних матеріальних і часових витрат. У зв'язку з цим використання даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) дозволить своєчасно виявляти та приймати оперативні рішення відносно несанкціонованих звалищ твердих побутових відходів (ТПВ). В процесі проникнення атмосферних вод у тіло полігону утворюється фільтрат, який може потрапляти у ґрунт, підземні і поверхневі води, забруднюючи їх.. Розчин фільтрату є дуже токсичним, так як в ньому концентрація амонію може перевищувати гранично допустиму норму. Слід зазначити, що на санкціонованих сміттєзвалищах передбачені заходи щодо недопущення потрапляння отруйного фільтрату до поверхневих та підземних вод [ДБН В.2.4-2-2005]. При локалізації незаконних сміттєзвалищ та прийняття своєчасних рішень щодо запобігання забруднення гідросфери необхідно визначити: 1) час проникнення забруднення від поверхні, де розташоване звалище ТПВ, до ґрунтових вод;2) напрямки можливого розповсюдження забруднення підземними водами від сміттєзвалища; 3) джерела, колодязі й свердловини, де є потенційна можливість потрапляння забруднення у питні підземні води; 4) поверхневі водотоки, куди може відбуватися розвантаження забруднених підземних вод; 5) населені пункти, де водопостачання відбувається від річок, що можуть бути потенційно забрудненими від незаконних сміттєзвалищ. Для визначення часу інфільтрації забруднюючих речовин до першого водоносного горизонту (ґрунтові води) необхідно визначити геологічну будову території. Для визначення глибини залягання першого від поверхні водоносного горизонту необхідне буріння свердловин, але на етапі локалізації несанкціонованих сміттєзвалищ це неможливо. Розроблена методика космічного моніторингу несанкціонованих сміттєзвалищ дозволяє своєчасно локалізувати та ідентифікувати звалища ТПВ. Методика оцінки

потенційного забруднення підземної та поверхневої гідросфери з використанням даних ДЗЗ в умовах недостатній кількості апріорної та статистичної інформації дала можливість прогнозувати час проникнення забруднюючих речовин від сміттєзвалища, визначати напрямок міграції забруднюючих речовин та локалізовувати потенційні ділянки забруднення підземних вод.

В ОТГ актуальними залишаються питання поводження з побутовими відходами, ліквідації несанкціонованих сміттєзвалищ, підготовки схем санітарної очистки населених пунктів, реалізації розроблених схем санітарної очистки щодо регулярного видалення твердих побутових відходів.

Актуальність проблеми екологічної безпеки природних і антропогенних геосистем зумовлена посиленням антропогресії, розширенням спектру та ростом інтенсивності розвитку небезпечних процесів, а також зниженням моніторингом поводження побутових відходів. Перспективи застосування ГІС зумовлені можливостями їх використання та дозволяють забезпечити потрібний постійний контроль спостереження об'єкту шляхом створення потрібної комп'ютерної бази даних. Основним методом захоронення ТПВ в Україні надалі залишається їх складування на звалищах, в ґрунтових засипках. На сьогодні в Україні існує близько 1000 звалищ сміття, основна частина яких організована більше 30 років тому без дотримання вимог захисту навколишнього середовища та з порушенням чинних санітарних та технологічних вимог. Використання ДПЛА при проведенні екологічного моніторингу, для ефективної їх експлуатації виникає питання про вибір раціонального варіанта рішення, а також найбільшого ефекту в заданому діапазоні умов використання.

Доступність урбаністичних ландшафтів для дистанційних спостережень різна і залежить насамперед від виду, якості, часу, масштабу зйомки, тобто від усіх параметрів. Більшість характеристик ландшафту – рельєф, рослинність, ґрунти, поверхневі води, явища антропогенної діяльності й техногенні об'єкти – добре відображаються на аеро- та космічних знімках у різних спектральних діапазонах або на синтезованих зображеннях [1-3]. Усі вони утворюють зовнішній вигляд ландшафту, його фізіономічні ознаки (рис.1).Оперативний контроль за станом техногенних геоекосистем, 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) [4,5.]. При виявленні оптимального варіанта рішення завдання в системі екологічного моніторингу під час спостереження необхідно враховувати не тільки склад бортового обладнання, але й сукупність умов їх використання залежно від маршруту руху ДПЛА.

Рисунок 1 – Чергування різних ландшафтних структур і типів природокористування за даними ДПЛА

Результати прогнозування стану довкілля 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. Рекультивація відпрацьованих звалищ не дозволяє повністю позбутися глобальної проблеми утилізації відходів, але є одним з дієвих методів її вирішення.

Першочерговими заходами передбачається:

регулювання стоку дощових і сніготалих вод; спорудження гідротехнічних та меліоративних споруд та їх повне засипання ґрунтом; агролісомеліорація.

Рекультивація звалища проводиться після загасання процесів в тілі полігону і складається з двох основних етапів: технічного та біологічного. Перший етап включає заходи по знезараженню відходів, консервації фільтрату, ландшафтних робіт з вирівнювання териконів і засипці траншей, поглиблень і провалів грунту, зведенню гідротехнічних і меліоративних споруд. Потім завозиться шар родючого грунту, що повністю покриває територію полігону.

Другим етапом проводяться агролісомеліоративні заходи по висадці рослин, що поліпшують властивості грунту.

Таким чином, звалище з часом може застосовуватися в якості пасовища, через 3 роки тут можна вирощувати овочі, а через 10-15 років навіть фруктові дерева. Якщо полігон в більшій частині використовувався під вивіз будівельних відходів, то після рекультивації на його місці можна зводити будівлі як промислового, так і цивільного призначення. Виконання намічених заходів забезпечить:

– поліпшення санітарного стану населених пунктів громади;

– зменшення шкідливого впливу твердих побутових відходів на навколишнє природне середовище і здоров'я людини;

– поліпшення якості обслуговування населених пунктів у сфері поводження з побутовими відходами;

– започаткування впровадження роздільного збору твердих побутових відходів з метою використання ресурсоцінних компонентів відходів;

– упровадження нових технологій переробки, сортування відходів.

Список використаних джерел

1. V.Trysnyuk, T. Trysnyuk, V. Okhariev, V. Shumeiko, A. Nikitin Cartographic Models of Dniester River Basin Probable Flooding Centrul Universitar Nord Din Bala Mare - UTPRESS ISSN 1582-0548, №1,2018 С.61-67

2. Grekov LD, Krasovsky GY, Trofimchuk OM Space monitoring of land pollution by man-made dust. Kiev. Scientific thought. 2007. -219 p.

3. Триснюк В.М. Моніторинг використання та екологічного стану земель за допомогою безпілотних літальних апаратів / Триснюк В.М., Шумейко В.О., Кащишин О.В., Курило А.В., Сметанін К.В. // Сучасні інформаційні системи. – Х.: Т.2. № 4, – 2018. – С.124-127.

4. Trisnyuk V.M Environmental safety management system for natural and anthropogenically modified geosystems. Information processing systems. –2016. –№12. - P.185-188. Index Copernicus

5. Триснюк В.М. Особливості побудови мобільної системи екологічного моніторингу оперативного визначення стану довкілля / В.М. Триснюк, К.В. Сметанін // Матеріали

науково-технічної конференції «Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління», (м. Полтава–Баку–Харків–Жиліна, 26-27 квітня 2018 р.). – Харків: ФОП Петров В.В., 2018. – С. 93.

Проблеми і принципи геологічного зберігання CO_2 та роль ДЗЗ/ГІС-технологій при вирішенні відповідних завдань

Азімов О.Т.[1], Краснікова О.О.[2]
[1]Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України, azimov@casre.kiev.ua;
[2]Незалежна експерт, koatinga@gmail.com

У контексті глобального потепління загальновизнано, що основною його причиною є збільшення атмосферних концентрацій парникових газів, зокрема, й вуглекислого газу (CO_2). Існує широкий спектр заходів та дій для зменшення антропогенних викидів CO_2 в атмосферу. Серед уловлювання та зберігання CO_2 вирізняється закачування його у глибокі геологічні формації.

Геологічні середовища, придатні для зберігання CO_2 завдяки різним фізичним та хімічним механізмам захоплення, повинні мати необхідну ємність і повинні обмежувати і перешкоджати його бічній міграції та/або вертикальному витоку в інші шари, підземні води, ґрунти та/або атмосферу. Такими геологічними середовищами є переважно нафтогазові колектори та осолонені водоносні горизонти, що знаходяться в осадових басейнах. Зберігання газів, включаючи CO_2, у цих середовищах було продемонстровано в комерційному масштабі завдяки операціям з видобутку нафти, зберігання природного газу.

Нафтові та газові родовища довели свою здатність утримувати нафту і газ протягом тривалих (геологічних) періодів часу і, отже, виступають також місцями тривалого зберігання CO_2. Цей варіант є особливо цікавим, коли можна скористатися інжектуванням CO_2 для посилення видобутку нафти (або газу). Крім того, обсяг знань про більшість родовищ нафти та газу є високим, що підтверджує передбачуваність якогось конкретного пласта як потенційної структури для зберігання.

Глибокі солоні водоносні горизонти. Це рішення має великий потенціал з точки зору ємності, хоча невизначеність наявного потенціалу є високою. Це викликано загалом низьким рівнем знання про глибоко залягаючі солоні водоносні горизонти. Проте, здебільшого

через високий вміст солі в цих утвореннях їх не можна використовувати як джерела питної/зрошувальної води.

В останні роки використання CO_2 для посиленого видобутку метану з вугільних шарів привертає багато уваги з явних причин. Осадові басейни Землі містять величезну кількість вугілля. Завдання полягає в тому, щоб розблокувати ресурси метану з вугільних пластів економічно вигідним способом.

Каверни в кам'яно-сольових і занедбаних вугільних шахтах можуть служити потенційними структурами зберігання CO_2, хоча ємність зберігання буде обмежена. Соляні печери можуть використовуватися для тимчасового зберігання вихлопних потоків CO_2 або ж для інших комерційних цілей. Ці структури вважаються менш придатними для тривалого зберігання CO_2.

Кожне з потенційних місць ін'єкцій має бути оцінено щодо придатності для зберігання кількості CO_2, необхідної для стабілізації його концентрацій в атмосферному повітрі. Критеріями придатності є, по-перше, наявність достатньої кількості пор для зберігання значної частини викидів CO_2 і, по-друге, наявність достатньо стабільної пастки для утримання CO_2 протягом століть.

Демонстраційний проект захоплення та зберігання вуглецю в Шеньхуа (SHCCS) є першим пілотним проектом геологічного зберігання CO_2 у солоних водоносних горизонтах у Китаї, а також першим демонстраційним проектом CCS (уловлювання та зберігання вуглецю) на основі вугілля, що включає весь ланцюг від захоплення до зберігання.

Моніторинг, перевірка, облік та оцінка (MVA) у США є важливим елементом геологічних проектів зберігання CO_2, оскільки без MVA неможливо зрозуміти долю CO_2 в нагнітальному пласті або відстежувати будь-які потенційні його викиди у підземні джерела питної води (USDW) або атмосферу. Вибір місця розташування CO_2 та визначення показників потенційного його викиду в атмосферу є значною проблемою, що вимагає застосування існуючих технологій, а також нових підходів до моніторингу великих за площею територій над сховищем. Технології дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) можуть стати рішенням цього питання. Вони мають великий потенціал для доповнення інших технологій завдяки своїй здатності (1) виконуватись неінвазійно; (2) ефективно отримувати дані з відносно великих територій з порівняно низькими зусиллями; (3) використовуватись як економічно вигідна альтернатива іншим варіантам та (4) застосовуватись у спеціальних програмах, де інші форми MVA можуть бути неможливими. Протягом останнього десятиліття

Національна лабораторія енергетичних технологій (NETL) США розробляє та впроваджує програми дистанційного зондування для вдосконалення моніторингу як геологічних, так і наземних проектів зберігання вуглецю.

На наш погляд, найбільш придатними з технологій і методів ДЗЗ та геоінформаційних систем (ГІС) для уточнення особливостей геологічної будови та оцінки структур щодо їх придатності для зберігання CO_2 є: 1) структурне дешифрування даних ДЗЗ видимого діапазону електромагнітних хвиль (вияв лінеаментних зон, які можуть бути пов'язані з активними флюїдопровідними розривними структурами у земній корі); 2) дешифрування даних ДЗЗ в інфрачервоному діапазоні (вияв активних флюїдопровідних зон); 3) дешифрування даних ДЗЗ у радіохвильовому діапазоні (вияв зон розущільнення у гірських породах, визначення ступеня їх вологонасиченості, глибини залягання ґрунтових вод); 4) аналіз спектрів відбиття рослинності за багатозональними даними ДЗЗ у зонах тектонічних порушень (картування гетерогенної будови останніх щодо флюїдопроникності); 5) обробка матеріалів радіолокаційного зондування земної поверхні за методом Sar Interferometry (високоточна – перші міліметри – оцінка сучасних переміщень земної поверхні, геодинамічних процесів). Як правило, виконавці подібних робіт, принаймні в Україні, обмежуються використанням лише окремих методів.

Для вивчення впливу сховищ CO_2 на екологію довкілля слід залучати багато- та гіперспектральні дані ДЗЗ різних років з метою виявлення змін у відбивній здатності рослинності під дією токсикантів у разі їх витоків.

Автоматизована система експертної оцінки пірологічної ситуації територій з використанням ДЗЗ/ГІС-технологій

Азімов О.Т.
Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі
ІГН НАН України, azimov@casre.kiev.ua

Глобальні зміни клімату і насамперед процеси глобального потепління здебільшого призводять до зменшення кількості опадів порівняно нормою, різких перепадів температур атмосферного повітря до нехарактерних для певної місцевості високих значень, сильних

тривалих вітрів. Як наслідок, це веде до зменшення вологовмісту як у ґрунті, так і в рослинному покриві. Тобто таким чином на значних територіях суходолу створюється підвищена природна пожежонебезпечність, як однин із чинників надзвичайної ситуації (НС) природного характеру, пов'язаної з пожежами. Зазначене характерно не тільки для "спекотних" країн, а й для України.

Так, без урахування незакінченого поточного року в нашій державі за останні 9 років за кількістю випадків (2371) загоряння лісу лідирує 2017 р., коли загальна площа пожеж становила 5,5 тис. га. Практично стільки же випадків зафіксовано у 2010 р. А рекордним за площею лісів, що спалахнули (16,7 тис. га) був 2014 р. У попередні роки в Україні теж мали місце великі лісові пожежі: у серпні 2007 р. в Олешківському районі Херсонської області за тиждень було знищено майже 9 тис. га лісу. У квітні 2020 р. масштабні лісові пожежі вирували у Чорнобильській зоні відчуження та у Поліссі Житомирщини. З початку вересня цього ж року виникли пожежі в екосистемах Харківської та Луганської областях. І навіть у Голосіївському районі столиці 8 вересня сталася пожежа на відкритій місцевості: горіла трава та повалені дерева. Збитки від масштабних лісових пожеж оцінюють у сотні мільйонів гривень. Пожежі часто призводять до загибелі людей.

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

Отже, постає реальна мета розробки й адаптації ефективної методики й створення відповідної інформаційно-аналітичної моделюючої системи прогнозування, виявлення і стеження за пожежами в межах природних утворень суходолу України за інтегрованими в геоінформаційні системи (ГІС) даними дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Основні розробки і результати функціонування системи повинні забезпечувати інформаційну підтримку відповідних служб, які приймають управлінські рішення щодо запобігання та ліквідації наслідків пожеж.

Дослідження за комплексом методів вирізняються перевагою. Адже спільне застосування різних видів дистанційних зйомок у широкому спектрі електромагнітних хвиль з даними наземних спостережень з метою контролю стану природної пожежної небезпеки територій у повному обсязі досі не використовується при веденні, наприклад, лісового господарства і стеженні за НС, які пов'язані з пожежами. Традиційно у лісовому господарстві матеріали космічної зйомки використовуються під час регіональних дослідженнях великих територій. Розробка, що пропонується, базуючись на використанні новітніх сканерних матеріалах ДЗЗ та інших інтегрованих у ГІС тематичних даних, спрямовується на детальну оцінку рослинного покриву районів досліджень в автоматизованому (напівавтоматизованому–інтерактивному) режимі. При цьому повинні застосовуватися сучасні високоефективні програмні продукти рівня ERDAS Imagine, ENVI, ER Mapper, PCI тощо, з допомогою яких можлива автоматизована класифікація земних покривів щодо стану рослинності, ґрунтів (насамперед їх вологовмісту), а отже й класифікація (градація) їх за ступенем природної пожежної небезпеки. Такі дані допоможуть відповідним службам провести превентивні заходи з недопущення пожеж.

Запропоновані методичні підходи варто реалізовувати на теренах Українського Полісся (зокрема, на прикладі територій Рівненської, Житомирської і Київської областей), для якого, як свідчать факти останніх років, лісові й торф'яні пожежі є досить загрозливою проблемою.

Логічно, щоб схарактеризована розробка стала своєрідною підсистемою Урядової інформаційно-аналітичної системи з питань НС.

ГІС система управління водними ресурсами з використанням відкритого програмного забезпечення

Первишева Є.А., Андрєєв С.М.
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», lizapervyseva@gmail.com

Системи розподілу води – це складні мережі елементів, які транспортують воду безпосередньо споживачам. Компанії, відповідальні за управління цими системами, повинні мати великі набори взаємопов'язаних просторових елементів: гідравлічні

регулятори, труби, клапани, гідранти, резервуари для води.

Всі ці елементи зазвичай зберігаються у великих просторових базах даних. Ці бази даних використовуються технічними фахівцями для аналізу, управління, планування та моніторингу завдань.

Ці великі системи зазвичай складаються з моделі даних, систематичного опису, інтерфейсу користувача та декількох можливостей управління даними, звітності та візуалізації. Модель даних також дозволяє запускати математичні моделі управління водними ресурсами, які будуть використовуватися в системах підтримки прийняття рішень з водних ресурсів.

Було запропоновано програмне забезпечення Free and Open Source Software (FOSS), як платформа , що дає можливість використовувати, вивчати, модифікувати, копіювати та поширювати вихідний код.

Цей вибір обумовлено кількома перевагами наприклад повна відсутність блокування технологі1 через обмежувальне ліцензування та поліпшення можливість повторного використання програмного забезпечення. Дуже відомим і успішним проектом FOSS в області ГІС є QGIS.

Було запропоновано схема загальної архітектури, де розташовані дигітайзери для управліннями водними ресурсами (рис.1), де є можливість працювати в робочій області редагування до тих пір, поки адміністратор не перевірить та не імпортує їх у виробничу систему.

Для того щоб оновити базу даних, адміністратор повинен виконати процес імпорту в певній зоні з підсистеми редагування. Цей процес імпорту перевіряє всі обмеження.

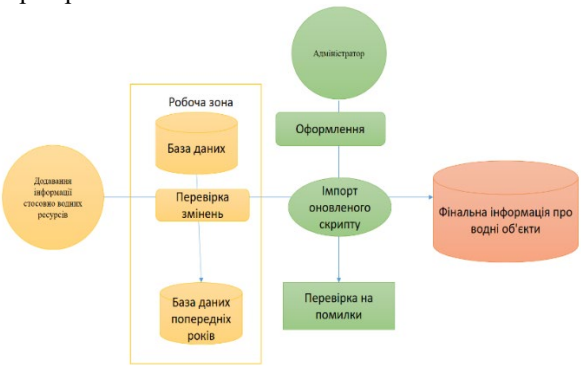


Рис.1 – Загальна архітектура представленої ГІС для водних об’єктів

Важливо відзначити, що кожна з цих підсистем пов'язана з додаткова база даних, що зберігає відповідну історію змін.

З прийняттям запропонованої моделі дигітайзери можуть виконувати свої функції. Було виявлено, що постала можливість працювати, не турбуючись про те, щоб правильно цифрувати мережу з самого початку та процес перевірки дає корисні підказки, якщо користувача є які-небудь сумніви про те, як намалювати елемент. Тому навіть нові користувачі можуть легко бути адаптований до системи, так як всі валідації реалізуються в базі даних, користувачі можуть використовувати їх з будь-якою ГІС-програмою, що підтримує PostgreSQL,

Було виділено кілька важливих особливостей : це необхідність в наявності адміністратора для успішного функціонування системи управління водними ресурсами та можливість труднощів при вирішенні нових аналітичних завдань та розробці технічного обслуговування.

Результати такого аналізу водних об’єктів можуть бути представлені у вигляді карти, значень в таблиці або діаграми або фактично нової інформації. Необхідно вирішити, яку інформацію слід нанести на карту, як групувати значення для найкращого представлення даних. Також постає проблема вирішення коректного встановлення типу візуалізації інформації.

Запропонована ГІС – система управління водними ресурсами з використанням FOSS, може бути використана для екологічного моніторингу, комерційних підприємств для економії водних ресурсів та статистичними відділами.

Зважаючи на постійні оновлення в сфері ГІС свого функціоналу та розширення спектру діяльності підприємств, дана система потребує вдосконалення сервісів перевірки.

Моніторинг температури поверхні води Азовського моря з використанням програмного середовища ArcGis

Бундус В.А.
Національний аерокосмічний університет Імені М.Є. Жуковського «ХАІ»

Відомо, що показник температури води є однією з найважливіших характеристик Світового океану. Він впливає на різні природні та біологічні процеси. Від показника температури води моря залежить рух водної маси, формування течій, клімат та погода. Тому, проводиться моніторинг температури поверхні води, в даному випадку, Азовського

моря. Одним з методів визначення показника є використання програмного середовища ArcGis.

У якості вхідних даних для побудови карт температури води Азовського моря використано метадані супутника та знімків Landsat 8 в різних каналах [4]: 4, 5, 10, 11. А саме:

- 22 червня 2016 р;
- 22 липня 2016 р;
- 22 серпня 2016 р;
- 22 червня 2017 р;
- 22 липня 2017 р;
- 22 серпня 2017 р;
- 22 червня 2018 р;
- 22 липня 2018 р;
- 22 серпня 2018 р;

Усі отримані знімки були обрані з мінімальними показниками хмарності (< 20 %), для того щоб результати були більш коректними.

Для створення єдиного композиту була використана функція «Мозаїка (Mosaic)» растрів в середовищі ArcGis [3], тому що вона має більше доступних параметрів при комбінуванні наборів растрових даних в існуючий растр, наприклад, опції ігнорування фону і значень NoData. При цьому всі дані обов'язково повинні мати однакове число каналів і бітову глибину.

Також в програмному середовищі був використаний алгоритм перетворення смуги OLI та TIRS в спектральний промінь TOA, використовуючи коефіцієнти розсіювання сяяння з метаданих супуника.

Для точного та швидкого розмежування суші та води проводився розрахунок індексу NDVI.

Визначено, що при отриманні температурних показників поверхні доцільно аналізувати знімки об'єкту моніторингу в 10 та 11 каналі. Відомо, що стандартний набір продуктів даних Landsat 8, наданий центром USGS EROS складається з квантованих і каліброваних масштабованих цифрових номерів (DN), що представляють дані багатоспектральних зображень, отриманих за допомогою Operational Land Imager (OLI) і Thermal Infrared Sensor (TIRS). Щоб, визначити температуру потрібно скористатися формулою переходу на TOA Radiance.

Наступним кроком — є перетворення даних діапазону TIRS з спектрального сяйва на верхню температуру яскравості атмосфери за допомогою теплових констант, що містяться в файлі метаданих.

Використання функції «Статистика» дає можливість об'єднання між собою всіх результатів, що були отримані після розрахунку верхньої температури яскравості атмосфери. При цьому для отримання результату додатково вказується кольорова схема.

Класифікація даних проводилася в «Параметрах» шару з розбивкою показника на 25 – 30 класів.

В якості прикладу роботи алгоритму на рисунку 1 показаний ділянок Азовського моря з вказаною температурою води.

Температуру поверхні води Азовського моря було визначено за літні місяці 2016-2018 роки. Слід зазначити, що описаний алгоритм розрахунків з використанням програмного середовища ArcGis дає змогу графічно відстежити температурні зміни води та провести аналіз факторів впливу на екологічний стан Азовського моря. Він є працемістким та потребує часу, але результат дає змогу оцінити температурні зміни поверхні води та оцінити їх вплив на навколишнє середовище.

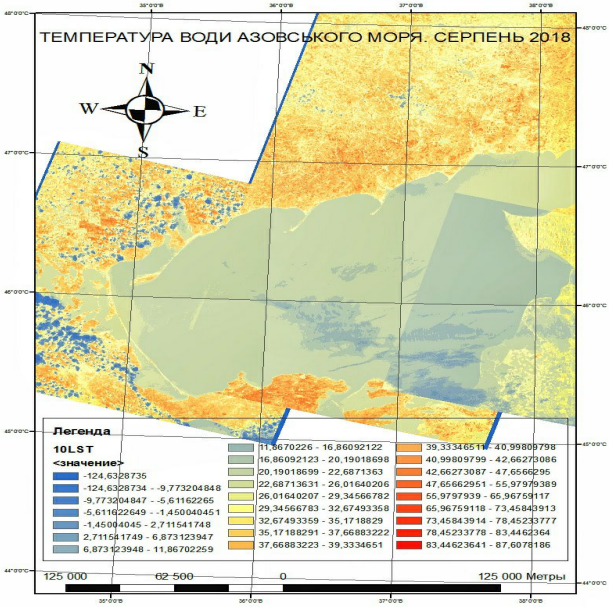


Рисунок 1 – кара температури води Азовського моря

Список використаних джерел

1. Матішов Г. Г. та ін. Закономірності екосистемних процесів в Азовському морі. - 2006.
2. Перспективи практичного застосування матеріалів космічних зйомок Землі при управлінні надзвичайними ситуаціями / Г. Я. Красовський [та ін.] // Матеріали третьої Української Наради Користувачів аерокосмічної інформації. – К., 2000. – С. 117-128.
3. ArcGis Geostatistical Analyst. Руководство пользователя: Пер. с англ. / К. Джонсон, Д.М. Хоеф, К. Криворучко, Н. Лукас. – М.: Дата +, 2002. – 278 с. 7
4. GIS-Lab: Интерпретация комбинаций каналов данных Landsat TM / ETM+ [В Интернете] / авт. Костикова Анна // GIS-Lab: Геоинформационные системы и Дистанционное зондирование Земли. - © GIS-Lab и авторы, 13 Июль 2005 г.. - 18 Декабрь 2015 г.. -http://gis-lab.info/qa/landsat-bandcomb.html. - В статье использованы материалы James W. Quinn.

Методика визначення лавинонебезпечних зон із застосуванням ГІС - технологій

Бутенко О.С., Горелик С.І., Кузнєцова В.В
Національний аерокосмічний університет ім.М.Є.Жуковського «ХАІ»
kuznetsova1901@gmail.com

Безпека людей і економічна ефективність господарських об'єктів в горах багато в чому залежать від правильного вирішення питань, пов'язаних з визначенням лавинонебезпечних територій.

В даний час існує велика різноманітність методів визначення зон зародження і лавинонебезпечних зон на схилах гір. Актуальним напрямом є використання геоінформаційних систем (ГІС) для вирішення завдань визначення зон зародження і оцінки безпечності гірської місцевості.

Тому, метою даної роботи є створення растрової тематичної карти лавинної небезпеки на основі аналізу окремих морфометричних та природних чинників лавиноутворення на прикладі території Карпатських гір.

Основними геоморфометричними параметрами, які визначають можливість утворення лавин на тій чи іншій території є нахил, експозиція та кривина поверхні. Ці геометричні чинники і стали основою для моделювання.

За допомогою векторизації картографічних матеріалів отримано цифрову модель місцевості. Створену векторну модель інтерпольовано у растрову, яка стала основою для класифікації геоморфометричних чинників лавиноутворення. Чинниками утворення лавин обрано з

постійних – нахил схилів, кривину та орієнтування схилів і один змінний природний чинник – напрямок вітрів. Отримані растри перекласифіковані для виконання подальших операцій над ними із застосуванням інструментів алгебри карт, а саме растрового калькулятора. У результаті суми растрів нахилів, кривини та орієнтування схилів і генералізації кількості отриманих класів, виділено 4 класи територій лавинної небезпеки залежно від поєднання величин нахилу та експозиції. Високий ступінь лавинної небезпеки присвоєний схилам з найактивнішим снігонакопиченням та найбільшою величиною нахилу; середній ступінь – відповідно схилам з проміжними експозиціями по відношенню до переважаючого напрямку вітру та середньою величиною нахилу; низький ступінь відповідає схилам, з яких відбувається найактивніше снігоперенесення та схилам з невеликою величиною нахилу. Результуючий растр обрізано вздовж лінії верхньої межі поширення лісу, яка водночас вважається нижньою межею поширення лавинних явищ та пораховано площу лавинонебезпечних територій, яка становить 33,4 км^2, що складає 85,31% від загальної площі досліджуваного гірського хребта.

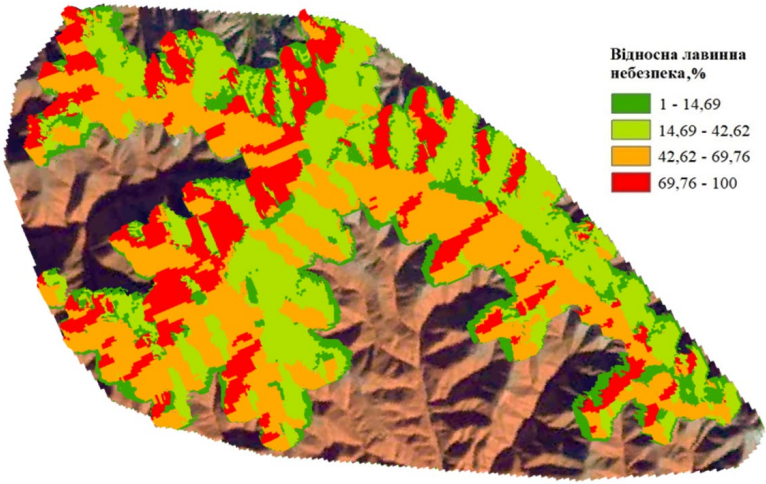


Рис.1 - Результуюча карта відносної лавинної небезпеки гірського хребта Полонина Боржава

Комплексний підхід, який передбачає інтеграцію картографічного матеріалу, статистичних метеорологічних даних та окремих геоморфометричних даних про поверхню в єдину геоінформаційну систему, дає змогу виділити території постійної дії сніголавинних явищ

та оцінити ризик сходження лавин. Наявність тематичної карти відносної лавинної небезпеки дозволить фахівцям (лісові господарства, будівельні, туристичні організації, МНС) зосередити увагу на конкретних територіях під час планування діяльності та потенційних загроз від сходження снігових лавин.

Список використаних джерел

1. Колотуха О. В. Лавинна небезпека для туристів в горах України. – Київ, Федерація спортивного туризму України, 2008. – 38 с.
2. Мягков С. М., Канаев Л. А. География лавин. – Москва, Издательство МГУ, 1992. – 332 с.
3. Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: Учебное пособие. М.: Логос, 2001. – 264 с.

Оцінка негативних наслідків тайфунів по результатах моделювання з використанням ГІС – технологій

Бутенко О.С., Красовська І.Г., Соколенко В.Ю.
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»

Тайфуни є одночасно і важливим елементом циркуляції атмосфери в тропіках, і одним з найбільш небезпечних стихійних лих. [1] У зв'язку з катастрофічними наслідками проходження тайфунів в останні роки, проблема їх вивчення стає особливо актуальною. Несприятливі наслідки, викликані проходженням тайфунів, обумовлені переважно вітром ураганної сили і рясними опадами, що призводять до повеней, зсувів і руйнувань будівель, а також комплексом супутніх явищ (наганянням води, засоленням прибережних територій, спустошенням сільськогосподарських угідь) [2]. Тайфуни являють собою загрозу життю і здоров'ю людей, проте їх соціальний вплив не зводиться тільки до безпосередніх жертвам проходження вихору. За останні двісті років тайфуни привели до загибелі 1,9 млн осіб у світі внаслідок свого прямого ефекту.

Важливе значення в даний час набуває повернення до моделювання взаємодії тайфунів з іншими синоптичними об'єктами і підстильної поверхнею, оскільки подібна взаємодія може істотно змінити траєкторію і інтенсивність тайфуну [1, 2]. Отримання відомостей про детальну структуру вихору і її трансформації в процесі розвитку тайфуну корисно з точки зору прогнозу збитку, що наноситься вихором при проходженні над населеними пунктами, оскільки

інтенсивність тайфунів неоднакова в різних його частинах і в різний час доби [2-4].

Тому метою роботи є підвищення ефективності прийняття рішень щодо запобігання негативних наслідків тайфунів. Для досягнення цієї мети необхідно було вирішити наступні задачі: проведення глибокого аналізу факторів, які впливають на утворення тайфунів; аналіз сучасних методів прогнозування траєкторії тайфунів та методи оцінки негативних наслідків на прикладі тайфуну Хагібіс та його наслідків на території країни Японії; використання інтервальних оцінок при прийнятті рішень, основаних на тематичній обробці космічних знімків високого розрізнення із залученням інструментарію геоінформаційних систем (ГІС), а також визначення ймовірних масштабів негативних наслідків тайфунів з урахуванням властивостей їх основних видів (рис.1).

Рисунок 1 – Структурна схема оцінки негативних наслідків тайфунів по результатах моделювання з викорситанням ГІС-технологій

Слід зазначити, що моделювання негативних наслідків за допомогою методів аналогій та інтервальних оцінок дозволяють виявити потенційний збиток за даними попередніх досліджень і за інтенсивністю досліджуваного стихійного лиха. Наприклад, щоб зробити якісну оцінку наслідків і впливу тайфуну Хагібіс був змодельований маршрут його руху з буферними зонами найбільшого

впливу в період з 5-го жовтня 2019 року по 13 жовтня 2019 року [5-10] за допомогою програмного продукту ArcGis 10.2. Результати моделювання показані на рис. 2.

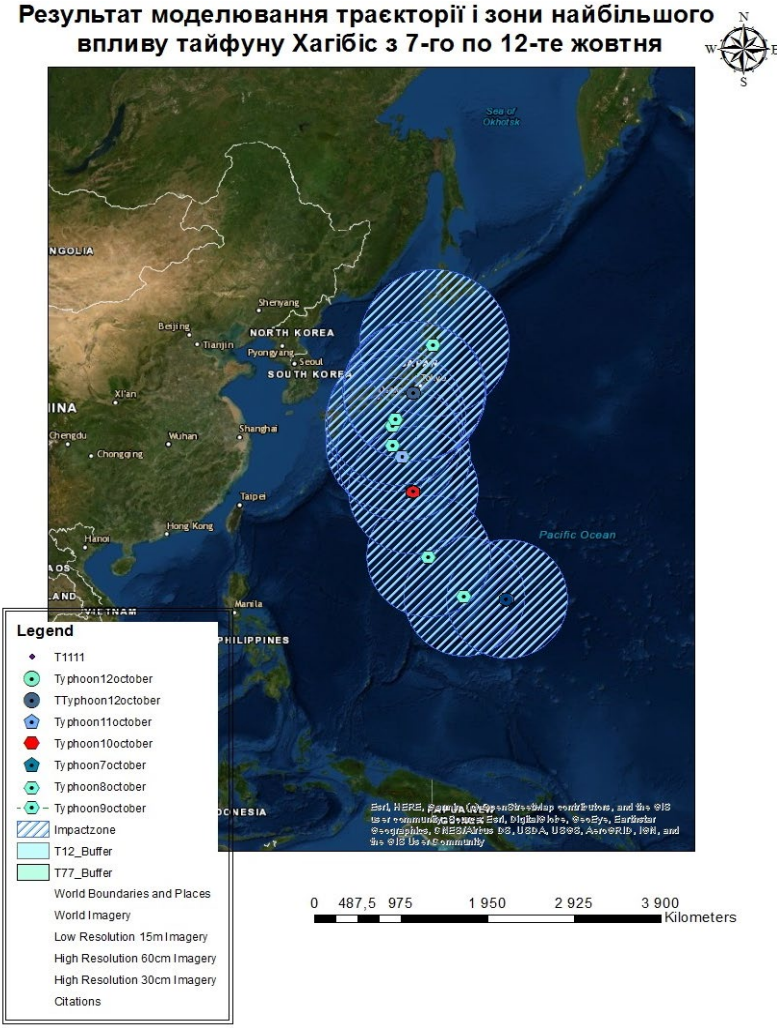


Рисунок 2 – Результат моделювання траєкторії тайфуну Хагібіс з буферними зонами його найбільшого впливу з 7-го по 12-те жовтня 2019 року

Як показано на рисунку 1. тайфун Хагібіс має значні масштаби. Одна з його видатних характеристик — його дуже великий розмір, який досяг 1400 км в діаметрі, що робить його офіційно другим за величиною тропічним циклоном в історії людства. А також використання інтервальних оцінок при моделюванні масштабів ймовірних негативних наслідків тайфунів, дозволяє враховувати ті фактори, які в класичних методах не враховуються.

Список використаних джерел

1. «Международная классификация тропических возмущений и циклонов» // Информационный ресурс. — Режим доступа: https://ggf.tsu.ru/content/faculty/structure/chair/meteorology/publications.htm
2. Integrated Kinetic Energy (недоступная ссылка). Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory. National Oceanic and Atmospheric Administration
3. Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory, Hurricane Research Division. Frequently Asked Questions: What regions around the globe have tropical cyclones and who is responsible for forecasting there.
4. National Hurricane Center. Glossary of NHC/TPC Terms (недоступная ссылка). National Oceanic and Atmospheric Administration (2019).
5. Classifications of Tropical cyclones. Hong Kong Observatory (18 октября 2019).
6. Frequently Asked Questions — Naval Oceanography Portal
7. How are JTWC forecasts different than forecasts issued by tropical cyclone warning centres (TCWCs) of other countries. Joint Typhoon Warning Center (31 октября 2019).
8. Tropical Cyclone Operational plan for the Bay of Bengal and the Arabian Sea. World Meteorological Organization (октябрь 2019).
9. How are low pressure system classified in India? What are the differences between low, depression and cyclone? India Meteorological Department (24 октября 2019)
10. IMD Best track data 1990 to 2008. India Meteorological Department (14 октября 2019).

Досвід застосування QGIS - Midvatten до створення ГІС гідрогеологічної інформації колишнього Придніпровського хімічного заводу (м.Кам'янське)

Б. Ю. Заноз, Д. О. Бугай
Інститут геологічних наук НАН України, bzanoz@gmail.com, dmitri.bugay@gmail.com

Колишнє виробниче об’єднання “Придніпровський хімічний завод” (ПХЗ) що знаходиться у промисловому передмісті міста Кам’янське (колишній Дніпродзержинськ), Дніпропетровської області було побудовано у 1949 році з метою переробки уранових руд та

супутніх хімічних виробництв. Функціонування підприємства за період з 1949 по 1991 рік призвело до створення 9 уранових хвостосховищ і інших радіаційно- і екологічно- небезпечних об'єктів, що є джерелами радіоактивного і хімічного забруднення підземних вод.

Базу даних (БД) і геоінформаційну систему (ГІС) гідрогеологічної інформації ПХЗ створено в рамках робіт з розвитку і оптимізації програми моніторингу підземних вод промислового майданчику ПХЗ, що виконуються в рамках гранту технічної допомоги, наданого Україні Норвезьким агентством радіаційного захисту (DSA).

Метою створення БД і ГІС є розробка програмного інструменту для збереження, візуалізації і аналізу інформації про технічні характеристики спостережних свердловин, дані про геологічну будову, та дані радіаційного і хімічного моніторингу підземних вод ПХЗ.

Система ГІС розроблена з використанням геоінформаційної системи QGIS (https://qgis.org/ru/site/). та програмного інструменту Midvatten (https://github.com/jkall/qgis-midvatten-plugin), що являє собою плагін для QGIS спрямований на підтримку моніторингу підземних вод. Для обробки даних використовується система управління базами даних SQLite (https://www.sqlite.org/index.html). Важливою перевагою є те, що зазначені програми є безкоштовними та розповсюджуються за загальною публічною (громадською) ліцензією.

Досвід використання описаних програмних продуктів показав, що загалом вони дозволяють ефективно вирішувати поставлені завдання збереження, візуалізації і аналізу гідрогеологічної інформації.

БД- ГІС містить наступні основні таблиці: - технічні характеристики спостережних свердловин; - опис геологічних колонок свердловин; - показники рівня ґрунтових вод (ручні, автоматичні вимірювання); - польові параметри підземних вод (pH, Eh, і ін.);, - геохімічні лабораторні аналізи. Користувач може візуалізувати геологічні дані (колонки, розрізи), дані моніторингу підземних вод у форматі часових графіків, виконувати гідрохімічний аналіз (діаграми Пайпера), та друкувати звіти у вигляді таблиць.

Розроблена БД -ГІС була використана для розробки концептуальних засад розвитку мережі моніторингу ПХЗ [1] і досліджень з оцінки ризиків від техногенного забруднення підземних вод [2].

Список використаних джерел

1. Бугай Д.О., Ткаченко Ю.В., Заноз Б.Ю. Концепція реконструкції та розвитку системи моніторингу підземних вод промислового майданчика Придніпровського хімічного заводу (м.Кам'янське). Гідрогеологія: наука, освіта, практика: матеріали VI наукової

конференції (м. Харків, 25-26 березня 2020р.). Гол. оргкомітету Азаренков М. О. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2020. С. 12 - 17.
2. Koliabina D., Bugai D., Howell E. et al. Dose assessment for groundwater pathway for the Pridniprovsky Chemical Plant. AF Ukraine, Kyiv, 2020.

Прогнозування рівня шумового забруднення від автодоріг з використанням ГІС-технологій

Горелик С.І., Красовська І.Г., Межерицька К.К.
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»

Шумове забруднення є актуальною проблемою для великих міст, що негативно впливає на здоров'я людини та природнє середовище. Основним джерелом забруднення у місті є наземний транспорт. Наявні відкриті дані з геопорталів дають можливість прогнозувати рівень шумового забруднення у будь яких ділянках міста та часу доби.

Прогнозування шумового забруднення здійснюється на основі даних:

1) з онлайн-сервісу «Пробки». У відкритому доступі є дані про затори на дорогах, ДТП, ремонтні роботи тощо;

2) про рівень шуму на дорогах з різною кількістю ліній руху при різній завантаженості;

3) про рівень шуму при ремонті доріг;

4) про рівень шуму на ділянках доріг з різним покриттям.

5) про вплив громадського транспорт на шумове забруднення.

Статистичні дані щодо рівня шуму отримані при польових дослідження з використанням мобільного додатку «Шумомер».

Згідно вхідних даних розроблений метод прогнозування шумового забруднення у будь який період доби. Програмна реалізація розробленого методи здійснена за рахунок програмного забезпечення ArcGIS.

Список використаних джерел

1. Абракітов В. Е.А16 Картографування шумового режиму центральної частини міста Харкова: монографія / В. Е. Абракітов; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Х.: ХНАМГ, 2010. - 266 с.
2. Иванов Н.И. Проблема акустического загрязнения окружающей среды./ Тез. докл. научно-практ. конференции «Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности», Санкт-Петербург, 16-18 июня 1998. СПб, БГТУ, т.1 - с. 60-72 Абрамов В. П. Геоинформационные системы в оценке шумового загрязнения/ В. П.

3. Абрамов, М. И. Гамов // Геоинформационные технологии в решении региональных проблем. Тула: Гриф и К, 2002. С. 50-51.

Космічний моніторинг стану лісів із використанням ГІС-технологій

Горелик С.І., Білаш І.І.
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»

За останні роки лісний фонд України потерпає від багатьох проблем, а саме незаконних вирубок лісу, пожеж, ураженням хворобами й шкідниками та ін. Тому, космічний моніторинг за станом лісів є актуальним завданням. Він полягає в систематичному спостереженні за станом використання лісів з метою своєчасного виявлення та прогнозування розвитку процесів, що чинять негативний вплив на ліси на основі дешифрування матеріалів космічної зйомки.

Сучасні засоби космічної зйомки дозволяють отримувати оперативну і достовірну інформацію про стан лісів і господарської діяльності на будь-якій самій віддаленій території, що практично недосяжно при наземних обстеженнях. А також проводити ретроспективний аналіз території, спрямований на фіксацію початку і завершення тих чи інших подій.

Для виявлення лісових вирубок проводиться аналіз територій з передбачуваними вирубками двома способами класифікації супутникових даних:

– візуальний - шляхом експертного порівняння різночасових знімків і за допомогою автоматизованого методу виявлення змін;

– автоматизований - виявлення змін включає в себе широкий спектр методів, що використовуються для ідентифікації, опису та кількісного визначення відмінностей між зображеннями однієї і тієї ж сцени в різний час.

Аналіз виявлення змін включає в себе широкий спектр методів, що використовуються для ідентифікації, опису та кількісного визначення відмінностей між зображеннями однієї і тієї ж сцени в різний час.

При виконанні автоматизованого аналізу виявлення змін на космічних зображеннях важливо враховувати всі фактори, які можуть привести до того, що сцени в одній і тій же області будуть виглядати по-різному. Деякі з цих факторів:

– відмінності в приладі або датчику;
– відмінності в даті і часу збору;

– відмінності в атмосферних умовах;
– точність прив'язки.

За результатами комплексної обробки космічних знімків як візуальним, так і автоматизованим способом, можливо своєчасно проводити моніторинг за станом лісів для прийняття своєчасних рішень щодо недопущення негативних наслідків для навколишнього середовища.

Список використаних джерел

1. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / В. І. Лялько та ін.; К.: Наук. думка, 2006. 357 с.
2. Букша І. Ф. Перспективи використання аерокосмічної інформації для потреб моніторингу лісів // Матер. третьої Укр. наради користувачів аерокосмічної інформації (20—24 листопада 2000 р., м. Київ). — К.: Знання України, 2001. — С. 85—91.

Використання технології SEBAL в GRASS GIS

Гордієнко О.В.
Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору,
gordienkoa@outlook.com

В наш час сільське господарство стикається з багатьма проблемами. Через економічні зміни фермерські господарства впроваджують сучасні технології для моніторингу та захисту своїх полів. Сталий розвиток сільського господарства неможливий без якісного розуміння природних систем та фізичних законів, що керують складовими гідрологічного циклу. Поєднання двох окремих процесів переходу води в атмосферу через евапорацію з ґрунту та транспірацію з рослинності, згадується як евапотранспірація (ЕТ) [1].

Можливість прогнозувати ЕТ була б цінним джерелом інформації для власників сільськогосподарських угідь, керівників підприємств в агросекторі та природоохоронних інстанцій.

Експериментально розрахунок евапотранспірації можна зробити досить точно, використовуючи зважування лізиметрів, методи віреляльної кореляції та методики співвідношення Боуена [2]. Однак ці методи обмежені, оскільки вони забезпечують точкові значення ЕТ для конкретного місцеположення та не надають ЕТ в регіональному масштабі. Це обмеження мотивувало розробку дистанційно чутливих даних із супутників для оцінки ЕТ на великих та середніх територіях.

Основна перевага дистанційного зондування полягає в тому, що ЕТ можна обчислити без кількісного визначення інших складних гідрологічних процесів. ЕТ мінливий показник як у просторі, так і в часі. Він мінливий у просторі завдяки широкій просторовій мінливості опадів, гідравлічній характеристиці ґрунтів, типів рослинності та щільності рослинності. Він змінюється у часі через мінливість клімату. Супутникові знімки - відмінний інструмент для визначення та відображення просторової та часової структури ЕТ.

У даній роботі розглядається модель обробки, що називається SEBAL (Алгоритм балансу поверхневої енергії для землі). Наразі існує рішення розрахунку SEBAL, вихідні дані представленні в відкритому доступі за допомогою GRASS GIS та ERDAS Imagine [3].

Під час дослідження технології були використанні данні супутникових знімків Landsat-8 (OLI), цифрова модель рельєфу (SRTM), швидкість вітру, ЕТ та ЕТ0 (в момент прольоту супутника). Були отримані результати, що корелюють з реальною ситуацією на полі (Рис. 1).

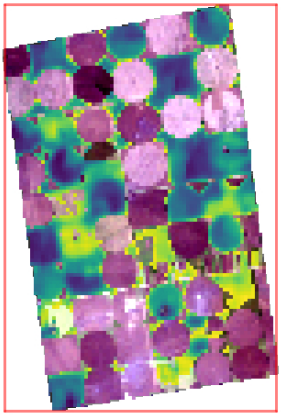


Рис. 1. pCold холодні пікселі на місцевості

Дана модель релевантна в дослідженні температури підстилаючої поверхні. На думку автора, її реалізація не є оптимальною для користувачів геоінформаційних систем (ГІС), бо більшість людей, що застосовують такі технології, використовують інші ГІС.

Запропоновано реалізувати дану технологію в QGIS, бо ця ГІС більш дружня для користувачів та має зручніший графічний інтерфейс. Планується використовувати мову програмування Python через поширення її в геоінформаційному колі користувачів. Також будуть використані пакети: math, numpy, os, osgeo для цієї мови. Вхідними

даними є супутникові знімки Landsat-8 (OLI), SRTM, швидкість вітру та ET, планується використання супутників Sentinel-2 для більш високої роздільної здатності та використання технології Pan-sharpening (функція панхроматичного злиття) для деяких даних супутників Landsat-8 (OLI).

Дана технологія допоможе користувачам ГІС швидше та більш детально опрацьовувати свої дані в програмному забезпеченні QGIS. Також SEBAL для QGIS допоможе вирішувати проблеми сільського господарства, зрошення та охорони природи.

Список використаних джерел

1. SEBAL Surface Energy Balance Algorithms for Land [Електронний ресурс] // NASA. – 2002. – Режим доступу до ресурсу: http://www.posmet.ufv.br/wp-content/uploads/2016/09/MET-479-Waters-et-al-SEBAL.pdf
2. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL) / W. M.Bastiaanssen, M. Menenti, R. A. Feddes, A. M. Holtslag. // Journal of Hydrology. – 1998.
3. Tieppo R. SEBAL model by means GRASS and PYTHON [Електронний ресурс] / Rafael Tieppo. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: https://github.com/rafatieppo/SEBAL.

Інженерно-геологічні засади сталого розвитку на основі оновлення схем планування території України

Демчишин М.Г.[1], Кріль Т.В.[1], Соковніна Н.Х.[2]
[1]*Інститут геологічних наук НАН України,*
DemchyshynMG@nas.gov.ua; kril@nas.gov.ua
[2]*НДПІ Містобудування* Мінрегіонбуду України

В 2002 р. виконана і є діючою Генеральна схема планування території України, яка є основою для опрацювання містобудівної документації (Генеральних планів міст та ін. [4]), розроблена Українським державним науково-дослідним інститутом «Діпромісто» [2, 3]. Документ складається з графічних матеріалів (27 схем), пояснювальної записки і табличних матеріалів, у яких наведено: результати аналізу стану використання території України; визначено основні напрями її використання; викладено пропозиції щодо реалізації Генеральної схеми. Робота є досить досконалою і виконана на високому рівні, але за останні двадцять років відбулись значні зміни у перерозподілі населення України та її промислово-виробничих сфер, відбуваються зміни природно-кліматичних умов, що ведуть до змін довкілля і, зокрема, його складової – геологічного середовища.

Зазначені зміни потребують оновлення та внесення корективів до Генеральної схеми.

Відповідно Указу Президента України від 30.09.2019 №722/2019 «Про цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» [1], та за дорученням Президії НАН України від 02.10.2019 за пунктами 3, 7, 12 Указу було запропоновано:

- Вдосконалення Схеми розселення по території України на основі інженерно-геологічного і екологічного обґрунтування з виділенням гепатогенних зон; розломних зон; територій із складними інженерно-геологічними умовами (заболоченість, затоплюваність, підтоплюваність, високий ступінь нахилу денної поверхні, активний розвиток екзогенних геологічних процесів); територій порушених гірничими роботами; ділянок, що потребують рекультивації. Врахувати морські узбережжя, що зазнають змін та руйнувань у зв'язку з трансгресивним режимом Азово-Чорноморського басейну, недоцільність капітального будівництва на ділянках, що зазнають абразивно-зсувних руйнувань.
- Оновлення Генеральних планів населених пунктів, зокрема, надзначних та значних міст України з врахуванням нових даних про зміни у геологічному середовищі, геологічної будови, геодинамічних умов цих територій. Відповідно до цього уточнити межі функціональних зон, розглянути доцільність існування промислових та енергетичних комплексів з вирішенням проблеми виведення їх з експлуатації або перенесення на відстань, що забезпечує екологічність та безпеку життєдіяльності.

На основі строгого геологічного обґрунтування розробити схеми освоєння підземного простору великих міст України. Проаналізувати існуючі підземні виробки, зокрема, у Києві, Дніпрі, Харкові, Чернівцях та інших містах колектори дренажних систем (ДТПС, ДГС), побудованих без належного обґрунтування і таких, що не виконують передбачені проектами функції, перетворюються в місця формування аварій та надзвичайних ситуацій. Розглянути проблему виведення їх з експлуатації або часткове використання для інших цілей, і в подальшому не виконувати або обмежити нове будівництво таких.

Розширення площ населених пунктів не повинно призводити до зменшення площ сільськогосподарських угідь. Переглянути схему розташування кар'єрів видобутку будівельних матеріалів і сировини для їх виготовлення.

- Збільшення площ Заповідного фонду України до рівня Європейських держав (від 5% до 10-15%), в тому числі розглянути проблему створення геологічних парків (Канівські дислокації, Степове

Побужжя та ін.). Загрозу руйнуванню і втраті цінних геологічних пам'яток несуть собою часто не обґрунтовані роботи поблизу заповідників або безпосередньо на їх територіях, таких як Канівські дислокації, пасма Товтр, каньйони Тетеріва і Смотрича, схили долин Дністра, Південного Бугу, Прута та інших великих та малих рік України.

- На основі даних про розвиток екзогенних геологічних процесів, формування геологічного середовища, геодинамічних умов забезпечити збереження історичних ландшафтів та об'єктів культурної спадщини, в тому числі всесвітнього значення. Підвищення статусу окремих з них до рівня всесвітнього значення (архітектурні ансамблі території міста Кам'янець-Подільського загалом, і геологічне середовище зокрема, потребують підвищення статусу заповідника і посилення охоронного режиму).
- Рекультивація порушених територій. При проведенні робіт з інженерного захисту об'єктів, що знаходяться в складних інженерно-геологічних умовах керуватися наступними принципами: адекватності захисних заходів характеру і масштабам розвитку процесів; здатність природних систем до саморегулювання та відновлення; врахування стадійності і ритмічності розвитку процесів; врахування сезонності та аномальності гідрометеорологічних процесів; поєднання заходів з інженерного захисту територій з заходами з інженерної підготовки територій (утримуючих конструкцій з несучими).
- Надійне інженерно-геологічне обґрунтування проектів будівництва (висотного та підземного) може дати значні фінансові заощадження, які можуть бути спрямовані на ліквідацію бідності (п. 1 Указу).

Виконання наведених пропозицій приведе до оздоровлення життєвого простору, безпеки і комфортності проживання на сучасному етапі і в майбутньому.

Список використаних джерел

1. Указ Президента України від 30.09.2019 №722/2019 «Про цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» UTL https://www.president.gov.ua/documents/7222019-29825
2. Матеріали Генеральної схеми планування території України. UTL :https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/building/city-build/materiali-generalnoyi-shemi-planuvannya-teritoriyi-ukrayini/
3. Закон України «Про Генеральну схему планування території України» від 7 лютого 2002. UTL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3059-14#Text
4. Планування і забудова міських і сільських поселень : ДБН Б.2.2-12:2018. – [Чинний від 2018-09-01]. – К.: Мінбуд України, 2018. – 236 с. – (Держ. будів. норми України).

5. Экологическая геология Украины. / Под. ред. Е.Ф. Шнюкова, М.Г. Демчишина, А.А. Дроздовской, В.И. Лялька, И.И. Молодых. Киев : Наукова думка, 1993.

Застосування хвильової моделі водонасиченого ґрунту в задачах динамічної взаємодії з фундаментами споруд

Трофимчук О.М., Савицький О.А.
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАНУ, osavitsky@ukr.net

Динамічна взаємодія в системі фундамент-ґрунтова основа враховується для енергетичних, транспортних та промислових споруд з динамічними навантаженнями, при забезпеченні сейсмостійкості споруд і сейсмоізоляції, стійкості ґрунту проти розрідження та зсувів. Більшість досліджень виконуються засобами числового моделювання.

Модель пористопружного насиченого рідиною (ППНР) середовища розроблена М. Біо (1956) для ґрунтових масивів і добре апробована для акустичних та інженерних застосувань. Фізико-механічні гіпотези, визначальні рівняння та параметри моделі, хвильові рівняння, граничні умови та приклади застосування числових методів, а також основні літературні джерела представлено в монографіях [1, 2] та ін. Для водонасиченого ґрунту у пружній моделі коефіцієнт Пуассона підвищують до 0.45 для врахування збільшення швидкості поздовжніх хвиль. Результати досліджень Simos et al. (2001) свідчать про фізико-механічну невідповідність такого спрощення. Модель Біо описує і підвищення швидкості хвиль, і в’язку та інерційну взаємодію фаз.

Серед методів числового розв’язку задач динамічної взаємодії ППНР середовища з твердими, пружними, пористими та рідинними тілами, неоднорідностями та включеннями слід виділити насамперед методи граничних інтегральних рівнянь (МГР, МГЕ), а також методи скінченних елементів та методи скінченних об’ємів (див. OpenFOAM).

Для врахування динамічних властивостей системи фундамент-основа при сучасному проектуванні (*Building Information Modeling*) необхідно розробляти прийоми для використання у складних розрахункових схемах. Для цього придатна універсальна характеристика динамічної взаємодії малозаглибленого фундаменту відносно простої форми в плані (стрічковий, круглий, прямокутний) з ґрунтовою основою є функція імпедансу - комплексна функція частоти вимушених коливань (співвідношення рівнодійної реакції та

переміщення підошви фундаменту без врахування його коливань за інерцією, тобто ніби невагомого), дійсною частиною якої є жорсткість фундаменту, а уявна частина імпедансу – добуток частоти коливань на параметр загасання. Такі функції визначають реакцію основи при заданих переміщеннях та швидкості коливань фундаменту, а подібні методики традиційно передбачені нормативними документами у будівництві. За даними досліджень з кількох мод коливань фундаменту найбільші зміни реакції та переміщень для пружної водонасиченої основи отримують саме вертикальні. Тому задачі у такій постановці розглядаються у роботі [1]. Методом ортогональних поліномів (різновид МГР) отримано розв'язок динамічних контактних задач для вертикальних коливань жорстких штампів з непроникною для порової рідини підошвою на шаруватій ППНР основі. Переміщення поверхні шаруватої основи від невідомих розподілених навантажень на тверду та рідинну фази знаходяться комп'ютерними засобами символьних перетворень з рівнянь моделі Біо та граничних умов методом інтегральних перетворень. Перетворення символьних результатів дозволяє розділити реакції фаз на стадії символьного розв'язку і розглядати залежність складових імпедансів твердої та рідинної фаз від частоти, параметрів двофазного середовища, геометрії задачі. Імпеданс для шаруватої ППНР основи аналізується на основі методів досліджень пружної шаруватості Є. Глушкова (1989). Складова імпедансу рідинної фази раніше окремо не розглядалася, тому отримані числові результати додають пояснень явищу значної зміни імпедансу ППНР середовища відносно пружної моделі при врахуванні ефектів взаємодії фаз та шаруватості основи.

В монографії [2] розглянуто проблему резонансних коливань у системі швидкісний залізничний потяг - рейковий шлях, який прокладено на водонасиченому ґрунтовому масиві. Вивчено залежності амплітуд коливань від фільтраційних властивостей ґрунтової основи та від співвідношення швидкостей руху та поверхневої хвилі Релея.

Проблема аналізу вертикального імпедансу циліндричних фундаментів, заглиблених в ППНР основу розглядались в роботі [2] та ін. Аналіз коливань заглибленого циліндричного фундаменту під дією набігаючих з ППНР півпростору хвиль свідчить про зменшення амплітуд коливань масивного фундаменту у порівнянні з пружним середовищем (див. [2]).

Rui He (2012) із застосуванням МГЕ дослідив податливість при коливаннях круглих непроникного та проникного для рідини штампів на ППНР основі (морське дно у шельфовій зоні) під півпростором стисливої рідини. Визначено контактні переміщення, ефективний та

гідродинамічний тиски. Результати свідчать, що тиск морської води в контактній зоні необхідно враховувати для непроникного штампа, а для проникного - тільки на дні з низькою проникністю. Вплив рідини збільшується зі зростанням частоти.

Список використаних джерел

1. Гомилко А.М., Савицкий О.А., Трофимчук А.Н. Методы суперпозиции, собственных функций и ортогональных многочленов в граничных задачах теории упругости и акустики. – К. : Наук. думка, 2016. – 436 с.
2. Cai Y. & Sun H. Solutions for Biot's poroelastic theory in key engineering fields: Theory and applications. Elsevier, 2017. 178 p. DOI: 10.1016/B978-0-12-812649-3.00001-0

База даних DeepData Міжнародного району морського дна: перспективи співпраці

Щипцов О.А.
Державна установа «Науковий гідрофізичний центр Національної академії наук України», shiptsov53@gmail.com

Україна є державою-членом Міжнародного органу з морського дна[1] [1].

Нагадаємо, що Національна програма досліджень і використання ресурсів Азово-Чорноморського басейну, інших районів Світового океану на період до 2000 року, яку було затверджено Указом Президента України, складалася з кількох державних програм і проєктів [2]. Однією з них була державна програма «Неживі ресурси», до структури якої входив пілотний проєкт «Конкреції». В рамках цього проєкту було визначено перспективні ділянки родовищ твердих корисних копалин Району, а також напрями юридичного оформлення ділянки для України [3].

[1] **Міжнародний орган з морського дна** (*International Seabed Authority*) – міжнародна міжурядова організація, утворена 1994 року державами-учасницями Конвенції ООН з морського права 1982 року. МОМД має статус спостерігача в Генеральній Асамблеї ООН та є відповідальним за організацію та здійснення контролю за діяльністю держав у Міжнародному районі морського дна.

Сприяння та заохочення проведення морських наукових досліджень у Районі[2], а також координація та поширення результатів таких досліджень лежать в основі місії Міжнародного органу з морського дна (далі – МОМД) [4].

У 2019 році МОМД запустив базу даних DeepData, яка буде слугувати глобальним сховищем усіх даних, які стосуються глибоководного дна.

Основна функція бази даних DeepData полягає в зберіганні всіх даних, пов'язаних із глибоководною діяльністю на морському дні, і, зокрема, даних, зібраних контракторами при розвідувальних роботах, а також будь-яких інших даних про навколишнє середовище та ресурси Району [5]. При створенні DeepData використовувалися, зокрема, сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою та природокористуванням.

Сучасна база даних містить біологічні, фізичні та геохімічні параметри морських екосистем від морського дна до поверхні океану. DeepData також містить карти, фотографії, відео, графіку та відповідні публікації в рецензованих журналах, отриманих від підрядників.

DeepData є глобальним сховищем даних та інформації, що стосуються діяльності в Районі, і є важливим інструментом для:

- підтримки МОМД в організації та регулюванні діяльності в Районі;
- забезпечення ефективного управління пошуками, розвідкою і розробкою глибоководних мінеральних ресурсів морського дна;
- ефективного захисту морського середовища;
- справедливого обміну знаннями, отриманими в результаті проведення морських наукових досліджень у Районі, на благо людства тощо.

Відомо, що у 2017 році Генеральна Асамблея ООН проголосила Десятиліття Організації Об'єднаних Націй, присвячене науці про океан в інтересах сталого розвитку (далі – Десятиліття) з метою стимулювання наукових досліджень і впровадження технологічних інновацій задля підтримання здорового і стійкого стану океану [6]. Цю ініціативу очолює Міжурядова океанографічна комісія ЮНЕСКО (далі – МОК).

Цілі Десятиліття (2021-2030) полягають, зокрема в заохоченні проведення морських наукових досліджень у Районі, а також залученні

---

[2] **Міжнародний район морського дна (Район)** – це дно морів і океанів та їх надра за межами національної юрисдикції. Міжнародна площа морського дна становить близько 50 відсотків від загальної площі Світового океану.

країн, що розвиваються, до участі у програмах глибоководної розвідки й дослідженнях.

Визнаючи цю синергію, МОМД прагне співпрацювати з МОК для досягнення загальних цілей, зокрема таких як розширення мереж спостережень за океаном.

У майбутньому Десятилітті Державна установа «Науковий гідрофізичний центр Національної академії наук України» планує сформувати спеціалізований фрагмент Банку океанографічних даних Національної академії наук України в інтересах здійснення обміну океанографічними даними з базою даних DeepData на основі принципів, закладених у програмі «Міжнародний обмін океанографічними даними та інформацією» МОК [7].

Слід наголосити – в майбутньому Україна зможе претендувати на ділянку морського дна лише за умови проведення в Міжнародному районі морського дна наукових досліджень, у тому числі, з використанням сучасних інформаційних технологій.

Список використаних джерел

1.Угода про імплементацію частини XI Конвенції Організації Об'єднаних Націй з Морського права від 10 грудня 1982 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_183#Text

2. Указ Президента України від 16 грудня 1993 р. № 595/93 про затвердження Національної програми досліджень і використання ресурсів Азово-Чорноморського басейну, інших районів Світового океану на період до 2000 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/595/93#Text

3. Науковий коментар до Національної програми дослідження та використання ресурсів Азово-Чорноморського басейну, інших районів Світового океану на період до 2000 року / О.А. Щипцов, В.Є. Глушков, В.М. Єремеєв та ін.; Під ред. О.А. Щипцова. – К. : Наукова думка, 1994. – 316 с.

4. Marine Scientific Research [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.isa.org.jm/marine-scientific-research

5. DeepData Database [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://isa.org.jm/index.php/deepdata

6. Резолюція 72/73 «Світовий океан і морське право» 72-ої сесії Генеральної Асамблеї Організації Об'єднаних Націй [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://undocs.org/ru/A/RES/72/73

7. Guide for establishing a National Oceanographic Data Centre [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/2708/MG05_2ed.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Багатовимірна база просторових даних геопорталу

Андрєєв С.М., Жилін В.А.
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "ХАІ", andreevsm@gmail.com

В процесі аналізу просторових даних часто виникає необхідність побудови залежностей між різними їх параметрами, число яких може бути значним. Саме тому у якості об’єкта дослідження обрано процес об’єднання та інтеграції у базу просторових даних (БПД) геопорталу інформації, що містить різні типи просторових даних.

Системи підтримки прийняття рішень (СППР) мають засоби надання користувачеві агрегованих даних для різних вибірок з початкового набору в зручному для сприйняття та аналізу вигляді. В результаті, функції агрегованих просторових даних утворюють багатовимірний нереляційний набір, який називають OLAP-кубом. Осі цього кубу містять параметри, а комірки — залежні від них агреговані дані (рис. 1). Уздовж кожної осі дані можуть бути організовані у вигляді ієрархії, яка представляє різні рівні їх деталізації.

Завдяки такій моделі даних користувачі можуть формулювати складні запити, генерувати звіти, отримувати підмножини даних. OLAP-куб може бути реалізований на основі універсальних реляційних систем управління базами даних (СУБД) або спеціалізованим програмним забезпеченням.

Осі куба є вимірами, по яких відкладають параметри, що відносяться до аналізованої предметної області. На перетині осей вимірів розташовуються дані, що кількісно характеризують аналізовані факти-заходи.

Таблиця фактів є основною таблицею БПД. Вона містить відомості про об'єкти або події, сукупність яких надалі аналізуватиметься, а також унікальний складений ключ, що об'єднує первинні ключі таблиць вимірів.

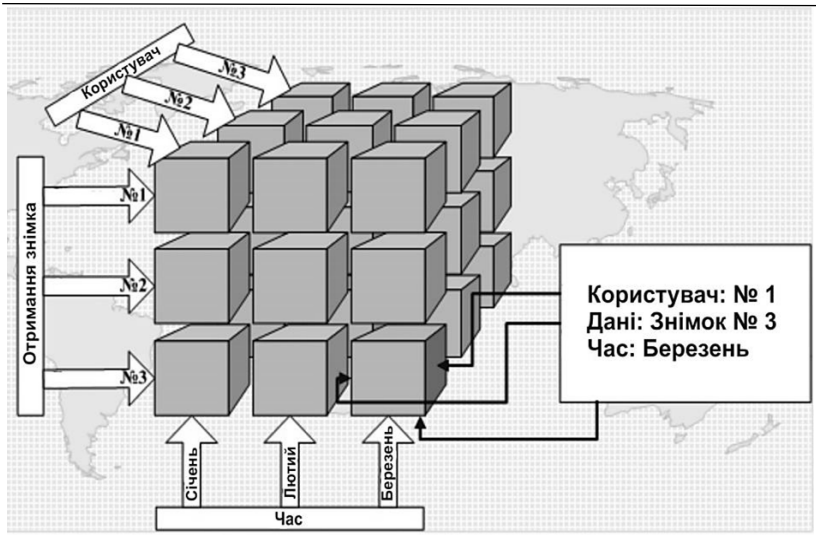


Рисунок 1 – Простий (тривимірний) OLAP-куб

При цьому як ключові, так і деякі неключові поля мають відповідати майбутнім вимірам OLAP-куба.

Для багатовимірного аналізу придатні таблиці фактів, що містять якомога детальніші дані (тобто ті, що відповідають членам нижніх рівнів ієрархії відповідних вимірів).

У таблиці фактів немає ніяких відомостей про те, як групувати записи при обчисленні агрегованих даних — ці відомості містяться в таблицях вимірів і використовуються для побудови ієрархій у вимірах куба.

Таблиці вимірів містять незмінні або рідко змінювані дані. У переважній більшості випадків ці дані містять по одному запису для кожного члена нижнього рівня ієрархії у вимірі.

Для практичної реалізації багатовимірної БПД геопорталу здійснено ґрунтовний вибір СУБД. Проведено ретельний аналіз засобів Microsoft SQL Server Analysis Services (SSAS) як базової платформи для розгортання аналітичних систем Business Intelligence (BI) та уніфікованої багатовимірної моделі даних Unified Dimensional Model (UDM) як ядра технології комплексного багатовимірного аналізу даних Online Analytical Processing (OLAP). Проаналізовано аспекти планування і програмування архітектури SSAS, особливості розроблення багатовимірних БПД із застосуванням середовищ SQL BI

Development Studio (BIDS) та SQL Server Management Studio (SSMS), а також специфіку застосування служби SQL Server Integration Services (SSIS) для роботи з багатовимірними базами даних.

Таким чином, підготовлено підґрунтя для розроблення геоінформаційної СППР із застосуванням засобів Microsoft SQL Server багатовимірного аналізу даних для створення багатовимірної БПД геопорталу.

Врешті, розроблено методику програмної реалізації багатовимірної БПД геопорталу [1], яка забезпечує підвищення оперативності статистичного і прогнозного аналізу геоданих для ведення звітності та підтримки прийняття рішень геоінформаційних задач в режимі реального часу.

Список використаних джерел

1. Андрєєв С.М., Жилін В.А. Геоінформаційна система підтримки прийняття рішень на базі сховища просторових даних геопорталу. Сучасні інформаційні системи: Щоквартальний науково-технічний журнал. – Харків: НТУ "ХПІ", 2020. – Т. 4, № 2 – 176 с. – С. 60-79.

Особливості застосування машинного навчання в прикладному програмуванні

Вабіщевич Р.О., Бондар А.В., Серьожніков О.М., Цуріка Л.Ю.
Інститут телекомунікацій
і глобального інформаційного простору НАН України

Машинне навчання — це система, яка може вчитися на прикладах шляхом самовдосконалення і без чіткого кодування програмістом.

Машинне навчання поєднує дані зі статистичними інструментами для прогнозування результату. Потім цей результат використовується корпоративною компанією для отримання практичної інформації. Машинне навчання тісно пов’язане з аналізом даних та баєсовим прогнозним моделюванням. Машина отримує дані як вхідні дані та використовує алгоритм для формулювання відповідей.

Традиційне програмування суттєво відрізняється від машинного навчання. У традиційному програмуванні програміст кодує всі правила за погодженням із експертом галузі, для якої розробляється програмне забезпечення. Кожне правило ґрунтується на логічній основі; машина виконає вивід після логічного виразу. Коли система ускладнюється,

потрібно писати більше правил. Він може швидко стати нежиттєздатним для обслуговування та підтримки.

Машинне навчання може вирішити цю проблему. Машина дізнається, як співвідносяться вхідні та вихідні дані, і пише правило. Програмістам не потрібно писати нові правила щоразу, коли з'являються нові дані. Алгоритми адаптуються у відповідь на нові дані.

Основною метою машинного навчання є навчання та висновки. Перш за все, машина навчається завдяки створенню шаблонів на основі даних. Однією з найважливіших частин вченого з даних є ретельний вибір, які дані надавати машині. Список атрибутів, що використовується для вирішення проблеми, називається вектором ознак. Можна розглядати вектор ознак як підмножину даних, яка використовується для вирішення проблеми.

Машина використовує алгоритми, щоб спростити дані та перетворити їх на модель. Тому етап навчання використовується для опису даних та узагальнення їх у модель.

Існує безліч алгоритмів машинного навчання. Вибір алгоритму ґрунтується на цілі.

Наприклад, завдання полягає в тому, щоб передбачити тип елементу веб-сторінки. Прогнози базуються на розмірах елементу, положенні на сторінці, наявність вкладених елементів. Отримана інформація формується в певний набір даних. Дані класифікуються на деякі категорії: кнопка, картинка, текст, заголовок, підвал. Є деякі групування. Наприклад, блок тексту і картинки формують тіло умовної статті, що розміщена на сторінці. В залежності від цілей, різні алгоритми можуть класифікувати дані по-різному.

Основною проблемою машинного навчання є відсутність даних або різноманітність набору даних. Машина не може навчитися, якщо відсутні дані. Крім того, набір даних з відсутністю різноманітності значно ускладнює роботу машині. Також набір даних повинен бути неоднорідний з великою кількістю варіацій, що дасть змогу отримати більше інформації та збільшить якість навчання, покращить оцінку та прогнозування.

Машинне навчання — найкращий на сьогодні інструмент для аналізу, розуміння та виявлення закономірності в даних. Однією з основних ідей машинного навчання є те, що комп'ютер можна навчити автоматизувати завдання, які були б вичерпними або неможливими для людини. Очевидним порушенням традиційного аналізу є те, що машинне навчання може приймати рішення з мінімальним втручанням людини. Проте застосування машинного навчання в повсякденній роботі програмістів дозволяє значно пришвидшити виконання простих,

з точки зору аналізу, та затратних по часу задач, таких як створення HTML-розмітки на основі зображень дизайн-макетів та багато інших. Проте точність аналізу даних буде залежати від набору даних навчання та вибору алгоритмів розпізнавання даних.

Розробка геопорталу для моніторингу вулканічної активності

Горелик С.І., Ковальова В.О., Косенко К.В.
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»

Дослідження діючих вулканів для пошуку провісників їх вивержень і попередження вулканічної небезпеки - актуальна фундаментальна проблема вулканології.

В останні роки стали досить швидко розвиватися як можливості супутникових систем, так і методи обробки та аналізу даних. Тому особливо актуальними стали розробки нових підходів і технологій, орієнтованих на ефективне використання супутникової інформації в задачах дослідження вулканічної активності. Через створення таких підходів і технологій цей проект по створенню геопортала є актуальним на даний час.

Завдання геопорталів - забезпечити зручний пошук просторових даних по заданому опису.

Етапи створення геопорталів: розробка структури порталу та тематичних словників; проектування профілів метаданих; створення системи зберігання, зручного пошуку і представлення інформації.

Геопортали дозволяють зберігати такі види інформації: аерокосмічні знімки; цифрові моделі рельєфу земної поверхні; шари векторного і растрового типу; картографічні матеріали.

Геопортал містить просторові дані про вулкани та їх виверженнях, деякі метеорологічні дані, для обчислення напрямку і швидкості пересування хмари попелу через виверження певного вулкана. Ці дані представляються на різних шарах карти, яка інтегрована в геопортал.

Портал має зручний інтерфейс. Користувач може здійснювати пошук за адресою об'єкта, географічних координат, ключовими словами або інших атрибутів. Інформація надається у вигляді списку відповідних об'єктів. Інший спосіб відображення даних - це візуалізація елементів на електронній карті. Відвідувач геопортала зможе подивитися всі метадані, пов'язані зі знайденим об'єктом.

Аерокосмічні знімки - кращий спосіб отримання інформації для створення геопорталів. В даному проекті використовуються космічні знімки NOAA, так як вони містять необхідну метеорологічну інформацію.

Завдяки даному геопорталу можна обчислити статистику кількості вулканів на певний радіус, а також статистику кількості вивержень вулканів на цей радіус за певний час.

Таким чином, розробка технологій і методів використання даних дистанційного зондування, і їх реалізація на основі геопортала, істотно розширить можливості використання супутникових даних як для проведення фундаментальних досліджень, так і для оперативного моніторингу вулканічної активності.

Список використаних джерел

1. А.В. Кошкарев. Геопортал как инструмент управления пространственными данными и геосервисами // Управление развитием территории : Журнал. — 2008. — № 2.
2. В.С. Грузинов. Геопорталы и геосети как элементы инфраструктуры обмена геопространственными данными. // Известия высших учебных заведений. геодезия и аэрофотосъемка : Журнал. — 2014. — № 1. — С. 89-94.

Створення WEB-порталу картографічних моделей історико-культурних поселень Слобожанщини

Горелик С.І., Ковальова В.О., Вітольберг О.В.
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»

Крізь роки до нас дійшло багато картографічних творів, які відкривають нам історію нашого краю. Ці карти дозволяють історикам, етнографам, краєзнавцям та археологам вивчати історичні події. Але працювати з ними достатньо складно, бо створенні вони в різних проекціях, системах координат та з використанням незвичайних для нас систем розграфки. Через це на них досить складно знайти необхідну інформацію.

Мета роботи створити систему яка поєднає в собі різноманітні картографічні та довідкові матеріали, а також максимально полегшити роботу з ними.

Створення Web-серверу дозволить користуватися матеріалами широкому кругу зацікавлених людей. Web-сервер повинен відповідати наступним потребам:

1) доступ до архіву даних;

2) можливість виконувати пошук за запитом користувача;

3) можливість вводу, зберігання та редагування власних даних користувача, за рахунок чого буде розширятися тематична складова;

4) можливість додавати історичні растрові карти за різні роки для проведення аналізу та пошуку інформації.

Основою є базова карта Харківської губернії в масштабі 1:500 000, що включає в себе наступні шари даних: гідрографію, населені пункти, дорожню мережу, адміністративні межі, історичні пам'ятки архітектури таких як церкви, фортеці, поховання та інше.

Додатково базова система включає серію тематичних картографічних матеріалів: історію адміністративного поділу Харківської губернії, розташування історичних пам'яток архітектури (церкви, монастирі, фортеці та інше), динаміку чисельності населення та інше.

На рисунку 1 представлено карту Харківської губернії та фрагмент карти адміністративного поділу Харківської губернії.

Рисунок 1 – Карта Харківської губернії та фрагмент карти адміністративного поділу Харківської губернії.

Для створення Web-порталу на основі історичної ГІС-системи необхідно мати набір інформації про населені пункти. База даних містить інформацію щодо кожного населеного пункту Харківської губернії, а саме: назву населеного пункту, його альтернативну та

історичну назву, інформацію щодо дат заснування та зникнення, статусу, адміністративного значення та інше

Це надасть можливість швидко знаходити інформацію про населені пункти, його розташування та віднесення до адміністративної одиниці, як сучасної так і історичної. Дозволить виконувати просторовий аналіз та візуалізацію інформації, а також створити основу системи кадастру історичних матеріалів.

Список використаних джерел

1. Первая всеобщая перепись населения Российской империи 1897 года / Изд. Центр. Стат. комитетом М-ва вн. дел ; Под ред. Н. А. Тройницкого. - [СПб.], 1897 - 1905;
2. Волостныя, станичныя, сельския, гминныя правления и управления, а также полицейские станы всей России с обозначением места их нахождения. - Киев : Изд-во Т-ва Л. М. Фиш, 1913. - [94] с. ; 27 см.;
3. Списки населенных мест Российской империи, составленные и издаваемые Центральным статистическим комитетом Министерства внутренних дел. - СПб. : изд. Центр. стат. ком. Мин. внутр. дел, 1861-1885.
Вып. 46 : Харьковская губерния : ... по сведениям 1864 года / обраб. Н. Штиглицом ; сост. и изд. Центр. стат. ком. М-ва внутр. дел. - 1869. - XCV, 209 с. ; 1 л. к.;

Особливості реалізації веб-порталу для виконання складних задач управління проектами

Кряжич О.О., Коваленко О.В., Яворський Б.І.
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля,
Інститут ядерних досліджень НАН України

Метою роботи є представлення основних положень щодо підходів та методики реалізації веб-порталів для виконання складних задач управління проектами з врахуванням не лише особливостей проекту, а й функцій, які можуть бути реалізовані додатково на веб-платформі в залежності від зміни напряму проекту або повної його переорієнтації для виконання інших задач. Робота виконана на прикладі веб-порталу tritium.earth – «Тритій на планеті Земля», що передбачає систематизацію та структурування даних щодо одного з найменш досліджених радіоізотопів водню – тритію.

Для розміщення веб-порталу було обрана платформа на базі віртуального сервера (VPS/VDS – Virtual Private Server / Virtual Dedicated Server) під операційною системою Debian 9 (64 bit).

Віртуальний сервер має скерований DNS. Віртуалізація відбувається на KVM в середовищі Linux. Така віртуалізація обрана через наявність можливості запуску нестандартних програм, що передбачено задачею реалізації проекту «Третій на планеті Земля» із застосуванням програми «Випадкова точка». Крім того, віртуалізація за типом KVM дозволяє повну свободу дій користувача або користувачів.

Безпосередньо веб-портал www.tritium.earth розділено на зовнішній і внутрішній портали.

Інформаційно-довідкова система реалізована на базі програмного ядра mediawiki-1.32.0, що створений на PHP і використовує в роботі реляційну базу даних. Зазначений програмний рушій встановлено на головний домен порталу tritium.earth.

Інформаційно-пошукова система реалізована через систему Wordpress 5.1.1, що встановлена на піддомен team.tritium.earth (команда веб-порталу) і призначена для обміну даними, пошуку та структурування інформації, що надходить від зареєстрованих користувачів проекту. Wordpress також створена мовою PHP з базами даних MySQL, що дозволяє оперувати великими базами даних. Обрання системи Wordpress обумовлено її відкритим кодом, що дає можливість вносити необхідні зміни та свої вдосконалення у вигляді окремих незалежно скомпільованих програмних модулів (плагінів).

Зовнішній портал на домені tritium.earth представляє собою класичну інформаційно-довідкову систему (ІДС), яка на веб-сторінці представлена у вигляді:

– форми пошуку, наскрізної для всіх сторінок, стандартної та розширеної;

– паспорта об’єкта (різної структури за типом/видом об’єкта), форми паспорту об’єкту задані у вигляді html-шаблонів;

– описової частини, що структурована за допомогою html-кодів;

– довідкової частини, яка представляє собою перелік посилань та базу актуалізації посилань з плагіном на основі *Z*-алгоритму, яка не є явною для стороннього користувача, а призначена для автоматичного пошуку та оновлення посилань на першоджерела, що розкривають сутність об’єкту та дозволяють користувачу розширити запит.

Внутрішній портал на піддомені team.tritium.earth утримує елементи інформаційно-пошукової системи (ІПС):

– збір;

– зберігання;

– пошук;

– видача інформації,

з виконанням функцій:

– аналіз документів та їх систематизація,

– створення пошукового образу для пошуку необхідної інформації за межами порталу.

Орієнтуючись на [1], крім ІПС внутрішній портал утримує розроблені для потреб проекту «Тритій на планеті Земля» додаткові модулі:

– особистий кабінет користувача;

– модуль обробки та аналізу результатів програми «Випадкова точка».

– сервіс виведення результатів та створення звітів;

– блок користувальницьких налаштувань.

Живучість ІПС та ІДС «Тритій на планеті Земля» забезпечують чотири взаємопов'язані підсистеми:

1) Підсистема моніторингу, аналізу й систематизації інформації.

До підсистеми закладені наступні функції:

– збір даних з відкритих джерел мережі Інтернет за встановленими правилами з використанням *Z*-алгоритмів;

– настроювання правил добування інформації із сайтів у мережі Інтернет, блогів, форумів, електронної пошти з використанням *Z*-алгоритмів;

– виконання операцій з добування інформації за алгоритмом з використанням методу можливих напрямків Дж. Зойтендейка із джерел в автоматичному режимі з веденням журналу;

– попередня обробка інформації з метою її приведення до універсального формату зберігання й передачі, структуризація даних, систематизація до інформаційних масивів за темами;

– завантаження інформації в бази даних;

– обробка посилань на медіа-контент (відеоролики, аудіозаписи, графічні зображення) з можливістю їхньої систематизації;

– перевірка актуальності й вірогідності даних;

– настроювання правил автоматизованого аналізу інформації за *Z*-алгоритмом;

– аналіз інформації (з метою виявлення відповідності між запитами, що роблять користувачі та об'єктами в базі даних ІПС/ІДС) з урахуванням настроєних правил;

– формування таблиць актуальних джерел по об'єктам (автоматично, згідно настроєних правил);

– оцінка релевантності інформації, що надається користувачу при зміні в часі інформації про об'єкт (за певними критеріями);

– аналіз запитів користувача;

– обробка та систематизація даних результатів спостережень та експериментів за темою;

– візуалізація результатів аналізу інформації в табличному й графічному виді;

– формування звітів за результатами аналізу інформації;

– поточне інформування користувачів про оновлення ІПС/ІДС.

2) Підсистема адміністрування ІПС.

До підсистеми закладені наступні функції:

– ведення переліку облікових записів користувачів;

– установлення й зміна прав доступу користувачів і груп користувачів до функцій і даних системи;

– авторизація користувачів;

– ведення протоколів дій користувачів в ІПС;

– обмеження доступу користувачів до функціональних і інформаційних блоків ІПС відповідно до встановлених прав доступу.

3) Підсистема адміністрування ІДС.

Виконує наступні функції:

– забезпечення створення й ведення довідників і класифікаторів, необхідних для функціонування системи, з можливістю імпорту елементів довідників і класифікаторів із зовнішніх файлів і систем;

– пошук елементів довідників і класифікаторів по заданих правилах та атрибутах із застосуванням адаптивного алгоритму;

– підтримка живучості системи шляхом автоматичного оновлення інформації з бази ІПС та оновлення посилань на джерела за адаптивним алгоритмом;

– забезпечення можливості автоматизованого зіставлення елементів різних довідників і класифікаторів по їхніх атрибутах.

4) Підсистема адміністрування сховища даних ІПС/ІДС.

Закладені наступні функції:

– ведення опису показників сховища даних;

– зберігання даних за показниками, ведення яких передбачається в ІПС/ІДС;

– забезпечення можливості уведення даних користувачами з підтримкою статусу уведених даних;

– підтримка версійності збережених даних (при необхідності, наприклад, у частині довідників і класифікаторів);

– пошук інформації в базі даних та оновлення її в ІДС у режимі реального часу;

– зберігання довідників і класифікаторів, необхідних для роботи системи, і інших метаданих, необхідних для доступу функціональних

компонентів системи до вихідних даних (у т.ч. розрізи, одиниці виміру й ін.);

– зберігання і систематизація графічної, картографічної інформації, даних дистанційного зондування Землі й пов'язаних з ними метаданих;

– індексація графічної, картографічної, відео та аудіо інформації для оптимізації пошукових запитів;

– формування вітрин даних для роботи наукових груп за темою порталу.

Структуризація, систематизація та упорядкування даних ІПС/ІДС веб-порталу відбувається на основі класифікаторів.

Інтерфейс користувача зовнішнього порталу наближений за дизайном до інтерфейсу традиційних інтернет-довідників та енциклопедій з чітко структурованим паспортом кожного об’єкту, представленого в системі.

Інтерфейс користувача внутрішнього порталу представлений у вигляді форми входу до особистого кабінету та головної сторінки з інформацією для користувачів системи та панелі меню з основними інструментами та веб-додатками для пошуку інформації та роботи згідно відкритому користувачеві доступу до системи.

Висновок. В цілому зазначений підхід може бути використаний для реалізації веб-порталу будь-якого проекту, який має чітке розмежування в доступі до інформаційного ресурсу порталу. Даний підхід дозволяє реалізувати портал у вигляді окремих модулів, кожен з яких відповідає за реалізацію окремої задачі.

Список використаних джерел

1. Коваленко О.В. Концептуальні основи створення бази даних наукового експерименту та спостереження / О.В. Коваленко // Математичні машини і системи. – 2016. – №2. – С. 91-101.

Технології адаптації швидкості передачі даних у мережах LoRaWAN

Іцкович В.Є., Бондар А.В., Серьожніков О.М., Василенко А.О.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України

Адаптивна швидкість передачі даних (ADR) - це механізм для оптимізації швидкості передачі даних, ефірного часу та споживання енергії в мережі. ADR слід вмикати, коли кінцевий пристрій має достатньо стабільні радіочастотні умови. Це означає, що його зазвичай можна ввімкнути для статичних пристроїв. Якщо статичний кінцевий пристрій може визначити, що радіочастотні умови нестабільні (наприклад, коли автомобіль стоїть поверх датчика паркування), ADR слід тимчасово відключити.

Адаптація швидкості передачі даних у мережі LoRaWAN дозволяє нам легко масштабувати мережу, просто додаючи шлюзи. Крім того, використання ADR може різко збільшити пропускну здатність такої мережі.

Процесс визначення необхідної швидкості складається з таких кроків: додаток кінцевого пристрою надсилає повідомлення через шлюз, який просто передає повідомлення, не впливаючи на дані. Шлюз в мережі LoRaWAN - це простий недорогий пристрій, який перетворює пакети LoRaWAN в IP-пакети, які можуть бути надіслані через безпечний зворотний зв'язок на мережевий сервер. Ці IP-пакети містять невелику кількість метаданих про час прийому та потужність сигналу. На основі потужності прийнятого сигналу мережевий сервер визначає, якою повинна бути оптимальна швидкість передачі даних вузла (тобто коефіцієнт розповсюдження). Потім з сервера видається команда на контролер доступу до мультимедіа (MAC) на основі загального уявлення про потужність сигналів, що надходять від усіх шлюзів. Швидкість передачі даних, яку повинен використовувати вузол, надсилається назад на пристрій із сервера через шлюз із найкращою потужністю сигналу.

Важливо розуміти також і обмеження, скільки шлюзи використовуються в ліцензійному діапазоні ISM. Діапазон ISM, хоча і безкоштовний, має деякі практичні обмеження, загальні для будь-якої широкосмугової мережі низької потужності (LPWAN). Деякі діапазони ISM, зокрема в Європі (яка регулюється ETSI), обмежують кількість

ефірного часу, яке може використовувати безліцензійне радіо. Для більшості додатків це не проблема. Однак для шлюзу, який об'єднує багато додатків, законодавче обмеження може стати проблематичним. Друге обмеження полягає в тому, що смуги ISM та доступні технології фільтрації не дозволяють повнодуплексної роботи шлюзу, принаймні, наприклад, не в Європі. Це означає, що коли пристрій надсилає висхідну лінію, він не може прослуховувати низхідну лінію.

В результаті, низхідні посилання, такі як підтвердження та команди ADR, є дорогими в порівнянні з вихідними посиланнями. Мережа LoRaWAN може підтримувати набагато меншу кількість посилань від шлюзу до вузла, ніж може відтворювати посилання від вузла до шлюзу.

Інший момент, який слід продумати в контексті LoRaWAN, полягає в тому, що кінцеві пристрої, що працюють у режимі класу A, можуть оголосити про себе в будь-який час, а потім практично зникнути до наступного спілкування. Це важливо враховувати при визначенні бюджету зв'язку для даного вузла і додатка. Потрібно використовувати досить консервативний механізм ADR, оскільки, хоча оптимізація швидкості передачі даних, як правило, вигідна, вона не повинна відбуватися за рахунок втрати зв’язку.

Методика побудови 3D-моделей місцевості за даними аерофотозйомки з БПЛА

Андрєєв С.М., Жилін В.А.
Національний аерокосмічний університет
ім. М.Є. Жуковського "ХАІ", andreevsm@gmail.com

В останні роки в багатьох галузях потреба у відомостях про місцевість вже не задовольняється використанням тільки топографічних карт в аналоговому і цифровому видах. Для вирішення ряду інженерних задач необхідна детальна 3D-інформація про просторове положення об'єктів.

Джерелами для моделювання цифрових моделей служать картографічні матеріали, аерофото- і космознімки, а також дані польових зйомок. При цьому аерофотозйомка з БПЛА має безліч переваг у порівнянні з отриманням даних за допомогою космічних супутників і пілотованих атмосферних літальних апаратів. Основні передумови цих переваг — оперативність отримання фотознімків,

можливість зйомки з невеликих висот, а також у зонах надзвичайних ситуацій без ризику для життя і здоров'я пілотів. Практичний досвід свідчить, що основними фотограмметричними факторами, що визначають точність відтворення 3D-моделі місцевості є: сценарій зйомки для певних об'єктів, висока роздільна здатність, тип об'єктиву, точність калібрування фотокамери.

На рис. 1 наведено структурну схему методики побудови 3D-моделі місцевості за даними фото- та відеозйомки з БПЛА [1]. Для обробки даних зйомки методикою передбачено використання програмного пакету Agisoft PhotoScan, що забезпечує побудову та картографічну прив'язку моделі місцевості з таких трьох основних етапів.

1. Побудова грубої моделі. На цьому етапі виконується автоматичне визначення спільних точок на знімках, що перекриваються; відтворення променів, що утворюють проекцію; визначення координат центрів фотографування та елементів взаємного орієнтування знімків; розрахунок параметрів, що описують оптичну систему.

2. Прив'язка отриманої моделі до зовнішньої (геодезичної, географічної) системи координат і зрівнювання всіх параметрів системи (координат центрів фотографування і наземних опорних точок, кутів орієнтування знімків та параметрів оптичної системи). У якості вагових коефіцієнтів для зрівнювання виступають похибки визначення координат центрів фотографування, похибки визначення координат точок наземної опорної мережі, а також похибки дешифрування і маркування опорних точок на знімках.

3. Побудова полігональної моделі поверхні місцевості на основі визначених на попередньому етапі параметрів. При цьому застосовується тріангуляція тільки спільних точок, отриманих на першому етапі, та більш точні способи обробки, які полягають у визначенні просторового положення для кожного пікселя зображення.

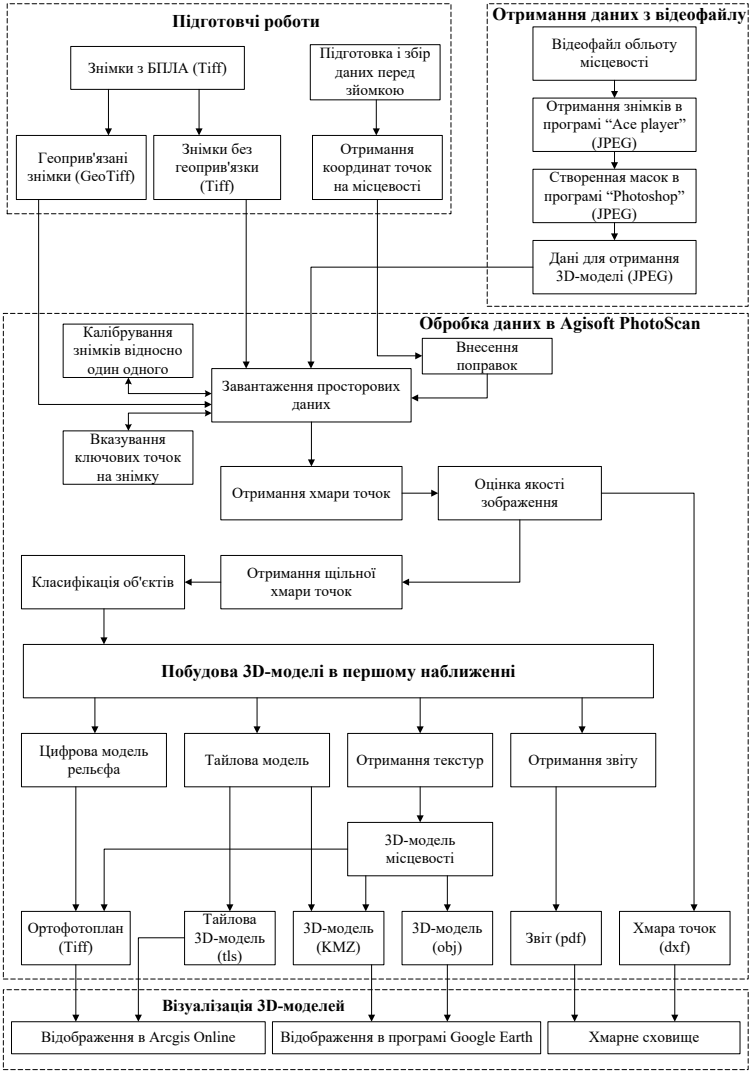


Рисунок 1 – Структурна схема методики побудови 3D-моделі місцевості за даними аерофотозйомки з БПЛА

Запропонована методика побудови картографічних моделей місцевості на базі даних, отриманих з БПЛА, дозволяє створювати 3D-моделі місцевості, цифрові моделі рельєфу, ортофотоплани, звіти з параметрами реконструкції та параметрами зйомочної камери.

Список використаних джерел

1. Андрєєв С.М., Жилін В.А. Застосування даних аерофотозйомки з безпілотних літальних апаратів для побудови 3D-моделей місцевості. Системи управління, навігації та зв'язку: збірник наукових праць. – Полтава: Полтавський НТУ ім. Юрія Кондратюка, 2019. – Вип. 1(53) – 168 с. – С. 3-16.

Використання мобільного лазерного сканування для запобігання надзвичайним ситуаціям в межах сучасного міста

Андрєєв С.М., Толкунова В.І.
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», tolkunlera@gmail.com

На сьогоднішній день геоінформаційні системи і дистанційне зондування Землі мають важливий вплив на забезпечення екологічної безпеки країни, у цій сфері є важливий напрям - технологія мобільного лазерного сканування (МЛС), що активно розвивається і знаходить широке застосування в різних галузях, в тому числі в сфері будівництва, ремонту та обслуговування інфраструктурних об'єктів сучасних міст та дорожніх мереж, а також у сфері запобігання надзвичайним ситуаціям та управління заходами щодо ліквідації їх наслідків. Дана технологія дозволяє створювати цифрові карти міст, які відображають оперативну обстановку на автомобільних дорогах в межах міста, а також включають різні комунальні об'єкти та їх комунікації, з високою швидкістю і детальністю. Користувач отримує доступ до постійного оновлення бази даних різними об'єктами і атрибутами.

У зв'язку зі зростаючою потребою у створенні цифрових картографічних моделей актуальним представляється завдання впровадження нових і вдосконалення існуючих методів створення картографічних моделей міст, на основі отриманих та оброблених даних лазерного сканування.

Виходячи з цього, метою дослідження є підвищення інформативності та оперативності наповнення цифрової картографічної моделі території сучасного міста просторовими даними,

використовуючи технологію МЛС.

Для реалізації вище зазначеної мети були вирішені наступні завдання: здійснено огляд новітніх методів наповнення цифрових картографічних моделей територій, практично виконано сканування ділянки автомобільних доріг території м. Харків, за допомогою системи мобільного сканування Alfa 3D, і створено цифрову картографічну модель місцевості на основі оброблених даних.

У проекті, на початковому етапі, для отримання даних виконувалося МЛС за допомогою скануючої системи Alfa 3D, яка була встановлена на даху автомобіля підвищеної прохідності.

В результаті проведення польових вимірювань і камеральної обробки було отримано хмару точок, а також панорамні зображення в 289 позиціях. Отримання зображень здійснювалося через кожні 4-11 метрів в залежності від швидкості автомобіля. Зміна швидкості руху автомобіля відбувалась у разі необхідності більш детальної зйомки в місцях зі складною дорожньою розв'язкою, інфраструктурою і великою кількістю об'єктів уздовж доріг (дорожніх знаків і огорож, світлофорів, інформаційних і рекламних щитів, стовпів тощо). Протяжність зйомки склала 2,58 км по вулицях м. Харкова. Загальний час, витрачений на польові виміри, починаючи від установки скануючої системи до отримання і запису даних в програмному продукті CoCapture, склало близько 2 годин. Зйомка здійснювалася в системі координат WGS-84. Це дало можливість створити цифрову картографічну модель частини території міста з використанням програмного продукту ArcGIS Pro і плагіна Orbit 3D Mapping, який дозволяє отримати доступ до хмари точок з панорамними зображеннями і прив'язкою точок сканування до базової карти OpenStreetMap.

При розробці цифрової картографічної моделі була створена база даних з такими векторними об'єктами (рис. 1): дорожні знаки, світлофори, автобусні зупинки, стовпи, вуличні лавки, дорожні огорожі, високовольтні стовпи, рекламні щити, бордюри вздовж дороги, кришки каналізаційних люків, пам'ятники , дерева і кущі тощо.

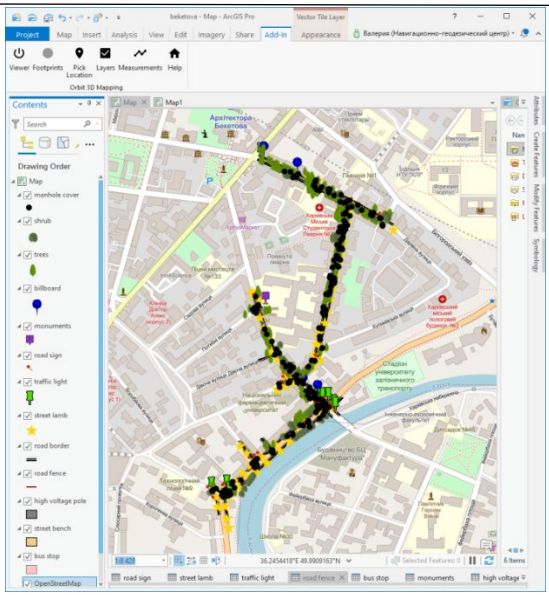


Рис. 1 – Відображення картографічної моделі с векторними об’єктами

Висновки. Згідно із результатами досліджень, було доведено коректність застосування технології мобільного лазерного сканування, а саме скануючої системи Alfa 3D, для наповнення цифрової картографічної моделі території сучасного міста. Завдяки щільності та інформативності даних, отриманих за допомогою програмного продукту ArcGIS Pro і плагіном Orbit 3D Mapping мобільне лазерне сканування дозволило значно пришвидшити процес польових робіт та виключило необхідність повторних зйомок.

Геоекологічний моніторинг водних об'єктів України: комплексна оцінка та прогнозування стану

Трофимчук О.М., Триснюк В.М., Миронцов М.Л., Клименко В.І., Радчук І.В., Крета Д.Л., Шевякіна Н.А., Загородня С.А., Триснюк Т.В., Охарєв В.О., Хабова Н.В.
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України itelua@kv.ukrtel.net

Вода, як природний ресурс Землі, повинна бути збережена на користь сучасного та майбутніх поколінь. Залежність суспільства від водних ресурсів зростає, підвищуються вимоги до їхньої якості. Поверхневі води є стратегічним відновлюваним природним ресурсом України і при цьому є основою її екологічно безпечного благополуччя [1]. Широке комплексне використання водних об'єктів має значні негативні наслідки і перш за все – екологічні, оскільки відходи промисловості, сільськогосподарського виробництва, побутові та з інших джерел формують значне забруднення водних ресурсів. Головною метою Водної Рамкової Директиви 2000/60/ЕС визнано – запобігання подальшому погіршенню, захист та покращення стану водних екосистем, провідними методами моніторингу водних об'єктів. Проведення постійного та системного моніторингу в першу чергу на основі технологій ДЗЗ та ГІС – технологій дозволить своєчасно зафіксувати виникнення джерела забруднення та прийняти необхідні рішення щодо проведення заходів з його ліквідації. Таким чином, виникає необхідність розвитку методології моніторингу об'єктів навколишнього середовища шляхом інтеграції міждисциплінарних методів аналізу даних дешифрування космознімків і лабораторно-польових вимірювань, ідентифікації інтегральних параметрів, і встановлення причинно-наслідкових зв'язків виникнення екологічних загроз для екологічно безпечного управління водними екосистемами [2]. На сьогоднішній день будь-які фундаментальні та прикладні наукові дослідження все більше потребують наочності і поданні їх результатів. Існує достатня кількість програмних пакетів, що дозволяють моделювати навколишнє середовище з високим ступенем достовірності і фотореалістичним графічним втіленням. Але, оскільки досліджувані процеси і системи мають чітку просторову прив'язку, виникає необхідність всебічної інтеграції такого програмного забезпечення з сучасними геоінформаційними технологіями [3].

Метою представленого наукового дослідження є розроблення, удосконалення та впровадження інформаційних технологій

комплексного оцінювання інтенсивності та характеру антропогенного навантаження на водні ресурси України контактними та дистанційними методами для підвищення ефективності системи управління природокористуванням та екологічною безпекою.

Виконання поставлених завдань для проведення досліджень реалізовано за допомогою використання технологій дистанційного зондування Землі з космосу (ДЗЗ), спеціалізованих геоінформаційних систем (ГІС) та результатів наземних досліджень, дозволило відкрити невідомі раніше характеристики, зв'язки, закономірності, тенденції змін екологічного стану природно-ресурсного потенціалу водних об’єктів. Отримані в процесі досліджень результати мають екологічну, економічну і соціальну ефективність. Дані дослідження необхідні для вирішення господарських проблем природокористування, обліку, планування, прогнозування, регулювання, оцінювання стану водних екосистем та екстраполяції їх у просторі й часі.

Для дослідження використано наступні методи:

- визначення гідрохімічних характеристик водних і прибережно-водних об’єктів, обробка космознімків, підсупутникові експерименти, статистичний аналіз і обробка даних, геоінформаційна обробка просторових даних;
- методи радіологічного моніторингу та геофізичні дослідження свердловин, з метою дослідження стану основних водоносних горизонтів, в т.ч. методами гамма-гамма, нейтронного та літогустинного каротажу;
- гідроакустичні методи вивчення рельєфу дна водних об’єктів.

В результаті проведених робіт запропоновано та математично обґрунтовано нову методику дослідження явищ поглинання та розсіювання та відбиття світла, створена експериментальна модель апаратури для контактного дослідження, проведені первинні випробування обладнання. Відпрацьовано методику гідроакустичного вивчення донного рельєфу, шляхом верифікації отриманих результатів батиметричних контактних спостережень з даними космічної зйомки у відповідний часовий проміжок, в результаті створено картографічні моделі техногенного та антропогенного навантаження на локальну лімнологічну систему. Особливо важлива мілководна батиметрія, необхідна для досліджень морфології дна, моніторингу екологічного стану водних ресурсів, а головне – для розробки 3D-моделей, що дозволяють прогнозувати катастрофічні наслідки повеней і вживати заходів їх запобіганню. Вперше при дослідженнях озер Світязь та Нобель було застосовано нові методики, сучасні прилади і програмне забезпечення для батиметричної зйомки озер. За результатами

проведених експедиційних робіт було побудовано карту ізобат та рельєфу дна оз. Світязь, зокрема затоки Бужня та найглибшої частини озера. Виконано роботи щодо гідроакустичного вимірювання дна гірських озер Українських Карпат: Синевир, Озірце; природних лімноекосистем Західного Полісся: озер Біле, Любязь, Нобель; лімноекосистем Подільського регіону: Дністровський каньйон в межах НПП «Подільські Товтри», водно – болотне угіддя міжнародного значення затока Бакота; урбанізовані лімнологічні об'єкти: Тернопільський став, о. Вербне м. Київ[4,5,7].

Для апробації запропонованих методів екологічного моніторингу було проведено науково-дослідні експедиції на зазначені вище лімнологічні системи України, а також використані супутникові дані NOAA, Sentinel, WorldView-2, Landsat-8 дистанційного зондування Землі з метою практичної реалізації розроблених нововведень.

За результатами досліджень доведено складність рельєфу дна озер. Для побудови карти глибин інтерпретовано результати за даними ДЗЗ створено електронну версію макету моделі рельєфу дна озера Нобель. Результати з визначення глибини за даними ДЗЗ довели, що при використанні знімка з космічного апарату«WorldView-2» була отримана більш детальна карта глибин [6].

Результати експериментів, вимірів, даних ДЗЗ дозволили провести систематизацію окремих параметрів та створити уніфіковану систему класифікації стану лімнологічного об'єкту у вигляді паспорту.

Основні показники практичної значимості результатів науково – дослідної роботи полягають в об'єктивності, достовірності і можливостях забезпечення своєчасності отриманої інформації про стан водних об'єктів України їх охорону і раціональне використання на регіональному або національному рівнях. При цьому надзвичайно важлива особливість розроблених технологій - можливість проведення повторних, незалежних експертиз отриманих даних та реальні передумови економії трудових ресурсів, а також оперативність обґрунтування, планування і прийняття природоохоронних рішень.

Список використаних джерел

1. Техноекологія: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В.М. Удод, В.В. Трофімович, О.С. Волошкіна, О.М. Трофимчук // КНУБА, Ін-т телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАНУ. – К., 2007. – 195 с.
2. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокоритування / В.І. Лялько, М.О. Попов та ін.. – К.: Наук.думка, 2006., 358 с.
3. Trofymchuk O., Yakovliev Y., Klymenko V., Anpilova Y. Geomodeling and monitoring of pollution of waters and soils by the earth remote sensing / International Multidisciplinary Scientific GeoConference-SGEM, № 1.4, pp 197-204, 2019.

4. Застосування сучасних інформаційних технологій для досліджень екологічного стану Шацьких озер / [В.І. Клименко, С.А. Загородня, Д.Л. Крета, В.О. Охарєв, І.В. Радчук, Н.А. Шевякіна, О.С. Бутенко, В.Ю. Вишняков] // Екологічна безпека та природокористування — К., 2010. — Вип. 6. — С. 103—122.
5. Космічний моніторинг екологічного стану озера Нобель / [І.В. Радчук, В.І. Клименко, Д.Л. Крета, Н.А. Новохацька, В.О. Охарєв, В.Ю. Вишняков] // "Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами з надзвичайних ситуацій": матеріали 11- ої міжнар. наук.-практ. конф. — Київ – Харків – АР Крим, 2012. — С. 133—138.
6. Радчук І.В. Застосування Сучасних методів моніторингу для дослідження лімнологічних ситем "Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами з надзвичайних ситуацій": матеріали 14 міжнар. наук.- практ. конф. — К., 2015. — С.108-112.
7. Експедиційні дослідження параметрів екологічного стану затоки Бакота // [О.М.Трофимчук, Г.Я.Красовський, В.В.Радчук, В.М.Триснюк, І.В. Радчук, Д.Л. Крета, С.А. Загородня, Н.А. Шевякіна В.О.Охарєв, Т.В.Триснюк, В.О.Шумейко, О.В.Атрасевич, В.Ю. Вишняков] // Екологічна безпека та природокористування. – 2019 – № 2(30) – С. 45-55.

Взаємозв’язок забруднення атмосферного повітря урбоценозів з випадінням кислотних опадів

Волошкіна О.С., Трофімович В.В., Кравченко М.В., Ковальова А.В.
Київський національний університет будівництва і архітектури,
e.voloshki@gmail.com

Дослідження багаторічних моніторингових даних атмосферного повітря, які проводилися рядом авторів, свідчать про наявність кореляційного зв’язку водневого показника pH опадів з метеорологічними факторами навколишнього середовища.

Так, в роботі [1], на основі методів статистичного аналізу обробки банку моніторингових даних атмосферного повітря великого промислового міста, автор показав, що за останні два десятиліття сформувалася стійка тенденція зростання кислотності атмосферних опадів. Встановлено існування відносно слабкого від'ємного статистичного зв'язку між показником pH та кількістю атмосферних опадів. Сезонний характер цього зв'язку говорить про те, що найбільш сильно він проявляється в теплий період року, що дозволило автору зробити припущення того, що температура атмосферного повітря є опорним фактором у формуванні динаміки pH та опадів. Але в приведених дослідженнях не розглядався вплив наявного забруднення атмосферного повітря на цей зв’язок.

Ряд робіт інших авторів були присвячені питанню впливу забруднення атмосферного повітря від окремих точкових джерел на випадіння кислотних опадів.

Так, в роботі [2] автором, на основі математичного моделювання, досліджено процес утворення кислотних опадів в районі роботи теплової електричної станції. Математична модель враховує процес тепло- і масопереносу при переміщенні антропогенних домішок із врахуванням їх трансформації в більш токсичні з'єднання, які досягають поверхні Землі в процесі седиментації.

Окремі дослідження стосуються впливу забруднення від пересувних джерел урбанізованих територій, оскільки 80% забруднення атмосферного повітря складають викиди з автотранспортних засобів [3]. Ці роботи присвячені також обробці моніторингової інформації щодо забруднення атмосфери міського середовища та його залежності від метеорологічних умов місцевості. Так, в роботі [4], автори, на основі аналізу даних моніторингових спостережень за забрудненням атмосферного повітря міста локальними осередками забруднення, приходять до висновку щодо їх взаємозв'язку з формуванням хімічного складу опадів. Зростаючий вклад транспортних засобів в забруднення атмосферного повітря міст на прикладі м. Києва в умовах кліматичних змін, що спостерігаються на сьогодні, розглянуто в роботі [5].

Для вирішення проблеми утворення «теплового куполу» над автотранспортними шляхопроводами та в місцях великого скупчення автотранспортних засобів запропонована конвективна модель «теплої струмини» в області поверхні автомобільного перехрестя, де автомобільний транспорт перебуває в так званих «тягнучках» та заторах [6].

В роботах цих авторів надається оцінка взаємозв'язку між окремими компонентами забруднення атмосферного повітря, показником pH та температурними умовами [7]. Питання впливу температурних умов атмосферного повітря на показник кислотності pH, на основі аналізу моніторингових даних багаторічних спостережень, досить детально розглянуто в роботі [8].

Дослідження даних авторів свідчать про збереження тенденції зміни показника pH в розрізі останнього десятиріччя в сторону зростання кислотних опадів. Циклічна, сезонна та випадкова компоненти ряду pH зберігають свій характер практично без змін.

Експериментальне вивчення основних закономірностей виникнення процесів вторинного забруднення навколишнього середовища антропогенними продуктами згоряння від автотранспортних двигунів – практично неможливе.

У зв'язку з вищенаведеним, актуальною науково-практичною задачею, яка має суттєве значення для стратегічних планів міста, є розробка математичних моделей та методів вирішення задач прогнозу умов і характеристик процесів вторинного забруднення атмосфери та утворення кислотних опадів з урахуванням навантаження на автотранспортні шляхопроводи.

Авторами, на основі аналізу сучасного стану теоретичних та експериментальних даних процесу розповсюдження в атмосферному повітрі міста антропогенних домішок та на основі банку моніторингових спостережень за станом атмосферного повітря в м. Києві, проведено дослідження щодо шляхів перенесення та перетворення природних і антропогенних емісій в атмосфері з подальшим випадінням опадів із закислених хмар та їх підійманням з перетворенням крапель.

Припускаючи, що емісія в зону підхмарного вимивання опадами та хмаринний покрив проходять в залежності від наявних метеоумов (швидкості вітру та відповідного пониження тиску) нами проведені теоретичні дослідження трасформації кислотно-формуючих речовин в зоні випадіння опадів із закислених хмар на поверхню Землі.

Задача формування кислотних опадів в атмосферному повітрі, яке прилягає до автошляхопроводу, вирішується за допомогою математичної моделі двомірного тепло- і масопереносу, яка враховує кінетику процесу конденсації, дифузію і конвекцію парів оксидів кислотно-утворюючих речовин в атмосфері. При створенні моделі в початкових та граничних умовах враховується вплив основних суттєвих факторів (розмір ядер конденсації хмар, висота формування «куполу» забруднення, метеорологічні умови місцевості).

При розробці математичної моделі враховувалися наступні припущення:

1. Переніс газоподібних продуктів згоряння від газових двигунів в атмосфері, які підіймаються на висоту *Н*, *м* внаслідок емісії в зону підхмарного вимивання та емісії в хмаринний покрив;
2. Зміна хімічного складу повітря при піднятті «теплого куполу» повітря вгору і, як результат - вторинного забруднення атмосфери;
3. Характер залежностей між компонентами забруднення, які не приймають участь у створенні вторинного формальдегідного забруднення в зонах підхмарного вимивання та емісії в хмаринний покрив залишаються незмінними.

На прикладі моніторингових досліджень за станом атмосферного повітря в м. Києві було отримано ряд залежностей між основними компонентами викидів від автомобільного транспорту, компонентами

вторинного фотохімічного перетворення в атмосфері на висоті формування ядер конденсаційних хмар та показником pH, в залежності від метеорологічних умов місцевості на даний час.

На основі вирішення даної задачі з відповідними початковими та граничними умовами отримуємо ореол можливого випадіння закислених опадів від великих автошляхопроводів міста.

Висновки. Проблема формування кислотних опадів в атмосферному повітрі Землі та від автотранспортних засобів, зокрема, на урбанізованих територіях, є актуальною та мало вивченою. При цьому процес утворення кислотних опадів, які спроможні досягнути земної поверхні в процесі седиментації, до даного часу мало вивчений, як теоретично, так і експериментально.

Оцінка та прогнозування впливу автотранспортних засобів на стан атмосферного повітря урбоценозів з подальшим впливом на здоров'я населення потребує створення практичної та дієвої теорії перетворення в кислоти антропогенних викидів від автотранспортних засобів міста та подальшого випадіння кислотних опадів як на території міста, так і за його межами.

Розроблена авторами математична модель, з відповідними початковими та граничними умовами, може бути використана для оцінки та прогнозу випадіння кислотних опадів в місцях скупчення автотранспортних засобів на автошляхопроводах великого транспортного міста.

Список використаних джерел

1. Качановский Ф. В. Связь кислотности атмосферных осадков, выпадающих в Твери, с температурой воздуха. Вестник Тверского государственного технического университета. Тверь: ТвГТУ. 2013. Вып. 2(24). С. 28–31.
2. Гвоздяков Д. В., Губин В. Е. О влиянии конвекции на формирование капель серной кислоты в атмосфере, прилегающей к району расположения тепловой электрической станции. Известия ТПУ. 2013. Т. 323. №4. С. 52–58.
3. Про стан забруднення навколишнього природного середовища у Києві та Київської області у грудні 2019 року за даними спостережень ЦГО ім. Б.Срезневського // Cgo-sreznevsky : веб-сайт. URL: http://cgo-sreznevsky.kiev.ua (дата звернення: 02.09.2020).
4. Klimiva I., Sipakov R. Influence of meteorological factors on the secondary contamination of atmospheric air by formaldehyde (on example of city of Kyiv). Scientific Letters of Academic Society of Baludansky. 2019. №7. P. 75-86.
5. Гецерун Г.М., Масікевич Ю.Г., Гольонко Р.А. Аналіз забруднення атмосферних опадів домішками на вулицях міста. Науковий вісник НЛТУ України. 2019. Т.19. №1. С. 66-69.
6. Voloshkina O., Sipakov R., Zhykova O., Bereznitska J. A study of air pollution with formaldehyde along the highways in Kyiv city. USEFUL – Engineering & Computer Science 2018. Vol. 2, № 2. pp. 1–7.

7. Mirzaei S., Hashemi H., Hoseini M. Concentration and potential source indentification of trace elements in wet atmospheric precipitation of Shiras, Iran. Journal of Environmental Health Science and Engineering. 2018. № 16. P. 229-237. - URL: https://doi.org/10.1007/s40201-018-0310-x

Ідентифікація та визначення техногенного навантаження на масиви підземних вод у басейні Дніпра

Люта Н.Г., Саніна І.В.
Український державний геологорозвідувальний інститут, ekogeol@ukr.net

Відповідно до Водної Рамкової Директиви (ВРД) Європарламенту, управлінськими одиницями моніторингу підземних вод є масиви підземних вод (МПВ) – водоносні горизонти і комплекси або їхні частини, для яких встановлюються екологічні цілі і які використовуються для оцінки досягнення цих цілей.

При виділенні МПВ межі басейну Дніпра та його суббасейнів зіставлялися з межами гідрогеологічних структур. Відправною точкою для визначення меж МПВ були геологічні і стратиграфічні межі водоносних горизонтів. Основними критеріями виділення масивів підземних вод були можливий вплив стану підземних вод на поверхневі екосистеми і наявність запасів підземних вод, які дозволяють використовувати їх для централізованого постачання населених пунктів.

Для безнапірних і напірних водоносних горизонтів масиви підземних вод виділялися окремо.

Виділення МПВ і укладання відповідних карт суттєво відрізняється від аналогічних процедур стосовно поверхневих вод. Якщо всі масиви поверхневих вод верхньою межею мають денну поверхню, а то МПВ залягають на різних глибинах і часто утворюють складну багатоповерхову систему. Гідрогеологічні умови визначаються обводненістю та геологічною будовою територій, їхньою належністю до гідрогеологічних регіонів першого порядку. У басейні Дніпра їх п’ять – це Волино-Подільський артезіанський басейн; Гідрогеологічна область Українського щита; Дніпровсько-Донецький артезіанський басейн; Донецька гідрогеологічна складчаста область і Причорноморський артезіанський басейн. Залежно від геолого-гідрогеологічних умов у басейні Дніпра виділені 5 груп безнапірних і 21 напірних МПВ і їхніх груп і було укладено відповідні карти в ГІС.

Безнапірні МПВ приурочені до наймолодших – четвертинних порід різних геолого-генетичних груп порід, незахищені від забруднення. Напірні МПВ є захищеними від забруднення з поверхні потужною товщею водотривких порід, що їх перекривають. Вони приурочені до різновікових порід – від четвертинних до архейських різного генезису і залягають на різних глибинах.

ВРД передбачає визначення кількісного та якісного (хімічного) стану підземних вод, причому для цього стану встановлені лише 2 градації – «добрий» і «поганий».

Для визначення кількісного стану МПВ ми використали результати моніторингу і виконали порівняння показників прогнозних ресурсів підземних вод (ПРПВ) з їхнім видобуванням. З'ясувалося, що всі виділені МПВ можна кваліфікувати як такі, що мають добрий кількісний стан. За результатами спостережень за рівнями перших від поверхні водоносних горизонтів (безнапірні МПВ), тенденцій їхнього зниження за останній час виявлено не було.

Щодо видобутку підземних вод, то в середньому відсоток використання ПРПВ у басейні становить близько 6,5%, при цьому в суббасейнах Верхнього Дніпра і Десни цей показник найнижчий -3%, а у суббасейні Нижнього Дніпра він найвищий – 10,9%, що пояснюється як природними, так і техногенними чинниками. Такий низький рівень освоєння підземних вод обумовлює відсутність проблем, пов'язаних з їхнім можливим виснаженням, і навпаки, дозволяє істотно збільшити обсяги видобування.

Крім того, аналіз тенденції змін обсягів видобутку підземних вод (трикратне скорочення за останні 20 років) дозволяє стверджувати, що ризику недосягнення доброго кількісного стану для виділених МПВ наразі немає. Це підтверджується також показниками зменшення кількості населення та падіння промислового виробництва.

Стосовно хімічного стану МПВ, ситуація дещо складніша. Якщо напірні МПВ у переважній більшості надійно захищені від забруднення з поверхні шаром перекривних порід і мають стабільний хімічний склад (що підтверджується результатами моніторингу і даними водокористувачів), то безнапірні МПВ зазнають техногенного навантаження від впливу точкових і дифузних джерел забруднення. І якщо вплив точкових джерел, як правило, має обмежений, локальний характер, то вплив дифузних джерел обумовлює зміни хімічного складу підземних вод на регіональному рівні.

Водночас суттєвий попит на продовольчу продукцію на світовому ринку обумовлює стійке зростання сільськогосподарського виробництва. Це виявляється у збільшенні використання добрив і

засобів хімічного захисту рослин. Тому доводиться очікувати збільшення навантаження від дифузних джерел забруднення в межах сільськогосподарських угідь. Отже, незахищені безнапірні МПВ і надалі зазнаватимуть негативного впливу і перебувають під ризиком недосягнення доброго хімічного стану.

Окреслення і оцінка техногенного навантаження на МПВ виконані в ГІС, створений відповідний картографічний блок бази даних, який буде використано в процесі розробки Плану управління річковим басейном р.Дніпра і відновлення моніторингу підземних вод на основі нових, прийнятих у Євросоюзі методичних підходів.

Уточнена ГІС-оцінка додаткового сейсмічного ризику на підтоплених лесах та лесово-суглинистих породах в Україні

Рогожин О.Г.
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, olexarog@gmail.com

Основи методології оцінки додаткового сейсмічного ризику як специфічної регіональної компоненти зовнішньої загрози руйнування споруд, обумовленої деградацією зволожених лесових і лесово-суглинистих порід (ЛСП) в умовах змін клімату на території України, були розроблені нами раніше і викладені в публікаціях [1-4].

З її допомогою минулого року реалізована пілотна економічна оцінка такого додаткового ризику на основі даних ГІС-аналізу, що полягав у картометричному визначенні кількості населення, яке мешкає в межах контурів підтоплених лесів, розміщених в зонах сумарної сейсмічності 6 і більше балів [4]. Зони сумарної сейсмічності розглядаються згідно з результатами досліджень проф. А.В. Лущика («Карта-схема влияния инженерно-геологических условий на техногенное прира-щение сейсмичности территории УССР», М 1:1500000, 1990 р.).

Оцінка додаткового ризику розраховувалася для всієї території України та її адміністративних областей у трьох варіантах за формулами, де кількість населення на загрожених територіях є ключовою змінною.

1) *без врахування кліматичних параметрів* :

$$R_{destr} = N_{dv} \bullet Pm \bullet \boldsymbol{k_N} \bullet b \bullet p_S; \quad (1)$$

2) *з врахуванням багаторічних кліматичних параметрів* :

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

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

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

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

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

$\boldsymbol{k_N}$ – кількість населення на підтоплених лесах і ЛСП (осіб);

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

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

Цього року здійснено корегування кількості населення на територіях, де існує загроза додаткового сейсмічного ризику. Для цього піддано ретельній ревізії раніше визначені контури підтоплених лесів і ЛСП в ареалах сумарної сейсмічності ≥ 6 балів, небезпечної для стійкості споруд (зони 6-6,9; 7-7,9; 8-8,9; ≥ 9 балів). На відповідних електронних картографічних шарах ці контури відкореговані вручну, згідно з паперовим оригіналом «Карты условий развития экзогенных геологических процессов территории Украины» (М 1:1500000; Госкомгео, ГГП «Геопрогноз», Госгеолфонд Украины; 1994-1997 рр.). Далі засобами ГІС ArcMap 10.0 була перерахована кількість населення у населених пунктах, що потрапили у відкореговані контури (створені процедурою перетину контурів Intersect, узятих з відповідних шарів оцифрованих тематичних карт). Потім з отриманих .dbf файлів даних щодо населених пунктів, які потрапили у відповідні ареали ризику, вручну видалялися подвійно враховані. Кількість загроженого міського населеня піддали додатковій фільтрації, вона пропорційно

зменшувалася вручну згідно з часткою площі контуру кожного з поселень міського типу, яка потрапила у ареал ризику (якщо контур ареалу ризику січе контур міста, таких 130). Кількість населення міст, контури яких поділені між ареалами ризику різного рівня сейсмічності, розподілялася між ними пропорційно поділу їхньої площі (таких міст 9).

В результаті зазначеного уточнення оцінка кількості населення, що мешкає на підтоплених лесах і ЛСП в зонах загальної сейсмічності ≥ 6 балів в Україні в цілому зросла до 5,01 млн. осіб (+66% порівняно з пілотною оцінкою) та становить 10,5% від населення у всій зоні сумарної сейсмічності ≥ 6 балів. Кількість населених пунктів, що потрапила у всі зони додаткового ризику, зросла до 3359 (+6,5% порівняно з пілотною оцінкою).

Відповідно збільшилася й оцінка додаткового регіонального ризику сейсмічного руйнування споруд на підтоплених лесах і ЛСП без врахування кліматичних параметрів, яка розглядається нами як максимальна оцінка, – до 23,3 $ млн. рік$^{-1}$ (таблиця 1).

Середня оцінка (з врахуванням кліматичних параметрів) збільшилася до 3,9 $ млн. рік$^{-1}$, а мінімальна (з врахуванням також зменшення тривалості весняної повені) – до 2,7 $ млн. рік$^{-1}$.

Тобто до рівня, відповідно, 12,3%, 2,05%, 1,45% від загального регіонального ризику руйнування споруд, розрахованого у всій зоні сумарної сейсмічності ≥ 6 балів.

Дещо змінився й територіальний розподіл показника економічної оцінки додаткового сейсмічного ризику на душу населення. В лідерах залишилися Одеська та Чернівецька області. На третю позицію вийшла Миколаївська, а на четверту (з третьої) спустилася Полтавська, вітіснив на п’яту позицію Чернігівську область. Нова ієрархія регіонів виглядає більш імовірною, оскільки краще корелює з територіальними особливостями ареалів регіонального підтоплення та інтенсивності сумарної сейсмічності.

Таблиця 1. Відкорегована 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 руйнування	189,82	13,28	102,3	59,24	15,01
Додатковий ризик руйнування на підтоплених лесах і ЛСП						
2	– без врахування кліматичних параметрів	23,27	8,68	10,37	11,33	0,69
3	% від загального ризику	*12,26*	*6,54*	*10,14*	*19,13*	*4,62*
4	– з врахуванням кліматичних параметрів	3,89	0,145	1,74	1,89	0,116
5	% від загального ризику	*2,05*	*1,09*	*1,7*	*3,2*	*0,77*
6	– у т.ч. із врахуванням зменшення тривалості весняної повені	2,74	0,102	1,22	1,34	0,082
7	% від загального ризику	*1,45*	*0,77*	*1,2*	*2,26*	*0,54*

Джерело: авторські розрахунки.

Висновки

1. Уточнення кількості населення в ареалах поширення додаткового регіонального ризику сейсмічного руйнування споруд внаслідок деградації підтоплених лесів і ЛСП суттєво впливає на значення, в першу чергу, максимальної економічної оцінки такого ризику.

2. Подальше уточнення кількості населення в ареалах додаткового ризику доцільно здійснювати такими засобами (перераховано у напрямі зростання складності робіт):

- фільтрація кількості загроженого сільського населення пропорційно частці площі контуру сіл, яка потрапляє у ареал ризику (засобами ГІС-аналізу);
- актуалізація кількості населення в населених пунктах (за результатами очікуваного перепису);
- корегування ареалів регіонального підтоплення (потребує спеціального гідрогеологічного дослідження).

3. Актуалізація значень і прогнозних тенденцій зміни кліматичних параметрів, від яких залежать площі регіонального підтоплення (тривалість і середня висота снігового покриву, тривалість весняної повені, частота аномальних злив, кількість днів з дощем за рік,

кількість днів із не замерзлим грунтом в зимовий період тощо), також критично важлива для уточнення середньої і мінімальної оцінок додаткового сейсмічного ризику руйнування споруд, що виникає внаслідок деградації підтоплених лесів і ЛСП.

Список використаних джерел

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-суглиністих 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 XVII 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. Васинюк // Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природоко-ристуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: актуальні питання. Колективна монографія за матеріалами XVIII 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.

Оцінка екологічного стану частини України, що межує зі східними окупованими територіями

Бутенко О.С. Топчий А.С.
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є Жуковського «ХАІ»,os-b@ukr.net,annatop4y@gmail.com

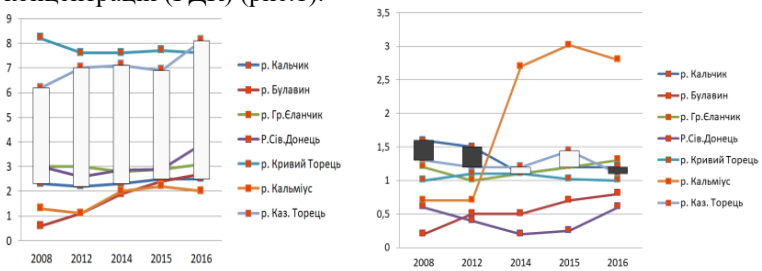
На даний момент, в зв’язку із воєнним конфліктом екологічний стан східної частини України, що знаходиться на межі з тимчасово окупованими територіями знаходиться в занепаді. Для прийняття рішень про поточний екологічний стану об’єктів моніторингу та визначення тенденцій подальших змін показників забруднення необхідна їх комплексна оцінка не тільки статистичних даних, а й результатів аерокосмічних досліджень. При цьому необхідно враховувати специфіку вивчаємої місцевості та умов зйомки, і як

результат, невизначеність, що викликана недостатньою кількістю апріорної інформації.

Для простоті аналізу всі отримані кількісні характеристики по кожному параметру забруднення відображалися у вигляді графіків, діаграм та проміжних картографічних моделей.

Встановлено, що найбільш суттєвим фактором з точки зору забезпечення життєдіяльності населення, є той факт, що в результаті бойових дій постраждали не тільки поверхневі води, але й інженерні споруди, призначені для подачі питної води населенню.

Для проведення аналізу і прогнозної оцінки рівня забруднення воді в Донецькій і Луганській областях використовувались дані середньорічної концентрації забруднюючих речовин у ріках (2008 – 2016 р.). В якості візуалізації отриманих даних і проведення їх прогнозного аналізу були побудовані графіки динаміки збільшення об'єму забруднюючих речовин у ріках, відносно гранично допустимих концентрацій (ГДК) (рис.1).



а)- середньорічна концентрація сульфатів б)- середньорічна концентрація хлориду

Рисунок 1 – Візуалізація середньорічної концентрації сульфатів і хлориду

Також була побудована діаграма забруднення рік важкими металами відносно одиниць кратності у відповідності з ГДК по даним 2016 р. (рис.2).

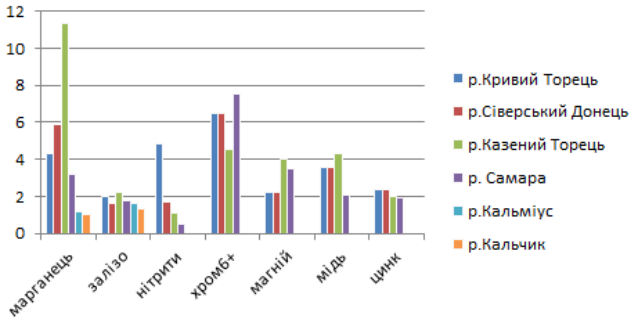


Рисунок 2 – Концентрація важких металів у ріках

Аналогічний аналіз всіх відомих показників показав, що перевищення спостерігається по всім видам важких металів у декілька раз.

Для побудови картографічної моделі, що демонструє тенденцію зміни рівня забруднення рік прифронтової зони східної України, були розраховані рівні вмісту забруднюючих речовин у воді. Були використані дані забору воді в р. Вовча. Для прикладу розглядалися реальні дані забруднення сульфатами. Побудована в результаті розрахунків картографічна модель тенденції забруднення рік представлена на рис.3.

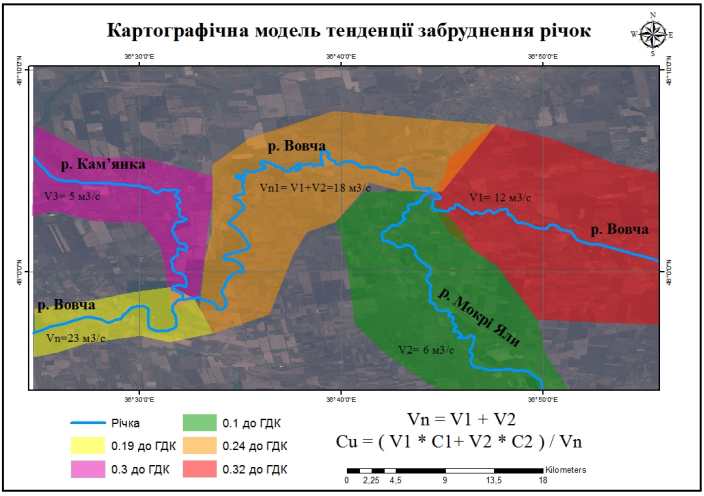


Рисунок 3 – Картографічна модель тенденції забруднення рік

Список використаних джерел

1. Ющук А., Лоїк І., Юрцаба Я. Оцінка потенційних екологічних ризиків внаслідок проведення антитерористичної операції. Організація з безпеки та співробітництва в Європі / 2017 р. С. 45–51
2. Науковий портал «Карта забруднення рік» / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://texty.org.ua/water/
3. Бутенко О.С. Механізм побудови короткочасного прогнозу по апріорним даними. / О.С. Бутенко // Системи управління, навігації та зв'язку: Зб. наук. праць / Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління. - Вип.3(7), - Київ, 2008. –С. 37-40.

Потенційний вплив затоплення шахт Донбасу на природно-техногенну безпеку військової інфраструктури Збройних сил України

[1]Кузнєцов Б.Т., [2]Чумаченко С.М., [3]Яковлєв Є.О., [4]Морщ Є.В.
[1]Національний університет оборони України ім. Івана Черняховського
[2] Національний університет харчових технологій
[3]Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України yakovlevhydro@gmail.com
[4] Державна служба України з надзвичайних ситуацій

Вуглепромисловий комплекс Донбасу охоплює площу до 15000 км^2, в межах якої розташовано до 20% потенційно небезпечних об'єктів (ПНО) України, в тому числі до 400 ПНО розташовані вздовж лінії військового розмежування (промислово-міські агломерації Горлівки, Бахмута, Торецька, Авдіївки і ін.). Довгострокове формування великих об'ємів твердих, рідких та повітряних відходів призвели до небезпечних змін екологічних параметрів усіх складових навколишнього природного середовища (НПС) - надра, ґрунти, ґрунтові та поверхневі води, приземний шар атмосфери Донецького регіону, які займають значні площі небезпечного забруднення, що негативно впливає на умови розташування та функціонування військових позицій і безпеку життєдіяльності особового складу підрозділів і військових частин Збройних сил України.

Крім того, внаслідок вилучення при видобутку вугілля до 12 млрд тон мінеральної маси зі створенням до 7,5 млрд м^3 об'єму гірничих виробок до 5000 км^2 територій, прилеглих до шахтних полів, мають небезпечні порушення земної поверхні, що активізуються при затопленні шахт. Додаткові небезпечні порушення екологічних умов функціонування військової інфраструктури можуть бути пов'язані з нестабільним техногенним станом териконів (до 1300 об'єктів, більше 300 з яких горять), які здатні до небезпечного забруднення приземної атмосфери (двоокис вуглецю, сірководень та ін.), та вибухів при аномальному зволоженні та підтопленні.

Але провідним фактором сучасних небезпечних змін довкілля у зоні збройного конфлікту є активізація процесу затоплення шахт, до 80% яких розташовано на непідконтрольній гіпсометрично підвищеній території правобережного водозбору р. Сіверський Донець. Дані екологічного моніторингу НПС свідчать, що наближення рівня підземних вод до земної поверхні внаслідок прискореного затоплення

шахт здатне обумовить додатковий розвиток комплексу небезпечних геологічних процесів для функціонування польових об'єктів військової інфраструктури:

- осідання денної поверхні, в тому числі у місцях розташування військових об'єктів, прилеглих до зон впливу гірничих робіт;
- активізація процесів затоплення і підтоплення земель, зниження стійкості шляхів, мостів, залізниці;
- прискорення міграції забруднень і мінералізованих шахтних вод до місцевих підземних (побутові колодязі, джерела, свердловини) і поверхневих розподілених водозаборів;
- розвиток при затопленні шахт гідрогеомеханічних струшувань породного масиву (техногенних землетрусів), в тому числі в межах розташування населених пунктів (шахтарських міст, містечок і селищ);
- формування нових шляхів міграції вибухонебезпечних і токсичних газів (метан, радон та ін.).

Слід прийняти до уваги, що в сучасних умовах відсутній комплексний моніторинг життєзабезпечуючих складових НПС в межах підконтрольної і непідконтрольної територій, охоплених регіональним впливом затоплення шахт, що може значно ускладнити функціонування військової інфраструктури та суттєво підвищити загрози розвитку надзвичайних ситуацій воєнно-техногенного походження, внаслідок дії уражаючих чинників збройного конфлікту.

Враховуючи вищенаведене, уявляється доцільним:

- випереджаюча оцінка інженерно-геологічного стану місцевості (породного масиву) при визначенні місць розташуванні захисних споруд військової інфраструктури на територіях, наближених до шахтних полів;
- систематичні оцінки хімічного складу вод місцевих джерел питно-господарського водопостачання (побутові колодязі, джерела, свердловини);
- періодичні виміри температури верхнього шару порід териконів (за емпіричним досвідом безпечний температурний поріг - не більше 80^0С на глибині 2,0 м), враховуючі сучасний вплив потепління на підвищення ризику загоряння внаслідок вибухів артилерійських боєприпасів;
- використання даних дистанційного зондування Землі (інтерферометрії, спектрозональних зйомок та ін.) для регіональних оцінок змін земної поверхні на підконтрольній і непідконтрольній територіях, охоплених регіональним впливом затоплення шахт.

Методика експресного прогнозу часу затоплення вугільних шахт

Яковлєв Є.О.
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, yakovlevhydro@gmail.com

Сучасний еколого-геологічний стан більшості розвинутих (“старих”) гірничо-видобувних районів (ГДР) України (Донбас, Кривбас, Придніпровський урано-рудний, Карпатський хімічно-сировинний і ін.) формується складним впливом накопичених порушень навколишнього природного середовища (НПС) та їх переходом, згідно залежності Хаббарта, на фазу пост-майнінгу (ПМ). При цьому, на відміну від впровадження екологічно збалансованої схеми ПМ розвинутих держав ЄС (Англія, Німеччина, Франція і ін.) в Україні використовується схема “мокрої консервації” на основі автореабілітаційного затоплення шахт (рис.1)

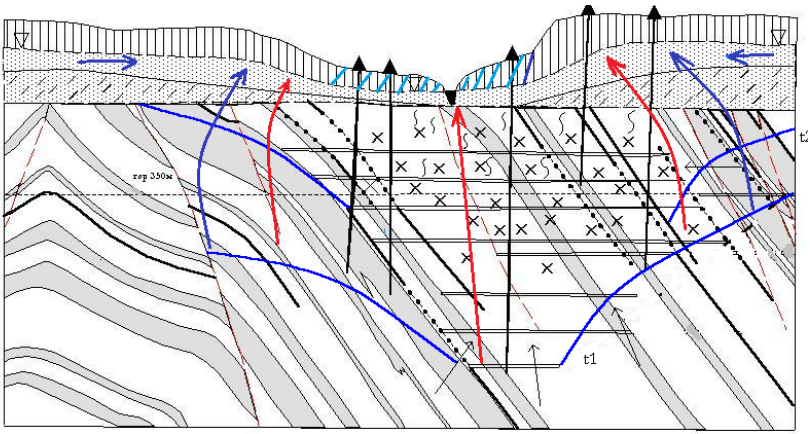


Рис.1. Схема “мокрої консервації” шахт на основі їх автореабілітаційного затоплення

Виконані в ІТГІП дослідження (Яковлєв Є.О, Рогожін О.Г., Анпілова Є.С., Трофимчук О.М. та ін., 2016-2020 рр.) засвідчили, що провідним фактором формування екологічних параметрів природно-техногенної геосистеми (ПТГС) Донбасу “шахтний комплекс-НПС” на стадії ПМ є автореабілітаційний підйом рівнів підземних вод і

формування в зоні впливу шахтного водовідливу складної техногенної геофільтраційної системи (ТГФС), в межах якої переважають наступні процеси:

- затоплення гірничих виробок і прилеглого масиву порід з підйомом рівнів підземних вод і просторово-часовим скороченням їх депресії;
- додаткове зрушення та просідання порід;
- формування нових шляхів планово-висхідної міграції вибухонебезпечних та токсичних газів (метан, радон та ін.), в тому числі у бік діючих шахт, прилягаючих поселень, тектонічних зон та понижень рельєфу;
- розосередження міграції мінералізованих вод глибоких горизонтів в межах шахтних полів з їх наступним надходженням у місцевий підземний і поверхневий стік.

В цілому процес підйому рівня підземних вод при затопленні окремої шахти задовільно описується авторським рівнянням наступного виду [1]:

$$lg\frac{S_0}{S_t} = \mathrm{f}(t)$$

де S_0, S_t- відповідно, початкове і поточне на час t зниження рівня у стволі шахти, що затоплюється.

Наведене рівняння апроксимується у вигляді лінійної залежності і тому, як показали виконані дослідження, може бути використане для експресного графо-аналітичного прогнозу часу затоплення шахти (рис. 2)

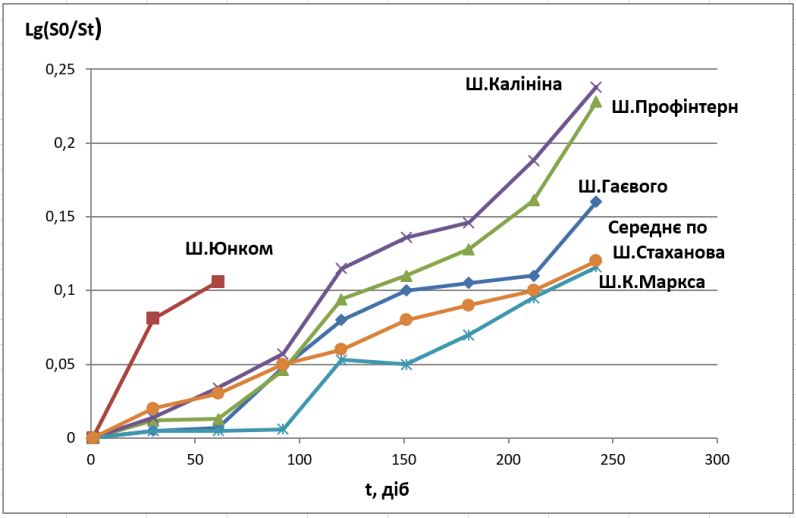


Рис.2. Напівлогарифмічна залежність швидкості підйому рівнів підземних вод при затопленні шахт Центрального району Донбасу

При вільному підйомі рівня підземних вод часовий градієнт відносної швидкості підйому рівнів залежності $lg\frac{S_0}{S_t} = \mathrm{f}(t)$ буде дорівнювати

$$I = \frac{\lg\left(\frac{S_0}{S_2}\right) - \lg\left(\frac{S_0}{S_1}\right)}{t_2 - t_1} = \text{const}$$

де S_0, S_1, S_2 – початкове та поточні значення знижень рівнів у шахтах, відповідно на час t_0 (початок затоплення).

За наведеною залежністю (рис. 2) для умов ш. Калініна I≈0.001, для шахт Стаханова I≈0.0005.

Тоді час прогнозного підйому рівнів $T_{пр}$ до екологічно небезпечних глибин $S_{пр} \approx 0.01S_0$ (5-10м від поверхні) та $S_{пр} = 0.001$ (S ≈ 1.0м або близько середньо-річних коливань рівня у природному режимі) буде дорівнювати:

$$\text{Тпр} = \left[\frac{\lg\left(\frac{S_0}{S_{\text{пр}}}\right) - \lg\left(\frac{S_0}{S_2}\right)}{I}\right] + t_2$$

Прогноз часу затоплення шахт.

$T_{пр}$ = 8-16 років для Стахановської та $T_{пр}$ = 6-11 років для Центрально-Донбаської груп шахт.

При "поршневому" висхідному підпорі грунтових вод або "верховодки" поверхнею шахтних вод (товщина шару $h_{гр}$ =50÷100м, (S_0/ $h_{гр}$)≈ 0.1) час активізації процесів підтоплення, затоплення та деформації земної поверхні може скоротитися у 1.5-2 рази, що вимагає прискореного формування моніторингу рівнів підземних вод у шахтах усіх вугледобувних районів Донбасу.

Виконана апробація отриманих залежностей по різним угрупуванням вгільних шахт Донбасу, які затоплюються на підконтрольній і непідконтрольній територіях, засвідчили достатню сходимість отриманих даних (відхилення 5-20%), що можна вважати вірогідним для експресних прогнозів еколого-гідрогеологічних умов та обгрунтування захісних заходів на прилеглих територіях.

Список використаних джерел

1. Яковлєв Є.О. Теоретичні основи оцінки часу затоплення шахт і кар'єрів."Мінеральні ресурси України", №2, 2010, с.35-39.

Дослідження та оцінка стану земельних ресурсів з використанням сучасних інформаційних технологій

Триснюк В.М., Голован Ю.В., Охарєв В.О., Шумейко В.О., Триснюк Т.В., Цуріка Л.Ю.

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

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

недостатнього контролю щодо використання земель за призначенням та ведення господарської діяльності, а також відсутність дієвої стратегії відновлення пошкоджених земель та підвищення родючості ґрунтів. Нинішня ситуація зі станом ґрунтів та перспектива зняття мораторію на продаж землі сільськогосподарського призначення, зумовлюють необхідність якісних змін, насамперед, створення ефективної технології моніторингу використання земель за призначенням. В екологічних дослідженнях особливу роль відіграє принцип системності, який орієнтує на дослідження цілісних явищ у їхній єдності та внутрішній динаміці. У системі моніторингу земель проводиться збирання, оброблення, передавання, збереження та аналіз інформації про стан земель, прогнозування їх змін і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам стану земель та дотримання вимог екологічної безпеки. Розташування геоекологічних полігонів для відбору проб на різні види аналізів здійснювалось більш-менш рівномірно. (Рис.1.)

Рисунок 1. Точки відбори проб грунтів Тернопільської області

Після аналізів проб на вміст головних забруднювачів (важких металів та ін.) отримуємо конкретні показники, що формуються у базу даних (табл. 1). З огляду на це мережу геоекологічних полігонів

потрібно визначати таким чином, щоб були охоплені всі різновиди ґрунтів точками відбору проб залежно від масштабу карти.

У наших дослідженнях цей показник становить - 48.

Основним визначальним чинником для «прив'язки» полігону до тої чи іншої точки на карті і місцевості була наявність різнопорядкових ландшафтних одиниць, які залежали від типів ґрунтів, рельєфу, літогенної основи, поверхневих водотоків і контурів ґрунтових вод. Аналіз отриманих нами результатів показав, що досліджувана територія Тернопільської області в цілому забруднена слабо, або майже не забруднена, за винятком окремих аномальних точок.

Таблиця 1. Порівняння середніх вмістів хімічних елементів і речовин у різновидах ґрунтів з фоновими вмістами у ґрунтах досліджуваної області

Назва ґрунту	Кількість точок	Кількість точок 2/3	Елементи і речовини						
			As	Cd	Pb	Cu	Zn	V	Нафто-продукти
			фонові вмісти в ґрунтах, мг/кг						
			0,0047	0,014	0,44	0,063	13,4	0,94	0,012
			середні вмісти в різновидах ґрунтів						
Сірі-опідзолені	17	11	0,493	0,0717	0,5636	0,1527	6,772	0,636	0,618181818
Темно-сірі опідзолені	37	25	0,0218	0,0676	1,62	0,2344	17,56	4,196	0,048
Чорноземи опідзолені	19	13	0,1526	0,0506	0,2615	0,2238	7,030	0,923	0,469230769
Темно-сірі і сірі опідзолені оголені	28	19	0,0046	0,0004	0,2615	0,0715	12,09	2	0,273684211
Чорноземи опідзолені оголені	12	8	0,1063	0,0138	2,275	0,3712	12,02	4,775	0,0625

Так, по розповсюдженню арсену (миш’яку) As в ґрунтах виявлено дві аномальні зони Лановецького та Козівського районів, де фон (0,0047 мг/кг) перевищено в 2 рази (0,014), але це значно нижче кларка (1,7) і в сотні разів нижче ГДК (20). Тобто нічого небезпечного немає: виявлений розподіл лише попереджає, що забруднення накопичуються від певних промислових об’єктів, можливо Бурштинської ТЕЦ. Те ж саме можна сказати і про розподіл кадмію Cd: фон (0,014 мг/кг) і аномалії (0,042) значно нижче від кларку (0,13) і ГДК прослідковується в ґрунтах всієї території, а це слід внесення в грунти мінеральних добрив та засобів захисту рослин.

Розподіл плюмбуму Pb в ґрунтах більш складний, але закономірність та ж, аномалії в основному на правобережжі і приурочені вони до населених пунктів Теребовлянського, Бучацького та Кременецького районів і автомобільних доріг Кременець -Чернівці.

Приблизно таку ж картину розподілу показують і інші речовини: купрум Cu має кілька точок з перевищенням ГДК (Заліщицький район); цинк Zn перевищує ГДК (23 мг/кг) і фон (13,4), але це значно нижче аномальних (40,2) і кларкових (83) значень, тому це поки що не загрожує природі і людям, але попереджає про тенденцію зростання сполук цинку в ландшафтах; ванадій V показує тенденції попередніх елементів – річкові долини та водойми чисті; нафтопродукти мають ті ж самі закономірності регіонального розподілу з перевищенням ГДК вказуючи на залишки пестицидів.

Важливим геохімічним показником для ґрунтів є середній вміст хімічних елементів у різновидах ґрунтів. Вдалося порівняти середні вмісти у різновидах з фоновими для ґрунтового покриву в цілому лише для п’яти різновидів.

Враховуючи представлені нами матеріали, землекористувачі можуть визначити, на яких ділянках ґрунтового покриву можна вирощувати екологічно чисту сільськогосподарську продукцію. Для отримання відповідного сертифіката необхідно скласти плани своїх земельних ділянок і сумістити їх з картами. Таку роботу можна виконати в індивідуальному порядку для кожного землекористувача.

Особливості дослідження природохоронних систем методами ДЗЗ

Триснюк Т.В., Зотова Л.В.
Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ

У загальному випадку існує два методи отримання вихідної інформації про складові геоекологічного стану природоохоронних систем: контактний та дистанційний. Перший метод — це спостереження in situ, коли вимірювальний пристрій вводиться безпосередньо в об'єкт або торкається поверхні об'єкта. Основні недоліки цього методу – велика трудомісткість і вартість, а також неможливість оперативного отримання і оновлення даних. Тому в теперішній час загальновизнано, що найефективнішим шляхом до вивчення великих за розмірами геоекотехнічних систем, є

дистанційний підхід, що базується на використанні матеріалів супутникових зйомок. При цьому об‘єктом дослідження є дистанційний образ геоекотехнічних систем, який складається з комплексу аерокосмічних матеріалів, які об'єктивно передають візуальний облік об'єкта дослідження і залежать від часу, параметрів та якості зйомки. Від дистанційного образу геоекотехнічних систем можливий перехід до картографічної моделі – серії тематичних, аналітичних та синтетичних карт, складених на основі аерокосмічних знімків, які відображають стан та якість природних ресурсів території, що вивчається в образно-знаковій формі.

Дистанційний образ природоохоронних систем залежить від переважання специфічних ландшафтних комплексів, які належать до певної системи та визначають її. Доступність урбаністичних ландшафтів для дистанційних спостережень різна і залежить насамперед від виду, якості, часу, масштабу зйомки, тобто від усіх параметрів ДЗЗ. Більшість характеристик ландшафту природоохоронних об єктів – рельєф, рослинність, ґрунти, поверхневі води, явища антропогенної діяльності й техногенні об'єкти – добре відбиваються на аеро- та космічних знімках у різних спектральних діапазонах або на синтезованих зображеннях. Усі вони утворюють зовнішній вигляд ландшафту, його фізіономічні ознаки.

Чергування різних ландшафтних структур і типів природокористування утворюють різні малюнки ландшафтних образів, частіше за зовнішніми фізіономічними ознаками. На регіональному рівні малюнок зображення є індикатором різних типів і видів ландшафтних комплексів у цілому або окремих його складових. Цей рівень дає змогу проводити тематичні районування території (геоморфологічне, біоценотичне, ґрунтів та урожайності, типів природокористування, поширення снігового покриву, зволоженості, розламно-блокової тектоніки тощо). Важливою особливістю космічної зйомки є те, що вона забезпечує реєстрацію у вигляді зображень значних територій, що дає змогу не лише аналізувати просторовий розподіл великої кількості об'єктів, оцінювати їх відносне розміщення, вивчати взаємний вплив об'єктів та навколишнього середовища, а й визначати певні фізичні характеристики.

Науково-методичні засади комплексної екологічної оцінки території та ризиків життєдіяльності

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

До інформаційної системи управління традиційно відносять системи збору, обробки і представлення інформації для прийняття рішень [1]. Проте таке визначення організації роботи з інформацією, характерне для більшості праць з інформаційного менеджменту та теорії обробки даних, як правило, орієнтується на використання статичної інформації [2]. Але при виникненні кризової ситуації, статична інформація вже є неповною, суперечною і несвоєчасною.

Це випливає з самого поняття кризової ситуації, як нестабільної або непередбачуваної. Наприклад, у разі виникнення аварії на потенційно небезпечному або небезпечному підприємстві (техногенна небезпека), темпи змін зовнішнього середовища збільшуються, а ситуації, що виникають, є новими, мінливими і обмеженими у часі до настання нової зміни. У цих умовах прийняття рішень на основі вибору альтернатив є неможливим. Тоді більш актуальним є моделювання ситуації.

Динамічне зростання техногенної небезпеки, пов'язане як з антропогенним, так і з природним впливом на потенційно небезпечні та небезпечні об'єкти, вимагає перегляду підходів до інформаційного менеджменту та коригування алгоритмів дій від вирішення задач локалізації аварії та ліквідації наслідків до алгоритмів попередження аварій. Зараз в практиці проектування систем управління техногенною безпекою виходять з того, що особи, які приймають рішення (ОПР) в разі виникнення аварійної або нестандартної ситуації, повинні виконати деякі роботи з певними функціями без власного бачення ситуації. При цьому системи управління такого плану призначені для прийняття рішень вищої ланки. Рішення керівників середньої ланки і дії окремих виконавців мають різний ступінь адекватності до ситуації та різну персональну відповідальність за наслідки їх рішень. Часто вища ланка управління ігнорує інформацію з нижніх ланок управління. Існують приклади, коли інформація з нижніх рівнів управління блокується при подачі на верхні рівні управління з метою уникнення персональної відповідальності. Тож у разі виникнення техногенної безпеки різні ланки управління сприймають ситуацію по-різному, що у підсумку

призводить до погіршення ситуації і можливості ліквідувати лише наслідки, а не саму причину кризи.

Представлення деяких моделей обробки інформації у сфері управління техногенною безпекою складних систем розкриємо за допомогою наступних задач:

– визначення базових особливостей обробки інформації для потреб управління техногенною та екологічною безпекою;

– аналіз процесу трансформації інформації при її обробці в системах управління;

– представлення моделей обробки інформації, які дозволять забезпечити повноту знань про динамічну систему.

1.Обробки інформації для потреб управління техногенною та екологічною безпекою

Найскладнішим питанням для замовника є виділення базових аспектів, для яких і потрібна система обробки інформації – тобто, представлення переліку типових завдань щодо аналізу відповідності існуючої технології управління реальним потребам управління.

Відсутність чіткої постановки задачі на рівні осіб, що приймають рішення призводить до ситуації, коли при розробці системи саме розробник вимушений самостійно досліджувати предметну галузь. Неповнота інформації про комунікаційні потоки на об’єкті управління, недосконала організаційна структура у сукупності з відсутністю базових моделей управління примушує розробника застосовувати методи нечіткої логіки в умовах невизначеності знань про об’єкт автоматизації. Це у підсумку призводить до унікальності кожної конкретної інформаційної системи, важкості адаптації до існуючих баз даних (або взагалі виникає вимога створення власних баз даних), утрудненості при передачі обробленої інформації стороннім користувачам. Крім того, подібні інформаційні системи пропонують переважно методи роботи з нечіткою інформацією в умовах невизначеності. Управління, яке здійснюється переважно на засадах невизначеності та з опорою на нечітку інформацію, є шляхом до деградації об’єкта управління [3]. Зростання ефективності управління можливе лише на шляху створення системи управління реального часу з повним спектром параметрів моніторингу об’єкта, тобто на шляху наближення до об’єктивного управління.

Відповідно, будуються рівні ієрархії збору, обробки і представлення інформації для прийняття рішень[4-6]:

– об’єктовому рівні;
– локальному рівні міста, району, області чи регіону;
– глобальному рівні (промислова галузь, міністерства, уряд).

Інформація на цих рівнях агрегується за станом на тиждень, місяць, квартал, рік за різними ознаками. Тобто, будь-яка модель моніторингу в зазначеній ситуації працюватиме лише за інформацією минулих періодів. Модель стратегічного планування із забезпечення техногенної та екологічної безпеки потребує визначення уніфікованих процедур для її реалізації в інформаційних технологіях. За умов відсутності уніфікації процедур планування проблемними для автоматизації є функції органів планування. Збір, обробка і представлення інформації в розрізі поставлених задач можуть бути представлені через уніфіковані процедури процесу управління на базі отримання життєздатної інформації. Але підтримання інформації в стані життєздатності неодмінно буде супроводжуватися певними перетвореннями (трансформацією» інформації в процесі її обробки згідно з поставленими задачами вирішення поточної ситуації.

2. Трансформація інформації в процесі обробки

Технологію управління техногенною безпекою в умовах відсутності кризи можна визначити як комплекс організаційних заходів, операцій та прийомів з реалізації завдань об'єкта управління за призначенням. Тобто, це реалізація певного алгоритму із забезпечення виконання функцій об'єкта управління та дотримання параметрів, перевищення яких призводить до виникнення небезпеки.

Технологія кризового управління змінює пріоритети в задачах управління. У разі виникнення кризи починається ліквідація порушень встановлених критеріїв безпеки, перевищення яких і призвело до виникнення кризових явищ. Тобто, на математичному рівні при виконанні завдань обробки інформації для штатного або кризового управління маємо операції над множинами (рис.1). У зв'язку з цим першочерговими завданнями системи моніторингу є:

1) формування банку даних інформації про параметри екологічного середовища та техногенної небезпеки в окремих регіонах;

2) створення логічної моделі для виявлення причинно-наслідкових зв'язків між показниками;

3) створення картографічних моделей територій з обґрунтованою оцінкою впливу небезпечних;

4) формування математичних моделей впливу екологічного середовища (детермінованих біогеохімічних, вірогіднісних);

5) підготовка управлінських рішень і пропозицій щодо поліпшення діяльності органів виконавчої влади та місцевого самоврядування з питань охорони навколишнього природного середовища, техногенної безпеки й охорони здоров'я [6].

Дослідження взаємозв’язків екологічної ситуації та здоров’я населення починалось з відбору й аналізу даних досліджуваної території. Аналіз даних виконувався в кілька послідовних етапів:

1) встановлення причинно-наслідкових зв'язків між досліджуваними ознаками (виявлення факторів та вибір із них тих, які найбільше впливають на результативний показник);

2) формування кореляційно-регресійної моделі (інформаційне забезпечення аналізу, вибір типу та форми зв'язку, формування моделі);

3) оцінка адекватності моделі та за необхідності її уточнення.

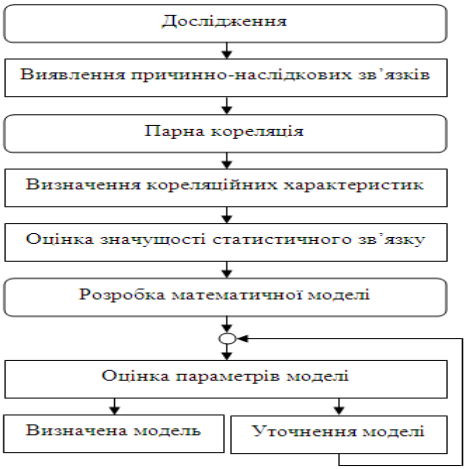


Рис. 1 - Алгоритм дослідження зв’язків

Аналізуючи різноманітні документи техногенно небезпечних об’єктів, можна остаточно зазначити, що кризове управління взагалі не відбивається в проектній документації на об’єкт, положеннях, організаційних директивах, статутах, посадових інструкціях. Замість кризового управління на практиці формуються багато різних заходів безпеки щодо використання ресурсів та технологій функціонування (заходи пожежної безпеки, безпеки праці, руху та ін.). Тобто самі процедури процесу управління більшості техногенно небезпечних об’єктів спрямовані тільки на штатне управління, що при формуванні підходу до управління техногенною безпекою, як складною системою, яка охоплює собою багато різних небезпечних об’єктів, призводить до виникнення умов невизначеності. І це стає основною характеристикою такої системи.

Будь-яка інформаційна технологія для управління в описаній ситуації не приведе до якісних показників покращання управління, якщо процедури управління як за умов кризи, так і за умов її відсутності не будуть представляти собою єдину життєздатну систему, націлену на постійний моніторинг інформації та її трансформацію відповідно до розвитку подій.

Наведена модель побудови системи управління для будь-якого класу складних об'єктів з врахуванням критеріїв впливу та погрішності при трансформації інформації управління є загальною, такою, що визначає діалектику розвитку системи управління в динаміці. Головна перевага такої моделі – вона дозволяє врахувати ті чинники, які неодмінно проявлять себе при трансформації інформації в процесі її обробки і вплинуть на кінцеве рішення ОПР. Неповна, суперечна і застаріла інформація з доданком погрішності, яка неодмінно виникає в процесі обробки інформації, в підсумку не дасть вирішити управлінську проблему

Список використаних джерел

1. Триснюк В. М. Екологічна безпека техноприродних геосистем регіону / В. М. Триснюк, О. М. Трофимчук, Т. В. Триснюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту: збірник наукових праць, 2015 р. – Вип. 5 (122). – С.30-34.
2. 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.
3. Trysnyuk, V.M , Okhariev, V.O., Trysnyuk, T.V., Zorina, O.V., Kurylo, A.V., Golovan, Y.V., Smetanin, K.V., Radlowska, K.O. (2019). Improving the algorithm of satellite images landscape interpretation. 18th International Conference Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects, Extended Abstracts
4. Trofymchuk, O., Okhariev, V., Trysnyuk, V. [2019] Environmental security management of geosystems. 18th International Conference Geoinformatics — Theoretical and Applied Aspects, Extended Abstracts.
5. Волошин О.Ф. Моделі та методи прийняття рішень : навч. Посіб. / О.Ф. Волошин, С.О. Мащенко. – 2-ге вид., перероб. та допов. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. – 336 с.
6. Алгоритм оброблення інформації про радіоактивне забруднення місцевості з використанням даних ДЗЗ та ГІС. / В.М. Триснюк, А.А. Нікітін В.О. Шумейко // Системи управління, навігації та зв'язку. Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. Полтава. Випуск 6 (46) 2017р. – С. 102-110.

Основні шляхи антропогенного впливу на довкілля

Войціцький В.М., Хижняк С.В., Велинська А.О., Конопольський О.П.
Національний університет біоресурсів і природокористу-вання України, VladimirV@ukr.net

Антропогенний (грецьк. *anthropos* – людина та *genos* – народження), тобто спричинений людиною, вплив на екосистеми є зараз головним чинником негативної дії на біоту, в тому числі здоров'я людини [1]. Цей вплив підрозділяється на ряд категорій, основні з яких [2, доповненням]: 1) Зміна ландшафтів та цілісності природних комплексів внаслідок вилучення природних ресурсів. 2) Забруднення довкілля (атмосфери, літосфери, гідросфери і живого світу) – будь-яке внесення до тієї чи іншої екологічної системи невластивих їй живих чи неживих компонентів або структурних змін, що переривають кругообіг речовин, їх асиміляцію, потік енергії, наслідком чого стає руйнування або зниження продуктивності екосистем [3].

Забруднення бувають природними (результати як виверження вулканів, так і наслідки смерчів, ураганів, повеней, селевих потоків, злив тощо) і антропогенні (виникають в результаті господарської діяльності людини). До антропогенного впливу відносяться 1) викиди і скиди різноманітних галузей промисловості (металургійної, хімічної, нафтохімічної, електротехнічної, радіотехнічної, целюлозо-паперової та ін.); 2) при виробництві енергії – продукти спалювання вугілля, торфу, нафти, газу, горючих сланців; 3) скиди стічних, шахтно-кар'єрних і колекторно-дренажних вод; 4) викиди продуктів згорання бензину і дизпалива, сажа, продукти зносу шин і гальмівних колодок тощо; 5) викиди комунальних котелень, побутове і будівельне сміття, каналізаційні стоки та ін.; 6) засоби хімічного захисту рослин та знищення ектопаразитів, стимулятори росту рослин, стоки ферм та відгодівельних комплексів, мінеральні добрива, особливо фосфатні, що містять домішки важких металів, і нітратні, а також генетично-модифіковані рослини, що створені методами генетичної інженерії; 7) різноманітні лікарські препарати, мікробіологічне і вірусне забруднення, що пов'язано з масовим розмноженням їх чинників на антропогенних субстратах або середовищах, які змінені в ході господарської діяльності людини та ін.; 8) біологічні забрудники – привнесені чужорідні та шкідливі для довкілля живі організми, продукти їх життєдіяльності, мертві організми та продукти їх гниття, смітні заносні організм та ін.; 9) забрудники військово-промислового

комплексу – виробництво, випробування і зберігання різноманітних видів зброї, ракетно-космічної техніки, різноманітні паливно-мастильні та інші матеріали, глобальне руйнування довкілля як наслідок війни та ін.; 10) зміна фізичних параметрів довкілля, насамперед стосується різноманітних випромінювань: теплове (зміна теплового режиму довкілля), електромагнітне (забруднення біосфери радіохвилями), світлове (порушення природної освітленості довкілля), акустичне (внесення акустичних, а саме інфразвукових, ультразвукових і гіперзвукових коливань), радіоактивне (перевищення радіоактивного фону); 11) забруднення, які пов'язані зі зміною екологічної ситуації – регіональне або локальне погіршення стану довкілля, яке є загрозливим і невиправданим; це, зокрема, аварії на екологічно небезпечних підприємствах; 12) фізико-хімічне (змішане) забруднення атмосфери дрібнодисперсними рідкими і твердими речовинами, прикладом чого є промисловий смог – густий туман, який змішаний з димом, кіптявою тощо; 13) геологічні втручання – стимулювання під впливом діяльності людини таких геологічних процесів, як просідання земної поверхні, підтоплення або осушення територій, утворення обвалів тощо; 14) візуальне забруднення – псування природних пейзажів спорудами, звалищами сміття і тому подібне. Наведені тільки основні види забруднень довкілля, які розділяються на цілий ряд груп і підгруп.

1. Матеріально-енергетичні впливи – механічні, фізичні (теплові, електромагнітні, радіаційні, світлові, акустичні), хімічні, біологічні чинники і агенти, різні їх сполучення.

2. Категорії за об'єктами впливу – природні ландшафтні комплекси, поверхня Землі, грунт, надра, рослинний і тваринний світ, водні об'єкти, атмосфера та ін.

3. Кількісні характеристики впливу – сила впливу, ступінь його небезпеки (інтенсивність чинників і ефектів), пороговість, допустимість по екологічним і санітарно-гігієнічним критеріям, ступінь ризику та ін.

4. Часові параметри і різниця впливу за характером змін, які настають – короткочасні і тривалі, стійкі і нестійкі, прямі і опосередковані, мають виражений або потайний ефект, зворотні або незворотні, побічні або чи ні та ін.

5. Навмисні зміни – освоєння земель під посіви або багаторічні насадження, спорудження водосховищ, каналів і зрошувальних систем, забудова територій, будівництво шляхів сполучення, спорудження шахт, котлованів і буріння свердловин для добування корисних копалин, осушення боліт та ін.

6. Ненавмисні зміни – кліматичні негоди, порушення газового складу атмосфери, кислотні дощі, утворення фотохімічних туманів

(смогів), порушення озонового шару, розвиток ерозійних процесів, наступ пустель, збіднення видового різноманіття, глобальні екологічні катастрофи (за наслідками типу аварії на Чорнобильській і "Фукусіма-1" АЕС) та ін.

Нераціональне природокористування є причиною екологічних криз і катастроф [4]. Екологічна криза – це різкий, стрімкий перелом, тяжкий перехідний стан зміни рівноважного стану природних комплексів (об'єктів), а катастрофа – несподіване лихо, подія, що спричиняє важкі наслідки для стану довкілля [2].

Людина виступає при екологічних кризах і за антропогенно-спричинених катастрофах (наприклад, аваріях на Чорнобильській та "Фукусіма-1" АЕС) як активна сторона їх створення. Але людство вже почало усвідомлювати необхідність захисту довкілля від негативної антропогенної дії на біосферу, відповідальності за збереження як свого оточення, так і всієї біоти Землі.

Список використаних джерел

1. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія, Охорона природи: словник-довідник. – К.: "Знання", 2002. – 550 с.
2. Кутлахмедов Ю.А., Матвеева И.В., Гроза В.А. Надежность биологических систем. Учебное пособие. – К: Фитосоциоцентр, 2018. – 352 с.
3. Жирнов В.В., Савченко Д.А. Біоконверсія відходів. Частина І: піручник. – К: ДДП "Експо-Друк" 2017. – 302 с.
4. Степановских А.С. Прикладная экология. Охрана окружающей среды. – М.: "Юнпити-дана", 2003. – 352 с.

Інформаційні конструкції як основа інформаційної підтримки геопросторового аналізу

***В.О. Подліпаєв**, кандидат технічних наук*
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору,
pva_hvu@ukr.net

Результатом обробки інформації за відповідним запитом та обмеженнями є формування територіально-тематичного часового інформаційного кубу (ТТЧІК) (рис. 1).

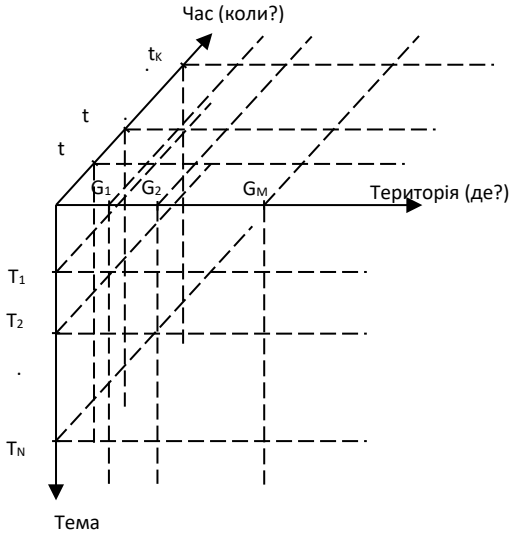


Рис. 1. Територіально-тематичний часовий інформаційний куб

Він представляє собою зростаючу сукупність систематизованих інформаційних одиниць (ІО).

ІО вважається контекст або позначка (знак) з прив'язаним до неї контекстом, які описують одну подію (факт).

Питання "що?", "де?", "коли?"є координатами ІО в ТТЧІК, за якими систематизуються ІО у сукупність.

ІО можуть бути різної щільності, яка залежить від детальності (кроку) координатної вісі на певному напряму. Показник щільності ІО використовується при визначені такого критерію прийняття рішення, як повнота інформації.

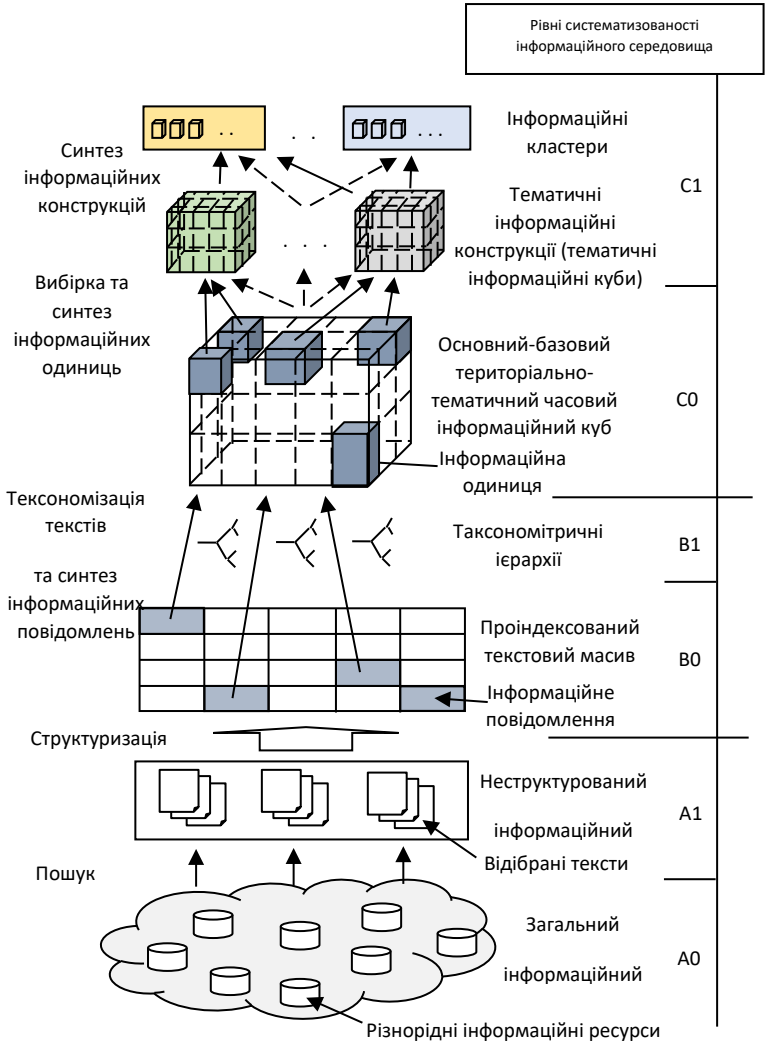


Рис. 2 Алгоритм формування інформаційного середовища

Достовірність же інформації можливо підвисити шляхом одночасної таксономізації за напрямами (територія, тема, час), що

забезпечує максимальну ідентифікацію ІО, надійність результатів обробки та процесу прийняття рішення у цілому.

ТТЧІК забезпечує експерту-аналітику будь-якої спрямованості максимально повну, оперативну та надійну інформаційну підтримку.

Формування певних інформаційних конструкцій (кейсів, капсул, кубів, призм тощо) знань, які або часто використаються, або є сталими (тимчасово сталими) дозволяє підвищувати в системі так звану потенційну оперативність. Експерту-аналітику не треба звертатися до основного-базового ТТЧІК або заново формувати свій ТТЧІК під свій запит. Достатньо використати вже сформовану інформаційну конструкцію.

Тематичні інформаційні конструкції – це результат синтезу відібраних ІО.

Ці інформаційні конструкції також можуть синтезуватися. У результаті чого експерт-аналітик отримує кластери певних областей знань (інформаційні кластери) або інформаційні моделі ситуації.

Експерт-аналітик при ведені геопросторового аналізу використовує алгоритми територіального, тематичного і часового синтезу даних.

Для забезпечення як можна кращого показника відклику система має багаторівневу структуру побудови інформаційного середовища (рис. 2).

Використання єдиних для всіх основного-базового ТТЧІК і форматів оброблення та представлення даних забезпечує можливість швидкого пошуку та обміну даними.

Інформаційно-аналітичне забезпечення прийняття рішень у сфері надзвичайних ситуацій та цивільного захисту

Нестеренко О.В., Нетесін І.Є., Поліщук В.Б.
Український науковий центр розвитку інформаційних технологій,
info@rit.org.ua

Питання, пов’язані із захистом населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій, зокрема щодо оцінки їх впливу на громадське здоров’я, знаходяться в зоні постійної уваги держави, як того вимагають міжнародні документи, ратифіковані Україною. Разом із тим результати існуючих в країні досліджень, які проводяться різними структурами

стосовно техногенно-екологічної безпеки, запобігання і реагування на надзвичайні ситуації, наприклад, щодо оцінки забруднення атмосферного повітря викидами промислових підприємств та автотранспортом, носять фрагментарний, розрізнений характер і не дають змоги відобразити цілісну картину ситуації в умовах підвищеного еколого-гігієнічного ризику. Водночас, існуючі приклади успішного вирішення цих питань на локальному й регіональному рівнях суттєво відрізняються, зокрема на рівні показників, що використовуються для оцінювання забруднення, на термінологічному рівні, що може створити проблеми під час формування Єдиної державної системи цивільного захисту, передбаченої Кодексом цивільного захисту України.

Виходячи з цього потребують розроблення науково обґрунтовані рекомендації та програмно-технічні засоби для оцінки та характеристики стану цивільної безпеки у цій сфері, інформування населення та прийняття управлінських рішень на основі інтегральних індикаторів.

Одним із шляхів вирішення вказаних проблеми є створення типової системи інформаційно-аналітичного забезпечення (СІАЗ) територіального управління цивільного захисту, що має забезпечити збирання, обробку, збереження та аналіз інформації щодо характеристик джерел загроз та стану довкілля. Ця СІАЗ має забезпечити автоматизацію збору даних зі стаціонарних пунктів спостережень та мобільних медико-екологічних лабораторій, створення сховища даних, наповнення його визначеними даними щодо об’єктів паспортизації, аналітичну обробку даних з метою визначення перевищення порогів небезпеки та можливого впливу на здоров’я та життєдіяльність населення, візуальне представлення аналітичних даних на панелях індикаторів для підтримки прийняття рішень у режимі ситуаційної кімнати, передачу необхідних даних до територіального державного органу управління та до відповідних центральних органів. Архітектуру СІАЗ представлено на рисунку.

Основою аналізу даних має бути формалізований опис оцінювання стану забруднення довкілля та його впливу на здоров’я та життєдіяльність населення з використанням показників загальної характеристики джерел забруднення, експозицій (концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі) та величин ризику для здоров’я населення, що формується на базі онтологічного підходу та багатовимірної моделі даних.

Для вибору альтернатив визначення заходів з реагування на критичні ситуації доцільним є застосування методик експертного

оцінювання. Передача даних зі стаціонарних пунктів спостережень та мобільної медико-екологічної лабораторії в режимі он-лайн реалізується на основі технології Інтернету речей (IoT).

Рисунок 1. Архітектура СІАЗ територіального управління цивільного захисту

Важливим елементом системи є дизайн та сценарії візуального відображення ключових показників оцінювання стану забруднення згідно з напрацьованими моделями на панелі індикаторів ситуаційної кімнати, зокрема з відображенням просторових даних з використанням геоінформаційної системи. Для громадськості інформація також відображається на спеціальному веб-сайті.

Таким чином СІАЗ як складова ресурсного забезпечення суб'єктів моніторингу надзвичайних ситуацій сучасними інформаційними технологіями дозволить адекватно визначати небезпеку забруднення навколишнього середовища, кількісно оцінювати його вплив на здоров'я населення та розробляти рекомендації щодо заходів зниження еколого-гігієнічних ризиків, що сприятиме зниженню ризиків смертності і захворюваності населення та зменшенню пов'язаних з цим соціально-економічних збитків і інших непрямих втрат.

Трансдисциплінарна аналітична система підтримки екологічних досліджень

Миронцов М.Л., Охарєв В.О., Житніцький Б.В.
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України,
myrontsov@ukr.net, okhariev.vo@gmail.com

Високий рівень техногенного забруднення в Україні зумовлений здебільшого нераціональним характером природокористування та недосконалістю системи управління екологічною безпекою. Вдосконалення системи управління потребує ефективних засобів збору, аналізу і відображення інформації про поточну екологічну ситуацію. Створення системи, що надаватиме такі засоби, дозволить значно збільшити ефективність проведення екологічних досліджень.

Саме тому робота присвячена створенню інформаційно-аналітичної системи підтримки екологічних досліджень на основі розробленого та реалізованого у програмному виді алгоритму аналізу коефіцієнтів динамічної кореляції багатопараметричних систем [1, 2].

Один із способів опису стану будь-якої моделі – визначення значень деяких параметрів, що описують її миттєвий стан. Однак для дослідження динаміки стану системи необхідно досліджувати не тільки миттєві значення цих параметрів, але і динамічні закони, що описують їх зміни. Так стан математичного маятника (період коливання не залежить від маси матеріальної точки і амплітуди коливань) можна описувати висотою відхилення матеріальної точки від точки рівноваги і напрямком руху. Однак ці дві величини не міститимуть інформацію про динаміку подальшої поведінки системи чи якісної зміни її стану, в наслідок зміни зовнішні вплив (умов задачі: сили тяжіння, умови нерозтяжнсті нитки).

Існує безліч систем, якісна зміна стану яких може призвести до значних негативних наслідків. Наприклад, постійно спостережувані кількісні зміни коливань земної кори можуть набувати якісно іншої форми і призводити до необоротних наслідків – землетрусів (людські жертви, руйнування інфраструктури тощо). І якщо сейсмічна активність в більшій чи меншій мірі присутня завжди, то виявлення тренду, який призведе або може призвести до «сейсмічної події» або так званого «розвантаження» є першочерговим завданням.

Спробуємо досліджувати не взаємні співвідношення між миттєвими значеннями параметрів, що описують систему, а динаміку

зміни їх взаємного зв'язку (вважаючи, що за зміною ступеня взаємної зв'язку стоїть певний динамічний процес, а не миттєва кон'юнктура). Кількісну міру ступеня взаємного зв'язку введемо за аналогією з коефіцієнтом кореляції Пірсона (КП), що розраховується для декількох функцій і для обмеженого «вікна» спостереження: А саме величину (1):

$$DC_m^l(X_1, X_2, \dots X_n) = \frac{\sum_{j=m-l}^{m} \prod_{i=1}^{n} \left(x_i^j - \sum_{k=m-l}^{m} x_i^k\right)}{\sqrt[2]{\prod_{i=1}^{n} \sum_{j=m-l}^{m} \left(x_i^j - \sum_{k=m-l}^{m} x_i^k\right)^2}}, \quad (1)$$

де X_i – досліджувані функції, x_i^j – їх миттєві значення у j-й момент спостереження, будемо називати КДК. Визначений в такий спосіб ДК DC_m^l на кожному інтервалі від 1-го до m-го спостереження для двох функцій буде КП цього інтервалу. Будемо досліджувати DC_m^l, як функцію моменту спостереження m та ширини «вікна» спостереження (ШВС) l [1-3].

Але для використання такого методу виникає проблема збору та збереження статистичних даних.

На основі викладеного можна дійти наступного висновку: засоби технології алгоритму аналізу коефіцієнтів динамічної кореляції багатопараметричних систем забезпечують високу ефективність оцінювання екологічної ситуації.

Отже, головним результатом роботи стала розробка алгоритму та реалізація відповідного програмного забезпечення дослідження багато параметричних екосистем. На наступному етапі виконання роботи планується створення інформаційно-аналітичної системи підтримки екологічних досліджень на основі створеного програмного забезпечення, яку планується впроваджувати в широку практику дослідження екосистем. Запропонований алгоритм роботи такої системи наведено на рис. 1.

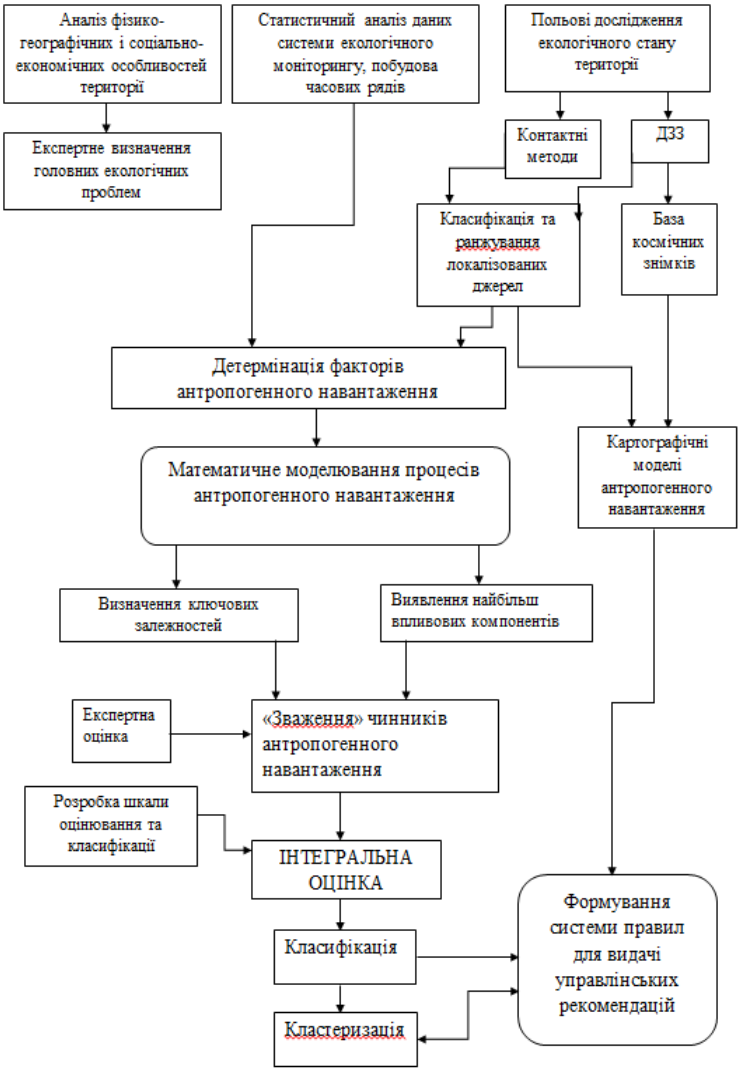


Рис. 1. Алгоритм роботи інформаційно-аналітичної системи підтримки екологічних досліджень

Список використаних джерел

1. Миронцов М.Л. Аналіз довгострокових біржевих трендів кореляційними методами // Математичне моделювання в економіці. – 2015. – Vol.3. – С. 86-90.
2. Information Technology in Environmental Monitoring for Territorial System Ecological Assessment / O. Trofymchuk, D. Kreta, M. Myrontsov, V. Okhariev, V. Shumeiko, S. Zagorodnia // Journal of Environmental Science and Engineering A1. – 2015. – Vol. 4, № 2. – P. 79 – 84. DOI:10.17265/2162-5298/2015.02.003.
3. Environmental security management of geosystems / Trofymchuk, O.M., Okhariev, V., Trysnyuk, V. // 18th International Conference "Geoinformatics 2019: Theoretical and Applied Aspects" https://www.earthdoc.org/content/papers/10.3997/2214-4609.201902083

Візуалізація авіаційних транспортних потоків

Мельник А.П.
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є.Жуковського «ХАІ», alinamelnik551998@gmail.com

Повітряний транспорт є вкрай важливим для розвитку та функціонування економіки країн. Кризи, військові конфлікти, пандемії, локальні спади не перешкода для сталого розвитку авіаційної галузі. Розвиток даної галузі допомагає оздоровити економіку країн і вивести з посткризового стану.

Авіаційний транспорт найбільш розвиваюча галузь і в залежності від платоспроможного попиту, доходів авіакомпаній, візового режиму, активності національних авіакомпаній відбувається завантаження авіапромисловості підприємств країни. Тенденція розвитку галузі відображає потребу в 44 040 нових літаках вартістю $ 6,8 трлн у найближчі 20 років.

Пасажиропотік до 2019 року постійно збільшувався, що сприяло до збільшення трафіку, завантажених аеропортів, отримання замовлень на нові літаки (Рис.1).

Рис. 1 – Відображення авіаційних транспортних потоків у картографічному сервісі Flightradar24

Згідно з прогнозу IATA до 2035 році кількість пасажирів подвоїть сьогоднішню цифру в 3,8 мільярда.

Збільшення трафіку авіаперельотів також знаменує необхідність в візуалізації авіаційних транспортних потоків, з метою представлення інформації про авіаперельоти більш наочним образом, доступніше і привабливіше.

На даний момент відсутня цілісна структура представлення методів візуалізації, тому існує необхідність в аналізі, визначенні та структуризації видів візуалізації і зокрема на прикладі авіаційних транспортних потоків, подання їх в загальній формі з використанням ГІС- технологій.

Топологічні правила та особливості створення електронних топографічних векторних карт масштабу 1:500000

Гребень О.С.
Національний аерокосмічний університет ім.Жуковського,
a.greben@khai.edu

Похибка топографічних об’єктів для населених пунктів (н.п.) в плановому положенні топографічних карт масштабу 1:50000 не має перевищувати 0,5 мм в масштабі карти (25 м – на місцевості), в гірських районах — 0,75 мм в масштабі карти (37,5 м – на місцевості).

Магістральні вулиці - це широкі вулиці які з'єднують наскрізні проїзди через населений пункт, наявність та тип покриття на вулиці значення не має. При цьому в'їзд і виїзд в/із н.п. повинен відноситись до одного з типів доріг: автомагістралі, автомобільної дороги з удосконаленим покриттям, автомобільної дороги з покриттям, автомобільної дороги без покриття. Якщо в'їзд або виїзд в/із н.п. є путівцем чи польовою/лісовою дорогою то вулиця, що їх з'єднує не може вважатись магістральною, на інших вулицях та проїздах наявність та тип покриття значення не мають.

Квартали поділяються на:

- щільно забудовані - квартали або їхні частини, в яких відстань між будівлями переважно не перевищує 50 м. В щільно забудованих кварталах будівлі та окремі двори не відображаються;
- рідко забудовані - квартали або їхні частини, в яких відстань між будівлями переважно перевищує 50 м. Полігон рідко забудованого кварталу цифрується тільки якщо квартал по всьому периметру замкнений вулицями. Якщо рідко забудована територія не замкнена вулицями (напр. на краю н.п.), то рідкозабудовані квартали не цифруються, відображаються тільки будівлі або двори по ситуації без полігону кварталу (при цьому щільно забудовані квартали цифруються незалежно від того чи замкнені вони по периметру вулицями повністю чи ні). В рідко забудованих кварталах будівлі відображаються точково або полінонально по ситуації;
- напівзруйновані - квартали в яких переважна більшість будівель зруйновані, наприклад в ліквідованих населених пунктах Чорнобильської зони.

Під час векторизації кварталів вздовж магістральних вулиць створюється буферна зона шириною 75 м, вулиці вирізаються з кварталів буфером 10 м. Під час векторизації кварталів вздовж інших вулиць створюється буферна зона шириною 65 м, вулиці вирізаються з кварталів буфером 7 м.

За просторовою локалізацією будівлі відображаються точково і полігонально:

- точково - при довжині довшої сторони будівлі менше 60м;
- полігонально - при довжині довшої сторони будівлі більше 60м;

Будівлі векторизуються на територіях промислових, сільськогосподарських підприємств, в рідко забудованих кварталах, будь-які інші будівлі за межами населених пунктів. В щільно забудованих кварталах будівлі не відображаються.

Контур населених пунктів має повторювати конфігурацію кварталів. Включаються в контур населених пунктів, примикаючі до

них, промислові та сільськогосподарські підприємства та об'єкти, в тому числі мультиполігоном. Одному населеному пункту має відповідати один запис в атрибутивній таблиці, тобто, якщо населений пункт дуже розосереджений і його можливо відобразити тільки двома або більше полігонами то полігони потрібно об'єднати.

Похибка об'єктів дорожньої мережі та дорожніх споруд в плановому положенні має складати не більше 0,5 мм в масштабі карти (5 м на місцевості), в гірських районах 0,75 мм в масштабі карти (7,5 м на місцевості). Об'єкти дорожньо-транспортної мережі повинні утворювати цілісну лінійно-вузлову мережу. Дороги не розриваються через мости, греблі тощо.

Похибка промислових об'єктів в плановому положенні має складати не більше 0,5 мм в масштабі карти (25 м – на місцевості), в гірських районах 0,75 мм в масштабі карти (37,5 м – на місцевості).

Якщо на місцевості проходить декілька ЛЕП дозволяється їх об'єднувати одним умовним знаком, якщо відстань між ними становить менше, ніж 0,8 мм в масштабі карти (40 м – на місцевості). Через населені пункти ЛЕП не проводяться, а доводяться до кварталів.

Похибка об'єктів гідрографії та гідротехнічних споруд в плановому положенні має складати не більше 0,5 мм в масштабі карти (що на місцевості складає — 25 м), в гірських районах 0,75 мм в масштабі карти (37,5 м – на місцевості). Направлення геометрії усіх об'єктів лінійної гідрографії, має бути від витоку до гирла (співпадати з напрямом течії). Полігональним дається об'єкт, якщо ширина русла річки або іншого водотоку складає більше 30 м, в іншому випадку використовується лінійна форма подання об'єктів. У ділянках з'єднання полігональних об'єктів основного русла та приток об'єкти необхідно розділити по віртуальній лінії, що розділяє гирло притоки та основне русло. Через полігональні об'єкти гідрографії, які без стоку, віртуальні лінії водотоку не проводяться.

Горизонталі повинні бути плавними. Перед початком узгодження рельєфу суші з гідрографією горизонталі потрібно згладити та генералізувати, не змінивши при цьому просторове положення об′єктів. Рельєф топологічно узгоджується з гідрографією (русло річки має проходити через тальвег), гідротехнічними спорудами, формами рельєфу, та іншими об'єктами.

Похибка об'єктів рослинного покриву та ґрунтів в плановому положенні має складати не більше 1,0 мм в масштабі карти (50 м – на місцевості). На картах відображаються ділянки лісу та поляни в лісі площею понад 10 мм^2 в масштабі карти (0,025 км^2=25000м^2 – на місцевості). Якщо відстань нечіткого контуру рослинності до чіткого

об'єкту місцевості становить до 25 м, контур укладається топологічно по чіткому контуру.

Моделювання та методи статистичного опрацювання ритмокардіосигналів із підвищеною роздільною здатністю

Лупенко С.А., Зозуля А.М.
Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ

Розробка інформаційно-вимірювальних та діагностичних медичних систем, зокрема, у сфері кардіології, без сумніву є важливим напрямом розвитку сучасної науки та технологій, адже серцево-судинні захворювання є одні із найпоширеніших та найнебезпечніших захворювань людини, а застосування сучасних медичних діагностичних та терапевтичних комп'ютеризованих систем суттєво підвищують ефективність та якість надання кардіологічних послуг населенню. Одним із високоінформативних методів дослідження стану стану серцево-судинної системи, адаптивно-регулятивних можливостей організму пацієнта, а також психологічного стану людини є аналіз серцевого ритму. Особливу ефективність даного кардіологічного методу досягають, шляхом використання сучасних інформаційно-вимірювальних та діагностичних комп'ютеризованих систем, які уможливлюють автоматизацію оцінювання діагностичних ознак та прийняття медичних рішень про ритм серця людини за зареєстрованими кардіосигналами, переважно, електрокардіосигналами. Якість (точність, достовірність, інформативність, швидкодія) функціонування кардіодіагностичних комп'ютеризованих систем дослідження серцевого ритму у значній мірі визначається якістю використовуваного математичного забезпечення (математичні моделі, методи та алгоритми опрацювання даних) у цих інформаційних системах. Серед детермінованих математичних моделей класичного ритмокардіосигналу є лінійна та експоненційна функціональні залежності, параметри яких виступають в ролі діагностичних ознак при експрес-аналізі серцевого ритму пацієнта, що перебуває в стані фізичного навантаження. Більшість методів опрацювання класичного ритмокардіосигналу в рамках стохастичного підходу грунтуються на трьох його ймовірнісних моделях, а саме, застосовуються випадкова величина, випадкова стаціонарна послідовність та періодично

корельована випадкова послідовність. Створений програмний комплекс забезпечує автоматизоване проведення морфологічного аналізу кардіосигналів, який передбачає статистичне опрацювання електрокардіосигналів, нормування їх статистичних оцінок та їх розклад у ряд за базисом Чебишева і прийняття рішення за отриманими морфологічними ознаками. Окрім морфологічного аналізу, модернізований програмний комплекс дає змогу проводити автоматизований аналіз серцевого ритму на основі векторного ритмокардіосигналу, статистичного його опрацювання та спектрального аналізу отриманих статистичних оцінок, що розроблені у другому та третьому розділах дисертації.

Програмний комплекс реалізовано на мові програмування Object Pascal. Модернізація програмного комплексу полягає у його дооснащенні новими блоками, а саме, блоком автоматизованого формування векторного ритмокардіосигналу (ритмокардіосигналу із підвищеною роздільною здатністю), блок статистичного аналізу векторного ритмоакардіосигналу, а також блоком спектрального аналізу статистичних оцінок векторного ритмокардіосигналу. модернізація програмного комплексу полягає у його дооснащенні новими блоками, а саме, блоком автоматизованого формування векторного ритмокардіосигналу (ритмокардіосигналу із підвищеною роздільною здатністю), блок статистичного аналізу векторного ритмоакардіосигналу, а також блоком спектрального аналізу статистичних оцінок векторного ритмокардіосигналу. Математичне забезпечення цих блоків показана на рис.1.

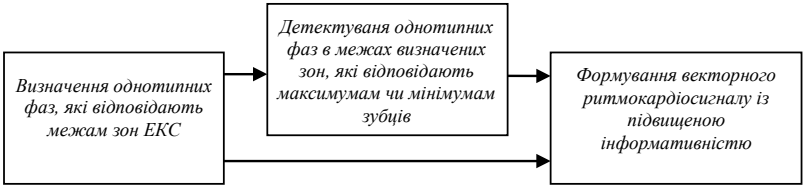


Рис. 1. Структурно-функціональна схема методу формування векторного ритмокардіосигналу із підвищеною роздільною здатністю

Цей блок передбачає автоматичне формування векторного ритмокардіосигналу із електрокардіосигналу згідно із розробленим методом.

Результатами проведення морфоаналізу електрокардіосигналів є статистичні оцінки таких їх ймовірнісних характеристик як початкова

моментна функція першого порядку (математичне сподівання), дисперсія та автокореляційна функція, а також статистичні оцінки ряду сумісних ймовірнісних характеристик сукупності синхронно зареєстрованих кардіосигналів, зокрема, взамокореляційні функції.

Modeling the occurrence of electrical impulses in biological systems

Aznakaev E.G., Melnikov D.E.
National Aviation University, demelnikow@mail.ru

The muscle fibers of the myocardium, which provide the contractile function of the heart, are composed of muscle cells (cardiomyocytes) connected by intercalated discs. The diameter of cardiomyocytes is (10…20) microns, length — (50…120) microns.

Excitability is due to the ability of cardiomyocytes to generate electrical action potentials in response to irritation.

Signals of the nervous system act through the receptors of the myocardium of the ventricles, atria, nodes of the conducting system and smooth muscles of blood vessels. Regulation is carried out by direct and feedback mechanisms. The sensors are baroreceptors

Taking these facts into account, a ferroelectric capacitor was chosen as a physical object for modeling the mechanism of formation of electrical signals of the heart, which provides both nonlinearity and feedback of electrical processes.

Such a model was proposed in the form of the equation of the electric state of the resonator. The solution of the model was carried out by numerical methods, and the calculation results were compared with experimental data.

As a result, a completely satisfactory agreement between the experimental data and the results of computer modeling was achieved, and a synthesis method was proposed for determining the model parameters. We propose a model of the state of a ferroelectric capacitor.

This model is a kind of balance equation for a nonlinear element with losses, provided that the electrical dimensions of the sample are much less than the wavelength of the exciting field. The nonlinearity of the model in its most general form is expressed by the dependence of its parameters on the general reaction — q. The model cannot be solved without establishing the dependence of q on the corresponding determining factors and specifying the law of changes in these factors over time. The effects responsible for the

appearance of additional charge changes are of independent importance. For their manifestation, special conditions must be created.

The experiment showed that the maximum switching current and the inverse of the switching time increase linearly, starting from a certain value of the external voltage, i.e., the value of the field acting on the substance. The linear dependences of the inverse duration of the current pulses and its maximum value i_{max} are explained by the fact that the nucleation of new structures in electric fields occurs so rapidly that the switching time is determined mainly by the time of motion of the boundaries of these structures.

The foregoing allows us to consider the proposed model of a ferroelectric capacitor as a nonlinear inertial element of an electric circuit suitable for describing the process of forming electric cardiac signals. The relative simplicity of the model, a fairly simple way to determine the parameters, the number of which is minimal, allow the proposed model to be used as an apparatus for calculating electrical circuits with nonlinear properties and feedback.

Структуризація інформаційних ресурсів різних стилів у форматі наративного дискурсу

Гайко С. І., Зотова Л. В.
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, svitgai@i.ua

В сучасному глобальному світі виникла необхідність рішення великої кількості складних багатофакторних проблем в різних галузях людської діяльності. В цих умовах активно проявляють себе засоби, що дозволяють застосовувати інформаційні ресурси (ІР) з різних галузей знань, представлені, як правило, природномовними текстами різних стилів. Наративи таких ІР, по суті, є пасивними системами знань, але такими, що відображають конкретні факти та процеси, і це створює умови для їх трансдисциплінарного використання. Тобто, не лише активне використання самих ІР, а ще й реалізація взаємодії безпосередньо між ними [1].

В якості реалізації даного підходу пропонується технологія автоматизованої обробки різностильових документів глобального середовища і представлення їх у формі, придатній для подальшої трансдисциплінарної інтеграції.

Основними етапами обробки є:

– класифікація природномовного тексту – визначення його стилю;

– ідентифікація інформації з тексту згідно визначеного стилю;

– трансдисциплінарна інтеграція інформації, що міститься в різних оброблених текстах.

Для коректної обробки тексту згідно його стилю необхідно мати описи власне існуючих стилів. Природним способом представлення такої класифікації є онтологічний реєстр стилів у вигляді онтології O_S (рис. 1).

Рис. 1 – Онтологічний реєстр стилів

Ефективним інструментом виконання задачі класифікації є зростаюча пірамідальна мережа (ЗПМ).

Онтологія стилів може бути перетворена в ЗПМ. Для цього потрібен проміжний крок – перетворення онтології в таксономію:

$$O_S \xrightarrow{G_T} T_S$$

Таксономія складається з множини об'єктів та множини зв'язків, що містяться в таксономії. Множина об'єктів таксономії складається з об'єктів початкової онтології стилів, а також множини об'єктів, що представляють класифікаційні властивості відповідних стилів. Множина зв'язків таксономії містить взаємозв'язки між об'єктами, що представляють стилі, і об'єктами, що представляють класифікаційні характеристики об'єктів:

Для таксономії T_S можна побудувати таку ЗПМ, яка буде унівалентною до неї:

$$T_S \xrightarrow{G_\psi} \psi_S, T_S \cong \psi_S$$

Для другого етапу, ідентифікації інформації, застосовується метод рекурсивної редукції [2]. Для цього класифікаційні атрибути, що

містяться в онтології O_S слід представити у вигляді активної онтології, яка, в свою чергу, може бути перетворена в набір правил для рекурсивного редуктора. Створена таким чином база правил може бути використана для формування спеціалізованого оператора редукції, призначеного для створення виколотих онтологій.

Третій етап трансдисциплінарної інтеграції інформації [3] вирішується шляхом перетворення отриманої в результаті рекурсивної редукції онтології в ЗПМ. Також додатково для цього ЗПМ необхідно розширити контекстами.

Отже, над усіма об'єктами текстових наративів можна визначити процедури виділення описів фактів і подій у вигляді окремих контекстів. Розбиття наративного тексту на елементи (концепт, клас, контекст) визначає їх здатність до взаємодії, яка називається дискурсом. Дискурс може відображати зв'язність двох і більше наративів.

Таким чином, а) можна виділити певну когнітивну процедуру перетворення первинної структури наративу на онтологію; б) формат наративного дискурсу визначає наявність вербально активних когнітивних процедур оброблення знань, що забезпечують їх систематизацію, а саме: аналіз, структуризацію, класифікацію, критеріалізацію, синтез, тощо.

Список використаних джерел

1. Стрижак О. Є. Таксономічні засади наративного дискурсу // Медична інформатика та інженерія 2020, № 2 (137). – с.137-147. – DOI: https://doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2020.2.11186.
2. Мінцер О. П., Стрижак О.Є., Приходнюк В. В., Шевцова О. М. Трансдисциплінарне представлення інформації за допомогою інтерактивних документів // Медична інформатика та інженерія. 2018, № 1. – с. 47-52.
3. Стрижак О.Є. Онтологические аспекты трансдисциплинарной интеграции информационных ресурсов // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии, 2014. – № 65. с. 211-223.

Application of ontological information system for the selection of anaerobic digestion equipment

Tarasenko R.A., Usenko S.A., Shapovalov Ye.B., Shapovalov V.B.
National Center «Junior Academy of Sciences of Ukraine»,
gws0930191302@gmail.com

Ontology widely used to support various types of information management including information retrieval, storage, and sharing on the web. To construct ontologies special software are using, which allows users to build hierarchies and create semantic links. A range of open-source and commercial tools are available. They assist in the development of various ontologies, and called Ontology Editors. Today a variety of developing environments are used to create ontologies like Protégé 3.5 [1], Apollo [2], SWOOP [3], IsaViz [4], Polyhedron.

This paper aims to propose a system which has systematized the selection of anaerobic digestion equipment, using the cognitive IT-platform Polyhedron, to implement the ontological system in environmental management. The core of the Polyhedron system contains advanced and improved functions of TODOS IT-platform which were previously used to provide semantic web, systematization, transdisciplinary support, GIS connectivity, and ecological management.

Ontologies have created by tools of IT-platform Polyhedron. Two types sheets, .xls to create structure (hierarchy of nodes; in further - structure file) and .csv to add internal information for both, numeric and semantic data (in further – data file) was uploaded to Ontology Editor to generate hierarchy. After generation, ontologies were uploaded to the store (if it was necessary to use ranging, it was chosen). To store information and provide its sharing, google sheets were used, with their further conversion into the .xls and .csv Excel sheets (Figure 1).

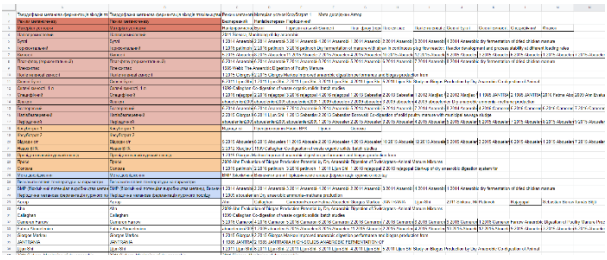


Fig. 1. Google sheet with data

Semantic characteristics for the ontology “waste treatment equipment selection”, has been obtained from legit scientific sources [5–10]. In this way, an ontology “waste treatment equipment selection” was created to solve the problem posed in this paper.

In this case, child nodes criteria will be: minimum and maximum operating temperature (ºC), minimum and maximum possible COD (g O2/m3) of the loaded substrate, values of COD (g O2/m3) after treatment, minimum and maximum possible loading (kg VS/ m3) on the reactor, maximum and minimum humidity of the loaded substrate (%). The general view of the filter system in the table form shown in figure 2.

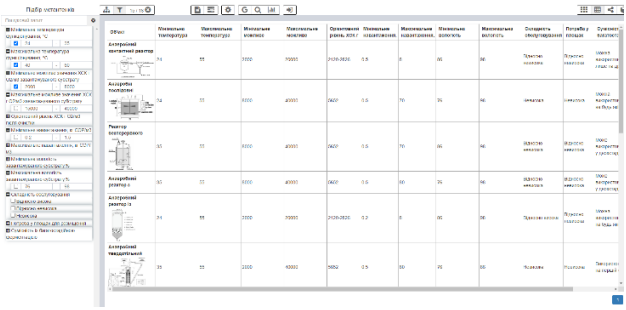


Fig. 2. The general view of filtering input system of selection of anaerobic digestors on the table form

Thus, the” Polyhedron” system allows to obtain the system of decision-making for the selection of anaerobic digesters.

References

1. http://protege.stanford.edu: URL: http://protege.stanford.edu.
2. http://apollo.open.ac.uk/index.html: .
3. Kalyanpur, A., Parsia, B., Sirin, E., та ін. Swoop: A Web Ontology Editing Browser. Web Semantics. 2006. Vol. 4, No. 2. C. 144–153.
4. http://www.w3.org/2001/11/IsaViz/Overview.html: .
5. Mao, C., Feng, Y., Wang, X., та ін. Review on research achievements of biogas from anaerobic digestion. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015. Vol. 45. C. 540–555.
6. Deng, L. W., Zheng, P., Chen, Z. A. Anaerobic digestion and post-treatment of swine wastewater using IC-SBR process with bypass of raw wastewater. Process Biochemistry. 2006. Vol. 41, No. 4. C. 965–969.
7. Li, Y., Zhang, R., He, Y., та ін. Anaerobic co-digestion of chicken manure and corn stover in batch and continuously stirred tank reactor (CSTR). Bioresource Technology. 2014. Vol. 156. C. 342–347.
8. Wang, Y., Liu, X., Zhuang, W., та ін. Advance: IC reactor for high strength industrial wastewater treatment and biogas production. ICMREE2011 - Proceedings 2011 International Conference on Materials for Renewable Energy and Environment. 2011. Vol. 1. C. 423–427.

9. Militon, C., Hamdi, O., Michotey, V., та ін. Ecological significance of Synergistetes in the biological treatment of tuna cooking wastewater by an anaerobic sequencing batch reactor. Environmental Science and Pollution Research. 2015. Vol. 22, No. 22. C. 18230–18238.
10. Şentürk, E., Ince, M., Engin, G. O. The effect of transient loading on the performance of a mesophilic anaerobic contact reactor at constant feed strength. Journal of Biotechnology. 2012. Vol. 164, No. 2. C. 232–237.

Нові підходи до моделювання адміністративно-територіального устрою України (на прикладі Харківської області)

***Василь Лісничий*[*], *Микола Тітов*[**]**
[*]*професор, провідний науковий співробітник Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України*
[**]*кандидат юридичних наук, доцент, заслужений юрист України, перший віце президент, виконавчий директор Асоціації органів місцевого самоврядування Харківської області*

За майже 30 років незалежності України було декілька без результативних спроб здійснення реформ пов'язаних з її адміністративно-територіальним поділом. Він дістався країні у спадщину від радянської системи. На початку свого зародження формування районного рівня розпочалося у кінці 1920 року, а обласного – у 1930-32-х роках. У підґрунтя системи радянського адміністративно - територіального устрою закладалися фундаментальні основи домінування тоталітарної державності з чітко визначеною централізацією в усіх сферах суспільного буття. Адміністративно-територіальна одиниця виділялася, насамперед, за критеріями кількості членів партії. Це давало можливість правлячим елітам проводити централізовано свій ідеологічний монополізм спочатку на районному, а пізніше й на обласному рівнях. Така просторова територіальна розбудова держави була дуже зручною для командно-розподільчого керування суспільними процесами. Вона дозволяла управляти величезною країною, використовуючи підпорядкованих центру місцевих вождів на районному та обласному рівнях. Навіть терміни «район» і «область» стали формою зовнішньої мовної експансії, так як

на наших землях таких адміністративних назв в історичному минулому не існувало[3]

Штучність партійно-номенклатурних адміністративно-територіальних одиниць не відповідала елементарним вимогам комплексного регіонального та економічного управління в сучасних умовах, в першу чергу із-за існуючих диспропорцій як на обласному так і на районному рівнях. Зокрема, Донецька область (до 2014 р.)в 5,3 рази була більша за кількістю населення від Чернівецької, у 3 рази більша за Тернопільську та Рівненську область. У Харківській області в однойменному районі – біля 180 тис. населення, а в Печенізькому і Коломацькому – по 10 тис. У сільській місцевості налічувалося більше 28 тис. населених пунктів, а місцевих рад у них понад 12 тис.[1, с.163]. Окрім того, в багатьох випадках у просторових межах однієї територіальної громади існує до цього часу по декілька самоврядних структур під своєрідною назвою «матрьошки». Це «специфічні адміністративно-територіальні утворення, на території яких розташовані інші адміністративно-територіальні одиниці, які не складають єдиної територіальної громади.» [2, с.90]. Для прикладу, у тій же Харківській області у складі міста Куп'янськ одночасно функціонують Куп'янська міська рада та Куп'янськ-Вузловська селищна рада, а у складі міста Лозова існували Лозівська міська рада, Панютинська селищна та Домаська сільська ради. Звичайно, такий стан речей породжував низку проблем пов'язаних з реалізацією їхніх повноважень. Варто додати, що окрім цього існують адміністративно-територіальні одиниці, так звані *"селища міського типу",* які взагалі не передбачені Конституцією України [3, с.130].

Пошук ефективної моделі реформування адміністративно-територіального устрої країни розпочався ще на початку 2000-го року,коли була сформована відповідна комісія, яка спробувала розробити Концепцію адміністративної реформи. Її діяльність активно підтримувалася Президентом України Л.Д.Кучмою. На протязі 2002 року уже створюється Міжвідомча рада, яка розробляє проект Закону України «Про адміністративно-територіальний устрій України», але він так і не набув статусу нормативно-правого акту.

Наступну спробу розробити відповідний законопроект та провести комплексну реформу під керівництвом Віце - прем'єр міністра Р. Безсмертного було здійснено у 2004 та 2005 роках, але і вона

[3] Автори поділяють ідею запровадження в майбутньому нової назви адміністративно-територіальних одиниць країни, наприклад, «край» – для регіонального, «повіт» - для субрегіонального рівнів та «муніципалітет»- для базового рівня з урахуванням власного історичного досвіду та європейської традиції.

закінчилася безрезультатно. У подальшому Секретаріатом Кабінету Міністрів України було підготовлено дві фундаментальні монографії по даній проблематиці. У них на особливе схвалення заслуговує здійснений історичний дискурс існуючих на наших теренах форм адміністративно-територіального поділу та величезна кількість наведених таблиць, діаграм, опису концептуальних підходів тощо. На жаль, окрім величезного обсягу інформаційно-аналітичного матеріалу зібраного високо посадовцями центральних органів виконавчої влади, більш раціональних шляхів та підходів щодо майбутнього реформування адміністративно-територіального устрою так і не було зроблено. У цих монографіях не знайшлося місця й для аналізу проблематики реальної децентралізації влади, яку авторський колектив чомусь проігнорував.

Ніяк не просунулася довго очікувана реформа і під час спроби команди Президента України П. Порошенка запровадити конституційні зміни у 2015 році з даного питання, які залишилися тільки благими намірами.

Нарешті, на сучасному етапі у рамках виконання Концепції реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влад в України, яка була схвалена Кабінетом Міністрів України 01.04.2014 року, децентралізація обирається в якості ключового компонента при здійсненні реформаторських перетворень [4]. В результаті настав реальний процес формування спроможних територіальних громад. Станом на 1 січня 2019 р. їх було утворено - 876, місцеві бюджети зросли до майже 234 млрд грн, у власність об'єднаних територіальних громад передано 1,5 млн га земель сільськогосподарського призначення. А станом на 01 січня 2020 року 4487 сільських, селищних та міських рад об'єдналися вже у 982 укрупнені громади, площею майже 232,9 тис. кв. км з населенням більше 11 млн. жителів. Місцеві бюджети утворених ОТГ зросли майже у чотири рази [5].

На даному етапі децентралізації влади Президент України В. Зеленський та нові урядові структури разом з депутатським корпусом Верховної Ради України поставили за мету здійснити ще й укрупнення районів шляхом подолання існуючої розпорошеності та запровадити більш-менш визначену просторову ідентичність районів в масштабі всієї країни. Нарешті, виникла реальна ситуація, яка дозволяє провести абсолютно зрозуміле й логічне розмежування як повноважень, так і функцій органів влади на субрегіональному та місцевому рівнях. В результаті виникає унікальна можливість об'єднати в цілісну систему на субрегіональному рівні діяльність органів державної виконавчої

влади різних рівнів управління, з загальним процесом утворення базового елемента - новостворених спроможних територіальних громад.

Кабінет Міністрів України, свого часу, підтримав ініціативу Української асоціації районних та обласних рад щодо реалізації за її партнерства з Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України та за підтримки Програми Ради Європи “ Децентралізація та реформа місцевого самоврядування в Україні ” пілотного проекту: “ Моделювання адміністративно-територіального устрою у Донецькій, Луганській, Тернопільській, Харківській областях на новій територіальній основі ”.[6].

На думку авторів, настав довго очікуваний момент, коли виникла реальна можливість ефективно скористатися інструментарієм моделювання. Він є одним із добре відомих загальнонаукових методів пізнання об’єктивної реальності, який в дійсності зможе допомогти своєчасно та дієво вирішити актуальні реформаторські завдання. Добре відомо, що в потенціалі моделювання, за оцінкою польського аналітика Пьотра Штомпки, криється конструкція,«…яка є засобом посереднього пізнання іншої конструкції завдяки тому, що є аналогічною відносно неї і одночасно більш доступною в пізнавальному плані» [7, s. 46]. Це надає шанс дослідникам зрозуміти змістову характеристику перспективного потенціалу відповідного новоствореного об’єкта управління, який обов’язково повинен співпадати з конструкцією аналогу,що реально дозволить забезпечити більш доступне та поглиблене комплексне пізнання обраного об’єкта та передбачити його майбутні можливості[8, с.66].

Так, при здійсненні моделювання районного поділу Харківської області було враховано змістовність відповідних показників. До їх системи віднесено:

- місце географічного розташування конкретної території та існуюча система шляхів сполучення з врахуванням доріг з твердим покриттям;
- статистичні показники щодо кількості та щільності населення на відповідному територіальному просторі;
- реальний стан субурбанізації з урахуванням зростання та розвитку приміської зони міст обласного значення та відповідних перспектив формування майбутніх новоутворених агломерацій;
- реальні статистичні дані кількості освітніх, культурних, спортивних, соціальних та інших закладів для надання відповідних

послуг як у майбутніх адміністративних центрах нових районів, так і на загальній території майбутньої об'єднаної територіальної одиниці;

- узагальнені показники, що фіксують культурні й історичні взаємозв'язки між громадами у майбутніх районних об'єднаннях;

- існуюча структура владних підрозділів центральних, територіальних органів державної виконавчої влади та практичний збіг територій більшості нових районів з існуючим територіальним поділом окружних загальних судів та міжрайонних прокуратур для забезпечення захисту прав і свобод людини та громадянина;

- визначення напрямків формування перспективних планів розвитку майбутнього соціально-економічного стану новоутвореного районного об'єднання, проведення фінансового аудиту існуючих господарських структур, з передбаченою розробкою стратегії розвитку економічного потенціалу новоутвореного району:

- і нарешті інтеграційний узагальнюючий показник повинен враховувати потенційні організаційні та фінансові можливості щодо: «комплексного просторового планування території, розвитку дорожнього господарства та підвищення якості сполучення між населеними пунктами; належного функціонування закладів освіти з метою підготовки місцевих кадрів; належного утримання інтернатів та інших закладів соціального захисту населення; раціонального використання майна спільної власності територіальних громад (культурні, спортивні заклади та інше комунальне майно); будівництва та ефективної експлуатації об'єктів з переробки твердих побутових відходів та покращення екологічної ситуації в районах та області загалом, рівня якості виконання делегованих повноважень держави, зокрема: соціального захисту, пенсійного забезпечення тощо; скорочення кількості державних службовців та посадових осіб місцевого самоврядування зі значним зменшенням фінансових витрат на їх утримання» [3, с.133].

На підставі використання новітніх підходів до моделювання в Харківській області із 27 існуючих районів та 7 міст обласного значення було запропоновано утворити 7 нових укрупнених районів. Пропозиції робочої групи при Харківській обласній державній адміністрації були підтримані Асоціацією органів місцевого самоврядування Харківської області, схвалені Кабінетом Міністрів України та затверджені Верховною Радою України.

Використання новітніх підходів до моделювання укрупнення районів у цій області дозволило досягнути збалансованості по шести важливим критеріям: 1-середня кількість населення; 2- середня площа району 3- середня кількість населених пунктів; 4- середня щільність

населення; 5- кількість об'єднаних територіальних громад; 6 - середня фінансова забезпеченість.

По першому критерію - 137,4 тис. осіб (крім міста Харкова), що фактично відповідає європейській системі *NUTS-III* та практиці формування адміністративно-територіальних одиниць субрегіонального рівня (наприклад, у Польщі – в середньому 80 тис. осіб).

По другому критерію –3 490 км2, що також відповідає європейській практиці адміністративно-територіального устрою (Польща, Франція).

По третьому критерію – 198 одиниць, зокрема й сіл, селищ, міст районного та обласного значення.

По четвертому критерію – 47 осіб на 1 км2 (крім міста Харкова), що відповідає міжнародній практиці (Литва, Чорногорія, Іран, Білорусь).

По п'ятому критерію –94 % населених пунктів розташовані на відстані до 60 км, а78% – на відстані до 30 км.

По шостому критерію – обсяг зведених бюджетів кожного з об'єднаних районів у 2017 р. становив майже 1,5 млрд грн, зокрема й майже11 тис. грн. на одного жителя (крім міста Харкова), а у 2018 р. 1,7 млрд грн. та 12 тис. грн відповідно[3, с.132].

На завершення. Проведене дослідження показало, що використання нових підходів до практичного здійснення моделювання по укрупненню районів в Харківській області надало органам влади реальні шанси на концентрацію організаційних і фінансових ресурсів задля комплексного вирішення господарських і соціальних проблем територіального розвитку, покращення добробуту населення, значного підвищення ефективності та дієвості органів державної влади та системи місцевого самоврядування, створення більш сприятливих умов для діяльності структур громадянського суспільства.

Список використаних джерел

1. Лісничий В. Дослідження просторової організації влади в Україні / В. Лісничий, А. Шаповалова // Освіта Регіону. – 2011. – №4. – С. 160-165.

2. Адміністративно-територіальний устрій України. Історія. Сучасність. Перспективи. (кол.монографія) За .заг. ред. Першого віце-премє'р міністра України, докт. економ. наук, професора Турчинова О.В. К. Тов «Геопринт» 615С.

3. Тітов М.. ПРО ДЕЯКІ АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ НОВОГО АДМІНІСТРАТИВНО-ТЕРИТОРІАЛЬНОГО УСТРОЮ ДЕРЖАВИ (УКРУПНЕННЯ РАЙОНІВ) М. Тітов // Право України. –2019. № 5, с.128-!35

4.Концепція реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні,схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 1 квітня 2014 р. № 333-р. Урядовий кур'єр.2014. № 67.

5. Офіційний сайт Міністерства розвитку громад та територій Україниhttps://www.minregion.gov.ua/.
6. Доручення Прем'єр-міністра України (п. 4 протоколу наради "Про стан реалізації Концепції реформування місцевого самоврядування те територіальної організації влади і подальші кроки з їївиконання" від 8 листопада 2018 р.) <https://www.kmu.gov.ua> (дата звернення: 05.02.)
7. Sztompka P. Teoria i wyjaśnianie. Z metodologicznychproblemsocjiologii / P. Sztompka. — Warszawa : PaństwoweWydawnictwoNaukowe, 1973. — 234 s.
8. Довгий С.О. Дунець В.Б.Лісничий В.В. Український шлях до демократії й майбутнього інноваційного розвитку:Монографія /С.О.Довгий, В.Б. Дунець, В. Лісничий. / За заг. ред. академіка НАН України С. О. Довгого. – К. : ТОВ «Видавництво «Юстон», 2019. – 284 с,].

Парадокси українського конституціоналізму

Василь Лісничий *– професор, провідний науковий співробітник, Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України*

Конституція є основним законом домінуючої більшості держав світу, який наділений вищою юридичною силою. Вона є відповідною формою суспільного договору між владою та громадянами конкретно взятої країни. Згідно з нею установлюються засади політичної системи, закріплюються форми правління та визначаються компетенції вищих державних органів влади та системи місцевого самоврядування, окреслюються правові гарантії особистості, а також намічаються контури застосування принципів правосуддя та засади виборчих систем. Конституційний процес в кожній країні має свою персоніфіковану специфіку, яка стосується розробки, прийняття та затвердження Основного закону. В світі не так багато країн, в яких конституції відсутні. Це, зокрема, притаманне багатьом арабським монархіям, а також країні розвинутої демократії Великій Британії, де замість Основного закону функціонують 8 Конституційних Актів.

Велика Британія першою розпочала процес модернізації державних інститутів, прийнявши у 1215 р. Велику хартію вольностей (*MagnaCharta*), а потім у 1297 прийняла "*ConfirmatioChartarum*" (затвердження міських вольностей), згідно з якими започатковано місцеве самоврядування в Англії. Британській досвід еволюційної трансформації владних відносин опирається на органічне поєднання авторитету монархічної влади й ефективної діяльності британського парламенту та уряду, які доповнюються владними структурами Шотландії, Уельсу, Північної Ірландії. Загальна система державного

управління в унітарній країні суттєво зміцнена інститутами місцевого самоврядування, які мають відмінні моделі шотландського, уельського та англійського типу. Їх діяльність регулюється Конституційним Актом «Про місцеве самоврядування», прийнятим у 1982 р. [с. 82, 1,].

Американський конституціоналізм розпочинався з того, що в 1619 р. поселенці з Вірджинії створили «Будинок самоврядування» як перше американське представництво, що відстоювало права поселенців. Через рік було прийнято «Травневий Пакт», який передбачав запровадження законів, які можна прийняти за згодою союзу поселенців. Упродовж 150 років даний пакт виконував правову захисну місію у відносинах з колоністами. Цей документ став передумовою та першоджерельною правовою базою для подальшого прийняття Декларації Незалежності та Конституції США. У моделі американського державотворення закладено унікальні механізми гармонізації відносин між державними владними структурами на загально національному рівні та владними структурами – на рівні держави, штату, графства,*«local government»* (графство,округ), *«*stete *government»*(штат), «*federal government»*(федеральні урядові структури). Кожна з одиниць правління здатна представляти інтереси людей, відповідати їх потребам і вимогам і здійснювати реалізацію рішень, маючи на увазі індивідів, а не колективи як такі. Графські та окружні владні структури діють на засадах самоврядності. У самому механізмі конституції передбачено об'єднуючий компонент, який передбачає запровадження змін і поправок до Конституції країни шляхом затвердження в обох палатах конгресу, де потрібно отримати 2/3 голосів, а потім затвердити у 2/3 законодавчих асамблей штатів, що передбачає згоду 38 асамблей із числа всіх 50 штатів [с. 85, 1].

Формування конституційного компоненту в умовах України має свою унікальну особливість, яка пов'язана з довготривалою відсутністю самобутньої державності. Територія сучасної України на протязі трьохсот років входила до складу різних держав, зокрема до Литовського князівства, Польщі, Австро-Угорської й Російської імперії та Радянського Союзу. Звісно це наклало свій відчутний відпечаток як на громадян, так і на правлячі еліти новоутвореної незалежної держави. В останні три століття населення країни не мало досвіду власного використання суверенних інститутів держави та місцевого самоврядування, так як проживали на територіях без повноцінного суверенітету. Для них,як і для правлячої еліти нашого часу, було притаманне примітивне розуміння негативної спадщини інституційної архітектоніки із домінуючою монополією зовнішніх державних

структур та широко масштабною централізацією, де не було місця для автономного функціонування самоврядних інституцій.

Зрозуміло, розбудова самостійної інституційної бази суверенної держави реально наштовхнулася на такі суттєві ментальні перекоси, які проявляються на всіх рівнях українських державотворчих процесів. Звідси виникла особлива парадоксальність. Якщо термін «парадокс» розуміти як специфічну унікальність, котра означає особливу відмінність від загально прийнятого значення, що виступає в протиріччя навіть з здоровим глуздом. Тому розбудова системи інституційної архітектоніки в Україні зіткнулася саме з такою парадоксальною відмінністю. Вона стала алогічним процесом, що вступив в протиріччя навіть з базовими ментальними установками українського народу в його стабільній орієнтації на тисячолітні традиції використання самоврядних інституцій в системі владарювання. Це дало по собі в знаки, насамперед на українському конституціоналізмі, котрий за майже тридцять років так і застряв у своїй недосконалості.

Для підтвердження авторської позиції пропонується одне дуже важливе застереження. Воно стосується першоджерельного, узагальненого право – нормативного документу часів останньої суто української державності. Він унікальний своєю самобутністю та значущий для кожного українця, тим що в ньому зафіксовано останню державність, яка проіснувала більше ста сорока років на наших теренах. Їй було притаманне домінування самоврядних форм організації влади, виборності управлінських посадовців та інституційну розбудову державних структур «знизу до гори». Такого високого рівня демократизму тоді світ ще не знав. І здійснити його забуття, проігнорувати велич таких правових надбань та традицій аж ніяк недопустимо, в часи коли ми нарешті отримали суверенітет.

Мова йде про «Уклад прав і вольностей Війська Запорозького та угоди, укладені поміж ясновельможним паном Пилипом Орликом, новообраним гетьманом Війська Запорозького і генеральною старшиною, полковниками, а рівно і самим Військом Запорозьким, схвалені обома сторонами і скріплені найяснішим гетьманом на вільних виборах відповідною присягою року божого 1710 квітня п’ятого дня у Бендерах» [2]. Копія даного документу зберігається у шведському Державному архіві до цього часу. Він складається із преамбули та 16 статей, де чітко сформульована концепція та принципи побудови суверенної держави. У першій статті закріплюється значення духовної єдності козацької держави, а в другій визначаються установлені кордони. Наступні три статті утверджують відносини із сусідськими державами. У шостій статті вперше геніально передбачено принцип

розділеного правління у Козацькій державі, де чітко відслідковується розподіл влади на законодавчу, виконавчу та судову з аргументацією умов їх формування та діяльності, а також передбачено відповідні форми тісної взаємодії. Окрема дев'ята стаття передбачає ведення посади козацького міністра фінансів та особи, яка б відала майновими справами. У наступній статті визначалися засади діяльності місцевої влади, представники якої повинні обиратися козацтвом та громадянами, а також затверджуватися гетьманом. Нарешті самоврядність набуває чітко визначеного правового суб'єктного статусу. Послідуючі статті регулюють надавання соціальних гарантій для козаків та посполитих селян. Тринадцята стаття визначає статус Києва та права інших «городов з маїстратами своїми». Дві послідуючі статті регулюють правові засади економічних та публічних відносин козаччини. І нарешті, в останній шістнадцятій статті представлені гарантії та зобов'язання самого гетьмана як Глави козацької держави.

Українська державність обірвалася на козаччині, яка висвітила нам, сьогоднішнім українцям, місце країни в геополітичному просторі сучасності. Козаки показали нам - їх нащадкам, як це можна зробити, користуючись власними державними інститутами, що й представлено в документі загальносвітового значення розробленого під керівництвом Пилипа Орлика. Україна не дуже диспонує подібними історичними аналогами. Якщо відкинути примітивізм відносно його конституційної першості, (добре відомий факт про прийняття першого в світі конституційного документу в США 1777р. - 1778р., а в Європі він появився в Польщі - 3 травня 1791 р.), то уся оригінальність і першорядність даного Укладу прав і вольностей, органічно вписується в початкову західноєвропейську традицію, так само як документ Іоанна Безземельного (Magna Charta) Велика Хартія вольностей та інші. До наданих історичних фактів бажано додати і проект Конституції УНР, де передбачалося створення системи місцевого самоврядування на рівні земель, волостей, громад.

Отримана нашим народом незалежність звалилася ніби сніг на голову без будь якої героїчної боротьби і суттєвих втрат. Це був винятковий подарунок долі. Український народ в радощі за таке надбання забув про своїх народних героїв та мудрість наших пращурів, про свої історичні здобутки й звершення та жахіття зовнішнього гноблення, про власну багатющу ментальну спадщину. Давайте ретельно прослідкуємо за сучасними українськими конституційними проектами. Це допоможе нам зрозуміти змістовність парадоксальності нашої перманентної конституційної кризи.

Перший конституційний проект з'явився ще в 1990 р. Про нього достатньо гостро і полемічно заговорили в стінах ще Верховної Ради УРСР. Дискусії точилися, в першу чергу, навколо моделі державності унітарного чи федеративного типу. Дискусія не оминула питання про адаптацію до Конституції УРСР 1978 р., але більшістю політичного істеблішменту та наукових кіл була відстояна ідея про створення конституції з чистого листа. На тому етапі обговорення конституційних ідей особливу увагу приділили спробам обґрунтування федеративно-земельного устрою для сучасної України. .

У1992 р. готується новий проект конституції. Він виноситься на всенародне обговорення, яке закінчується нічим. Для обговорення даного проекту обирається добре апробована в радянські часи система проведення зборів в трудових колективах з прийняттям попередньо підготовлених, зрозуміло ким, резолюцій. Дострокові парламентські й президентські вибори літа 1994 р. сприяли перетворенню перманентності конституційної кризи в активний, динамічний та вибуховий процес. Він уже охоплює всю систему владних відносин в країні і продовжується аж до сьогодення. З грудня 1994 р. по травень 1995 р. триває затяжне протистояння між президентом і парламентом відносно прийняття Закону України «Про державну владу і місцеве самоврядування в Україні». У кінцевому підсумку, літом 1995 р. Верховна Рада погодилася на компроміс – підписання Конституційного Договору, яким передбачалося введення в дію Закону України «Про державну владу і місцеве самоврядування в Україні», що відкривало перспективу затвердження нового конституційного проекту [3].

«Нову Конституцію України – важливий крок до державотворення демократичного механізму влади, з великими потугами ухвалили лише 28 червня 1996 р., завдяки зусиллям конструктивних сил парламенту» [4, с. 217]. Здавалось би, прийнята Конституція повинна призупинити будь-який формат прояву кризових явищ в даній сфері, але цього не сталося.

До суттєвих недоліків нового документу Президент Л.Кучма відніс ігнорування результатів референдуму, який пройшов у 2000 р. щодо змін до нової Конституції. «Маю на увазі положення про двопалатний парламент, обмеження депутатської недоторканності та інші, які були вилучені з проекту вже при його доопрацюванні у Верховній Раді, що означало, крім усього іншого, відкидання, зневажання думки і позиції потужних інтелектуальних сил, науковців та фахівців-практиків, які брали участь у підготовці проекту. Якраз референдум і мав усунути такі історичні прогалини» [5, с. 6].

Одним із неймовірних проявів алогізмів та непослідовності стало знову ініціювання Л. Кучмою в 2003 р. нової конституційної реформи. Вона уже передбачала значне звуження президентських повноважень та забезпечувала перехід до парламентсько-президентської республіки. Далі команда Кучми пробує проштовхнути даний проект через парламент, але і там не вистачило всього-на-всього шести голосів до потрібної цифри в 300 [6].

Після такого провалу Адміністрація Президента вступає в зговір з представниками лівих політичних сил в парламенті і пропонує ще один варіант конституційної реформи. Ним передбачається «суттєве скорочення повноважень» Президента України та збільшення терміну його діяльності з 4 до 5 років, причому пропонувалося з 2006 р. обирати президента у Верховній Раді. Даний законопроект зареєстрували під номером №4105 [7]. Під іншим номером 4180 був зареєстрований ще один проект парламентської більшості, який був майже ідентичний, але за ним вибори президента в парламенті передбачалися у 2004 р. [8]. Така маніпуляція передбачала гарантоване забезпечення результату, необхідного Л. Кучмі.

Наступна фаза конституційної кризи розгортається в процесі Помаранчевої революції, коли суспільство виказувало невдоволення системними порушеннями в другому турі президентських виборів, результати яких були скасовані рішенням Верховного Суду. 8 грудня 2004 р. у Верховній Раді проголосували законопроект №4180, відносно якого Конституційний Суд раніше надав позитивний висновок [9]. Згодом з'ясувалося, що в даний законопроект були свого часу внесені редакційні зміни, що вказувало уже на його не легітимність. У цьому законопроекті після розгляду в Конституційному Суді появилися зміни та доповнення, що фіксувало уже порушення положень передбачених розділом 13 діючої Конституції України. У цих умовах, з політичних міркувань в парламенті було заблоковано на тривалий термін дієздатність Конституційного Суду шляхом не призначення парламентом нових суддів до даної інституції.

У 2008 р. демократично налаштованим Президентом В. Ющенком ініціюється розробка нового проекту Конституції України, який відповідним Указом виноситься на всенародне обговорення [100, с. 71]. Новели, представлені в новому законопроекті, стосуються в основному запровадження децентралізації влади та створення другої палати парламенту. «Щоправда, у 2009 р. була ще одна виняткова спроба політичних сил Партії регіонів та ВО «Батьківщина» спільними зусиллями розробити під свої бачення та їх партійні ідеологеми новий

конституційний документ» [**Помилка! Джерело посилання не знайдено.**].

У 2010 р. новообраний четвертий Президент України В. Янукович рішенням Конституційного Суду повертає країну до конституційних норм взірця 1996 р. У державі знову установлюється президентсько-парламентська республіка. В умовах виникнення нового Майдану у 2014 р. Верховна Рада призначає позачергові президентські вибори, визнаючи тим самим факт самоусунення В. Януковича від виконання президентських обов'язків. І вкотре конституційні зміни стають інструментом установлення «нової» конституційної моделі парламентсько-президентського типу.

П'ятий Президент П. Порошенко не відстав від своїх попередників. Він ініціює у 2015 р. через чергову Конституційну комісію щодо змін, направлених на децентралізацію влади, а роком пізніше постає нова ідея – про зміни конституційних положень, пов'язані із реформуванням судової системи. Виходячи із наведених фактів доречно виказати одне авторське застереження. Воно стосується ідеї запропонованої М. Тітовим, що існуюча Конституція України більш за все виконує поки що роль Малої Конституції[4].

Список використаних джерел

1. Лісничий В. В. Дискурс політичної регіоналізації : монографія / В. В. Лісничий. – Харків : Константа, 2011. – 216 с
2. Конституційний акт, прийнятий 5 квітня 1717 р. під керівництвом гетьмана Пилипа Орлика [Текст]. – Львів : ТзОВ Професійна ліга, 2010. – 32 с.
3. Мартинюк Р. Конституційний процес і поділ влади в Україні напередодні укладання Конституційного Договору 1995 р. між Президентом України і Верховною Радою України / Р. Мартинюк // Національний університет «Острозька академія». Наукові записки.(Серія «Історичні науки»). — 2006. — Випуск 6.— С. 319–332.
4. Бурдяк В. Нарис новітньої політичної історії України / В. Бурдяк // Polska i Ukraina : próba analizy systemu politycznego = Pol'ša ì Ukraïna : sproba analìzu polìtičnoï sistemi / red. Stanisław Sulowski [etal.]. —Warszawa : Dom Wydawniczy Elipsa, 2011. — С. 212–226.
5. Кучма Л. Конституція України – правовий фундамент забезпечення стабільності держави та консолідації суспільства / Л. Кучма // Матеріали наукової конференції «Конституція України – основа модернізації держави та суспільства. 21-22 червня 2001 р., Харків». Упорядники Ю. М. Грошевий, М. І. Панов. — Харків : Право, 2001. —С. 3–11.
6. Політреформа провалилася [Електронний ресурс] // Українська Правда. — 2004. — Режим доступу: https://www.pravda.com.ua/ news /2004/04/8/2999130/.

[4]Існуюча українська конституція за формою прийняття та за явною кількістю недосконалостей повністю відповідає змістовним вимогам Малої Конституції, як документу, прийнятого Верховною Радою для виконання завдань перехідного періоду. Ця ідея першою була озвучена членом Конституційної комісії з розробки проекту конституції, заслуженим юристом України М. Тітовим.

7. Проект Закону про внесення змін до Конституції України № 4105 від 04 вересня 2003 року [Електронний ресурс] // Законодавство України. — Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/ webproc34?id =&pf3511=15751&pf35401=39342.
8. Проект Закону про внесення змін до Конституції України № 4105 від 04 вересня 2003 року [Електронний ресурс] // Законодавство України. — Режим доступу: http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/ webproc34?id=&pf3511=15751&pf35401=39342.
9. Про внесення змін до Конституції України : Закон України від 8 грудня 2004 р. № 2222-IV [Електронний ресурс] // Законодавство України. — Режим доступу: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2222-15.
10. Валевський О. Перспектива двопалатного парламенту в Україні / О. Валевський // Освіта регіону. — 2009. — №3. — С. 67–71.

Возможности информационно-энергетических связей живых объектов

Мальгота А.А.
ГП «УкрНИИ медицины транспорта», г. Одесса

Информационно-энергетические связи или взаимодействия между материальными объектами являются частью общих обменных процессов в природе. Полагается, что эти процессы могут носить как силовой так и не силовой характер. По первой позиции все понятно. Вся современная физика построена на этом принципе. Во втором случае, при отсутствии силового воздействия, на передний план выходит некоторое информационное взаимодействие [1]. Эта форма связи или взаимодействия может выступать между живыми объектами с одной стороны как «целе указание» («целе сопровождение») с последующей или одновременной энергетической поддержкой данного процесса с другой стороны. Энергетическая поддержка развивающегося биофизического процесса осуществляется за счет внутренних резервов самого живого объекта и запускается от информационного воздействия. В этом случае отклик на информационно-энергетическое взаимодействие материальных тел можно регистрировать по изменению амплитудно-частотных характеристик электрических процессов в живом организме. Открытыми моментами остаются природа, механизмы и характеристики пространственно-временного переноса такого «целе указания». В целом, информационно-энергетическое взаимодействие рассматриваем как единый процесс, но с пространственно разнесенными (допускается и временными) точками приложения информационного возбуждения и энергетического ответа.

В природе подобные взаимодействия проявляют себя особенно заметно между объектами живой материи. Учитывая последнее, информационно-энергетические связи стали предметом изучения квантовой медицины и ее ответвлений. Немного о квантовой медицине. Общепринятого определения или понятия квантовой медицины в литературе нет. Некоторые исследователи под термином квантовая медицина понимают отражение размерности биологического объекта, который изучается, другие - квантовые особенности технических средств диагностики или физиотерапии, которые применяются в медицине. В основном говорят о квантовой терапии, ее приборном оснащении и реакции живых организмов на слабые электромагнитные и информационно-энергетические воздействия [2-4]. Такой подход не противоречит представлениям классической медицины о живом организме, так как объектом исследований остается целостный живой организм со всеми присущими ему материальными процессами. Прежде чем организм человека и все разнообразие процессов, сопровождающих жизнь, стали в полном объеме объектом ее исследований, медицина прошла длинный путь своего развития. Достижения, например, в хирургии или терапии на современном этапе впечатляющие. Однако они имеют свои границы субъективного и объективного характера, которые задаются модельными представлениями о физиологических процессах в живом организме. Наличие этих ограничений не означает присутствие некоторых барьеров развития и приобретения новых знаний, а только очерчивают и выделяют освоенные области знаний. Дальнейшее углубление исследований, в частности, развитие генных теорий, существенно обогатило медицину и приблизило к пониманию феномена жизни и ее процессов. Этому этапу развития медицины, как и науки о человеке и жизни в целом, можно отнести известное определение Ф. Энгельса. Однако моменты зарождения самой жизни и вся последующая причинно-следственная связь процессов в живом организме, как и ранее, остаются неопределенными. Вполне возможно, что ответ на вопрос о зарождении жизни, ее развития и сопровождающих информационно-энергетических связях не может быть получен в рамках классических моделей о живом организме ввиду изначальной ограниченности модельных представлений. В настоящей работе полагается, что по постановке задачи, целям, модельным представлениям о живом организме и информационно-энергетическим связям наиболее близким к рассмотрению этих вопросов, а возможно их решению, все-таки является квантовая медицина. Ее модельные представления позволяют выявлять и использовать на практике,

например, возможности энерго-информационных связей материальных объектов для диагностики и лечения живых организмов. Так в 1954 г. немецкий доктор Рейн-хард Фолль показал, что присутствие лекарственных средств вблизи больного влияет на показатели электрического потенциала биологически активных точек. Этот факт широко используется в современной биорезонансной терапии. В этом плане также заслуживают внимание результаты развивающейся биорезонансной диагностики по биоматериалам пациента на неограниченных расстояниях, например по волосам. Современная наука настороженно относится к подобной информации. Можно сомневаться в корректности использования биорезонансной терапии и диагностики в медицинских целях, но остаются неоспоримыми результаты наблюдения удаленного энерго-информационного взаимодействия одного материального объекта с другим. Природа этих взаимодействий подлежит безусловному изучению и практическому использованию в средствах связи.

Список использованных источников

1. Диалоги с Теслей. Теория Несилового Мира / Н. Егорченкова и др. – Черкассы : Издатель ТОВ «Маклаут», 2015. – 244 с.
2. Ситько С. П., Скрипник Ю. А., Яненко А. Ф. Аппаратурное обеспечение современных технологий квантовой медицины // Киев: «ФАДА, ЛТД
3. Мальгота А.А.// Научные труды VII Международного конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине», 2015, – С.266-267, Особенности изучения воздействия сверхслабых электромагнитных полей на живые организмы.
4. Мальгота А.А.// XVIII міжнародна науково-практична конференція «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами надзвичайних ситуаціях: актуальні питання», 01-02 жовтня 2019, - С.201-203, Модель информационно-энергетического взаимодействия материальных тел.

Основні типи адаптації організмів до мінливих умов життєздатності

Войціцький В.М., Данчук В.В., Мідик С.В.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, VolodymerV1950@ gmail.com

Проблема адаптації є загальнобіологічною в зв’язку з посиленням впливу на біоту різноманітних негативних чинників абіотичної та біотичної природи. Біологічна адаптація (в подальшому просто адаптація) – процес (сукупність реакцій) пристосування організмів (їх

органів) до умов життєдіяльності, які змінюються [1]. Вона є проявом стійкості (несприятливості, толерантності, резистентності) організмів − здатності протистояти дії несприятливих чинників без порушення життєздатності з одночасним підвищенням імовірності виживання [2].

Тригером процесів (реакції) адаптації, включення адаптивних модифікуючих систем та мобілізація захисних механізмів організмів (біологічних систем) є стрес – неспецифічна відповідь живої системи на екстремальні стимули різної природи, які екзогенні, так і ендогенні, що загрожують порушенню гомеостазу (грецьк. *homoisis* – подібність та *stasis* – стан), тобто збереженню динамічної постійності внутрішнього середовища організмів (біологічних систем).

Розрізняють цілий ряд типів адаптацій [3 з доповненнями]. Насамперед, це активна (за рахунок енергозалежних механізмів) і пасивна (за рахунок енергонезалежних механізмів) адаптації. До основних типів адаптацій відносяться також пряма адаптація (виникає, коли адаптаційному впливу підлягає організм або певний орган), непряма чи дистанційна адаптація (спостерігається у організмів або їх органів, які безпосередньо не підлягають адаптаційному впливу), тимчасова або транзитивна (виникає на короткий час при дії короткочасного адаптаційно-стимулюючого чинника), довготривала (характерно збереження підвищеного рівня стійкості, яка стимульована відповідною адаптаційною «дозою» протягом всього онтогенезу організму), що можлива в умовах постійного (хронічного) впливу несприятливих чинників. Це також генетична адаптація (на рівні генома регулюється відповідними генами за рахунок, наприклад, мутацій, які сприяють відбору сприятливих ознак, що збільшують шанси на виживання і розвиток) епігенетична (негенетична, не пов’язана зі змінами первинної структури ДНК, відбувається за рахунок багаторівневих механізмів епігенетичної регуляції генної активності, наприклад, метилювання/диметилювання ДНК).

В епігенетичній адаптації суттєве значення надається біохімічній (приводить до пристосування хімічного складу, обміну речовин і перетворення енергії при реалізації біохімічного потенціалу організмів стосовно умов існування), фізіологічній (відбувається при реалізації фізіологічного потенціалу організмів за рахунок пристосування фізіологічних функцій), анатомо-морфологічній (проявляється в особливостях будови і пристосувань як клітин, тканин, органів та їх систем, так і організму в цілому) адаптації.

За дії зовнішніх чинників відбувається екзогенна (грецьк. *exo* – зовні, поза та *genos* – рід, походження) адаптація, а внутрішних – ендогегенна (грецьк. *endon* – всередині та *genos* – рід, походження)

адаптація. Остання відбувається за рахунок переходу організму (біологічної системи) в стан підвищеної стійкості за рахунок переходу організму (біологічної системи) в стан підвищеної стійкості за рахунок ендогенної ритміки самої стійкості.

Існують також інші типи адаптації, зокрема, ординарна адаптація (обумовлена висхідним, поточним станом пристосованості організмів), яка визначає «контрольний» рівень адаптаційності. Надзвичайно доцільним є існування гіперадаптації організмів (біологічних систем) – надпристосованості за стійкістю, підвищеної у порівнянні з ординарною стійкістю до наступних впливів тих чи інших несприятливих чинників. У цьому розумінні гіперадаптація – це процес і результат набуття організмами (біологічними системами) підвищеної стійкості у порівнянні з ординарною. У свою чергу гіпоадаптація (недопристосованість за стійкістю) – понижена у порівнянні зі стійкість організмів (біологічних систем). Адаптацію, внаслідок багаторівневих механізмів виникнення і прояву, класифікують по: параметрам, специфічності, типу і ступеню прояву, термінам, механізмам, джерелам адаптуючого чинника, атрибутам, опосередкованості порядку прояву, типу і комплексності дії адаптуючого чинника, сталості у часі та стабільності, монотонності, толерантності, компонентам адаптуючого об’єкта типу та кількості адаптуючих чинників, системності, кратності тощо.

Список використаних джерел

1. Войціцький В.М., Данчук В.В. Можливі механізми адаптації організмів / В колективній монографії за матеріалами 18-ї Міжнарод. науково-практич. конферен. «Інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: актуальні питання» (Київ, 2019). - К.: Вид-во «Юстон», 2019. - С.211-213.
2. Войціцький В.М. Глобальне здоров’я, якість і безпека життя. В 3-х томах. Т. 3 / В.М. Войціцький, С.В. Хижняк, В.В. Данчук та ін. (заг. редакція В.О. Ушкалов). - К.: ЦК «Компринт», 2019. - С.445.
3. Михеев А.Н. Модификация онтогенетической адаптации. - К.: Фитосоциоцентр, 2018. - 396 с.

Концепція припустимого екологічного ризику

Войціцький В.М.
Національний університет біоресурсів і природокористування України, VladimirV@ukr.net

Ризик (англ. *risk*) – це загроза майбутньої шкоди або виникнення несприятливих наслідків певної події [1]. Кількісно ризик (*R)* визначається як здобуток вірогідностей можливої небезпеки чи несприятливих наслідків подій *(P_i)* та, відповідно, очікуваної шкоди *(Z_i)*.

$$\mathbf{R}=\sum \boldsymbol{P_i} \cdot \boldsymbol{Z_i},$$

де $\boldsymbol{i}$ = 1,2….n.

Для будь якого виробництва, господарської діяльності, навіть для очікуваних природних катаклізмів можна відзначити вірогідність ступеня певного ризику для зв'язаних з цим людей, який оцінюється, як правило, за рік. Це робиться для найбільш важкого наслідку ризику, а саме смерті людей. Середні показники ризику смерті для працівників певних галузей промисловості США наведені в Таблиці.

Таблиця 1– середні річні показники смерті для працівників різних видів промисловості США [2].

Вид промисловості	Імовірність ризику смерті на людину
Виробництво гірчичного газу	$1\cdot10^{-2}$
Вуглекоксування і вулканізація	$(1\text{-}10)\cdot10^{-3}$
Рибальство	$1{,}2\cdot10^{-3}$
Будівництво	$1{,}2\cdot10^{-3}$
Гончарне і керамічне виробництво	$5\cdot10^{-3}$
Текстильна, паперова, друкарська промисловості	$(1\text{-}10)\cdot10^{-3}$
Видобуток кам'яного вугілля	$(4\text{-}12)\cdot10^{-4}$
Швейна, взуттєва промисловості	$(1\text{-}10)\cdot10^{-6}$
Всі інші види промисловості	$2{,}5\cdot10^{-4}$

Примітка: оцінка імовірності ризику смерті, наприклад, $1\cdot10^{-2}$ означає ризик смерті однієї людини у середньому на 100 людей, $5\cdot10^{-3}$ – 5 людей на 1000 і т.д.

Слід, напевно, відмітити, що імовірність ризику смерті людини від екстремальних чинників середовища проживання (катастрофи: землетруси, виверження вулканів, урагани, смерчі, повені, селеві

потоки, підтоплення тощо) – $1 \cdot 10^{-5}$. В той же час показник соціально прийнятного ризику для високо розвинутих країн становить $5 \cdot 10^{-5}$. Саме така ціна (5 людей на 100000) людство у розвинутих країнах готово платити за той добробут, який притаманний цим країнам (енергія, технології тощо). Це так званий припустимий ризик – рівень ризику, з яким суспільство в цілому готово миритися заради отримання певних благ і користі [1].

Концепція припустимого ризику (ALARA) базується на наступних принципах:

1. Виправданість по керуванню ризиком, яка повинна узгоджуватися зі стратегічною ціллю забезпечення матеріальних і духовних благ за обв'язкової умови: практична будь-яка діяльність не може бути виправдана, якщо користь від цієї діяльності і цілому не перевищує спричинену нею шкоду.

2. Оптимізація захисту по критерію середньостатистичної очікуваємості, тривалості життя в суспільстві; оптимальний варіант – збалансування витрат на продовження життя за рахунок зниження рівня ризику і отримання користі від господарської діяльності.

3. Необхідність врахування всього спектру існуючих небезпек; вся інформація про прийняті рішення щодо керування ризиками повинна бути доступною широким верствам населення.

4. Безпеку людей необхідно досягати шляхом реалізації таких рішень, які не наражають на ризик неможливості її забезпечити.

Особливої уваги заслуговують екологічні ризики (*ecological risks*) – ті, що загрожують стану біоти довкілля, у тому числі здоров'ю і життю людей. Серед них надзвичайно "серйозними" є антропогеноспричинені ризики, частка яких суттєво і неперервно зростає у зв'язку з інтенсифікацією господарської діяльності людства, залученням все нових технологій, у тому числі і потенційно небезпечних (наприклад, атомно-енергетичного комплексу, удосконалення з точки зору вражаючого чинника зброї, її випробування і зберігання, широке використання у сільському господарстві отрутохімікатів і добрива, нарощування потужності відгодівельних комплексів, тваринницьких ферм, зокрема, птахоферм, для великої рогатої худоби, свиноферм та ін.) Всезростаючу небезпеку довкіллю і здоров'ю людей становлять викиди і скиди різноманітних промислових підприємств та комунальних установ, особливо за техногенних аварій, зростаюча кількість промислового, побутового і будівельного сміття, продукти згорання палива, транспортно-дорожній комплекс тощо. Серйозну стурбованість викликають біологічні забрудники довкілля – найрізноманітніші алергени рослинного походження, чужорідні та

шкідливі організми, резистентні мікроорганізми та нові мутанти вірусів [3].

Найнебезпечнішими чинниками ризику (можливої небезпеки) за ранжиром для біоти є [4]:

1. Важкі метали: Хром (Cr), Манган (Mn), Ферум (Fe), Кобальт (Co), Нікол (Ni), Купрум (Cu), Цинк (Zn), Галій (Ga), Аргентум (Ag), Кадмій (Cd), Станум (Sh), Стибій (Sb), Церій (Ce), Тулій (Tm), Платина (Pt), Аурум (Au), Меркурій (Hg), Талій (Tl), Плюмбум (Pb), Бісмут (Bi), Уран (U), а також Арсен (As), хоча це не метал.
2. Стійкі органічні забрудники (так звана "брудна дюжина"): поліхлоровані біфеніли (ПХБ), поліхлоровані дибензо-n-діоксини (ПХДД), поліхлоровані дибензофурати (ПХДФ), алдрин, діелдрин, дихлор-дифеніл-трихлоретан (ДДТ), ендрин, хлордан, гескахлорбензол (ГХБ), мірекс, токсафен і гептахлор.
3. Пестициди
4. Радіоізотопи
5. Гази (SO і SO_2, NO, CO, CH_4, O_3 та ін.)
6. Мікроорганізми, які створені методами генетичної інженерії.

У зв'язку з пандемією, яка викликана коронавірусом SARS-COV-2, людству необхідно переглянути концепцію стосовно ризиків. Для деяких чинників ризики визначені тільки за певних умов їх можливого проявлення, але для більшості є потреба їх уточнення або навіть розробка. Все це необхідно для керування ризиками, з метою їх мінімізації, а за можливості – попередження прояву.

Список використаних джерел

1. Кутлахмедов Ю.А., Матвеева И.В., Гроза В.А. Надежность биологических систем. Учебное пособие. – К: Фитосоциоцентр, 2018. – 352 с.
2. Кутлахмедов Ю.А., Войціцький В.М., Хижняк С.В. Радіобіологія: підручник. – К: ВПЦ "Київський університет", 2011. – 543 с.
3. Жирнов В.В., Савченко Д.А. Біоконверсія відходів. Частина І: піручник. – К: ДДП "Експо-Друк" 2017. – 302 с.
4. Ваганов П.А. Экологические риски. – Санкт-Петербург: Из-во Санкт-Петербургского университета, 2008. – 141 с.

Вплив форсколіну та хінакрину на перекисне окиснення ліпідів та стан глутатіонової системи лімфоцитів на фоні дії малих доз іонізуючої радіації

Жирнов В.В, Чарочкіна Л.Л., Броварець В.С.
Институт биоорганической химии и нефтехимии НАН Украины, vic@bpci.kiev.ua

Дозозалежне збільшення кількості активних продуктів перекисного окиснення ліпідів відбувається у клітині, здатній реагувати на зміни окиснювального гомеостазу, активуючи антиоксидантні системи. Фізіологічна антиоксидантна система організму має складну структуру, яка забезпечує підтримання окиснювального гомеостазу за дії не тільки радіації, а інших чисельних токсикантів. Глутатіон є одним з найважливіших клітинних антиоксидантів. Антиоксидантна дія глутатіону також опосередкується глутатіонзалежними ферментами, до яких належать глутатіонпероксидаза, глутатіонредуктаза та глутатіон-S-трансфераза. Оскільки радикалоутворююча здатність іонізуючого випромінювання вважається головним чинником його дії на клітини, то було досліджено накопичення вторинних продуктів переокиснення ліпідів та стан глутатіонової антиоксидантної системи в умовах радіаційного випромінювання малої потужності.

При проведенні експериментів використовували розчин наступного складу (в ммоль /л): KCl – 2,5; $CaCl_2$ – 2; глюкоза – 280; трисHCl – 10; pH = 7,4). Вміст відновленого глутатіону (GSH), продуктів переокиснення ліпідів (ПОЛ), а також активність глутатіонтрансферази і глутатіонредуктази (ГР) клітин крові оцінювались спектрофотометрично [1-4]. Білок визначався за Лоурі [5]. Лімфоцити, які використовувалися для дослідження, були отримані із селезінки мишей методом [6]. Життєздатність клітин оцінювали за відсутністю забарвлення еозином (0,1% розчин барвника в суспензії клітин). У всіх випадках відсоток нежиттєздатних клітин не превищував 3-5%. Хінакрин і форсколін вносили у середовище інкубації клітин в кінцевих концентраціях 10 мкМ за 10 хв. до внесення радіонукліду. Опромінення здійснювали внесенням в середовище інкубації радіоактивного ізотопу ^{14}C в концентраціях 10^{-6}-10^{-4} Кі/л. Час інкубації клітинної суспензії з радіоактивною речовиною становив 1 годину при кімнатній температурі. Концентрація лейкоцитів у середовищі інкубації становила ~10^5 клітин/мл. Поглинені і суспензиями клітин дози випромінювання розраховувалися, як описано раніше [7].

При вивченні впливу β-радіації на рівень відновленого глутатіону у лімфоцитах встановлено, що концентрація глутатіону не змінюється у всьому діапазоні радіоактивних доз (табл. 1). Форсколін, потужний активатор системи аденілатциклази та біосинтезу циклічного АМФ в клітинах людини [8], також не змінював рівень глутатіону у клітинах, але підвищував його при опромінюванні клітин у поглиненій дозі β-випомінювання 20 мкГр. У серії з хіна крином, інгібітором PLA_2, концентрація глутатіону підвищувалась на 15-20% при інкубації клітин з препаратом незалежно від поглиненої дози випромінювання.

При вивченні впливу хінакрину, форсколіну і різних доз радіоактивності на рівень вторинних продуктів переокиснення ліпідів у лімфоцитах не виявлено змін. Рівень ТБК-активних продуктів у контролі становив 0.246±0.012, а при опроміненні різними дозами коливався в межах від 0.244±0.012 до 0.248±0.013 нмоль/мг білку. Хінакрин і форсколін також не впливали на цей показник.

Таблиця 1. Дія іонізуючої радіації на рівень відновленого глутатіону в лімфоцитах у присутності хінакрину і форсколіну, нмоль/мг білку (M±m, n=6)

Умови досліду	Поглинена доза, Гр.		
	$2\cdot10^{-4}$	$2\cdot10^{-5}$	$2\cdot10^{-6}$
Серія з хінакрином			
Контроль	2.03±0.05	1.83±0.05	2.24±0.08
Хінакрин	2.34±0.05*	2.19±0.05*	2.57±0.09*
РН	1.88±0.09	1.95±0.06	2.22±0.07
РН+Хінакрин	2.40±0.06*	2.65±0.06*	2.56±0.08*
Серія з форсколіном			
Контроль	2.07±0.07	2.24±0.08	2.24±0.08
Форсколін	2.10±0.06	2.28±0.09	2.29±0.07
РН	1.88±0.09	2.25±0.06	2.22±0.07
РН+Форсколін	2.15±0.08	2.53±0.07*	2.35±0.08

Примітка: * - наявність достовірних відмін від відповідного контролю; $p < 0,05$, n=6.

Дані про вплив радіації і фармакологічних модифікаторів сигнальних систем на активність глутатіонредуктази лімфоцитів щурів наведені у таблиці 2. Як видно із наведених даних, активність глутатіонредуктази не змінюється під впливом форсколіну і радіації відносно контрольних величин. Хінакрин інгібує активність ферменту приблизно на 25% відносно контролю, але цей ефект не проявляється на

фоні експозиції клітин з радіонуклідом. Навпаки, на фоні максимальної концентрації радіонукліду форсколін діє як інгібітор глутатіонредуктази.

Дослідження впливу іонізуючої радіації на активність глутатіонтрансферази не виявило змін у цьому показнику, значення якого у контролі становило 20.7 ± 1.6, а при опроміненні різними дозам коливалось в межах від 20.4 ± 2.1 до 23.5 ± 2.0 нмоль/хв/мг білку. Хінакрин і форсколін також не впливали на активність цього ферменту у лімфоцитах.

Таблиця 2. Дія іонізуючої радіації на активність глутатіонредуктази в лімфоцитах у присутності хінакрину і форсколіну, нмоль/хв/мг білку

Умови досліду	Фон	Поглинена доза, Гр		
		$2\cdot10^{-4}$	$2\cdot10^{-5}$	$2\cdot10^{-6}$
Контроль.	27.2±1.7			
РН		27.7±1.7	26.0±1.2	26.6±1,6
Форсколін	26.7±1.6			
Хінакрин	20.8±1.2*			
РН +Хінакрин		26.9±1.8	29.3±1.5	26.1±1.3
РН +Форсколін		20.3±1.4*	25.7±1.7	28.3±1.1

Примітка: * - наявність достовірних відмін від контролю; $p < 0,05$, n=6.

Таким чином, у всьому діапазоні поглинених доз іонізуюче β-випромінювання не впливає на досліджені біохімічні показники клітинного гомеостазу, але змінює дію модифікаторів. Слід також зазначити, що одержані дані треба враховувати при застосуванні фармакологічних препаратів, що реалізують свої ефекти через аденілатциклазу і фосфоліпазу A_2 в умовах опромінення іонізуючою радіацією.

Список використаних джерел

1. Beutler E., Duron O., Kelly B.M. Improved method for the determination of blood glutathione //J. Lab. Clin.-Med. - 1963. - Vol. 61. - P. 882-888.
2. Ohkawa H., Ohishi N., Yagi K. Assay for lipid peroxidation in animal tissues by thiobarbituric acid reaction // Anal. Biochem. - 1979. - Vol. 95, № 2. - P. 351-358.
3. Roos D., Weening R.S., Voetman A.A., van Schaik M.L.J., Bot A.A., Meerhof L.J., Loos J.A. Protection of phagocytic leukocytes by endogenous glutathione: Studies in family with glutathione reductase // Blood. - 1979. - Vol. 53. - P. 851-866.
4. Habig W.H., Pabst M.J., Jakoby W.B. The first enzymatic step in mercapturic acid formation // J. Biol. Chem. - 1974.- Vol. 249, № 10.- P. 7130–7139.

5. Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J. Protein measurement with the Folin phenol reagent //J. Biol. Chem. - 1951. - Vol. 193, № 1. - P. 265-269.
6. Laskov R. Rosette forming cells in nonimmunized mice // Nature. - 1968. -Vol. 219. - P. 973-975
7. Zhirnov V.V. Khyzhnyak S.V., Voitsitsky V.M. The effects of ultra-low dose β-radiation on the physical properties of human erythrocyte membranes // Int. J. Rad. Biol. 2010. Vol. 86(6). P. 499-506.
8. Alasbah, RH., Melzig MF. Forskolin and derivatives as tools for studying the role of cAMP. Die Pharmazie. 201. 267 (1): 5–13.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ, ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯМ, ЗАХОДАМИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ:
тенденції 2020 року

Колективна монографія
за матеріалами
XIX Міжнародної науково-практичної конференції
(Київ, 06-07 жовтня 2020 р.)

Друкується в авторській редакції з оригінал-макетів авторів. Відповідальність за синтаксис і орфографію включених до колективної монографії матеріалів несуть автори. Науково-організаційний комітет та редакційна колегія конференції не завжди поділяє погляди авторів робіт.

Видавничий дім «Юстон»
01034, м. Київ, вул. О Гончара, 36.
Тел.: (044) 360-22-66

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців
НБ № 153324 від 05.11.2012 р.

Підписано і здано до друку «28» 09. 2020. Формат 60Х84 1/16.
Папір офсетний. Гарнітура Таймс. Офсетний друк.
Умовн. друк. арк. 20,62. Обл.-вид. арк. 21, 2
Тираж 300. Замовлення № ___

КИЇВ 2020