

**МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИЙ ЦЕНТР
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СИСТЕМ
НАН УКРАЇНИ ТА МОН УКРАЇНИ**

ЗАТВЕРДЖЕНО

Директор Міжнародного науково-
навчального центру інформаційних
технологій та систем НАН та МОН
України


Олександр ВОЛКОВ

«23» квітня 2024 р

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

**З дисципліни «МЕТОДИ ТА СИСТЕМИ АНАЛІЗУ
БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ СИГНАЛІВ»**

Рівень вищої освіти третій
Ступінь вищої освіти доктор філософії
Галузь знань 12 – інформаційні технології
Спеціальність 122 – комп'ютерні науки

Шифр ДВА 6 Дисципліна за вибором аспіранта

Форма навчання _____ денна _____ Курс 2 Семестр 4

Всього годин /кредитів ЄКТС 90 /3 за навчальним планом

- лекції (Л) 22
- семінарські заняття (СЗ) 16
- практичні заняття (ПЗ) -
- індивідуальні заняття (ІЗ) 2
- самостійна робота студентів (СРС) 50
- підсумковий контроль дисципліни – іспит

- м. Київ


Укладач(і) робочої навчальної програми:

доктор технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу цифрових систем екологічного моніторингу


_____ Ігор СУРОВЦЕВ
(підпис)

e-mail: igorsur52@gmail.com

Робочу програму погоджено з гарантом освітньо-наукової програми

Гарант освітньої програми  / Володимир СТЕПАШКО
(підпис)

Затверджено: Вченою радою Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем НАН та МОН України
Протокол № 3 від 23.04.2024 р.

Вчений секретар Вченої ради

 Микола КОМАР

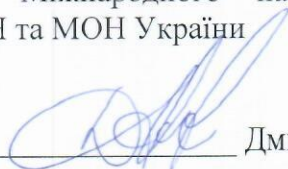
Ухвалено: Науково-методичною радою Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем НАН та МОН України
Протокол № 2 від 15.04.2024 р.

Голова Науково-методичної ради

 Людмила КОЗАК

Ухвалено: Радою молодих вчених Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем НАН та МОН України
Протокол № 4 від 15.04.2024 р.

Голова Ради молодих вчених

 Дмитро ВОЛОШЕНЮК

Введено в дію наказом директора Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем НАН та МОН України № 57 від 23.04.2024 р.

1.ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Найменування показників	Характеристика дисципліни за денною формою навчання
Вид дисципліни	вільного вибору аспіранта
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Загальний обсяг кредитів / годин	3 / 90
Курс	2-й
Семестр	4-й
Кількість змістових модулів з розподілом:	3
Обсяг кредитів	3
Обсяг годин, в тому числі:	90
Лекції	22
Семінарські заняття	16
Самостійна робота	50
Форма підсумкового контролю	іспит

Дисципліна «Методи та системи аналізу багатокомпонентних сигналів» належить до переліку дисциплін циклу професійної підготовки за вибором аспіранта. Вона забезпечує важливий аспект світогляду аспіранта та спрямована на формування вміння розробляти та використовувати в наукових дослідженнях сучасні комп'ютерні системи та інформаційні технології оброблення сигналів складної форми для ідентифікування об'єктів за такими сигналами, визначення екологічного стану та моніторингу об'єктів довкілля.

2. МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Метою дисципліни «Методи та системи аналізу багатокомпонентних сигналів» є навчити аспіранта формулювати та вирішувати задачі аналізу та інтерпретації реальних сигналів, що породжуються технічними та екологічними об'єктами, використовувати корисні сигнали для розроблення інтелектуальних інформаційних технологій ідентифікування технічних об'єктів різного призначення, для визначення екологічного та технічного стану складних об'єктів, оцінювати ризики здоров'ю людини при впливі забруднення навколишнього середовища, шукати власні шляхи вирішення задачі, ефективно працювати з інформаційними джерелами, створювати нові знання за допомогою проведення оригінальних теоретичних та експериментальних досліджень, а також поліпшити навички усної і письмової комунікації у галузі, що вивчається.

Основними завданнями є: 1) ознайомлення з основними напрямками екологічних досліджень, аналізу сигналів різного фізичного походження та методологією побудови математичних моделей, що їх описують; 2) ознайомлення з принципами прийняття технічних та інтелектуальних комп'ютерних рішень для визначення екологічного стану навколишнього середовища та вимірювання параметрів технічних систем; 3) ознайомлення з основними шляхами застосування методів штучного інтелекту в інформаційних системах моніторингу довкілля та технологіях, спрямованих на вирішення проблем оцінювання стану технічних систем.

Інтегральна компетентність:

Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми у сфері комп'ютерних наук, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

Загальні компетентності:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК04. Здатність розв'язувати комплексні проблеми комп'ютерних наук на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору з дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

Спеціальні (фахові) компетентності:

СК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерних науках та дотичних до них міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з комп'ютерних наук та суміжних галузей.

СК03. Здатність виявляти, ставити та розв'язувати дослідницькі науково-прикладні завдання та/або вирішувати проблеми в сфері комп'ютерних наук, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК04. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти у галузі комп'ютерних наук та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, демонструвати лідерство під час їхньої реалізації.

СК06. Здатність аналізувати та оцінювати сучасний стан і тенденції розвитку комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

СК08. Здатність аналізувати дані та одержувати необхідні знання для розв'язання нестандартних завдань з використанням математичних методів та методів комп'ютерного моделювання.

СК09. Здатність до розвитку теорії, розроблення нових методів та інтелектуальних засобів для розв'язання прикладних завдань з різних сфер, зокрема, технічної, економічної, екологічної, медичної, біологічної тощо.

СК10. Здатність до проведення наукових досліджень з інтелектуального оброблення, аналізу та інтерпретації інформації про об'єкти різної природи.

СК11. Здатність до творчої ініціативи, раціоналізації, винахідництва, впровадження досягнень вітчизняної та закордонної науки, техніки, використання передового досвіду.

Програмні результати навчання

РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з комп'ютерних наук і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного

напряму, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерних науках та дотичних міждисциплінарних напрямках.

РН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з комп'ютерних наук та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

РН06. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

РН07. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми комп'ютерної науки з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

РН10. Відшукувати, оцінювати та критично аналізувати інформацію щодо поточного стану та трендів розвитку, інструментів та методів досліджень, наукових та інноваційних проєктів з комп'ютерних наук.

РН13. Здійснювати розроблення нових методів та інтелектуальних засобів для розв'язання прикладних завдань з різних сфер, зокрема, технічної, економічної, екологічної, медичної, біологічної тощо.

РН15. Проводити інтелектуальний аналіз об'єктів різних природи за різними видами первинної інформації (зображення, складні сигнали, тексти, електронні медичні записи, відео та аудіо записи).

РН 17. Розробляти комп'ютерні системи оброблення та аналізу інформації різного виду (цифрової, текстової, зображень, відеоряду, сигналів тощо).

РН 18. Використовувати загально наукові філософські знання, необхідні для формування наукового світогляду, професійної етики та культурного кругозору.

3. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№	Назва	Кількість годин		
		Лекції	Семінарські /практичні заняття	Самостійна робота
ЗМ1: Методи та моделі інформаційної технології визначення екологічного стану об'єктів (1 кредит)				
1	Основні принципи визначення екологічного та технічного стану об'єктів	2	-	6
2	Оцінка ризиків впливу навколишнього середовища на здоров'я людини	2	2	4

3	Методи аналізу сигналів в інформаційних технологій визначення екологічного та фізичного стану об'єктів	2	2	4
4	Математичні моделі фізико-хімічних сигналів	2	-	4
ЗМ2: Методи оцінювання екологічної безпеки (1 кредит)				
5	Когнітивний аналіз екологічної інформації.	2	2	6
6	Моделі та системи когнітивного аналізу даних	2	2	4
7	Експресні методи визначення екологічного стану об'єктів довкілля	2	2	4
ЗМ3: Комп'ютерні системи та інформаційні технології визначення екологічного та фізичного стану об'єктів (1 кредит)				
8	Технічні засоби вимірювання концентрацій хімічних речовин та параметрів технічних систем	2	2	6
9	Сенсорні системи екологічного моніторингу	2	2	4
10	Аналітична система визначення екологічного стану об'єктів довкілля	2	2	4
11	Перспективні напрямки застосування інтелектуальних інформаційних технологій оброблення даних	2	-	4
	ВСЬОГО	22	16	50

4. ПРОГРАМНИЙ МАТЕРІАЛ

Змістовий модуль 1. Методи та моделі інформаційної технології визначення екологічного стану об'єктів

Тема 1. Основні принципи визначення екологічного та технічного стану об'єктів Розглянуті принципи організації служби державного моніторингу екологічних систем та природних об'єктів. Сформульовані загальна постановка проблеми оброблення слабких сигналів складної форми в аналітичних системах визначення концентрацій токсичних хімічних елементів та в технічних системах непрямих вимірювань фізико-хімічних параметрів. Проаналізовані відмінності різних електрохімічних методів аналізу та їх особливості при визначенні концентрацій хімічних речовин. Наведені теоретичні основи методу хронопотенціометричного аналізу та його можливості для визначення екологічної якості питної води, харчових продуктів та об'єктів довкілля.

Тема 2. Оцінка ризиків впливу навколишнього середовища на здоров'я людини Розглянуті види та характеристики екологічних ризиків, вплив забруднення на здоров'я людини та населення: відносний, атрибутивний (груповий), популяційний та

індивідуальний ризику, поглинена доза. Наведені параметри експозиції та порядок розрахунку індивідуального та канцерогенного ризику з урахуванням шляхів впливу (питна вода, харчові продукти, атмосферне повітря, ґрунти). Сформульовані основні підходи до визначення оцінки потенційного ризику здоров'ю населення при комбінованому впливі забруднення навколишнього середовища.

Тема 3. Методи аналізу сигналів в інформаційних технологіях визначення екологічного та фізичного стану об'єктів

Охарактеризовані причини та приклади спотворення слабких сигналів вимірювання при використанні традиційних методів цифрового аналізу даних, що спонукає до розроблення методів високочастотної фільтрації, які не змінюють інтегральні характеристики неперіодичних сигналів. Викладений підхід до застосування методів редукція (скорочення об'єму) даних за допомогою перетворенням системи координат, що дозволяє розглядати інтегральний багатокomпонентний сигнал як суму компонентів. Розглянуті цифрові методи аналізу даних: усунення зовнішніх та внутрішніх високочастотні збурень сигналу, гістограмної та частотно-часової фільтрації високочастотних перешкод, адаптивного згладжування похідної сигналу.

Тема 4. Математичні моделі фізико-хімічних сигналів

Розглянуті математичні моделі сигналів вимірювання для різних фізико-хімічних процесів. Генеративна модель багатокomпонентного аналітичного сигналу визначення концентрацій хімічних елементів методами інверсійної хронопотенціометрії, що складається з моделі базової кривої та моделей окремих компонентів. Викладена та проаналізована загальна модель спектра пропускання атмосферного повітря, одержаного інфрачервоним Фур'є-спектрометром для екологічної оцінки стану забруднення земної атмосфери. Наведена та досліджена модель багатокomпонентного інтегрального сигналу динамічного зважування, яка дозволяє визначати значення поосного зважування транспортних засобів або вагові компоненти в технічних системах дозування бетонних сумішів, мінеральних добрив та комбікормів.

Змістовий модуль 2. Методи оцінювання екологічної безпеки

Тема 5. Когнітивний аналіз екологічної інформації

Викладені та обговорені основи когнітивного аналізу багатовимірної екологічної інформації слабко структурованих систем та стан об'єкту в еколого-соціально-економічному аспекті. Розглянуті існуючі підходи до використання когнітивної графіки, когнітивних карт, систем моделювання та аналізу даних для вирішення екологічних задач.

Тема 6. Моделі та системи когнітивного аналізу даних

Охарактеризована імовірнісна модель когнітивного аналізу даних. Наведена методологія застосування когнітивного моделювання для виявлення шкідливих факторів природного та техногенного характеру, які негативно впливають на екологію та здоров'я людини. Досліджені існуючі підходи до застосування моделей, методів оброблення даних та наявних комп'ютерних систем для аналізу екологічної інформації. Розглянуті когнітивні моделі, методи ідентифікації, класифікації для визначення екологічної забрудненості ділянок поля важкими металами та їх детоксикації в умовах точного землеробства.

Тема 7. Експресні методи визначення екологічного стану об'єктів довкілля

Проаналізована проблема експресного аналізу токсикологічної якості питної води. Розглянута модель маси хімічного елемента при визначенні концентрацій експресними електрохімічними методами аналізу. Обґрунтована доцільність інтелектуалізації комп'ютерної системи експресного аналізу з використанням машинного навчання, хмарних технологій зберігання та оброблення даних, ІОТ-технологій отримання та передачі даних вимірювання. Наведені приклади технічних засобів та підходів до здійснення експресного аналізу.

Змістовий модуль 3. Комп'ютерні системи та інформаційні технології визначення екологічного та фізичного стану об'єктів

Тема 8. Технічні засоби вимірювання концентрацій хімічних речовин та параметрів технічних систем

Розглянуті типи та види засобів вимірювання: сенсори, електроди, датчики, аналізатори, електрохімічні прилади, вагові індикатори, контролери, які застосовуються в екологічному моніторингу та технічних системах визначення фізико-хімічних параметрів. Проаналізовані існуючі підходи до розроблення комп'ютерних систем та програмних засобів інтелектуальних інформаційних технологій.

Тема 9. Сенсорні системи екологічного моніторингу

Охарактеризовані основні підходи та можливості технологій зв'язку 4G, 5G, 6G, які сприятимуть вирішенню задач екологічного моніторингу. Досліджені проблеми застосування віддалено розташованих сенсорних систем і приладів в екологічному моніторингу та в системах вимірювання фізико-хімічних параметрів технічних об'єктів. Розглянуті основні питання, які виникають при використанні веб-інтерфейсу, хмарних технологій, пристроїв ІОТ, комп'ютерних екологічних та аналітичних платформ в інформаційних технологіях та системах.

Тема 10. Аналітична система визначення екологічного стану об'єктів довкілля

Охарактеризовані нові імпульсні методи хронопотенціометрії та їх особливості застосування в аналітичній системі та приладі експресного токсикологічного аналізу об'єктів довкілля. Досліджена проблема застосування іонометричного методу з використанням іон-селективних електродів на приладі для хронопотенціометричного аналізу. Розглянуті технічні особливості розроблення комп'ютерних систем інформаційних технологій для задач екологічного моніторингу.

Тема 11. Перспективні напрямки застосування інтелектуальних інформаційних технологій оброблення сигналів

Охарактеризовані головні відмінності інтелектуалізованих систем від традиційних систем оброблення даних. Наведені приклади та особливості розроблених інформаційних технологій: «Аналізатор ІХП», «Атмосферні гази», «Автоваги». Розглянуті перспективні напрямки застосування штучного інтелекту в системах аналізу даних вимірювання.

5. САМОСТІЙНА РОБОТА

Самостійна робота охоплює:

- 1) підготовку до семінарських занять,
- 2) опрацювання наукової літератури,
- 3) підготовку до іспиту.

№ п/п	Зміст самостійної роботи	Обсяг СР (годин)
1.	Підготовка до семінарських занять	10
2.	Опрацювання наукової літератури	20
3.	Підготовка до іспиту	20
Усього за навчальною дисципліною		50

6. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Контроль знань аспірантів здійснюється на підставі Положення про організацію та проведення поточного і підсумкового/семестрового контролю результатів навчання здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня.

Контроль знань аспірантів складається з двох складників: поточного і підсумкового/семестрового контролю результатів навчання здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня. Кожний складник оцінюється за стобальною системою .

Загальна оцінка результатів за дисципліною (ЗО) розраховують:

$$ZO = k_1 * \text{ПоК} + k_2 * \text{ПідК},$$

де k_1, k_2 - коефіцієнти переведення балів поточного (ПоК) та підсумкового контролю (ПідК) відповідно; $k_1 = 0,4, k_2 = 0,6$.

Максимальна кількість балів у поточному контролі встановлюється таким чином:

Форми навчальної діяльності	Максимальна сумарна оцінка в балах
усне опитування	65
активна робота на заняттях	35
Всього	100

Порядок перерахунку рейтингових показників нормованої 100-бальної шкали оцінювання в національну шкалу та шкалу ECTS

За 100-бальною шкалою	За національною шкалою		За шкалою ECTS
	Іспит	Залік	
91 - 100	відмінно	зараховано	A (відмінно)
81 - 90	добре		B (дуже добре)
71 - 80			C (добре)
66 - 70	задовільно		D (задовільно)
60 - 65			E (достатньо)
40 - 59	незадовільно	не	FX (незадовільно – з

		зараховано	можливістю повторного складання)
1 - 39			F (неприйнятно – з обов’язковим повторним навчанням)

7. ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ЗАПИТАНЬ НА ЕКЗАМЕН

Змістовий модуль 1 – 12 запитань

1. Сформулюйте основні принципи організації служби державного екологічного моніторингу.
2. Охарактеризуйте відмінності електрохімічних методів аналізу при визначенні концентрацій хімічних речовин.
3. Сформулюйте переваги вимірювання концентрацій хімічних речовин хронопотенціометричним методом аналізу.
4. Опишіть види та характеристики екологічних ризиків.
5. Охарактеризуйте особливості розрахунку індивідуального та канцерогенного ризику з урахуванням різних шляхів впливу.
6. Сформулюйте основні підходи до визначення оцінки потенційного ризику здоров’ю населення при комбінованому впливі забруднення.
7. Охарактеризуйте основні переваги застосування перетворення системи координат для аналізу монотонних сигналів.
8. Опишіть метод частотно-часової фільтрації високочастотних перешкод.
9. Опишіть метод адаптивного згладжування похідної сигналу.
10. Проаналізуйте можливі підходи до моделювання монотонно зростаючих сигналів.
11. Охарактеризуйте модель багатокомпонентного аналітичного сигналу.
12. Охарактеризуйте загальну модель спектра пропускання атмосферного повітря.

Змістовий модуль 2 – 12 запитань

13. Охарактеризуйте базові концепції когнітивного аналізу екологічної інформації.
14. Опишіть існуючі підходи до використання когнітивної графіки та когнітивних карт
15. Проаналізуйте можливі підходи до моделювання та когнітивного аналізу для вирішення екологічних задач.
16. Охарактеризуйте імовірнісну модель когнітивного аналізу даних.
17. Наведіть основні підходи до когнітивного моделювання в задачах виявлення шкідливих факторів природного та техногенного характеру.
18. Охарактеризуйте когнітивні моделі, методи ідентифікації та класифікації для їх використання в технологіях точного землеробства.
19. Охарактеризуйте проблему експресного аналізу токсикологічної якості питної води та можливості використання ІОТ-технологій.
20. Проаналізуйте можливі підходи до застосування машинного навчання та хмарних технологій в приладах та системах експресного аналізу.
21. Наведіть приклади технічних засобів та підходів для здійснення експресного аналізу.

Змістовий модуль 3 – 12 запитань

22. Охарактеризуйте основні типи сенсорів, електродів та датчиків, що використовуються в задачах екологічного моніторингу.
23. Опишіть можливості застосування контролерів ІОТ в технічних системах визначення фізико-хімічних параметрів.

24. Охарактеризуйте існуючі підходи до розроблення комп'ютерних систем для екологічних досліджень.
25. Охарактеризуйте основні можливості технологій зв'язку 5G та 6G.
26. Проаналізуйте можливі підходи до взаємодії комп'ютерів з віддалено розташованими сенсорами, датчиками та приладами.
27. Сформулюйте основні питання, які виникають при використанні веб-інтерфейсу, хмарних технологій, ІОТ в інформаційних технологіях та комп'ютерних системах.
28. Охарактеризуйте принципи роботи імпульсних методів хронопотенціометрії.
29. Охарактеризуйте особливості застосування іонометричного методу з використанням іон-селективних електродів.
30. Наведіть технічні особливості розроблення аналітичної системи вимірювання концентрацій хімічних елементів.
31. Охарактеризуйте головні відмінності інтелектуалізованих систем від традиційних систем оброблення даних.
32. Охарактеризуйте особливості систем «Аналізатор ІХП» та «Атмосферні гази».
33. Сформулюйте перспективні напрямки застосування штучного інтелекту в системах аналізу даних вимірювання.

8. ПОЛІТИКА ДОБРОЧЕСНОСТІ

Виконання навчальних завдань має відповідати вимогам Кодексу академічної доброчесності Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем НАН та МОН України, затвердженого вченою радою Міжнародного центру 20 січня 2022 року, протокол № 1.

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

(позначення * вказує, що вказане літературне джерело знаходиться на стендах бібліотеки Міжнародного Центру)

Основна

1. Глушков В.М. Кібернетика, обчислювальна техніка, інформатика. Вибрані праці у 3-х томах. – Київ: Наукова думка. – 1990. – ISBN 5-42-001568-9.

2. Гриценко В.І., Суровцев І.В., Бабак О.В. Система бездротового зв'язку 5G. Cybernetics and Comp. Engin., – 2019. – № 3 (197). – С. 5-19.

<http://kvt-journal.org.ua/content/2019/issue197.pdf>. – Назва з екрану.*

1. Гриценко В.І., Бабак О.В., Суровцев І.В. Особливості взаємозв'язку мереж 5G, 6G з великими даними, інтернетом речей та штучним інтелектом. – Cybernetics and Comp. Engin. – 2021. – №. 2 (204), – С. 5-18. <https://doi.org/10.15407/kvt204.02.005>. – Назва з екрану.*

2. Суровцев І.В., Галімов С.К., Татарінов О.Е. Інформаційна технологія визначення концентрації токсичних елементів в об'єктах навколишнього середовища. – Cybernetics and Comp. Engin. – 2018. – № 1 (191). – С. 5-31. <https://doi.org/10.15407/kvt191.01.005>. – Назва з екрану.*

3. Файнзільберг Л.С. Методи та системи штучного інтелекту : підручник для студентів спеціальності «Комп'ютерні науки». – Київ, ТОВ «7БЦ». – 2023. – 316 с. – ISBN 978-617-549-255-0.

4. Surovtsev I. V., Sieriebriakov A. K. Method of elements identification in the multicomponent signal. Control Systems and Computers. 2023. №. 2. P. 19-26.

Додаткова література

1. I.V. Surovtsev, V.M. Galimova, V.V. Mank, V.A. Kopilevich. Determination of heavy

metals in aqueous ecosystems by the method of inversion chronopotentiometry // Journal of water chemistry and technology. – 2009. – Vol. 31, № 6. – pp. 389-295. – Назва з екрану. <https://rd.springer.com/article/10.3103%2FS1063455X09060071>. – Назва з екрану.

2. Суровцев І.В. Гістограмний метод фільтрації електрохімічних сигналів. – Науково-технічна інформація. – 2016. – № 1. – С. 49-54.

http://nbuv.gov.ua/UJRN/NTI_2016_1_11. – Назва з екрану.

3. Ананьєва О.В. Оцінка ризику для здоров'я населення, зумовленого викидами автомобільного транспорту, на території дарницького та дніпровського районів м. Києва. – Environment & Health. – 2017. – № 2 (82). – С. 44-49.

<https://doi.org/10.32402/dovkil2017.02.044>. – Назва з екрану.

4. Surovtsev I.V. Ionometric method for determination of concentrations of microelements in research of digital medicine / I.V. Surovtsev, P.Y. Velykyi, V.M. Galimova, M.V. Sarkisova. – Cybernetics and Comp. Engin. – 2020. – №. 4(202), – С. 25-43. <https://doi.org/10.15407/kvt202.04.025>. – Назва з екрану.*

5. Surovtsev I.V., Galimov S.K., Galimova V.M., Sarkisova M.V. Method of chronoionometric determination of concentrations of fluorine, nitrate, ammonium in drinking water. – Cybernetics and Comp. Engin. – 2021. – №. 1 (203), С. 5-25. <https://doi.org/10.15407/kvt203.01.005>. – Назва з екрану.*

6. Суровцев І.В., Великий П.Ю., Грицаєнко М.О., Галімова В.М. Аналітична система для моніторингу та оцінювання ризиків споживання питної води. – Cybernetics and Comp. Engin. – 2021. – №. 4 (206), – С. 17-38. <https://doi.org/10.15407/kvt206.04.017>. – Назва з екрану.*

7. Бабак О.В., Суровцев І.В. Скорочення даних як метод інтелектуалізації інформаційних технологій. – Cybernetics and Comp. Engin. – 2022. – №. 1 (207). – С. 17-31. <https://doi.org/10.15407/kvt207.01.018>. – Назва з екрану.*

Інформаційні ресурси

1. U.S. Environmental Protection Agency. Human Health Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion Facilities. 2005. URL: (Accessed: 3.02.2017).

https://epa-prgs.ornl.gov/radionuclides/2005_HHRAP.pdf. – Назва з екрану.

1. Badriyah Alhalaili, Ileana Nicoleta Popescu, Carmen Otilia Rusanescu, Ruxandra Vidu. Microfluidic devices and microfluidics-integrated electrochemical and optical (bio)sensors for pollution analysis: A Review. – Sustainability. – 2022. – 14 (12844). <https://doi.org/10.3390/su141912844>. – Назва з екрану.

2. Sergey V. Sokolov. Evolution of the analytical signal in electrochemistry from electrocapillary curve to a digital electrochemical pattern of a multicomponent sample. – Electrochemical. – 3 (3). – 2023. – pp. 1-17. <https://doi.org/10.1002/elsa.202100212>. – Назва з екрану.

3. José Paulo Pinheiro, Elise Rotureau. Electroanalytical trace metal cations quantification and speciation in freshwaters: historical overview, critical review of the last five years and road map for developing dynamic speciation field measurements. – Molecules. – 2023. – 28 (2831). pp. 1-20. <https://doi.org/10.3390/molecules28062831>. – Назва з екрану.

4. Vasiliki Keramari, Sophia Karastogianni, Stella Girusi. New prospects in the electroanalysis of heavy metal ions (Cd, Pb, Zn, Cu): development and application of novel electrode surfaces. – Methods Protoc. – 2023, – 6 (60). – pp. 1-15. <https://doi.org/10.3390/mps6040060>. – Назва з екрану.