

Міністерство освіти і науки України
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
Фізико-математичний факультет
Кафедра комп'ютерних наук

Дипломна робота

бакалавра

з теми: **«МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ЗАДАЧ ДЛЯ МАЛИХ РІЧОК
НА ПРИКЛАДІ РІЧКИ СМОТРИЧ»**

Виконав: студент 4-го курсу,
групи КН1-В18
спеціальності 122 Комп'ютерні науки
Гончар Фаррух Шухратович

Керівник: Щирба Віктор Самуїлович,
кандидат фізико-математичних наук,
доцент

Кам'янець-Подільський – 2022

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ВОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ	7
РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЧКИ СМОТРИЧ.....	22
РОЗДІЛ 3. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН У МАЛИХ РІЧКАХ.....	30
ВИСНОВКИ.....	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	40
ДОДАТОК.....	45

ВСТУП

Актуальність проблеми. У нашому буденному житті ми досить часто розглядаємо задачі, де актуальними виступають не стільки обмеження, пов'язані з кількістю запасу певного виду ресурсів, скільки важливими є якісні характеристики цього ресурсу, що обумовлено безпекою їх використання. Мова йде не лише про те, що запаси різного роду продукції чи сировини є обмеженими і потрібно економити їх використання, але й про необхідність враховувати, що зміна їх якості призводить до сумніву можливості використання таких життєво важливих ресурсів. В своїй більшості такі задачі в глобальному масштабі пов'язані з проблемами екології та захисту навколишнього середовища.

З аналізу стану водних ресурсів України (див. розділ 1) чітко видно особливу потребу в дослідженні екологічних задач, пов'язаних з використанням питної води. Не дивлячись на те, що централізоване водопостачання населення забезпечується в основному за рахунок поверхневих джерел, більшість із яких припадає на малі річки, аналіз їх стану практично не проводиться. Відносно постійні дослідження проводяться регіональними колективами екологів. У нашому регіоні таку досить різнопланову роботу проводять науковці кафедри екології нашого університету та співробітники національного природного парку «Подільські Товтри» (адреса: пл. Польський ринок, 6; E-mail: npptovtry@ukr.net), але їх, зазвичай, статистичні дані потребують системного аналізу.

Системний аналіз з використанням математичних моделей є однією з найбільш поширених концепцій в науково-технічних дослідженнях. Він має в своєму розпорядженні великий набір порівняно нових математичних методів. До них відноситься сіткове моделювання, аналіз функцій відгуку, стохастичне моделювання, дослідження стійкості, теорія графів, теорія ігор, математичне моделювання, імітаційне моделювання, лінійне програмування, теорія

управління і т.д. Застосування системного аналізу до екології відоме під назвою «системної екології».

Моделювання екологічних систем вже пройшло через період дискусій щодо тенденцій його подальшого розвитку і вступило в новий етап, який припускає широке використання методів теорії систем.

Загострення екологічних проблем здебільшого зумовлене хімічним забрудненням річок внаслідок викидів і скидів з промислових об'єктів забруднювальних речовин, повсюдним використанням добрив і пестицидів, що потрапляють у прісну воду. Для прогнозування якості води річок і водоймищ використовують найрізноманітніші методи, за допомогою яких надається можливість запобігати зниженню якості води нижче від санітарно-гігієнічних нормативів (гранично-допустимих концентрацій – ГДК).

З'ясування хімічного складу води річок є одним з найважливіших завдань гідроекологічних досліджень, оскільки в результаті ми отримуємо суму кількісних параметрів, що репрезентують сукупність процесів внутрішньої динаміки гідроекосистеми. Використання методичних підходів статистико-аналітичного аналізу дає змогу окреслити не лише цілісну картину гідроекологічного стану аквальної системи у її довільному конкретно-часовому вимірі, а й можливість виявлення наявних тенденцій сезонно-багаторічної ритміки, а також просторово-часової трансформації гідроекосистеми за досліджуваний період, внаслідок природних та антропогенно-зумовлених впливів.

Кількісна оцінка закономірностей формування, поширення і режиму трансформації розчинених у річкових водах речовин, з урахуванням впливу на їх склад техногенних чинників, є необхідною передумовою практичного розв'язання ключових завдань науково регламентованого раціонального природокористування на регіональному рівні. Адже саме склад, вміст і співвідношення розчинених хімічних елементів зумовлюють санітарну і екологічну якість природних вод, їх властивості, безпосередньо впливають на

діяльність гідробіонтів, а відтак, — на загальний гідроекологічний стан водотоків.

Проведення комплексних моніторингових досліджень водотоків за гідрохімічними показниками дозволить обґрунтовувати основні напрямки екологічно безпечного ведення господарства в басейнах річок, регулювати надходження стічних вод та сприяти розробці екологічних нормативів антропогенного навантаження з врахуванням усіх особливостей даного регіону та стратегії раціонального і безпечного водокористування.

Об'єктом дослідження даної роботи є гідрогеологія поверхневих водних ресурсів України, що зосереджена на проблемах безпечного використання ресурсів малих річок.

Розглянуто загальну базу моделей перенесення речовин водним середовищем, як однокомпонентним, так і багатоконпонентним. Взято до уваги і моделювання якості води озер та водосховищ, в ракурсі моделювання якості водного середовища у водоймах з стоячою водою, математична база яких відрізняється від бази моделей проточних водоймищ.

Предметом дослідження виступає математична модель розрахунку розповсюдження забруднювальних речовин у річках в одновимірному випадку з урахуванням турбулентної дифузії, швидкості течії та швидкості розпаду речовини (самоочищення потоку).

При цьому особливу увагу звернута на ознайомлення з метою вибору типу і структури математичної моделі, на основні показники явища, які необхідно реалізувати у прийнятій моделі при її математичній формалізації. Зокрема, зусилля необхідно направити на пошук більш доцільної вербальної моделі для подальшого створення математичної моделі, яка більш точно відображає реальні процеси, наприклад, формування дощового схилового стоку та виносу ним речовин.

Ефективний вибір вербальної гідроекологічної моделі і її перетворення в математичну модель можна зробити тільки тоді, коли ґрунтовано досліджено положення про природні гідроекологічні процеси, які, на перший погляд, лише

дотиково стосуються теми дослідження. Тому у роботі чимало місця відведено дослідженню гідроекологічних процесів.

Робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатку, що містить лістинг комп'ютерної програми для розрахунків.

У першому розділі проводиться загальний аналіз стану водних ресурсів України. Встановлено, що за запасами місцевих водних ресурсів Україна є однією з найменш забезпечених країн у Європі. Для побудови екологічної моделі зазначено, що оцінка якості води має статистичний характер за кожним з показників, яких дуже багато. Узагальненої оцінки якості води не існує. Проблему для математичного моделювання становить і точність вимірювання статистичних даних.

У другому розділі дається загальна характеристика показників про річку Смотрич, які можна використовувати про побудові концептуальної моделі. Встановлено, що це типовий представник малих річок. При моделюванні потрібно враховувати наявність ставків, фактичну відсутність точкових джерел забруднення та ряд інших важливих для моделювання факторів.

У третьому розділі будуються математичні моделі і проводиться комп'ютерне дослідження.

За результатами дослідження з доповіддю «Математичне моделювання розповсюдження забруднювальних речовин у малих річках» виступав на науковій конференції студентів і магістрантів за підсумками науково-дослідної роботи у 2021-2022 навчальному році. Подано статтю до збірника наукових праць студентів та магістрантів.

ВИСНОВКИ

Побудовано різницеву схему визначення концентрації забруднювальних речовин у річці для обрахунку динаміки процесу. Розроблено алгоритм визначення фізичних параметрів моделі, що дає змогу на основі експериментальних досліджень розрахувати концентрації забруднення в наступні моменти часу для кожної точки (створу).

Для ідентифікації коефіцієнтів моделі, зокрема швидкості розпаду забруднювальних речовини, турбулентної дифузії та швидкості течії річки, необхідно провести збирання даних натурних спостережень у фіксованих точках річки у послідовні моменти часу. Задавши початкові та граничні умови, можемо розрахувати концентрації забруднення в наступні моменти часу у визначених точках, що дасть змогу розробити інформаційну систему підтримки прийняття рішень щодо якості води з річки у найближчому майбутньому.

Наступним дослідження в цьому напрямку, може служити оптимізаційна задача виявлення місця розташування непередбачуваного джерела забруднення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Арсан О. М., Ситник Ю. М., Шаповал Т. М., Кукля І. Г., Пасічна О. О., Магомедова З. Б. Еколого-токсикологічні дослідження внутрішніх водойм міста Києва // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. – № 3 (14). Спеціальний випуск: Гідроекологія. – 2001. – С. 176 – 177.
2. Афанасьєва С. А., Колесник М. П., Давиденко Т. В., Сидерский А. М., Шатохина А. В., Осадчая Н. Н., Цветкова А. М., Фриновская Т. В., Тарасова О. Г., Садовская С. Н. Санитарно-гидробиологическое состояние озер и заливов жилого массива Оболонь г. Киева // Гидроекологические проблемы внутренних водоёмов Украины. – Киев: Наукова думка, 1991. – С. 98 – 109.
3. Афанасьєва С. А. Некоторые принципы и мероприятия по улучшению состояния пойменных водоемов г. Киева // Вода и здоровье – 98. Материалы международной научно-практической конференции. 15 – 18 сентября 1998 г., г. Одесса. – Одесса: Астропринт, 1998. – С. 247 – 277.
4. Афанасьєва С. А. Характеристика гидробиологического состояния разнотиповых озёр г. Киева // Вестник экологии. – 1996. – № 1-2. – С. 112 – 118.
5. Афанасьєва С. А., Цыбульский А. И. Ихтиофауна водоемов рекреационной зоны Киева в устьевой области реки Вита // Экология городов и рекреационных зон. Материалы международной научно-практической конференции. 25-26 июня 1998г., г. Одесса. – Одесса: Астропринт, 1998. – С. 13 – 17.
6. Бейко І. В. Задачі, методи та алгоритми оптимізації / І.В. Бейко, П.М. Зінько, А.Г. Наконечний. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». 2012. – 799 с.

7. Бейко І.В., Коробко Т.І. Побудова робочої моделі для прогнозування процесів перенесення екологічних забруднень у річкових басейнах // Вісник КНУ Кібернетика, № 3, – 2002, – С.15-16
8. Бурбело М. Й. Математичні задачі електроенергетики. Математичне моделювання електропостачальних систем: навчальний посібник / М. Й. Бурбело. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 185 с.
9. В. А. Барановський к. г. н. В. Г. Бардов д. м. н., член-кореспондент АМН України, С. Т. Омельчук к. м. н. Україна: Екологічні проблеми природних вод, Карту підготовлено до видання Київською військово-картографічною фабрикою в 2000р.
10. Гержук П. І. Екологічне дослідження річки Смотрич // Подільський національний природний парк: доцільність і проблеми створення. — Кам'янець-Подільський, 1993. — С. 34-36.
11. Голиков А.И. Применение метода Ньютона к решению задач линейного программирования большой размерности / А.И. Голиков, Ю.Г. Евтушенко, Н. Моллаверди // Ж. вычисл. матем. и матем. физ. —2004. — Т. 44. № 9. — С. 1564—1573.
12. ГОСТ 2874-82 “Вода питьевая. Гигиенические требования, контроль за качеством”, ДСанПІН “Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання”, регистрационный № 136/1940 от 15.04.97 г., СанПиН 2.1.4.1074-01
13. Громова О. Ф. Структура сообществ зоопланктона устьевой области р. Вита в рекреационной зоне г. Киева // Экология городов и рекреационных зон. Материалы международной научно-практической конференции. 25 – 26 июня 1998 г., г. Одесса. – Одесса: Астропринт, 1998. – С. 38 – 40.
14. Губонина З.И., Алейник Н.С. Проблемы питьевой водоснабжения г. Дзержинская Новгородской области в сб.: “Экология и жизнь”. 5-й Международная научно практическая конференция, 2002. – Пенза, 2002. – С.112 – 124.

15. Дендюк М.В. Математичне моделювання розповсюдження забруднювальних речовин у річках / М.В. Дендюк, М.Ф. Сало, О.Л. Тарасюк // Науковий вісник НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.16 – С. 370-373.
16. Евтушенко Ю.Г. Применение метода Ньютона к решению задач линейного программирования / Ю.Г. Евтушенко, В.Г. Жадан, А.П. Черенков // Журнал вычислительной математики и математической физики. — Том 35, 1995. — №6. — С. 850–866.
17. Згуровский М. З. Системный анализ: проблемы, методология, приложения / М. З. Згуровский, Н. Д. Панкратова. — К. : Изд-во Наук. думка, 2011. — 728 с.
18. Іваненко О.Г. Математичне моделювання гідроекологічних систем: Навчальний посібник. – Одеса, Вид-во «Екологія», 2006. – 141 с.
19. Калиткин Н.Н. Численные методы / Н.Н. Калиткин, М. : Наука, 1978. – 512 с.
20. Кашук Л. П. Про екологічну обстановку в Україні та завдання статистики довкілля / Статистичний моніторинг екологічного стану регіону, галузі. Матеріали науково-практичного семінару 16 – 17 грудня 1997 р., м. Житомир. – Житомир-Київ, 1998. – С. 8 – 13.
21. Ковальчук П.І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища : навч. посібн. / П.І. Ковальчук. – К. : Вид-во "Либідь". – 2003. – 208 с.
22. Коржик В. П. Басейновий моніторинг в межах великого міста / Урбанізоване навколишнє середовище: охорона природи та здоров'я людини. – Київ, – Том 1. – С. 69 – 72.
23. Литвинов М.А., Дудка И.А., Методы исследования микроскопических грибов пресных и соленых водоемов. – Л: Наука, 1975. – 152с.
24. Мала річка (енциклопедія сучасної України)
https://esu.com.ua/search_articles.php?id=61035

25. Методы экспериментальной микробиологии. Справочник / под ред. В.И. Билай. – Киев: Наукова думка, 1982. – 550с.
26. Мокін Б.В. Новий підхід до моделювання якості води у розгалужених річкових системах з використанням засобів паралельних обчислень / Б.В. Мокін, В.Ю. Булига // Вісник Вінницького політехнічного інституту : зб. наук. праць. – 2011. – № 3. – С. 21-23.
27. Ортега Дж. Введение в численные методы решения дифференциальных уравнений / Дж. Ортега, У. Пул, М. : Наука. 1986. – 288 с.
28. Плигин Ю. В., Щербак В. И., Арсан О. М., Михайленко Л. Е., Матчинская С. Ф., Майстрова Н. В. Влияние поверхностного стока на биоту Каневского водохранилища в районе г. Киева и рекомендации по его очистке // Экология городов и рекреационных зон. Материалы международной научно-практической конференции. 25 – 26 июня 1998 г., г. Одесса. – Одесса: Астропринт, 1998. – С. 272 – 277.
29. Постанова ВР № 214/95-ВР від 06.06.95, ВВР, 1995, № 24, ст. 190.
30. Розміщення водних ресурсів України і їх економічна характеристика <https://works.doklad.ru/view/bYI7csv9Fy8.html>
31. Романенко В. Д. Водные ресурсы Днепра и его экологическое состояние // Гидробиологический журнал. – 1998. – 34, № 2. – С. 3 – 9.
32. Сергиенко И.В. Системный анализ многокомпонентных распределенных систем / И.В. Сергиенко, В.С. Дейнека. – Киев: Наук. думка, 2007. – 639 с.
33. Трухаев Р.И. Модели принятия решений в условиях неопределенности / Р.И. Трухаев. – М. : Изд-во "Наука". – 1981. – 257 с.
34. Трухаев Р.И. Модели принятия решений в условиях неопределенности / Р.И. Трухаев. – М. : Изд-во "Наука". – 1981. – 257 с.
35. Трухаев Р.И. Модели принятия решений в условиях неопределенности / Р.И. Трухаев. – М. : Изд-во "Наука". – 1981. – 257 с.
36. Федорчук І. В. Фітомоніторингові дослідження екологічного стану вод каньйону річки Смотрич. - Збірник наукових праць за підсумками Другої Міжнародної науково-практичної конференції «Кам'янець-Подільський у

- контексті українсько- європейських зав'язків». — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ. - 2005 — С. 173-176.
- 37.Щепець М. С., Кузьменко М. І., Якушин В. М. Екологія водойм Києва // Вісник аграрної науки. – 1992. – № 7. – С. 45 – 46.
- 38.Щирба О. В. Моделювання дифузійних процесів та його реалізація методом внутрішньої точки / О.В. Щирба // Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет, 2010. – Вип. 3. – С. 213 – 222.
- 39.Щирба О.В. Прикладні аспекти використання алгоритмів розв'язання задач лінійного програмування. // Збірник наукових праць молодих вчених Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2009. – Випуск 1. – 314 с. 145 – 146