Клебанов Денис Олександрович, старший науковий співробітник відділу гідрохімії Українського гідрометео&shy;рологічного інституту ДСНС та НАН України: &laquo;Стік роз&shy;чинених речовин у басейні р. Дунай у межах України в сучасний період&raquo; (11.00.07 - гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія). Спецрада Д 26.001.22 у Київсько&shy;му національному університеті імені Тараса Шевченка

Український гідрометеорологічний інститут

Державна служба України з надзвичайних ситуацій

Національна академія наук України

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова

праця на правах рукопису

КЛЕБАНОВ ДЕНИС ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 556.551.3/.4+556.561.3./4+556.531+627.152+517.958:52/59

ДИСЕРТАЦІЯ

СТІК РОЗЧИНЕНИХ РЕЧОВИН У БАСЕЙНІ Р. ДУНАЙ

У МЕЖАХ УКРАЇНИ В СУЧАСНИЙ ПЕРІОД

11.00.07 – гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,

результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Д. О. Клебанов

Науковий керівник: Осадча Наталія Миколаївна, доктор географічних наук,

старший науковий співробітник

Київ - 2018

ЗМІСТ

ВСТУП........................................................................................................................ 14

РОЗДІЛ 1 ПРИРОДНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОДИ

БАСЕЙНУ Р. ДУНАЙ У МЕЖАХ УКРАЇНИ.......................................................... 21

1.1. Стан вивченості басейну р. Дунай у межах України.......................... 21

1.2. Характеристика підстильної поверхні та рельєф................................ 23

1.3. Кліматичні умови.................................................................................. 26

1.4. Рослинність ........................................................................................... 31

1.5. Гідрологічний режим............................................................................ 33

1.6. Антропогенні чинники ......................................................................... 43

РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ........................................... 48

2.1. Матеріали досліджень .......................................................................... 48

2.2. Методи досліджень............................................................................... 50

РОЗДІЛ 3 ГІДРОХІМІЧНИЙ РЕЖИМ РІЧОК БАСЕЙНУ р. ДУНАЙ В МЕЖАХ

УКРАЇНИ ТА ОЦІНКА ЇХНЬОГО СТАНУ ЗА ХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ 63

3.1. Хімічний склад вод р. Дунай та основні тенденції його змін за 1990–

2010 рр. ............................................................................................................... 69

3.2. Хімічний склад вод р. Тиса та основні тенденції його змін за 1990–

2010 рр. ............................................................................................................... 85

3.3. Хімічний склад вод р. Прут та основні тенденції його змін за 1990 -

2010 рр. ............................................................................................................... 92

3.4. Оцінка екологічного стану поверхневих вод басейну р. Дунай в

межах України за хімічними показниками............................................................. 99

РОЗДІЛ 4 ОЦІНКА ВИНЕСЕННЯ РОЗЧИНЕНИХ РЕЧОВИН Р. ДУНАЙ У

СУЧАСНИЙ ПЕРІОД .............................................................................................. 112

4.1. Стік показників головних іонів.......................................................... 112

4.2. Стік трофо-сапробіологічних показників.......................................... 126

4.3. Стік специфічних речовин токсичної дії........................................... 139

РОЗДІЛ 5 ПРОЦЕСИ САМООЧИЩЕННЯ ВОД БАСЕЙНУ Р. ДУНАЙ............. 157

5.1. Розподіл розчинених форм важких металів за течією р. Дунай та

основні форми міграції їх у воді ........................................................................... 158

13

5.2. Інтенсивність акумуляції ВМ у донні відклади ................................ 164

РОЗДІЛ 6 ВПЛИВ СТІЧНИХ ВОД МІСЬКИХ АГЛОМЕРАЦІЙ НА

ФОРМУВАННЯ ВИНОСУ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН У БАСЕЙНІ Р. ДУНАЙ У

МЕЖАХ УКРАЇНИ.................................................................................................. 170

6.1. Стан галузей економіки України ....................................................... 170

6.2. Вплив вод населених пунктів на надходження розчинених органічних

речовин та біогенних елементів............................................................................ 178

РОЗДІЛ 7 МОДЕЛЮАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД

БАСЕЙНУ р. ДУНАЙ В МЕЖАХ УКРАЇНИ БІОГЕНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ.... 186

7.1. Винесення біогенних елементів р. Дунай в межах України у сучасний

період. ............................................................................................................. 188

7.2. Моделювання емісії біогенних елементів з водозбірної площі та

оцінка ролі окремих джерел їхнього надходження.............................................. 193

ВИСНОВКИ ............................................................................................................. 204

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ........................................................ 206

ДОДАТКИ ................................................................................................................ 222

Додаток А Порівняння емпіричних та розрахункових концентрацій

показників хімічного складу води р. Дунай (м. Рені) за основними

гідрологічними фазами у маловодний 1992 рік ................................................... 223

Додаток Б Мінливість показників компонентного складу поверхневих вод

басейну р. Дунай в межах України, 1990 - 2010 рр ............................................. 230

Додаток В Осереднений хімічний склад води р. Дунай (створ м. Рені) за

основними гідрологічними фазами у роки з різною водністю............................ 233

Додаток Г Середньорічні значення блокових індексів (I1, I2, I3) та

інтегрального (IЕ) якості води річок басейну нижнього Дунаю за період 1990 -

2010 рр. ............................................................................................................. 240

Додаток Д Середньорічні значення хімічного стоку басейну нижнього

Дунаю, 1990 - 2010 рр............................................................................................ 242

Додаток Е Cписок наукових публикацій здобувача за темою дисертації 246

14

ВСТУП

Актуальність теми. Дунай - другий за величиною річковий басейн

Європи. У його межах розташовано 19 країн, соціально-економічний розвиток

яких тісно пов’язаний із всебічним використанням водних ресурсів річки. Це

важлива транспортна артерія Європи зі статусом міжнародного транспортного

коридору.

Інтенсивне використання вод Дунаю у різних галузях економіки

позначилося на стані його екосистеми. Починаючи з середини 70-х років

ХХ ст., води Дунаю зазнають значної евтрофікації, спричиненої підвищеним

вмістом біогенних елементів. Надходження недостатньо очищених

комунальних стічних вод призвело до забруднення річки органічними

речовинами. У його водах відзначається наявність таких небезпечних речовин,

як важкі метали і арсен, пестициди, феноли, нафтопродукти та ін.

Внаслідок впливу Дунаю, який забезпечує 60% притоку прісної води до

Чорного моря, спостерігається стійка придонна гіпоксія морського шельфу.

На початку 1990 рр. в Україні та країнах Східної Європи змінилися

суспільно-політичні умови, що супроводжувалося істотною економічною

кризою і зниженням господарського навантаження на водні ресурси річки.

З огляду на важливу роль річки в різних галузях економіки

придунайських країн у 1994 році була підписана Конвенція із захисту річки

Дунай та утворений виконавчий орган, Міжнародну комісію із захисту басейну

р. Дунай (МКЗД). У рамках дії Конвенції з 2009 р. започатковані інтегровані

плани управління басейном з метою реалізації комплексу заходів для

мінімізації антропогенного впливу на річкову екосистему (МКЗД, 2009, 2015).

Спільними зусиллями дунайських країн в результаті реалізації

передбачених Планами заходів вдалося значно зменшити антропогенне

навантаження та скоротити надходження забруднюючих речовин з річковим

стоком. Разом з тим, екосистема річки не досягла “доброго” екологічного стану,

15

а явища гіпоксії шельфової зони, загибель придонної біоти, зниження

біорізноманіття до цього часу не втратили своєї значимості.

Незадовільний екологічний стан Дунаю вимагає подальшого продовження

досліджень у межах української ділянки щодо динаміки змін хімічного складу

води та впливу на нього різноманітних чинників, що й зумовило актуальність

даної роботи.

Зв’язок роботи з науковими програмами. Наукові результати, які

викладені в дисертаційний роботі, отримані під час проведення досліджень у

межах державних бюджетних науково-дослідних робіт за безпосередньої участі

автора як виконавця:

- № 10/03 “Дослідити умови та виявити основні чинники формування

хімічного складу та якості поверхневих вод річкових басейнів України” (ДР №

0103U006559, 2003 - 2005 рр.); № 15/04 “Оцінка сучасного екологічного стану

поверхневих вод України з метою їх ефективного господарського

використання” (ДР № 0104U006839, 2004 - 2006 рр.); № 21/06 “Розроблення

методології і технології прогнозування та оцінки стану поверхневих вод” (ДР

№ 0106U007590, 2006 - 2008 рр.); № 15/09 “Науковий супровід існуючої

системи моніторингу поверхневих вод України та розроблення принципів та

методології її модернізації у відповідності з міжнародними стандартами” (ДР №

0109U005588, 2009 - 2011 рр.); № 9/12 “Розроблення ГІС - орієнтованої

системи для прогнозування виносу компонентів хімічного складу поверхневих

вод з водозборів річкових басейнів” (ДР № 0112 U003627, 2012 - 2014 рр. ); №

8/15 “Розробка методології та методів оцінки хімічного стану поверхневих вод

України відповідно до вимог європейських стандартів” (ДР № 0115 U004100,

2015 - 2017рр.);

комплексної програми НАН України: № 15.07 “Гідрохімічне районування

поверхневих вод України за основними показниками хімічного складу” (ДР №

0107U009657, 2007-2009 рр.).

Мета і завдання дослідження. Мета дисертаційної роботи полягає в

дослідженні закономірностей формування стоку розчинених речовин річок

16

української частини басейну Дунаю у сучасний період, визначення основних

екологічних впливів та розроблення заходів для їх мінімізації.

Для реалізації поставленої мети виконано такі завдання:

• виконати кількісну оцінку хімічного стоку р. Дунай у сучасний період

та дослідити його багаторічну циклічність;

• ідентифікувати основні еколого-гідрохімічні проблеми української

частини басейну р. Дунай;

• визначити граничні екологічні межі винесення компонентів хімічного

складу;

• дослідити антропогенний вплив на формування мінералізації води

р. Дунай у сучасний період;

• виконати моделювання винесення біогенних елементів з водозбірної

площі української ділянки басейну р. Дунай у сучасний період;

• оцінити роль точкових та дифузних джерел надходження біогенних

елементів у межах окремих субводозборів української частини басейну

р. Дунай;

• розробити рекомендації щодо зменшення забруднення вод Дунаю

біогенними елементами.

Об’єкт дослідження: закономірності формування стоку розчинених

речовин у басейні р. Дунай у межах України.

Предмет дослідження: кількісна оцінка винесення розчинених речовин з

території водозбору, аналіз його часової мінливості та способи зниження

негативного впливу.

Методи дослідження і вихідна інформація. Застосована у цій роботі

методологія кількісного визначення стоку розчинених речовин р. Дунай

розвиває методичні надбання, викладені в роботах А.М Алмазова, 1961, 1962,

1967; Я.Д. Никифорова, 1963; О.А. Альокіна, 1962, 1964; Ю.Г. Майстренка,

1967, Д.В. Закревського, В.І. Пелешенка, В.К. Хільчевського, 1983;

А.М. Никанорова, 2011.

17

Оброблення первинної інформації, розрахунки, статистичний аналіз та

побудова графіків проводилися за допомогою інформаційно-аналітичної

системи (ІАС) “Aqua Guard”, розробленої в УкрГМІ, та прикладної системи

програми “Microsoft Excel”. Для дослідження тенденції зміни концентрацій

хімічних речовин за багаторічний період використано програмний продукт

Фінського метеорологічного інституту, розроблений для оцінювання трендів

часових рядів на підставі непараметричного критерію Манна-Кендалла.

Оцінка екологічного стану окремих суббасейнів базувалась на методиці,

розробленій під керівництвом В.Д. Романенка, (Методика екологічної оцінки

якості поверхневих вод за відповідними категоріями, 1998), типоспецифічній

класифікації, розробленій МКЗД, та авторського методу для мінералізації води.

Вихідними матеріалами для виконання роботи слугували матеріали

моніторингу ДСНС України за щоденними параметрами водного стоку (1921–

2012 рр.), концентраціями компонентів хімічного складу річок української

частини басейну Дунаю (1968–2012 рр.); результати транскордонної

національної мережі моніторингу МКЗД; матеріали досліджень Дунаю

Міжнародними експедиціями, організованих українською стороною у 1988 і

1990 рр.; матеріали державної статистичної звітності щодо скидів

забруднюючих речовин різними галузями економіки за даними Мінприроди;

матеріали державної статистичної звітності Держводагенства України (за

формою 2ТП Водгосп).

Наукова новизна отриманих результатів.

Уперше:

- визначено кількісні показники стоку головних іонів, біогенних

елементів, органічних речовин та специфічних речовин токсичної дії р. Дунай у

сучасний період (1990–2012 рр.) та показано тенденцію їхніх змін;

- встановлено граничні екологічні межі хімічного стоку для 21

компоненту хімічного складу води нижнього Дунаю;

- побудовано цільову криву щоденного стоку головних іонів р. Дунай;

18

- виконано моделювання емісії біогенних елементів з окремих

субводозборів української частини басейну Дунаю;

- кількісно оцінено вплив точкових та дифузних джерел забруднення

біогенними елементами вод нижнього Дунаю, р. Тиси, р. Прут та р. Сирет;

- досліджено вплив найбільших міст на формування органічних речовин

та біогенного забруднення води української частини басейну Дунаю.

Удосконалено:

- методологію розрахунку винесення розчинених речовин з водозбірної

площі та характеру його внутрірічного розподілу;

- методику фазово-циклічної структури хімічного стоку;

- методологію оцінювання антропогенного впливу на хімічний склад

води р. Дунай;

- методологію класифікації концентрацій компонентів хімічного складу

за витратами води;

- методичні підходи оцінювання ролі точкових та дифузних джерел у

забрудненні р. Дунай на її українській ділянці біогенними елементами.

Дістали подальший розвиток:

- знання щодо впливу водності на показники хімічного стоку р. Дунай;

- знання щодо тенденцій виносу хімічних речовин водами річок Дунай,

Тиса, Прут та Сирет за період 1990–2012 рр.;

- знання щодо трансформації іонного складу води нижнього Дунаю;

- методи визначення основних екологічних впливів у басейні р. Дунай.

Практична значимість отриманих результатів полягає в розширенні

теоретичних і практичних знань щодо гідрохімічного режиму річок басейну з

урахуванням змін техногенезу та водності. Основні наукові положення та

висновки дисертаційної роботи доведено до конкретних заходів по зменшенню

антропогенного тиску на води р. Дунай та Чорного моря від точкових та

розподілених джерел.

Отримані результати можуть бути корисними для працівників установ

екологічного профілю, науковців, викладачів і студентів вищих навчальних

19

закладів, які займаються вивченням умов формування складу та стоку хімічних

речовин у поверхневих водах. Розроблений алгоритм може бути застосований

для проведення аналізу основних впливів під час підготовки плану управління

річковим басейном та обґрунтування заходів з мінімізації впливу

забруднюючих речовин від сільського та комунально-побутового господарства.

Використані державними органами, як доповнення до державної статичної

звітності щодо емісії забруднюючих речовин стічними водами населених міст

та водами річок басейну р. Дунай в межах України.

Особистий внесок здобувача полягає у вивченні та аналізі наукової та

нормативно літератури за темою дисертаційної роботи, системному аналізі,

математичній обробці та узагальненні результатів багаторічних досліджень

щодо якості вод річок Дунай, Тиса, Прут та Сирет у межах України та

особливостей формування хімічного стоку, як у межах всього басейну, так і

української частини р. Дунай у сучасний період. Стік біогенних елементів

розраховувався, як на базі емпіричних даних, так і моделювався з

використанням концептуальної напівемпіричної моделі MONERIS.

Основні результати, викладені у дисертації, отримано здобувачем

самостійно. Оформлення їх у вигляді наукових публікацій, підготовлені у

співавторстві, особистий внесок здобувача поділяється порівну з іншими

співавторами.

Постановку наукових задач дисертаційного дослідження, обговорення та

узагальнення результатів дослідження проведено спільно з науковим

керівником.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати

досліджень доповідались автором та надруковано у матеріалах: трьох

Всеукраїнських наукових конференцій та двох міжнародних конференцій

придунайських країн з гідрологічного прогнозування та обґрунтування водного

управління. Матеріали доповідей надруковані у матеріалах конференцій: II-ої

Всеукраїнської наукової конференції “Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія”

(м. Кив, 2003); III-ої Всеукраїнської наукової конференції “Гідрологія,

20

гідрохімія і гідроекологія” (м. Київ, 2006 р.); VI-ої Всеукраїнської наукової

конференції з міжнародною участю “Проблеми гідрології, гідрохімії, гідро

екології” (м. Дніпропетровськ, 2014 р.); XXVInd Conference of Danubian countries

on the Hydrological forecasting and Hydrological Bases of water management

(Deggendorf, Germany, 2014 р.); XXVIInd Conference of Danubian countries on the

Hydrological forecasting and Hydrological Bases of water management, (Golden

Sands, Bulgaria 2017 р.).

Результати досліджень знайшли своє відображення в наукових звітах за

відповідними темами, статтях, при підготовці розділів “Стан поверхневих вод”,

“Оцінка якості води за гідрохімічними показниками”, “Національна доповідь

про стан навколишнього природного середовища” Мінприроди та монографіях

УкрГМІ.

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 11 наукових

праць: 4 статті у фахових наукових виданнях, рекомендованих МОН України, 1

стаття в закордонному науковому фаховому виданні, 1 стаття в інших наукових

періодичних виданнях, 5 публікацій (тез доповідей) матеріалів всеукраїнських і

міжнародних наукових конференцій.

Обсяг і структура дисертації. Дисертаційна робота складається з анатації,

вступу, семи розділів, висновків, списку використаних літературних джерел

(163 джерела, із них 27 іноземною мовою) та 5 додатків. Загальний обсяг

роботи становить 245 сторінок, з яких основний текст викладено на 193

сторінках, включає 104 таблиці, 95 рисунків.

ВИСНОВКИ

Отриманіданітавиявленіуходівиконанняроботизакономірності

дозволилизробитинаступнівисновки

Аналізгідрологічнихспостереженьзавитратамиводинатериторії

нижньоїчастинирДунайдозволиввиділитиповнихцикливодностіСередня

нормастокуатакожйогомінімальнітамаксимальніпоказникизменшуютьсяв

напрямкувідпершогододругогоциклу

Розрахованокількісніпоказникистокурозчиненихречовинз

водозбірноїплощіДунаюзаперіодзміниекономічногоустроювУкраїніта

країнахСхідноїЄвропи−ррЗадосліджуванийперіодвідзначається

стійкатенденціядозменшеннястокубіогеннихелементівтаспецифічних

речовинтоксичноїдії

Встановленощовсучаснихумовахсереднізначеннямінералізації

водинижньогоДунаюзаодноріднихгідрологічнихумовзменшилися

порівнянозпопереднімперіодом−рраленедосяглифонових

значеньхроківНормалізованазаводністювеличинаіонногостоку

сучасногоперіодуперевищуєфоновийпоказникнаВідзначається

трансформаціяіонногоскладуводизарахунокнеконсервативноїповедінки

кальцію

Побудованоцільовукривущоденногоіонногостокунижньоїчастини

рДунайнапідставіякоїзробленовисновокпронезначнийантропогенний

впливнамінералізаціюводи

Шляхомвизначенняекологічногостануукраїнськоїділянкибасейну

рДунайзавідповіднимикатегоріямитипоспецифічноїкласифікації

МіжнародноїкомісіїіззахистубасейнурДунайаналізуводокористуваннята

господарськогокомплексувстановленонаявністьекологогідрохімічної

проблемизабрудненняводибіогеннимиелементамиорганічнимиречовинами

таспецифічнимиречовинамитоксичноїдіїЗагальнеекологічненавантаження

належитьдокласу“помірного”



Розрахованограничніекологічнімежівинесеннякомпонентів

хімічногоскладуводирДунайустворімРеніза−ррПоказанощо

дляБСКнітритнихіонівфенолівнафтопродуктівферумуцинкумангану

купрумутахромуфактичніпоказникивинесенняперевищуютьекологічнімежі

у−разів

Шляхоммоделюваннявстановленощоусучаснийперіодзводозбірної

площірДунайусередньомунадходитьтистрікзагітистрікРзаг

СуббассейнурТисаналежитьвідзагальноїемісіїнітрогенуз

українськоїтериторіїемісіїфосфоруформуєтьсявмежахбасейну

рПрутВідноснарольнижньоїчастинирДунайнатериторіїУкраїниє

найменшою

НаділянцінижньогоДунаюбіогеннезабрудненнявизначається

переважнорозподіленимиджереламиубасейнахрічокПрутутаСиретуа

такожТисирольрозподіленихіточковихджерелпрактичнооднакова

Розрахунковимметодомвстановленощосередточковихджерелдомінуєвплив

населенихпунктівнеоблаштованихканалізаційноюмережеюСеред

каналізованихмістнайбільшевпливаютьнабіогеннезабрудненняукраїнської

ділянкиДунаюмістаЧернівцітаІзмаїл

Показанощодомінуючачастинанітрогенупотрапляєдоекосистеми

річкивідсільськогогосподарстваасполукифосфорупереважнонадходятьза

рахунокжитловокомунальнихпідприємствРозробленорекомендаціїщодо

заходівіззменшеннябіогенногозабрудненняводДунаю

Встановленонаявністьстійкоїтенденціїдозменшенняпротягом

досліджуваногоперіодустокуважкихметалівПоказанощозарегульованість

Дунаюпризвеладозменшеннякаламутностіводиугирловійділянціна

ВисокийступіньдисперсностідоннихвідкладівнанижнійділянцірДунай

сприяєнакопиченнюунихметалівтазменшеннювинесенняостанніхуЧорне

море

Отриманірезультатиможутьбутивикористанідлярозробкизаходівз

метоюдосягненняводноюекосистемоюрДунай“доброго”екологічногостану



тавпровадженіунавчальнікурсизфаховоїпідготовкиздобувачіввищоїосвіти

відповідногопрофілюатакожвосвітньонауковупрограмупідготовки

аспірантівзаспеціальністю“гідрологіясушіводніресурсигідрохімія”