МІНІСТЕРСТВО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ

НАУКОВО-ДОСЛІДНА УСТАНОВА «УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ»

КАРЛЮК АЛІНА АНДРІЇВНА

УДК 504.06:621.311.22 (282.247.364)

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ РІЧКИ СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ ТА ОЗЕР ЛИМАНСЬКОЇ ГРУПИ В ЗОНІ ВПЛИВУ ЗМІЇВСЬКОЇ ТЕС

Спеціальність 21.06.01 – екологічна безпека

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2020

Дисертація є кваліфікаційною науковою працею на правах рукопису.

Робота виконана в науково-дослідній установі «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем», Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, м. Харків.

Науковий керівник: кандидат біологічних наук, с.н.с., доцент
Васенко Олександр Георгійович,
науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»,
перший заступник директора з наукової роботи, завідувач лабораторії досліджень екологічної стійкості об'єктів довкілля та природних територій особливої охорони

Офіційні опоненти: доктор технічних наук
Василенко Сергій Леонідович
Комунальне підприємство «Харківводоканал», головний гідролог,
м. Харків;

кандидат технічних наук, доцент
Бригада Олена Володимирівна
Національний університет цивільного захисту України Державної служби України з надзвичайних ситуацій,
доцент кафедри охорони праці та техногенно-екологічної безпеки,
м. Харків.

Захист дисертації відбудеться __ лютого 2021 року о ____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 64.812.01 в науково-дослідній установі «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» за адресою: 61166, м. Харків, вул. Бакуліна, 6.

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці науково-дослідної установи «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (61166, м. Харків, вул. Бакуліна, 6) та на сайті спеціалізованої вченої ради К 64.812.01 за електронною адресою: http://www.niiep.kharkov.ua/node/2761.

Автореферат розісланий «__» грудня 2020 року.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Н. С. Цапко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність. Дефіцит водних ресурсів у північно-східному регіоні України вимагає особливої уваги до стану основної водної артерії Харківської області – р. Сіверський Донець. На сьогоднішній день дія природних та антропогенних чинників суттєво підвищує рівень екологічної небезпеки погіршення стану р. Сіверський Донець, що потребує проведення наукових досліджень з визначення чинників, які призводять до зміни екологічного стану, ступеня забрудненості та здатності водного об'єкту до самоочищення.

Господарська діяльність у регіоні зумовлює необхідність розробки відповідних водоохоронних заходів щодо покращення стану поверхневих вод. Річка Сіверський Донець та озера Лиманської групи знаходяться в зоні впливу Зміївської ТЕС. Озера Лиманської групи мають гідравлічний зв'язок з іншими водними об'єктами та відіграють роль «буферної» зони між безпосереднім впливом Зміївської ТЕС та р. Сіверський Донець. Регулювання якості води озер та прилеглої ділянки річки вимагає пильної уваги до вивчення гідрологічних, хімічних і біологічних процесів, що відбуваються у цих водних об'єктах. Визначення заходів з реабілітації та збереження екологічного благополуччя озер і забезпечення екологічної безпеки р. Сіверський Донець є вкрай важливим та актуальним науково-практичним завданням.

Робота присвячена забезпеченню екологічної безпеки водних об'єктів у зоні впливу Зміївської ТЕС на основі регуляції процесів формування якості поверхневих вод озер Лиманської групи. Актуальними завданнями є комплексна оцінка стану досліджуваних водних об'єктів, прогнозування техногенного впливу Зміївської ТЕС на озера Лиманської групи та визначення ролі останніх у формуванні якості води р. Сіверський Донець.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано у лабораторії досліджень екологічної стійкості об'єктів довкілля та природних територій особливої охорони науково-дослідної установи «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем» (УКРНДІЕП) у рамках напрямку наукової діяльності «Розробка основ державної екологічної політики, спрямованої на підтримку екологічної стійкості об'єктів навколишнього природного середовища, комплексних природоохоронних заходів для вирішення екологічних проблем окремих природних об'єктів, методичне забезпечення і проведення екологічного моніторингу». Окремі результати дисертаційної роботи використано у темі «Наукове обґрунтування переліку водних екосистем, які забезпечують екосистемні послуги, та порядок здійснення оцінки вартісної цінності їх біорізноманіття та розроблення рекомендацій щодо відновлення і збереження цих екосистем» (№ держреєстрації 0117U001487, 0118U000504).

Мета і задачі дослідження.

Мета роботи – забезпечення екологічної безпеки водних об'єктів у зоні впливу Зміївської ТЕС на основі регуляції процесів формування якості поверхневих вод озер Лиманської групи.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

– визначити фактори, що впливають на загальний екологічний стан та формування якості води водних об'єктів, які знаходяться в зоні впливу ТЕС;

– вивчити гідрохімічний і гідробіологічний режими озер Лиманської групи та визначити роль озер у формуванні якості води р. Сіверський Донець;

– проаналізувати процеси самоочищення озер Лиманської групи та окремих ділянок р. Сіверський Донець під впливом природних і антропогенних чинників на площі водозбору;

– оцінити екологічний стан озер Лиманської групи та ділянки р. Сіверський Донець від с. Черкаський Бишкин вниз за течією до смт. Донець;

– проаналізувати водний і масовий баланс озер Лиманської групи;

– розробити метод визначення ступеню впливу озера Чайка на якість води р. Сіверський Донець за рахунок техногенного та природно-техногенного факторів;

– спрогнозувати наслідки впливу ТЕС на техногенне забруднення озер Лиманської групи та ділянку р. Сіверський Донець;

– теоретично обґрунтувати та розробити заходи щодо забезпечення сприятливого екологічного стану озера Чайка, запобігання і зменшення забруднення р. Сіверський Донець.

Об'єктом дослідження є природно-техногенні процеси формування екологічного стану озер Лиманської групи та р. Сіверський Донець в зоні впливу Зміївської ТЕС.

Предметом дослідження є шляхи забезпечення екологічної безпеки озер Лиманської групи та р. Сіверського Донця, методи визначення і заходи щодо зниження негативного впливу Зміївської ТЕС на якість води цих водних об'єктів.

Методи дослідження. Під час виконання дисертаційної роботи застосовувалися методи системного і статистичного аналізу, спостереження і вимірювання, моделювання та прогнозування. Для проведення вимірювань використовувалися сучасні інструментальні методи: потенціометричний, атомно-абсорбційний, полум'яної фотометрії тощо. Для обробки та аналізу даних експериментальних досліджень застосовувалась статистична обробка результатів та ретроспективний аналіз. У роботі використано методи: кореляційного аналізу – для визначення ролі зовнішніх впливів та внутрішньоводних процесів у формуванні якості води в озерах; метод Хольта – для виконання прогнозних розрахунків формування якості досліджуваних поверхневих вод; екологічної оцінки – для визначення екологічного стану озер Лиманької групи та ділянки р. Сіверський Донець; балансовий метод – для оцінки техногенного та природного впливу на досліджувані озера та річку.

Для обробки даних та графічної візуалізації результатів використано програмний пакет MS Excel; для побудови прогнозних моделей – програму статистичного аналізу STATISTICA 10.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше:

– теоретично обґрунтовано та експериментально доведено вплив широкого комплексу природних та антропогенних факторів на формування якості води

взаємопов'язаних поверхневих водних об'єктів – озер Лиманської групи та р. Сіверський Донець;

– науково обґрунтовано взаємозв'язок біотичних та абіотичних факторів під час формування екологічного стану масивів поверхневих вод в зоні впливу енергетичного об'єкту на прикладі Зміївської ТЕС;

– розроблено метод визначення ступеню впливу озер на якість води р. Сіверський Донець за рахунок відведення забруднених вод та надходження фільтраційних вод зі створенням систематизованої бази даних щодо показників гідрологічного стану, гідрохімічного та гідробіологічного складу екосистеми.

Удосконалено:

– систему екологічного моніторингу водних об'єктів в зоні впливу енергооб'єкту за рахунок включення гідробіологічних та мікробіологічних показників;

– існуючі схеми доочищення стічних вод у природних водних об'єктах (біоплато – Чайка);

Набуло подальшого розвитку:

– гідрохімічні, гідробіологічні та мікробіологічні дослідження каскаду озер Лиманської групи;

– методичні основи аналізу процесів самоочищення для конкретних умов формування екологічного стану системи озер.

Практичне значення одержаних результатів. Розрахований масовий баланс озер Лиманської групи та оцінка самоочищення досліджених озер на основі аналізу, проведеного за допомогою хімічної моделі системи «озеро Чайка – озеро Личове – річка Сіверський Донець», може бути використано, як модельний об'єкт для подальших більш масштабних і складних водно-господарських комплексів. Запропоновано метод визначення ступеню впливу озера Чайка на якість води р. Сіверський Донець, що дозволяє врахувати надходження забруднюючих речовин в річку за рахунок техногенних вод та фільтрації з озера. Результати натурних досліджень екологічного стану річки Сіверський Донець та озер Лиманської групи корисні для науково-дослідних установ та екологічних підрозділів місцевого самоврядування під час розробки заходів щодо охорони поверхневих і підземних вод в зоні впливу енергетичних комплексів. Результати наукових досліджень використані ПАТ «Центренерго» Зміївської ТЕС (акт про використання, довідка про впровадження результатів дисертаційної роботи від 22.10.2020 р.) і впроваджені у навчальному процесі з дисципліни «Водопостачання і водовідведення» та «Організація управління в природоохоронній діяльності» факультету техногенно-екологічної безпеки Національного університету цивільного захисту України (акт впровадження від 10.12.2019 р.).

Особистий внесок здобувача. Здобувач безпосередньо брав участь у виконанні всіх етапів наукового дослідження. Автором обґрунтовано необхідність проведення хіміко-аналітичних та біологічних досліджень водних об'єктів в зоні впливу Зміївської ТЕС із застосуванням системного аналізу, визначено пункти контролю і контрольовані параметри. Відібрано проби поверхневих вод та донних відкладень. Створено систематизовану базу даних щодо показників гідрологічного стану, гідрохімічного та гідробіологічного складу екосистеми. Виконано

порівняльний аналіз ретроспективного та сучасного екологічного стану досліджених водних об'єктів. Здобувачем проаналізовано водний і масовий баланс озер Лиманської групи, розроблено метод визначення ступеню впливу озера Чайка на якість води р. Сіверський Донець та виконано прогнозні розрахунки. Запропоновано удосконалену схему доочищення стічних вод на біоплато озера Чайка. Обґрунтовано водоохоронні заходи щодо підвищення екологічної безпеки р. Сіверський Донець та озер Лиманської групи в зоні впливу Зміївської ТЕС.

Висновки та рекомендації для впровадження результатів дослідження у вигляді рішень, пов'язаних із підвищенням екологічної безпеки р. Сіверський Донець та озер Лиманської групи в зоні впливу Зміївської ТЕС були сформульовані разом із науковим керівником – канд. біол. наук, старш. наук. співроб., доц. О. Г. Васенко. Внесок автора в роботах, опублікованих у співавторстві, наведений у списку праць за темою дисертації.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати виконаних робіт доповідалися та обговорювалися на 10 наукових конференціях: Всеукраїнська науково-практична конференція «Екологічна безпека: сучасні проблеми та пропозиції» (м. Харків, 2017 р.); Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Ecology), (м. Вінниця, 2017 р.); Міжнародні науково-практичні конференції: «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення» (м. Харків, 2016, 2017, 2019, 2020 рр.), «Екологічні засади збалансованого регіонального розвитку» (Івано-Франківськ, 2016 р.), «Инновационные пути решения актуальных проблем базовых отраслей, экологии, энерго- и ресурсосбережения» (м. Харків, 2016 р.), «Економіко-екологічні проблеми сучасності у дослідженнях молодих науковців» (м. Одеса, 2017 р.), «Проблеми техногенно-екологічної безпеки: освіта, наука, практика» (м. Харків, 2019 р.).

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи викладено у 18 наукових працях, з яких 4 статті – у наукових фахових виданнях України, 2 роботи – у закордонному спеціалізованому науковому виданні, 2 статті – в інших збірниках, 10 робіт – у матеріалах вітчизняних конференцій різного рівня.

Структура дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, 4 розділів, загальних висновків, переліку використаних джерел з 144 найменувань на 17 сторінках та 5 додатків на 34 сторінках. Робота містить 47 рисунків та 31 таблицю (з них 1 таблиця на окремій сторінці). Повний обсяг дисертації – 239 сторінок, з них основного тексту – 169 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми та наукової проблеми, сформульовані мета, завдання досліджень, а також відомості про практичне значення та впровадження результатів роботи.

Перший розділ присвячено аналітичному огляду наукових матеріалів. На основі аналізу наукових досліджень особливостей формування, функціонування поверхневих вод визначено фактори, що впливають на їх екологічний стан і здатність до самоочищення.

Формування екологічного стану поверхневих вод визначається, як наслідками дії природних чинників (кліматичних, літологічних умов, морфометричних характеристик, внутрішньоводних процесів) так і специфікою джерел техногенного забруднення (промислові, комунальні, сільськогосподарські, транспортні).

Визначено, що підвищення екологічної безпеки водних об'єктів в зоні впливу теплоелектростанцій (ТЕС) потребує певних етапів виконання наукових досліджень.

У роботі основна увага приділяється проблемам формування екологічного стану поверхневих вод, що мають гідравлічний зв'язок з іншими водними об'єктами, зокрема з водотоками. Значення набуло вивчення процесів формування та динаміки змін екологічного стану поверхневих вод в зонах впливу енергетичних комплексів. Цьому питанню присвячено роботи таких вчених, як Афанасьєва С. О., Васенка О. Г., Пляцука Л. Д., Ромася М. І., Ріхтера Л. О. та інші.

Сформульовано завдання дисертаційної роботи, вирішення яких є необхідним для забезпечення екологічної безпеки водних об'єктів в зонах впливу ТЕС. Визначено напрямок дисертаційного дослідження.

У другому розділі обґрунтовано вибір напрямку досліджень та визначено основні чинники формування екологічного стану досліджуваних поверхневих вод.

Під час виконання дисертаційної роботи застосовувалися методи польових та лабораторних досліджень: візуальні спостереження, збір первинних даних, відбір зразків води та біоти за стандартизованими методиками.

Дослідження виконані на основі методів екосистемного підходу. Проведено натурні дослідження екологічного стану ділянки р. Сіверський Донець (від с. Черкаський Бишкин до смт. Донець) та озер Лиманської групи (Сухий Лиман, Світличне, Комишувате, Чайка, Личове) у 2016–2018 роках. Використано сучасні інструментальні методи аналізу природних вод: потенціометричний, атомно-абсорбційний, спектрофотометрії, фотоколориметрії тощо.

Для забезпечення екологічної безпеки поверхневих вод, що розташовані в зоні техногенного впливу, необхідним є виконання певних задач, що дозволять врахувати, як природні характеристики території так і особливості функціонування техногенного об'єкту. З метою забезпечення екологічної безпеки водних екосистем в зоні впливу енергетичних комплексів у роботі запропоновано алгоритм послідовних етапів і дій (рис. 1): 1) збір, обробка, аналіз вихідних даних і усереднення величин кожного показника екологічного стану водного об'єкта за обраний період часу; 2) кореляційний та регресійний аналіз для визначення ролі зовнішніх впливів та внутрішньоводних процесів у формуванні якості води поверхневих вод на основі багаторічних даних спостережень гідрохімічних та гідробіологічних показників; 3) оцінка екологічного стану поверхневих вод для визначення пріоритетних факторів впливу та самоочисної здатності вод; 4) створення прогнозної моделі екологічного стану поверхневих вод з урахуванням змін гідрохімічних показників та рівня антропогенного впливу за методом Хольта; 5) побудова масо-балансової моделі водної екосистеми для оцінки техногенного та природного впливу на поверхневі води, що включає вплив господарських та промислових стічних вод, стоку з вище розташованого водного об'єкту, поверхневого та підземного стоку з площі водозбору, атмосферних опадів, викидів

ТЕС; 6) обґрунтування водоохоронних заходів щодо підвищення екологічної безпеки водних екосистем в зоні впливу енергетичних комплексів.

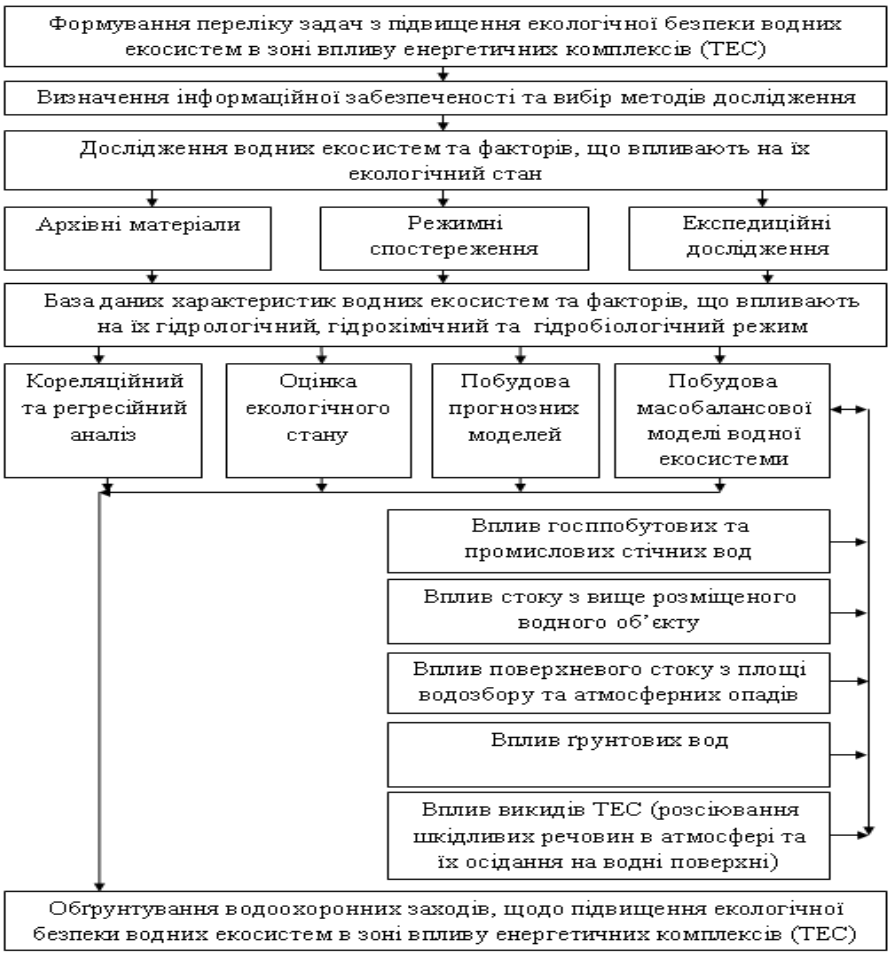


Рис. 1 – Алгоритм послідовних дій з метою підвищення екологічної безпеки водних екосистем в зоні впливу енергетичних комплексів

З метою дослідження формування якості вод озер Лиманської групи та р. Сіверський Донець (від с. Черкаський Бишкин до смт. Донець) були проаналізовані власні дослідження та дані моніторингу Зміївської ТЕС і УКРНДІЕП з 1995 по 2018 роки. Проведений аналіз ретроспективних даних, сучасного стану водних об'єктів Зміївського району дозволив обрати репрезентативні ділянки відбору проб для дослідження екологічного стану озер Лиманської групи та їх впливу на р. Сіверський Донець.

Вибір пунктів проводився з урахуванням морфометричних характеристик водних об'єктів. Точки відбору розташовані таким чином, щоб охопити та послідовно простежити за змінами гідрохімічного, гідробіологічного режиму від озера Світличне до р. Сіверський Донець та визначити спроможність водних об'єктів до самоочищення. Для проведення моніторингових спостережень на озерах Лиманської групи було обрано наступні пункти (рис. 2): №1 – оз. Світличне; № 2 – ур. Сухий Лиман, № 3 – оз. Комишувате, № 4 – оз. Чайка (об'єднаний стік); № 5 – оз. Чайка (насосна станція); № 6 – оз. Личове. Для проведення моніторингових

спостережень р. Сіверський Донець було обрано пункти: № 7 – р. Сіверський Донець (с. Черкаський Бишкин) та № 8 – р. Сіверський Донець (смт. Донець).

Рис. 2 – Схема розміщення пунктів відбору проб на озерах Лиманської групи та ділянці р. Сіверський Донець (від с. Черкаський Бишкин до смт. Донець)

Досліджено проби води та донних відкладів, у яких визначався хімічний склад: водневий показник, мінералізація, розчинений кисень, група азотовмісних речовин (азот амонійний, азот нітратний, азот нітритний), фосфор фосфатів, вміст органічних речовин (ХСК та БСК$_5$), гідрокарбонати, хлориди, сульфати, кальцій, магній, жорсткість, лужність, завислі речовини та важкі метали (залізо, марганець, цинк). Були відібрані проби зоопланктону, зообентосу, фітопланктону, в яких визначалася біомаса та чисельність видів. Для оцінки санітарно-бактеріологічного стану досліджуваних водних об’єктів було визначено загальне мікробне число (ЗМЧ), бактерії групи кишкової палички (БГКП), коліфаги, патогенні ентеробактерії та здійснено ідентифікацію умовно-патогенних ентеробактерій.

До водних об’єктів, що підпадають під вплив Зміївської ТЕС належать: р. Сіверський Донець на ділянці від с. Черкаський Бишкин до смт. Донець та озера Лиманської групи. Озера системи поєднані між собою природними протоками: оз. Світличне та Сухий лиман – оз. Комишувате; оз. Комишувате – оз. Чайка; штучними протоками: оз. Чайка – оз. Личове; оз. Личове – р. Сіверський Донець.

Встановлено, що озеро Чайка зазнає найбільшого техногенного навантаження, бо приймає господарсько-побутові, промислово-ливневі стічні води та переливні води, що відводяться скидним каналом від золовідвалу Зміївської ТЕС. Озеро Личове в процесі водообміну зазнає впливу загальної забрудненості попередніх водоймищ і є останнім – буферним водоймищем для стічних вод Зміївської ТЕС та смт. Слобожанське перед їх потраплянням до р. Сіверський Донець (рис. 3).

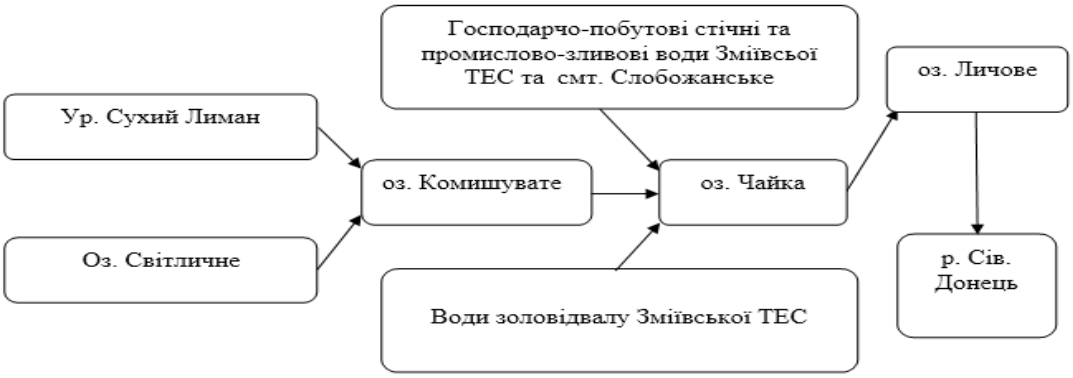


Рис. 3 – Гідрологічний зв'язок озер Лиманської групи

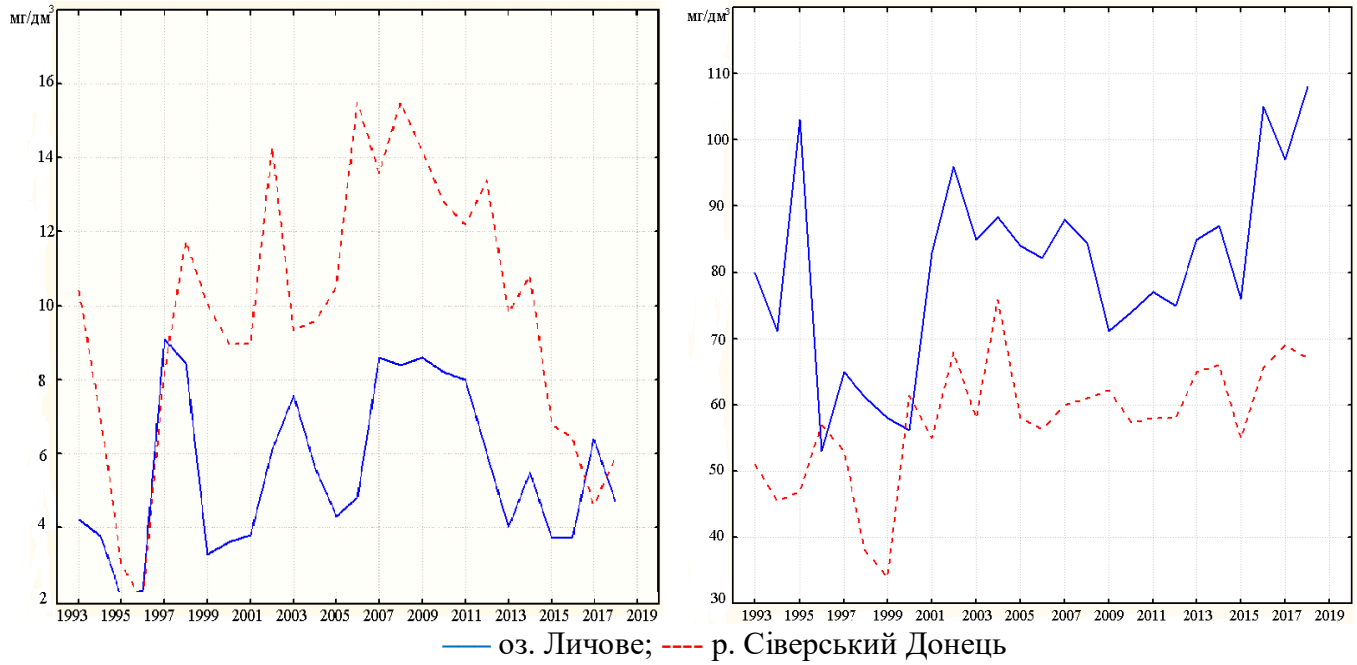
Розглянуто основні фактори формування якості води озер Лиманської групи та ділянки р. Сіверський Донець. Визначено, що вплив озер Чайка та Личове на режим р. Сіверський Донець може проявлятись за рахунок прямого скиду в річку забрудненої води з озера (техногенний стік), а також за рахунок фільтраційних втрат при безпосередній інфільтрації стічних вод з озера Чайка в підземні горизонти та далі в річку. Визначення головних умов формування екологічного стану досліджуваних поверхневих вод дозволяють оцінити вплив на р. Сіверський Донець: техногенного – відведення з озера забруднених вод у р. Сіверський Донець та природно-техногенного фактора – надходження в р. Сіверський Донець фільтраційних вод з озера.

У третьому розділі досліджено гідрохімічні та гідробіологічні характеристики озер Лиманської групи, ділянки р. Сіверський Донець (від с. Черкаський Бишкин до смт. Донець) та залежність змін характеристик біотичних угрупувань від зміни гідрохімічних характеристик озер.

Якість води озер Лиманської групи та р. Сіверський Донець аналізувалася відповідно до нормативних вимог культурно-побутового та рибогосподарського водокористування. Перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) рибогосподарського водокористування для озер Лиманської групи спостерігалось за 10 показниками хімічного складу: $БСК_5$, ХСК, азот амонійний, фосфати, хлориди, сульфати, сухий залишок, марганець, залізо, цинк. Встановлено збільшення вмісту сульфатів (в 3 рази), марганцю (від 2 до 9 разів), заліза (в 3 рази), цинку (в 3 рази) та підвищення рівня ХСК (в 2 рази), $БСК_5$ (від 2 до 5 разів) в оз. Чайка, що пов'язане з надходженням в озеро стоку з оз. Комишувате, золовідвалу, промливневих та стічних вод від Зміївської ТЕС та смт. Слобожанського.

Виявлено, що за рядом хімічних показників вода р. Сіверський Донець (ділянки с. Черкаський Бишкин – смт. Донець) не відповідає рибогосподарським та культурно-побутовим нормативам якості води. Перевищення ГДК відповідно до нормативів рибогосподарського водокористування для р. Сіверський Донець (с. Черкаський Бишкин) спостерігалось за такими показниками хімічного складу, як: ХСК, азот амонійний, залізо, цинк в 2 рази, фосфати – 3 рази, марганець – 6 разів, азот нітритний – 11 разів; у місці смт. Донець: залізо та цинк в 2 рази, фосфати – 3 рази, марганець – 6 разів, азот нітритний – 10 разів.

На основі аналізу кореляційної залежності підтверджено вплив озер Лиманської групи на формування гідрохімічного режиму р. Сіверський Донець за показниками нітратів та хлоридів (рис. 4).



а) б)

Рис. 4 – Динаміка концентрацій: а) нітратів, б) хлоридів в річці Сіверський Донець та в озері Личове

Кореляційний аналіз показав позитивний зв'язок між якістю води озера Чайка та Личове за такими гідрохімічними показниками, як розчинений кисень (коефіцієнт кореляції *R*=0,69), фосфати (*R*=0,71), нітрати (*R*=0,67), нітрити (*R*=0,63), хлориди (*R*=0,55) та за показником жорсткості (*R*=0,65). Проведений аналіз підтвердив домінуючу роль нітратів (*R*=0,61) та хлоридів (*R*=0,55) в озері Личове в формуванні гідрохімічного режиму р. Сіверський Донець (ділянка смт. Донець). Довірча вірогідність складає 99,4–99,9 %.

Встановлено взаємозв'язок зміни характеристик біотичних угрупувань фітопланктону та зміни гідрохімічних характеристик озер Лиманської групи. Кореляційний аналіз показав зв'язок між біомасою фітопланктону та хімічними показниками води озера Чайка, такими як водневий показник (*R*=0,68), розчинений кисень (*R*=0,71), хімічне споживання кисню (*R*=0,77), нітрати (*R*=0,82), азот амонійний (*R*=0,99), магній (*R*=0,75), хлориди (*R*=0,78), залізо (*R*=0,84,), марганець (*R*=0,66). В залежності від кількості даних за показниками довірча вірогідність складає 75,9–95,5 %.

В озері Чайка у теплий період року спостерігаються процеси евтрофікації. Відмічено кореляційний зв'язок зміни біомаси фітопланктону та зміни концентрації азоту, що свідчить про високий рівень вторинного забруднення в озері за рахунок донних відкладів, об'єднаного стоку та стоку з оз. Комишувате.

У результаті проведеного аналізу за санітарно-бактеріологічними показниками води озер Комишувате, Чайка, Личове та ділянки р. Сіверський Донець за 2017–

2018 рр. в усіх досліджених водних об'єктах виявлені бактерії групи кишкової палички (рис. 5), які перевищують нормативні значення від 2 до 17 разів. У всіх пробах виявлені умовно-патогенні ентеробактерії та коліфаги.

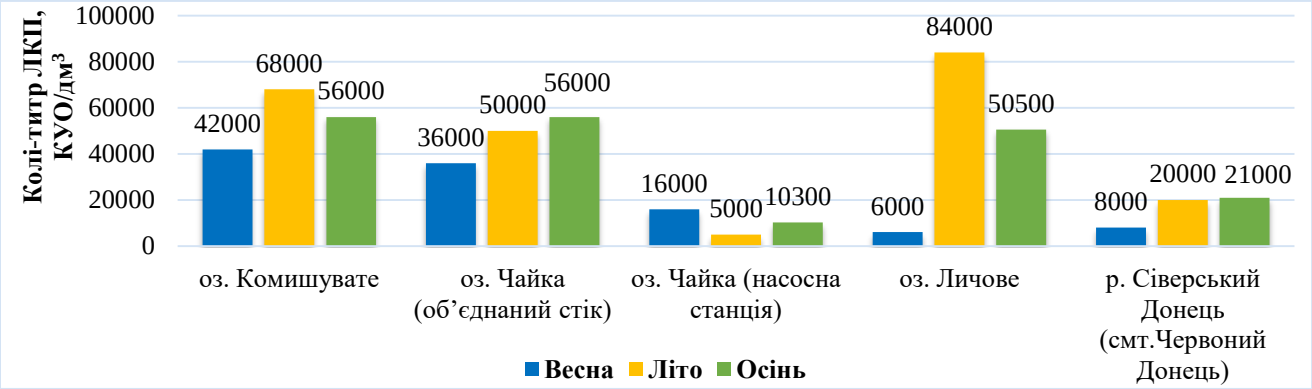


Рис. 5 – Наявність бактерій групи кишкової палички в досліджуваних водних об'єктах

Визначений мікробіологічний коефіцієнт самоочищення свідчить про наявність біологічного та антропогенного забруднення та незначне самоочищення води в досліджених озерах, а також на ділянці р. Сіверський Донець (рис. 6).

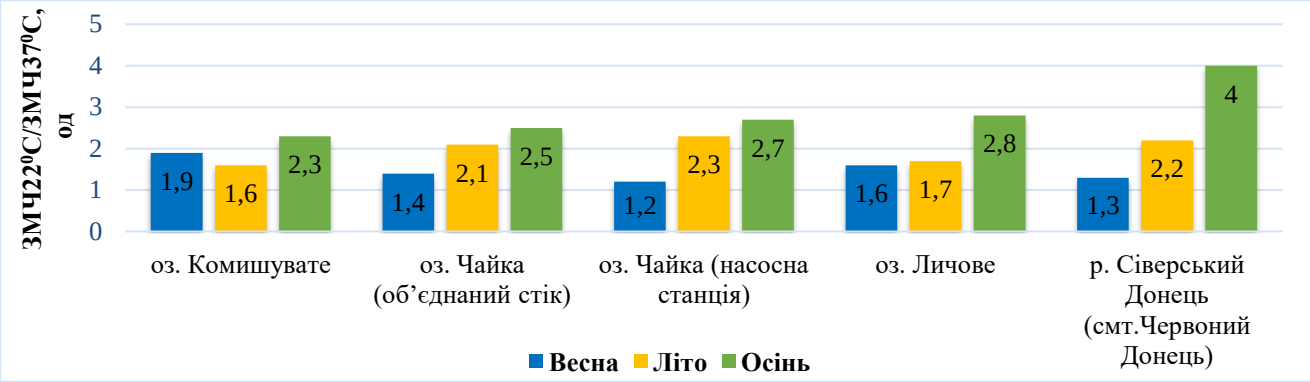


Рис. 6 – Інтенсивність процесу самоочищення досліджених водних об'єктів

Співвідношення загального мікробного числа (ЗМЧ 22 °С/ЗМЧ 37 °С), наближається до 4-х та свідчить про позитивну динаміку процесів самоочищення води озер Чайка, Личове та р. Сіверський Донець в районі смт. Донець.

Визначено, що озеро Чайка зазнає найбільшого техногенного тиску, оскільки приймає стічні води від очисних споруд та від дренажного каналу золовідвалу. Процеси самоочищення в дослідженому озері спостерігалися лише восени при температурі (5–8) °С, в інші сезони водний об'єкт не справлявся з антропогенним навантаженням (коефіцієнт самоочищення дорівнював 1,2–2,3).

За методикою «Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями (Романенко В. Д., та ін., 1998)» проведено оцінку екологічного стану озер Лиманської групи та ділянки р. Сіверський Донець. Ретроспективні зміни величин екологічного індексу (Іе) в озерах Лиманської групи (Чайка, Личове) та ділянки р. Сіверський Донець за період 1995–2018 рр. наведено на рис. 7.

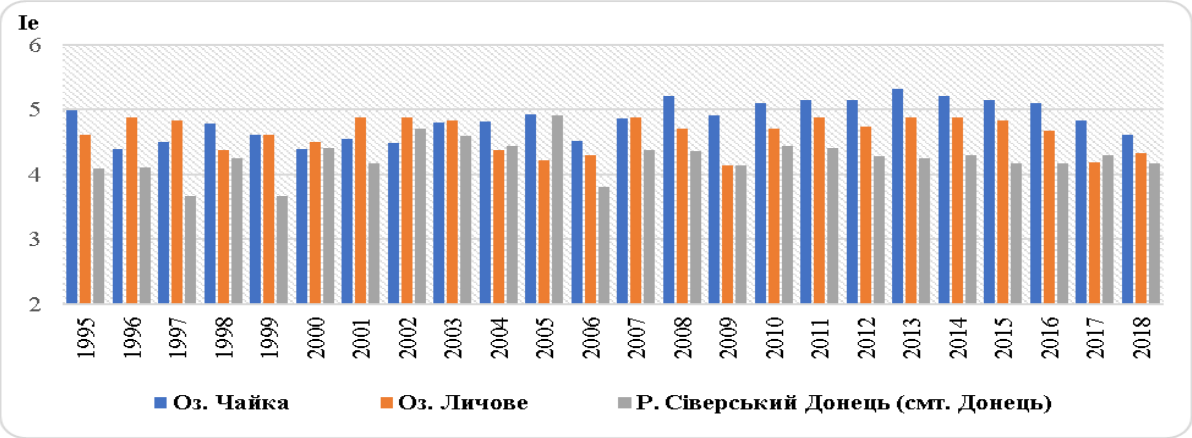


Рис. 7 – Зміни величин екологічного індексу (Ie) в озерах Лиманської групи (Чайка, Личове) та р. Сіверський Донець за 1995–2018 рр.

У табл. 1 наведено оцінку сучасного екологічного стану озер Лиманської групи та ділянки р. Сіверський Донець.

Таблиця 1 – Екологічна оцінка стану озер Лиманської групи та р. Сіверський Донець

Пункт	Рік	Блокові індекси			Загальна оцінка		
		сольового складу	трофо-сапробності	специфічних речовин	Індекс	Клас	Категорія
оз. Світличне	2016	6,0	4,6	3,8	4,8	III	5(4)
	2017	6,7	3,3	3,4	4,5	III	4-5
	2018	6,3	3,7	2,7	4,1	III	4
ур. Сухий Лиман	2016	1,0	5,2	2,9	3,1	II	3
	2017	1,3	4,7	2,8	2,9	II	3
	2018	1,0	2,9	4,7	2,9	II	3
оз. Комишувате	2016	2,3	3,8	2,8	3,0	II	3
	2017	2,3	4,0	2,4	2,9	II	3
	2018	2,5	2,6	2,3	2,5	II	2-3
оз. Чайка, об'єднаний стік	2016	4,3	4,4	2,8	3,8	III	4(3)
	2017	4,3	3,3	2,6	3,4	II	3
	2018	4,1	2,9	3,3	3,4	II	3
оз. Чайка, насосна станція	2016	4,7	4,0	2,7	3,8	III	4(3)
	2017	4,3	4,3	3,0	3,9	III	4
	2018	5	3,3	3,7	4,0	III	4
оз. Личове	2016	5,0	2,9	4,0	4,0	III	4
	2017	4,0	2,8	4,0	3,6	III	3-4
	2018	4,0	2,9	3,7	3,5	III	3-4
р. Сіверський Донець, с. Черкаський Бишкин	2016	3,7	3,8	2,6	3,4	II	3(4)
	2017	3,0	3,3	2,5	2,9	II	3
	2018	3,5	3,2	3	3,2	II	3
р. Сіверський Донець, смт. Донець	2016	4,0	2,7	3,7	3,5	III	3-4
	2017	4,5	2,7	3,7	3,6	III	3-4
	2018	4,5	2,9	4	3,8	III	4(3)

Аналіз проведеної екологічної оцінки досліджених поверхневих вод показав, що найкраща якість води спостерігається в озерах Комишувате, Сухий Лиман та р. Сіверський Донець в районі с. Черкаський Бишкин, найгірша – в озерах Світличне, Чайка (насосна станція) та Личове.

У четвертому розділі побудовано масо-балансову модель системи «Озеро Чайка – озеро Личове» у відрізку часу активного антропогенного навантаження на підставі ретроспективних даних та даних сучасного стану якості води досліджуваних водних об'єктів. Виконано прогнозні розрахунки формування якості води досліджених озер та річки і запропоновано водоохоронні заходи щодо підвищення екологічної безпеки р. Сіверський Донець та озер Лиманської групи в зоні впливу Зміївської ТЕС.

Система «озеро Чайка – озеро Личове – річка Сіверський Донець» має визначені хімічні характеристики та пов'язана потоками речовин між водними об'єктами. Для визначення негативного впливу джерел забруднення озер Лиманської групи були проведені розрахунки балансу озер Чайка та Личове.

Для балансових розрахунків використано дані якості води в наступних точках спостережень: оз. Комишувате – характеризує якість води, що надходить в оз. Чайка до впадіння обвідного каналу золовідвалу; обвідний канал золовідвалу – характеризує якість води, що сформована стоками води очисних споруд смт. Слобожанське, фільтраційними водами золовідвалу та промливневими стоками ТЕС; оз. Личове – характеризує якість води, що надходить до р. Сіверський Донець після змішування всіх потоків з водою оз. Чайка та розбавлення.

Середньобагаторічні величини притоку води в озеро Чайка склали: об'єм стоку з оз. Комишувате та поверхневий стік – 4898 тис. $м^3$/рік; техногенний стік – 3995 тис. $м^3$/рік. Середньобагаторічні обсяги щодо перекачування води в озеро Личове склали 7012 тис. $м^3$/рік. Приток води в озеро Личове становив – 7728 тис. $м^3$/рік, а витратна частина – 6700 тис. $м^3$/рік.

В зоні впливу Зміївської ТЕС озеро Чайка грає важливу роль, а саме: приймає води з озера Комишувате, поверхневого стоку з площі водозбору та техногенні води з доочищенням останніх на природному озерному «біоплато», а також захищає р. Сіверський Донець від забруднення можливими аварійними скидами електростанції. Для загальної оцінки внеску джерел забруднення у формування гідрохімічного режиму озер та ділянки р. Сіверський Донець вперше виконано розрахунок масо-балансу в системі «озеро Чайка – озеро Личове – річка Сіверський Донець».

При визначенні масо-балансу системи «озеро Чайка – озеро Личове – річка Сіверський Донець» було враховано міграцію та трансформацію хімічних речовин в озерах, а саме середню багаторічну акумуляцію речовин, що надходять в озера Чайка та Личове.

Згідно з проведеними розрахунками масового балансу озер Лиманської групи (Чайка, Личове) (табл. 2) виявлено різницю між притоком води, що надходить до озера Чайка та відтоком води з озера Чайка до озера Личове і далі до р. Сіверський Донець. Витратна частина балансу (в одиницях маси) озера Чайка менша, порівнюючи з притоком, за такими показниками, як залізо, азот амонійний, нафтопродукти та ХСК. За дослідженими компонентами хімічного складу різниця

між притоком та витратами речовин з озера Личове до р. Сіверський Донець є незначною, окрім вмісту завислих речовин та $БСК_{пов}$.

Таблиця 2 – Вплив озер Лиманської групи на річку Сіверський Донець

Компоненти хімічного масо-балансу	Прихідна частина масо-балансу	Витратна частина масо-балансу	Прихідна частина масо-балансу	Витратна частина масо-балансу	Співвідношення між притоком води оз. Личове та витратами води р. Сіверський Донець, од.
	Вміст речовин притоку оз. Чайка, т/рік	Стік з озера Чайка, що поступає до оз. Личове, т/рік	Загальний вміст речовин притоку оз. Личове, т/рік	Стік з оз. Личове, що поступає до р. Сіверський Донець, т/рік	
Азот амонійний	4,24	3,15	3,47	2,86	1,2
Нітрити	0,76	0,83	0,91	0,70	1,3
Нітрати	22,95	24,65	27,13	23,30	1,2
Фосфати	7,07	10,69	11,77	9,57	1,2
Легкоокислювані речовини за БСКпов	42,42	45,57	50,16	29,57	1,6
Забруднюючі речовини за ХСК	416,12	340,84	375,18	267,13	1,4
Сухий залишок	6037	7125,39	7843,35	6103,35	1,2
Сульфати	2151,2	2258,35	2485,89	1708,42	1,4
Хлориди	558	563,85	620,66	512,95	1,2
Завислі речовини	88,28	114,66	126,21	78,46	1,6
Нафтопродукти	0,98	0,47	0,52	0,41	1,2
Залізо	1,55	1,16	1,28	1,09	1,2

Відмічено різницю між вмістом надходження сульфатів з притоком води та їх витратами в озері Чайка. Тобто витрати води за сульфатами вищі ніж їх приток. Це можна пояснити впливом викидів Зміївської ТЕС на масовий баланс озер Лиманської групи. Проведено аналіз впливу викидів Зміївської ТЕС на хімічний склад води в оз. Чайка. Результати свідчать про значимий кореляційний зв'язок (R=0,93 з довірчою вірогідністю P=98,0 %) між викидами сірки Зміївської ТЕС та зміною хімічного складу сірки в озері Чайка.

Внаслідок активних біоседиментаційних процесів в оз. Чайка, донні відклади є потужним додатковим джерелом надходження біогенних речовин та сульфатів у воду. Згідно проведених досліджень вміст сполук азоту (нітритів) та фосфору в донних відкладах озера Чайка на порядок перевищує їхній вміст у воді.

Самоочищення об'єднаного стоку за сухим залишком, хлоридами, сульфатами, фосфатами, нітритами, нітратами, завислими речовинами та біологічним споживанням кисню в оз. Чайка не відбувається. У місці впадіння каналу в озеро, через різке падіння швидкості води в озері накопичуються завислі речовини. Обстеження озера Чайка показало, що вода, яка надходить до озера з

обвідного каналу золовідвалу, знаходиться в озері незначний час. Витікаючи з каналу, потік відразу повертає і надходить в підвідний канал насосної станції. Тобто в озері не відбувається повноцінне самоочищення води, у тому числі біологічного, оскільки об'єднаний стік, що надходить обвідним каналом золовідвалу, має занадто малий час перебування в озері Чайка для повного перемішування з природним стоком.

В озері Личове процес самоочищення проходить слабко (від 14 % до 30 %), окрім таких компонентів, як завислі речовини, а також за значенням біологічного споживання кисню (від 30 % до 60 %).

Озера Чайка та Личове знаходяться в зоні дренування р. Сіверський Донець, їх вплив на гідрологічний режим та якість річних вод проявляється за рахунок надходження забруднюючих речовин в результаті фільтраційних витрат.

На підставі проведених аналітичних досліджень розроблено метод визначення ступеню впливу озера Чайка на якість води р. Сіверський Донець, що дозволяє врахувати надходження забруднюючих речовин в річку, як за рахунок техногенних вод так і фільтрації з озера.

За даним методом було розраховано: фільтраційні витрати поверхневих вод з озера Чайка, які надходять з потоком ґрунтових вод в річку, з використанням водно-балансового методу; фільтраційні витрати поверхневих вод з озера Чайка, які надходять в р. Сіверський Донець з використанням аналітичного методу; кількість надходження забруднюючих речовин у р. Сіверський Донець за рахунок фільтрації з оз. Чайка.

Вплив озера Чайка на стан р. Сіверський Донець визначався шляхом розрахунку водного та масового балансу.

Аналіз природних та техногенних факторів дозволив виділити основні елементи приходної та витратної частини, що впливають на формування водного балансу озера Чайка: атмосферні опади; надходження стічних вод; випаровування з водної поверхні; випаровування за рахунок транспірації вищою водною рослинністю; фільтраційні втрати (через дно та береги озера), вплив яких позначається на якості ґрунтових вод і на якості річкової води р. Сіверський Донець, яка дренує ґрунтові води (рис. 8).

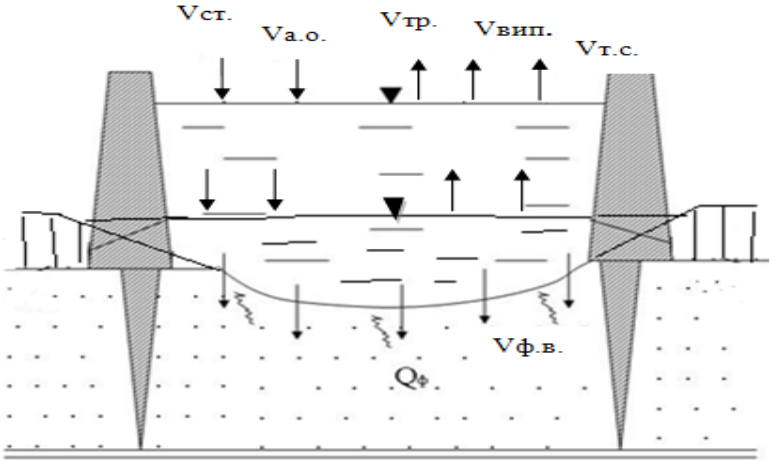


Рисунок 8 – Схема водного балансу озера Чайка

Водний баланс озера за розрахунковий період літньо-осінньої межені можливо представити в наступному вигляді:

$$V_2 - V_1 = V_{ст} + V_{ао} - (V_{тс} + V_{вип} + V_{тр} + V_{ф}) \quad (1)$$

де

V_1 та V_2 – об'єми води в озері відповідно на початок та кінець розрахункового періоду, м^3;

$V_{ст}$ – об'єм стічних вод, що надходить до озера, м^3/добу;

$V_{ао}$– об'єм води, що надійшов за рахунок атмосферних опадів на площу акваторії озера, м^3;

$V_{тс}$ – обсяг техногенного скиду з озера, м^3;

$V_{вип}$ – об'єм води, що випарувався із відкритої водної поверхні, м^3;

$V_{тр}$ – об'єм води, що випарувався за розрахунковий період транспірацією вищою водною рослинністю, м^3;

$V_{ф}$ – обсяг спільних фільтраційних втрат, м^3.

$$V_{ф} = V_{ст} + V_{ао} - V_{тс} - V_{вип} - V_{тр} - \Delta V \quad (2)$$

Зміна об'єму води в озері за розрахунковий період ($\Delta V = V_2 - V_1$) визначається за контрольними замірами рівнів води в озері на початку (h_1) і в кінці (h_2) цього періоду за формулою:

$$\Delta V = (h_2 - h_1) \times S\ , \quad (3)$$

де S – загальна площа водної поверхні озера Чайка на мілководді, що визначалась за аналізом космічного знімку 2018 р., м^2.

Таким чином, при площі відкритої та зарослої водної поверхні озера, рівної у літній період відповідно 855000 м^2, і середній величині евапотранспірації, рівній 5,52 мм/добу, середньодобові фільтраційні витрати з озера Чайка склали 2045 м^3/добу (витрата води з озера, яка надходить в ґрунтові води).

Для визначення фільтраційних витрат з оз. Чайка і ступеня його впливу на рівні та якість води в р. Сіверський Донець були схематизовані умови їх взаємодії. Загальні фільтраційні витрати з оз. Чайка, які будуть надходити в р. Сіверський Донець на ділянці довжиною 2000 м, рівній ширині зони максимального впливу озера, становитимуть 2,8 л/сек.

У дисертаційній роботі проведено розрахунки надходжень нормованих забруднюючих речовин в р. Сіверський Донець за рахунок техногенних вод та за рахунок фільтрації з оз. Чайка.

Одержані розрахункові концентрації ґрунтових вод в зоні техногенного впливу є розрахунковим максимумом і мають «екологічний запас надійності», оскільки визначалися для умов максимально можливих втрат води з оз. Чайка та для умов максимальної концентрації речовин у воді оз. Чайка.

Максимально можливий вплив в умовах відведення техногенних вод в р. Сіверський Донець через оз. Личове проявиться в формуванні хімічного складу та солевмісту річкової води. Згідно з розрахунками приріст концентрації сульфатів буде складати 2,85 мг/дм^3, хлоридів – 1,03 мг/дм^3. Солевміст збільшиться на

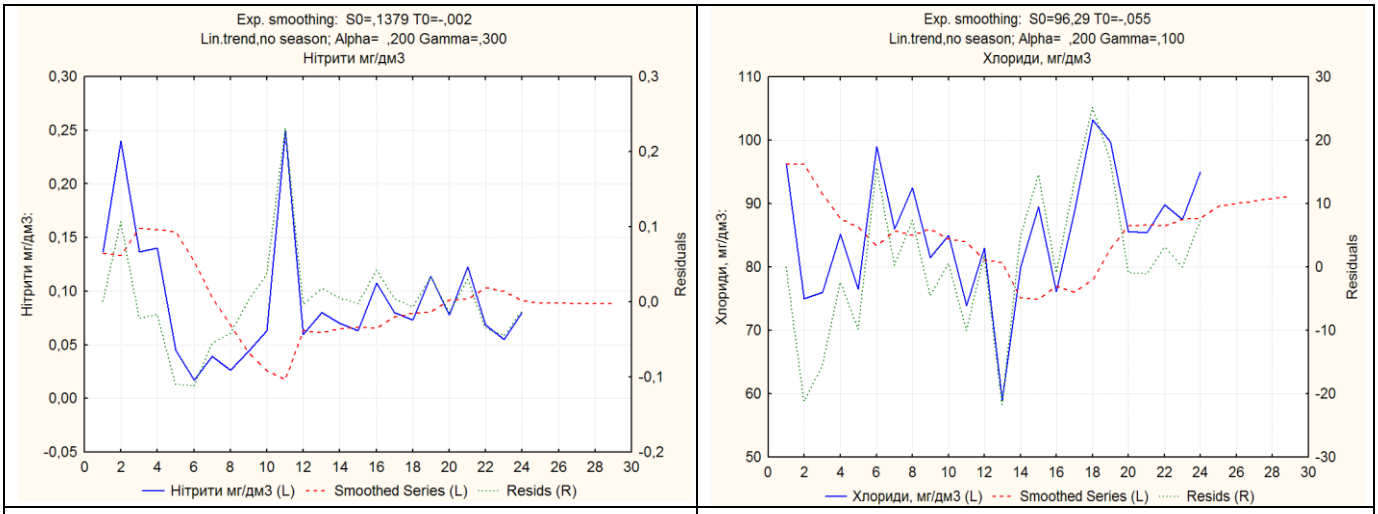
11,51 мг/дм^3.

Можливий вплив в умовах відведення техногенних вод в р. Сіверський Донець через оз. Личове проявляється в поширенні мікроорганізмів в річковій воді. Згідно з розрахунками приріст концентрації лактозопозитивної кишкові палички буде складати 439 КУО/дм^3, коліфаг – 2 БУО/дм^3.

Враховуючи, що фільтраційні витрати з оз. Чайка складають 0,121 м^3/добу, фільтрація з озера в розрахованій кількості практично не впливає на гідрологічний режим р. Сіверський Донець і хімічний склад річкових вод.

Прогнозні моделі якості поверхневих вод побудовано з використанням методу Хольта. Прогнозні значення на 2025 р. свідчать про наявні тенденції до погіршення показників екологічного стану в озерах Чайка, Личове, а також ділянці р. Сіверський Донець (смт. Донець).

Підтвердження прогнозованих даних наразі спостерігається у погіршенні показників екологічного стану в оз. Чайка за такими показниками (мг/дм^3): завислі речовини – до 38,55; біологічне споживання кисню – до 9,67; нітрати – до 6,87; хлориди – до 91; залізо – до 0,18. В оз. Личове певне погіршення прогнозується: завислі речовини – до 14,92 мг/дм^3; азот амонійний – до 0,82 мг/дм^3; нітрити – до 0,26; азот амонійний – до 0,34; фосфати – до 3,04 (рис. 9). За результатами прогнозування хімічних показників в р. Сіверський Донець (смт. Донець) очікується тенденція до погіршення якості води за такими показниками (мг/дм^3): біологічне споживання кисню – до 5,49; хімічне споживання кисню – до 40,5.



а)	б)

Рисунок 9 – Прогнозні значення концентрацій в озері Чайка за: а) нітритами, б) хлоридами

Аналіз якісного складу вод озер Лиманської групи та ділянки р. Сіверський Донець показав, що основними забруднюючими речовинами є органічні сполуки, біогенні речовини, сульфати та важкі метали. Проведені дослідження свідчать, що в сучасних умовах роль озера Чайка у поліпшенні якості води техногенного стоку Зміївської ТЕС незначна. Запропоновано удосконалену схему доочищення на біоплато озера Чайка, що включає в себе природний біоценоз.

Основним агентом біологічної очистки стічної води, що потрапляє до озера Чайка, в акваторії інтенсивного самоочищення є мікрофлора на вищій водній рослинності, що забезпечує високу інтенсивність процесів деструкції органічних речовин. Додатковим фактором очищення є фільтраційна здатність зооценозу, що забезпечує інтенсивне зменшення завислих органічних речовин. Запропонований технологічний спосіб доочищення не вимагає значних експлуатаційних витрат, достатньо простий в будівництві та обслуговуванні.

Під час впровадження технічних рішень, спрямованих на інтенсифікацію біологічних процесів самоочищення озера Чайка, можна досягти зниження концентрацій таких забруднюючих речовин, як органічні речовини – 60–80%, біогенні речовини – 70–98 %, сульфати – 36–40 %, залізо – 14–90 % та нафтопродукти – 80–90 %.

Запропонована схема доочищення об'єднаного стоку на біоплато озера Чайка, що включає в себе природний біоценоз, дозволить досягти зниження концентрацій забруднюючих речовин (мг/дм^3): ХСК – до 18,39, азот нітратний – до 0,03, азот нітритний – до 0,004, азот амонійний – до 0,17, фосфати – до 0,84, сульфати – до 167,0, залізо – до 0,13 та нафтопродукти – до 0,023.

Впровадження запропонованих заходів суттєво підвищить рівень екологічної безпеки р. Сіверський Донець та озер Лиманської групи в районі впливу Зміївської ТЕС.

Висновки

Дисертація є завершеною науковою працею, у якій розв'язано актуальну науково-практичну задачу з підвищення екологічної безпеки р. Сіверський Донець та озер Лиманської групи в зоні впливу Зміївської ТЕС на основі регуляції процесів формування якості озер Лиманської групи.

За результатами дисертаційних досліджень одержано такі наукові та практичні результати:

1. Визначено основні антропогенні фактори, що впливають на формування якості води водних об'єктів, розташованих в зоні впливу Зміївської ТЕС, а саме: викиди забруднюючих речовин Зміївської ТЕС, поверхневий стік з площі водозбору, розвантаження ґрунтових вод як наслідок зрошення полів і будівництва доріг, техногенні ґрунтові води з боку золовідвалу, господарсько-побутові та стічні води, переливні води, що відводяться каналом золовідвалу ТЕС.

2. Досліджено гідрохімічний і гідробіологічний режими озер Лиманської групи та ділянки р. Сіверський Донець. Основними забруднюючими речовинами техногенного походження у водах озер Лиманської групи та ділянки р. Сіверський Донець (від с. Черкаський Бишкин до смт. Донець) є сульфати, нітрити, азот амонійний, фосфати та важкі метали.

Встановлено збільшення вмісту сульфатів та органічних речовин в оз. Чайка під впливом стоків з оз. Комишувате, золовідвалу, промзливових та стічних вод Зміївської ТЕС та смт. Слобожанське. Аналіз впливу викидів Зміївської ТЕС на хімічний склад води в оз. Чайка підтвердив значимий кореляційний зв'язок (R – 0,93) між викидами сірки Зміївської ТЕС та зміною вмісту сірки в озері Чайка. Встановлено вплив озер Лиманської групи на формування гідрохімічного режиму

р. Сіверський Донець за такими гідрохімічними показниками, як жорсткість, хлориди та нітрати.

Визначено роль біотичних та абіотичних факторів у формуванні екологічного стану масивів поверхневих вод в зоні дії енергетичного об'єкту (ТЕС) на прикладі озер Лиманської групи та р. Сіверський Донець.

Встановлено зв'язок зміни біотичних угрупувань фітопланктону та гідрохімічних характеристик озера Чайка. Кореляційний аналіз показав значимий зв'язок між біомасою фітопланктону та хімічними показниками такими, як нітратний азот, хлориди, хімічне споживання кисню та залізо (R=0,8), магній та марганець (R=0,7), азот амонійний (R=0,9).

3. Проаналізовано процеси самоочищення в озерах Лиманської групи та окремих ділянок р. Сіверський Донець. При оцінюванні санітарно-бактеріологічного стану досліджуваних водних об'єктів виявлено бактерії групи кишкової палички, кількість яких перевищує нормативні вимоги: в оз. Личове в 7,2 рази, в оз. Чайка в 1,8 рази, в оз. Комишувате в 4,5 рази, в р. Сіверський Донець в 2,7 рази. Досліджено роль мікроорганізмів в процесах самоочищення озера Комишувате, Чайка, Личове та ділянки р. Сіверський Донець (від с. Черкаський Бишкин до смт. Донець) за такими показниками: загальне мікробне число, наявність бактерій групи кишкової палички, коліфаги, патогенні ентеробактерії. Встановлено сезонну динаміку інтенсивності цих процесів та їх вплив на формування якості води.

4. Проведено оцінку сучасного екологічного стану озер Лиманської групи та ділянки р. Сіверський Донець (від с. Черкаський Бишкин до смт. Донець). Виконано порівняльний аналіз ретроспективного та сучасного екологічного стану досліджуваних водних об'єктів.

Виявлено, що сприятлива екологічна ситуація спостерігається в озерах Сухий Лиман, Комишувате та р. Сіверський Донець (с. Черкаський Бишкин), які відповідають 3 категорії II класу (добрі, достатньо чисті), а найгірша в озері Світличне, Чайка, Личове та р. Сіверський Донець (смт. Донець), яка відповідає III класу (задовільні, забруднені), 4-5 категорії (задовільні – посередні, слабко – помірно забруднені).

5. З урахуванням проаналізованої хімічної моделі системи «озеро Чайка – озеро Личове – річка Сіверський Донець», розроблено підхід, який полягає у розрахунку масового балансу системи поверхневих вод та дозволяє оцінити їх процеси самоочищення. Запропонований підхід може бути використаний для інших водно-господарських комплексів.

6. На підставі проведених аналітичних досліджень розроблено метод визначення ступеню впливу озера Чайка на якість води р. Сіверський Донець, що дозволяє врахувати надходження забруднюючих речовин до водного об'єкту за рахунок техногенних вод та фільтрації з озера. Визначено та науково обґрунтовано вплив фільтраційних витрат з озера Чайка на річку, які надходять з потоком ґрунтових вод. Встановлено, що фільтрація з озера Чайка в розрахованій кількості не викличе проблем з гідрологічним режимом р. Сіверський Донець і хімічними складом річкових вод.

7. Спрогнозовано та науково обґрунтовано наслідки впливу техногенного забруднення на озера Лиманської групи та ділянку р. Сіверський Донець. Прогноз

змін якості вод озера Чайка, Личове та ділянки р. Сіверський Донець (смт. Донець) до 2025 р. свідчить про можливе погіршення якості води в оз. Чайка за такими хімічними показниками, як завислі речовини, нітрати, хлориди, біологічне споживання кисню та залізо, в оз. Личове – завислі речовини та азот амонійний, в р. Сіверський Донець (смт. Донець) – хімічне та біологічне споживання кисню, нітрити, азот амонійний та фосфати.

8. Теоретично обґрунтовано та розроблено заходи щодо забезпечення сприятливого екологічного стану озера Чайка і запобігання забруднення р. Сіверський Донець.

Удосконалено технологічну схему доочищення об'єднаного стоку в озері Чайка, що включає в себе комплекс гідротехнічних споруд та природних біоценозів, а саме штучні рифи.

За прогнозними оцінками це дозволить досягти зниження в озері Чайка концентрацій забруднюючих речовин, таких як органічні речовини – 60–80 %, біогенні речовини – 70–98 %, сульфати – 36–40 %, залізо – 14–90 % та нафтопродукти – 80–90 %.

Впровадження запропонованих заходів забезпечить екологічну безпеку р. Сіверський Донець, шляхом запобігання її забруднення несанкціонованими та аварійними скидами стічних вод Зміївської ТЕС.

9. Обґрунтовано необхідність проведення систематичних хіміко-аналітичних та біологічних спостережень водних об'єктів в зоні впливу ТЕС.

Пропонується удосконалити систему екологічного моніторингу водних об'єктів в зоні впливу енергооб'єктів за рахунок доповнення переліку характеристик гідробіологічними (фітопланктон, зоопланктон, зообентос) та мікробіологічними показниками (загальне мікробне число, бактерії групи кишкової палички, коліфаги, патогенні ентеробактерії), що дозволить комплексно оцінити їх екологічний стан.

ПУБЛІКАЦІЇ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці у наукових фахових виданнях України.

1. Карлюк А. А. Зміна якості води озер Лиманської групи у ретроспективний та сучасний періоди в умовах антропогенного навантаження // Екологічна безпека. 2017, № 2(24). С. 90–94. (Ulrich's Web Global Serials Directory, Index Copernicus, та ін.). (Особистий внесок: проведені моніторингові дослідження стану озер Лиманської групи та р. Сіверський Донець, визначено їх якісний стан; побудовані гістограми зміни якості води досліджених водних об'єктів для рибогосподарського та культурно-побутового використання у ретроспективний та сучасний період.)

2. Карлюк А. А. Формування гідрохімічного режиму озер Лиманської групи, розташованих в зоні впливу Зміївської ТЕС, та їх вплив на річку Сіверський Донець // Науковий вісник будівництва. 2018, № 1(91). С. 273–277. (DOI: 10.29295/2311–7257–2018–91–1–273–276, IIJIF, Google Scholar, Metadata from Crossref). (Особистий внесок: визначено вплив широкого комплексу антропогенних та природних факторів на формування якості каскаду озер Лиманської групи та р. Сіверський Донець; встановлені кореляційні зв'язки між їх гідрохімічними показниками.)

3. Карлюк А. А. Водний та хімічний баланс озера Чайка та Личове (Зміївський район, Харківська область) // Екологічні науки. 2018, № 2(21). С. 127–132. (Особистий внесок: розраховано масовий баланс озера Чайка, Личове та проведена оцінка самоочищення досліджених озер.)

4. Васенко О. Г., Карлюк А. А. Доочищення об'єднаного стоку Зміївської теплової електростанції за допомогою створення гідроспорудження як елемента інтенсифікації процесу самоочищення озера // Екологічні науки. 2018, № 3(22). С. 25–30. (Особистий внесок: удосконалено існуючі схеми доочищення стічних вод, а саме доочищення на біоплато озера Чайка з використанням резерву його асиміляційної здатності.)

Закордонні видання.

5. Карлюк А. А. Санітарно-бактеріологічна та гідрохімічна характеристика озер Лиманської групи, що знаходяться в зоні впливу Зміївської ТЕС // The scientific heritage. Hungary. 2017, № 14(14). С. 66–71. (ISI, GIF, DIIF та ін). (Особистий внесок: проведено мікробіологічні дослідження каскаду озер Лиманської групи, р. Сіверський Донець та проаналізовано їх процеси самоочищення.)

6. Васенко О. Г., Брук В. В., Карлюк А. А., Свиридов Ю. В. Прогнозування якості води в річках Дунай та Сіверський Донець за допомогою геоінформаційних технологій // World science. Poland. 2019, № 11(51), С. 45–49. (DOI: 10.31435/rsglobal_ws/30112019/6766, RS Global, Index Copernicus, Academia. edu, Google Scholar, та ін). (Особистий внесок: розроблена геоінформаційна система екологічного моніторингу для прогнозування зміни якості води у водних об'єктах та визначені основні тенденції зміни показників якості води р. Сіверський Донець.)

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації.

7. Васенко О. Г., Зінченко І. В., Карлюк А. А. Дослідження процесів самоочищення водних об'єктів Харківської області (на прикладі озер Лиманської Групи і ділянки р. Сіверський Донець) за мікробіологічними характеристиками. // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки. 2018. Вип. 40. С. 85–98. (Особистий внесок: визначено мікробіологічний коефіцієнт самоочищення озер Лиманської групи та р. Сіверський Донець. Набуло подальший розвиток методичні основи аналізу процесів самоочищення для конкретних умов формування екологічного стану системи озер.)

8. Васенко. О. Г., Карлюк А. А. Оцінка сучасного стану озер Лиманської групи, річки Сіверський Донець та прогнозування їх якості води // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки. 2019. Вип. 41. С. 171–182. (Особистий внесок: проведено оцінку сучасного екологічного стану вод озер Лиманської групи та р. Сіверський Донець та виконано прогнозування їх якості води.)

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації.

9. Карлюк А. А. Оценка роли озера Чайка в доочистке стока с промплощадки Змиевской ТЭС // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., (м. Харків, 5–9 вер. 2016 р.). Харків: Райдер, УКРНДІЕП, 2016. С. 105–110.

10. Карлюк А. А. Закономірності формування екологічного стану водних об’єктів, що знаходяться в зоні впливу Зміївської ТЕС // Екологічні засади збалансованого регіонального розвитку: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., (м. Івано-Франківськ, 10–11 трав. 2016 р). Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2016. С. 170–172.

11. Карлюк А. А. Вплив будівництва та експлуатації теплоелектростанції на екологічний стан водних об’єктів (на прикладі озер Лиманської групи) Казантип-эко-2016 // Инновационные пути решения актуальных проблем базовых отраслей, экологии, энерго- и ресурсосбережения: материалы XXIV Междунар. науч.-практ. конф., (г. Харьков, 6–10 июн. 2016 г.,). Харків: ГП «УкрНТЦ «Энергосталь», 2016. С. 170–173.

12. Карлюк А. А. Особливості формування гідрохімічного складу вод оз. Комишувате та оз. Чайка під впливом діяльності Зміївської ТЕС // Екологічна безпека: сучасні проблеми та пропозиції: матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конф. (м. Харків, 21 квіт. 2017 р.). Київ.: «Інтерсервіс», 2017. С. 64–68.

13. Міланіч. А. Ю., Карлюк А. А. Фітопланктон озер Лиманської групи (Харківська область, Зміївський район) // Шостий Всеукраїнський з’їзд екологів з міжнародною участю: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., (м. Вінниця, 20–22 вер. 2017 р.). Вінниця: ВНТУ, 2017. С. 138–139.

14. Карлюк А. А. Доочистка обьединенного стока за счет интенсификации процессов самоочищення в озере Чайка // Економіко-екологічні проблеми сучасності у дослідженнях молодих науковців: матеріали Міжнар. наук.-конф. (м. Одеса, 29–30 черв. 2017 р.). Одеса: ФОП Панов А. М., 2017. С. 46–49.

15. Мельніков А. Ю., Карлюк А. А. Биомониторинг тяжелых металлов в зоне влияния ТЭС // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: матеріали XIII Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 11–15 вер. 2017 р.). Харків: Райдер, УКРНДІЕП, 2017. С. 304–308.

16. Карлюк А. А. Антропогенні чинники формування екологічного стану поверхневих вод озер Лиманської групи та ділянки річки Сіверський Донець // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 9–13 вересня 2019 р.). Харків: ПП «Стиль-Іздат», УКРНДІЕП, 2019. С. 180–183.

17. Карлюк А. А. Вплив озер Чайка та Личове на гідрохімічний режим річки Сіверський Донець (Зміївський район, Харківська область) // «Проблеми техногенно-екологічної безпеки: освіта, наука, практика»: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. (Харків, 21–22 лист. 2019 р.). Харків: НУЦЗУ, 2019. С. 112–114.

18. Васенко О. Г., Маркіна Н. К., Карлюк А. А. Вплив озер Лиманської групи на формування якості води річки Сіверський Донець// Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: матеріали XVI міжнар. наук.-практ. конф., (Харків, 14–18 вер. 2020 р). Харків: ПП «Стиль-Іздат», УКРНДІЕП, 2020. С. 84–89.

АНОТАЦІЯ

Карлюк А.А. Підвищення екологічної безпеки р. Сіверський Донець та озер Лиманської групи в зоні впливу Зміївської ТЕС. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем».

Дисертацію присвячено вирішенню науково-практичної задачі, яка полягає в забезпеченні екологічної безпеки водних об’єктів у зоні впливу Зміївської ТЕС на основі регуляції процесів формування якості поверхневих вод озер Лиманської групи.

Автором обґрунтовано необхідність проведення хіміко-аналітичних та біологічних досліджень водних об’єктів, що розташовані в зоні впливу Зміївської ТЕС; визначення пунктів контролю і контрольованих параметрів; аналізу відібраних проб поверхневих вод і донних відкладів.

У роботі визначено вплив зовнішніх факторів та внутрішньоводних процесів на формування якості води в озерах Лиманської групи, виконано порівняльний аналіз ретроспективного та сучасного екологічного стану досліджених водних об’єктів. Проаналізовано процеси самоочищення озер Лиманської групи та окремих ділянок р. Сіверський Донець.

На основі аналізу, проведеного за допомогою фізико-хімічної моделі системи «озеро Чайка – озеро Личове – річка Сіверський Донець», розраховано масовий баланс озер Лиманської групи, що може бути використаний як вихідний модельний об’єкт для подальших більш масштабних і складних водно-господарських комплексів. Запропоновано метод визначення ступеню впливу озера Чайка на якість води р. Сіверський Донець, що враховує надходження забруднюючих речовин в річку за рахунок техногенних вод та фільтрації з озера.

Виконано прогнозні розрахунки формування якості поверхневих вод р. Сіверський Донець і озер Лиманської групи та виділено пріоритетні показники їх складу.

Запропоновано удосконалену схему доочищення стічних вод на біоплато озера Чайка. Обґрунтовано водоохоронні заходи, щодо підвищення екологічної безпеки р. Сіверський Донець та озер Лиманської групи в зоні впливу Зміївської ТЕС.

Ключові слова: екологічна безпека, річка Сіверський Донець, озера Лиманської групи, Зміївська ТЕС, забруднення поверхневих вод, процеси самоочищення, сучасний екологічний стан, прогнозування якості води, технологічна схема доочищення стічних вод.

ABSTRACT

Karliuk A. A. Enhancement of ecological safety of the Siversky Donets river and Liman group lakes in the area of Zmievskaia TES impact. – The Manuscript.

The Thesis for the PhD degree (candidate of engineering sciences in the specialty of 21.06. 01 – Environmental Safety. – Scientific Research Institution «Ukrainian Scientific Research Institute of Ecological Problems». Kharkiv, 2020.

Dissertation is aimed at solving the scientific problem of support the ecological safety of water bodies in the Zmiev TES area by monitoring the processes of formation of a surface water quality in the lakes of Liman entity.

The author has motivated the necessity to perform chemical analytical and biological investigations of water bodies located in the area of Zmiev TES impact using the system analysis, determination of the control centers and controlled parameters, analysis of the selected water surface probes together with bottom sediments by and microbiological analysis.

In this work, the influence of external conditions and the internal water body processes on the formation of water quality in the lakes of Liman group has been identified, the comparative analysis of retrospective and modern ecological state of the water bodies under study has been performed. The self-purification processes of the lakes of Liman group and specific areas of Siversky Donets river were analyzed under effect of natural and anthropogenic contributions to surface catchment.

On the basis of analysis performed in the frame of a physico-chemical model of the system «lake Chaika – lake Lichove – Siversky Donets river», the chemical equilibrium was calculated for the Liman group lakes, which are to be considered as the output model object in further more large-scale and complicated water-economic complexes. The technique is proposed for estimation of the level of influence of the Lake Chaika on the water quality of Siverski Donets river taking into consideration the admission to the river of pollutants on account of technogenic waters and filtrates from the lake. The effect of a filtration waste from the lake Chaika on Siversky Donets river is validated scientifically.

The prognostic simulations of water quality formation in the Siversky Donets river and Liman group lakes is performed, and the priority indicators of their composition are established.

The improved route of the additional cleansing of waste waters at the bio-plato of Chaika-lake is proposed. The water protection measures are justified for enhancement of ecological safety of the Siversky Donets river and Liman group lakes in the area of Zmievskaja TES impact.

Key words: Siversky Donets river, Liman group lakes, Zmiivska TES, surface water pollution, modern ecological state, water quality forecasting, ecological safety.