

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

**СКИБА ВІКТОРІЯ ПАВЛІВНА**



УДК [504.453+628.13](477.64):66.09

**ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ БАСЕЙНУ  
РІЧКИ МОЛОЧНА**

03.00.16 – екологія

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата сільськогосподарських наук

Рівне – 2020

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Національному університеті водного господарства та природокористування Міністерства освіти і науки України

**Науковий керівник:** кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
**ВОЗНЮК Наталія Миколаївна,**  
Національний університет водного господарства та природокористування, доцент кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства

**Офіційні опоненти:** доктор сільськогосподарських наук, професор  
**ПІЧУРА Віталій Іванович,**  
ДВНЗ "Херсонський державний аграрний університет",  
завідувач кафедри екології та сталого розвитку імені професора Ю.В. Пилипенка

кандидат біологічних наук, доцент  
**СУХОДОЛЬСЬКА Ірина Леонідівна,**  
Рівненський державний гуманітарний університет, доцент кафедри екології, географії і туризму

Захист дисертації відбудеться «09» грудня 2020 року о 10.00 год. на засіданні спеціалізованої вченої ради К 47.104.05 Національного університету водного господарства та природокористування Міністерства освіти і науки України за адресою: 33018, м. Рівне, вул. Миколи Карнаухова, 53а, навчальний корпус № 7, аудиторія 752.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Національного університету водного господарства та природокористування за адресою: 33002, м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75.

Автореферат розісланий «06» листопада 2020 року

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради,  
кандидат с.-г. наук, професор



А.М. Прищепя

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Проблема погіршення якості поверхневих вод, внаслідок їх забруднення, гостро постала в останні десятиріччя у багатьох країнах світу. Особливо вона відчувається у промислово-розвинених регіонах, які мають низьку водозабезпеченість.

Екологічні питання трансформації річкових басейнів у різних природно-кліматичних зонах України, зміни гідрологічних параметрів водотоків та гідрохімічних складових річкових вод, залежно від рівня антропогенного навантаження, формування поверхневого стоку висвітлені у роботах В.І. Осадчого, В.К. Хільчевського, М.О. Клименка, Й.В. Гриба, В.І. Пелешенка, М.Д. Гродзинського, Ю.В. Пилипенка, В.І. Пічури, Р.В. Хімка, О.О. Бедункової, Н.М. Вознюк, О.А. Ліхо, І.І. Статника, І.Л. Суходольської та ін. Фактори формування екологічного стану басейнів річок та розробка єдиного підходу до екологічної оцінки якості поверхневих вод наведені у наукових працях С.І. Сніжка, А.В. Яцика, В.Д. Романенка, В.М. Жукинського, О.Г. Васенка, Г.А. Верніченка, О.П. Оксіюк, В.А. Markert, А.М. Breure & Н.Г. Zeechmeister, G. Premazzi, G. Chiaudani.

Південний регіон України має низький рівень забезпеченості водними ресурсами. Господарське втручання людини у природну рівновагу водних екосистем набуло особливого розвитку вже в середині ХХ ст. Аналіз сучасних підходів до вивченості екологічного стану басейнів та якості поверхневих вод річок Приазов'я, в тому числі і басейну р. Молочна, показав, що даний регіон є одним з найменш досліджених на території України. Великою проблемою сьогодення є деградація малих та середніх степових річок. Річки цієї зони маловодні, часто пересихають, поверхневі та ґрунтові води високомінералізовані. Ці проблеми яскраво виражені і у басейні р. Молочна, яка відноситься до середніх водотоків культурно-побутового та рекреаційного призначення, за структурою басейну і природною деструкцією є типовою річкою зони Степу України. Необхідність збереження річки обумовлюється ще і тим, що вона належить до басейну Азовського моря, впадає у Молочний лиман – природоохоронний водний об'єкт міжнародного значення, внесений у 1995 р. до Рамсарського переліку водно-болотних угідь, з 2010 р. – до складу Приазовського національного природного парку.

З огляду на зазначене, виникає потреба у розв'язанні актуального науково-практичного завдання, яке полягає у встановленні впливу природних та антропогенних чинників на формування екологічного стану басейну р. Молочна і розробці компенсаційних заходів, спрямованих на оптимізацію ландшафтної структури басейну.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційна робота виконана на кафедрі екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства Національного університету водного господарства та природокористування в межах науково-дослідних робіт: «Охорона і раціональне використання природних ресурсів України» (ДР № 0114U001143), «Розробка регіонального комплексного моніторингу сталості території» (ДР № 0114U001144), «Збалансоване

використання природно-ресурсного потенціалу України в контексті сталого розвитку» (ДР № 0117U001988). А також відповідно до наукового напрямку кафедри геоєкології і землеустрою Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного: «Оцінка стану довкілля за результатами досліджень наземних та водних екосистем Південної України» на 2016-2020 рр. (ДР № 0116U0027350), «Програми екологічного оздоровлення басейну р. Молочна, відновлення її гідрологічного режиму, благоустрою та збереження біорізноманіття на 2014-2025 роки» (рішення Запорізької ОР №14 від 26.12.2013 р.), «Положення про басейнову раду річок Приазов'я» (наказ Державного агентства водних ресурсів України № 850 від 13.11.2018 р.).

**Мета та завдання дослідження.** Мета роботи – встановити вплив природних та антропогенних чинників на формування екологічного стану басейну р. Молочна.

Для досягнення поставленої мети були поставлені такі завдання:

- проаналізувати сучасні підходи до визначення екологічного стану басейнів річок;
- дослідити вплив природних та антропогенних чинників на прояви деградаційних процесів у межах басейну річки;
- визначити рівень трансформації басейну р. Молочна та оцінити його сучасний екологічний стан;
- дослідити та оцінити якість поверхневих вод р. Молочна за гідрохімічними показниками;
- обґрунтувати компенсаційні заходи з оптимізації ландшафтної структури басейну з метою переходу до інтегрованої системи управління.

**Об'єкт дослідження** – процеси, що впливають на формування екологічного стану басейну р. Молочна.

**Предмет дослідження** – природні та антропогенні чинники трансформації басейну річки, показники якості поверхневих вод.

**Методи дослідження.** Методологічною основою дисертаційної роботи є системний підхід до комплексного оцінювання природно-антропогенних чинників впливу на формування екологічного стану басейну річки. Для вирішення поставлених завдань використано комплекс загальнонаукових та конкретно-наукових методів досліджень, а саме:

- аналіз та синтез (для аналізу екологічного стану басейну, впливу природних та антропогенних чинників на його формування, встановлення причин виникнення екологічних ризиків, визначення рівня антропогенного навантаження);
- факторний аналіз (вивчення впливу природних та антропогенних чинників на прояви деградаційних процесів, кореляційний аналіз залежності гідрохімічних показників від мінливості параметрів деструктивних факторів впливу);
- статистичний (аналіз динаміки кліматичних показників, антропогенного навантаження та результатів багаторічних досліджень гідрохімічного режиму р. Молочна);

- системне узагальнення та порівняння (виокремлення пріоритетних деструктивних процесів у гідроекосистемі та проведення екологічної оцінки якості води);

- математичні (з використанням програм *Microsoft Excel* та *Statistik*);

- графічні (побудова діаграм, графіків, інтерактивних мап з використанням ГІС-технологій за допомогою ESRI ArcMap 10.0 тощо).

**Наукова новизна одержаних результатів.** Основні наукові положення, що визначають новизну результатів і виносяться на захист, такі:

*Вперше:*

- обґрунтовано методологію оцінки впливу природно-антропогенних факторів на формування екологічного стану басейнів річок зони Степу України в сучасних умовах; встановлено напрям і рівень трансформації ландшафтної структури басейну р. Молочна та тенденції формування забруднення поверхневих вод за окремими показниками, в залежності від комплексу природно-антропогенних факторів;

- запропоновано підходи до встановлення категорії якості поверхневих вод з урахуванням природних особливостей і специфіки формування сольового блоку в річках зони Степу України;

- за результатами оцінки фактичного екологічного стану басейну річки і природно-антропогенних чинників його формування спрогнозовано тенденцію до наростання водного ризику.

*Удосконалено:*

- методику розрахунку екологічної оцінки якості поверхневих вод за рахунок зміни формули для обчислення уточненої категорії якості поверхневих вод; методику визначення спрямованості деградаційних процесів у річковому басейні з пропозицією врахування природоохоронних територій, як таких що стабілізують екологічну рівновагу.

*Набули подальшого розвитку:*

- уява та закономірності про вплив природно-кліматичних умов формування гідрохімічного складу поверхневих вод Приазовського гідрологічного басейну;

- методика визначення рівня антропогенної трансформації та якості поверхневих вод.

**Практичне значення отриманих результатів.** Врахування впливу природно-кліматичних особливостей та антропогенного навантаження на стік та якість води р. Молочна розглянуті та схвалені Басейновою радою річок Приазов'я, що підтверджено актом про впровадження результатів дисертаційної роботи від 03.08.2020 р. Результати комплексного аналізу екологічного стану басейну р. Молочна, пропозиції до інтегрованого управління водозбірним басейном використовують у роботі відділу водних ресурсів Мелітопольського міжрайонного управління водного господарства, що засвідчено актом (№ 541/01 від 24.07.2020 р.). Підходи до оцінки якості води р. Молочна та до визначення рівня трансформації річкового басейну внаслідок

антропогенного навантаження використовуються у роботі Приазовського національного природного парку (довідка № 319/в від 17.08.2020 р.).

Аспекти екологічної оцінки якості поверхневих вод, умов формування сучасного гідрохімічного складу степових водотоків, імплементації Директив ЄС у сфері управління водними ресурсами, методологічних положень оцінювання результативності її впровадження використовується при викладанні дисциплін «Техноекологія», «Економіка природокористування та екологічна економіка», «Моніторинг довкілля», «Антропогенний вплив на басейни річок», «Басейнове управління» для здобувачів вищої освіти бакалаврського рівня за спеціальністю 101 «Екологія» на факультеті агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного та у навчально-науковому інституті агроєкології та землеустрою Національного університету водного господарства та природокористування (довідка № 54/2-1232 від 23.07.2020 р.).

**Особистий внесок здобувача.** Усі наукові результати, викладені у дисертації та винесені на захист, отримані автором особисто за методичного консультування наукового керівника. З наукових праць, опублікованих у співавторстві, у дисертації використовуються лише ті ідеї та положення, які є результатом особистої роботи здобувача. Конкретний внесок здобувача визначено у списку публікацій.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати дисертаційного дослідження доповідались на наступних конференціях:

- міжнародних: «The development of nature sciences: problems and solutions» (Brno: Baltija Publishing, 2018), «International scientific and practical conference «Topical issues of methods of teaching natural»: conference proceedings (Lublin, 2019);

- вітчизняних: «Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України» (Тернопіль, 2015), «Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи» (Львів, 2015), «Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства в системі оптимізації відносин природи і суспільства» (Тернопіль, 2015), «Природа для води» (Київ, 2018), «Меліорація та водовикористання» (Мелітополь, 2019). Отримані дані висвітлені на екологічному заході «День річки Молочна» 21.09.2019 р. (м. Мелітополь).

**Публікації.** За темою дисертації опубліковано 21 працю, з них: 6 – у фахових виданнях Атестаційної колегії МОН України та 1 – у виданні, що входить до міжнародних наукометричних баз; 8 – тези за матеріалами вітчизняних та 2 – міжнародних конференцій; отримано 1 свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір, а також 3 патенти на корисну модель.

**Структура дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків та рекомендацій, списку використаних джерел та додатків (76 сторінок). Роботу виконано на 308 сторінках комп'ютерного тексту, у тому числі 175 сторінок основного тексту, проілюстровано 28 таблицями, 46 рисунками. Список використаних джерел включає 293 найменування, із них – 26 іноземною мовою.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, визначено мету, завдання, об'єкт, предмет та методи досліджень, розкрито наукову новизну і практичне значення отриманих результатів.

У **першому розділі «Теоретичні засади формування підходів до вивчення екологічного стану річкових басейнів»** проведено аналіз та вивчення літературних джерел вітчизняних і закордонних вчених стосовно обраної теми дослідження. Визначено, що на даний час недостатньо вивченими залишаються умови формування екологічного стану та якості вод річок Приазов'я. Наявні фрагментарні дослідження впливу окремих факторів не в змозі продемонструвати цілісної картини цього процесу. Тому, для вирішення цієї проблеми необхідно використовувати системний підхід, який включає детальний розгляд усіх можливих природних та антропогенних факторів, що впливають на екологічний стан басейну річки.

У **другому розділі «Природні фактори як передумова виникнення деградаційних процесів»** наведено гідрографічну характеристику р. Молочна, основні умови формування її природного стоку та гідрологічного режиму з урахуванням кліматичних, едафічних, орографічних, геоструктурних умов, біологічного різноманіття, заліснення.

Басейн р. Молочна розташований на півдні Запорізької області (рис.1), площа водозбору 3450 км<sup>2</sup>. Річка впадає у Молочний лиман басейну Азовського моря, має довжину русла 197 км та переважно ліві притоки I-го першого порядку.

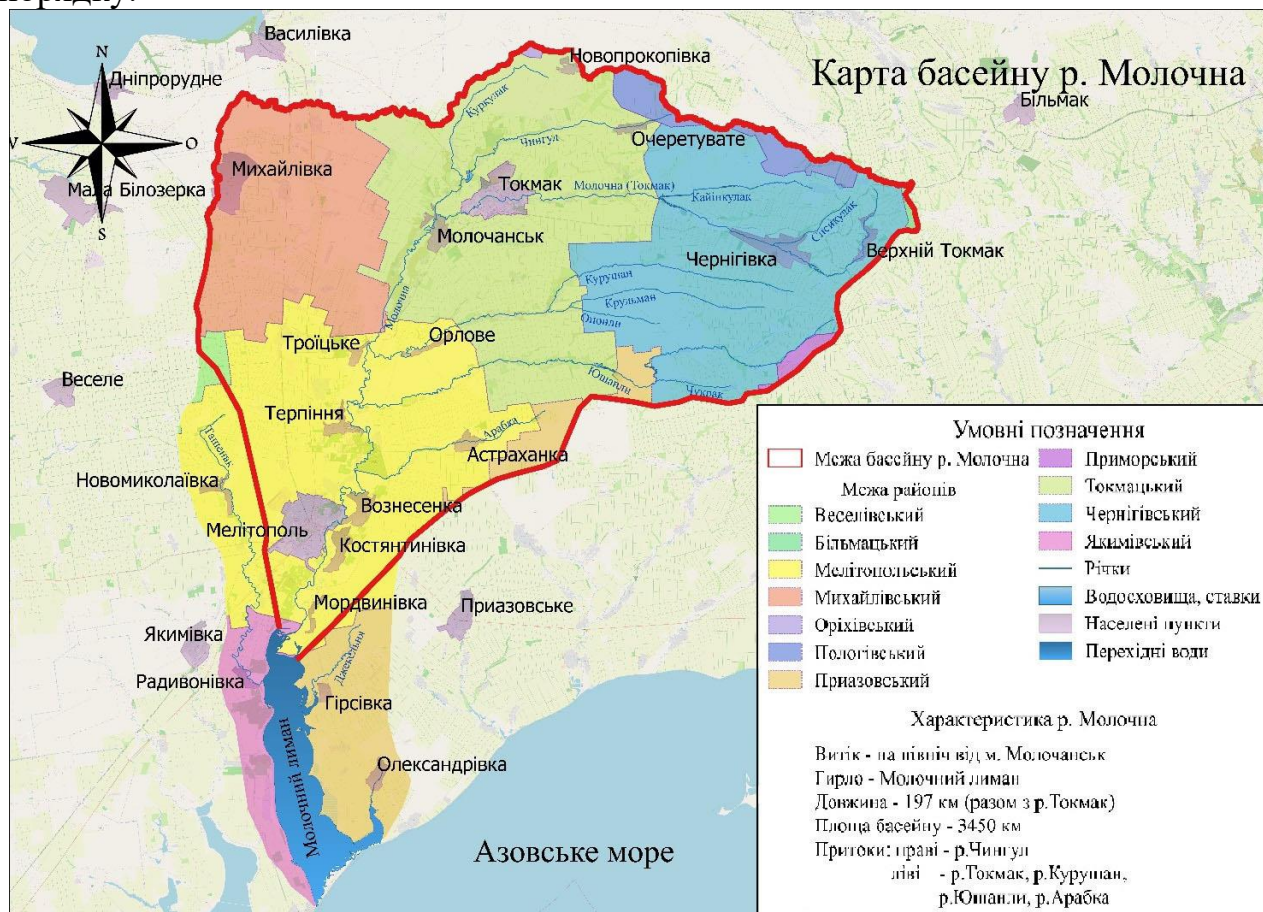


Рис. 1. Адміністративна карта басейну р. Молочна



Серед природних факторів які негативним чином впливають на екологічний стан басейну виокремлено: підвищення температури атмосферного повітря, незначну кількість опадів, переважання східних та північно-східних вітрів, розповсюдження екзогенних та ендегенних геологічних процесів, посушливо-суховійних явищ, малий відсоток лісистості (4%).

Підвищений рівень мінералізації річкових вод у зоні Степу зумовлений наявністю у ґрунтах легкорозчинних солей з переважанням сульфатів і хлоридів натрію та магнію. Засоленість ґрунтів обумовлюється хімічним складом високомінералізованих ґрунтових вод. Переважання піщаних та вапнякових осадових порід з глибоким рівнем залягання водоупору у межах річкової долини підвищує поглинаючу здатність ґрунтів та істотно зменшує відсоток надходження стоку опадів до річки.

Основним у формуванні річкового стоку досліджуваного басейну є поверхневе живлення – 80-90%. Річний об'єм стоку для багатоводного року складає 27,1 млн. м<sup>3</sup>, для середнього – 11,4 млн. м<sup>3</sup>, величина екологічно-необхідного об'єму стоку (за О.Г. Ободовським) має складати 47,0 – 62,3 млн. м<sup>3</sup> для років різної забезпеченості. Відповідно формуються несприятливі гідрологічні умови, відбувається розвиток явищ, які порушують гідробіологічний та гідрохімічний режими річки.

За системою В дескрипторів ВРД ЄС 2000/60/ЕС басейн р. Молочна класифікується перехідним станом від «відчутно змінений» до «дуже змінений».

Для досягнення поставленої мети було сформовано методологічну блок-схему досліджень, згідно із завданнями виокремлено основні критерії дослідження (рис. 2). Реалізація поставлених завдань здійснювалась з використанням таких методик:

А) оцінка якості води за методикою «Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями» (Романенко В.Д. та ін., 1998) та методикою «Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями» (Гриценко А.В. та ін., 2012);

Б) визначення показника антропоізації ландшафтної системи водозбірної території за Шищенко П.Г. (1988);

В) розрахунок індукційного коефіцієнта антропогенного навантаження (ІКАН) (НТД-33-4579129, 1992; Яцик А.В. 2007);

Г) визначення спрямованості розвитку деградаційних процесів за «Комплексною оцінкою екологічного стану водних об'єктів» (Рибалова О.В., 2010);

Д) оцінка загального водного ризику за інтерактивною технологією Вашингтонського університету ресурсів світу з використанням ГІС-мап (<https://www.wri.org/aqueduct>, 2020).

Вплив комунально-господарської галузі на водотік оцінювався у точках спостережень розташованих на відстані 500 м вище та нижче скидів КП м. Токмак та м. Мелітополь.





Рис. 2. Методологічна блок-схема досліджень

Для забезпечення максимально точного обрахунку була вдосконалена методика «Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями» (2012). Нами (Скиба, Вознюк, 2018) було запропоновано алгоритм розрахунку (формули 1, 2), який враховує середні, максимальні та мінімальні значення показників різних категорій, а також класи якості поверхневих вод з урахуванням природних особливостей і специфіки формування сольового блоку в річках зони Степу України.

$$K_y = N + (A_c - A_{min}) / (A_{max} - A_{min}) \quad (1)$$

$$N = (N_{min} + N_c + N_{max}) / 3 \quad (2)$$

*де:*  $K_y$  – уточнене значення категорії;  $N$  – усереднене значення категорії якості води;  $N_{min}$  – мінімальне значення категорії якості;  $N_{max}$  – максимальне значення категорії якості;  $N_c$  – середнє значення категорії якості;  $A_c$  – середньорічна величина показника якості води;  $A_{min}$  – мінімальна величина показника за період дослідження;  $A_{max}$  – максимальна величина показника за період дослідження.

Інформаційним забезпеченням досліджень стали: дані лабораторного контролю за гідрохімічними та бактеріологічними показниками річкової води сертифікованої лабораторії КП «Водоканал» Мелітопольської МР та Мелітопольського лабораторного центру МОЗ України у Запорізькій області; метеорологічні дані, отримані у Запорізькому обласному центрі з гідрометеорології; динаміка викидів в атмосферне повітря від стаціонарних та пересувних джерел забруднення, скидів до річки від комунально-побутових та промислових підприємств зведені у Департаменті екології та природних ресурсів Запорізької ОДА; дані про динаміку якісного складу та обсяг іригаційних вод, площі сільськогосподарських угідь під зрошенням отримані у Мелітопольському міжрайонному управлінні водного господарства.

Дослідження залежності якості води р. Молочна від природних (місячна, середньорічна температура атмосферного повітря та кількість опадів, гідротермічний коефіцієнт, гідрологічний режим річки) та антропогенних (обсяг надходження стічних та іригаційних вод, викиди в атмосферне повітря) факторів поокремо проводили за допомогою коефіцієнтів кореляції та детермінації.

Залежність гідрохімічних показників від деструктивних факторів впливу досліджували за допомогою множинної кореляції. Якісну оцінку отриманих коефіцієнтів визначали за шкалою Пірсона: 0 – зв'язок відсутній; 0,01-0,20 – дуже слабкий зв'язок; 0,21-0,50 – слабкий зв'язок; 0,51-0,70 – помірний зв'язок; 0,71-0,90 – сильний зв'язок; 0,91-1,00 – дуже сильний зв'язок.

У третьому розділі «**Антропогенні чинники трансформації річкового басейну**» наведено результати аналізу та оцінки перетворень природно-антропогенного комплексу басейнової системи р. Молочна у часі. За динамікою антропогенного навантаження у її межах впродовж середини XVIII ст. – початку XXI ст. було виокремлено 3 періоди:

I – середина XVIII ст. – 60-ті рр. XX ст. – інтенсивне освоєння річкової заплави, розорювання лучних угідь, випасання великої кількості худоби, створення багатьох ставків та лісосмуг, розвиток капітального будівництва;

II – 60-80-ті рр. XX ст. – інтенсифікація сільськогосподарського та промислового виробництва, наслідками якого стали суттєві зміни гідрологічних параметрів та розвиток таких процесів як кольматація, седиментація, замулення та перекриття підземних джерел живлення річки;

III період – 90-ті рр. XX ст. – дотепер – стабілізація депресивної екологічної ситуації з урахуванням накопиченого ефекту наслідків трансформації гідроекосистеми.

Аналіз антропогенних факторів впливу на басейн р. Молочна дозволив виокремити основні чинники розвитку деградаційних процесів. До них було віднесено сільське господарство, розвиток якого призвів до: розорювання ~76% загальної площі басейну; зрошування 12,6 тис. га угідь; надмірного внесення мінеральних добрив у II-му періоді (60-80-ті рр. XX ст. – 1,8 кг/га) з подальшим його зменшенням від 0,98 кг/га (2000 р.) до 0,54 кг/га (2014 р.).

Вагомий деструктивний внесок у природний стан басейну привносять гідротехнічне будівництво (99 споруд), урбанізовані та промислові території. Тут розташовано 3 міста: м. Токмак (30,6 тис. чол.), м. Молочанськ (7,0 тис. чол.) та м. Мелітополь (160,4 тис. чол.) (рис.1), останнє є важливими центром машинобудування, а також переробки рослинної продукції. Ще одним деструктивним фактором є викиди в атмосферне повітря від стаціонарних та пересувних джерел забруднення (за період 1990-2017 рр. їхня кількість зменшилась майже вдвічі – з 10,8 до 5,6 тис. т/рік).

У результаті кореляційно-регресійного аналізу було встановлено незначний вплив кожного (окремо взятого) з природних та антропогенних чинників на динаміку гідрохімічних показників води досліджуваної річки. У переважній більшості випадків зв'язок був «слабкий» та «дуже слабкий» ( $r=0,2-0,5$ ). Враховуючи те, що екологічний стан басейну формується під впливом одночасної дії природно-антропогенних факторів, ми провели дослідження залежності за допомогою коефіцієнта множинної кореляції (табл.1).

Тісний зв'язок встановлено для сульфатів (84% → 93%). Завислі речовини та азот амонійний знаходяться у «максимальній зоні» залежності вище скиду стічних вод, що свідчить про високий рівень евтрофікації водотоку. Для нітритів, нітратів та фосфатів (57% → 71%) залежність зростає вже після скиду стічних вод, а азоту амонійного навпаки зменшується (85% → 53%), що пояснюється впровадженням біологічного способу очистки на очисних спорудах комунального підприємства. Встановлено високий рівень зв'язку за марганцем, нафтопродуктами, а також бактеріологічними показниками ЛПК (85% → 94%) та коліфагами (70% → 71%).

Таблиця 1

Регресійна залежність гідрохімічних показників р. Молочна відповідно до мінливості параметрів деструктивних факторів впливу

Речовина	Одиниці виміру	Точка спостереження (500 м)	Регресійний аналіз за сукупністю показників ( $R > 0,7$ )	Частка залежності від даної множини параметрів ( $R^2$ ), %	Частка, що припадає на інші фактори впливу ( $R^2$ ), %	Рівняння регресійної моделі
1	2	3	4	5	6	7
<b>Сольовий блок</b>						
Мінералізація	мг/дм <sup>3</sup>	вище скиду	0,68	46	54	$y = 70,08 \cdot X_1 + 0,74 \cdot X_3 - 371,07 X_4 + 368,8 \cdot X_5 + 372,1 \cdot X_6$
		нижче скиду	0,58	34	66	$y = -95,4 \cdot X_1 + 0,78 \cdot X_3 - 1367,27 X_4 + 1369,35 \cdot X_5 + 1376,41 \cdot X_6$
Сульфати	мг/дм <sup>3</sup>	вище скиду	0,92	<b>84</b>	16	$y = 105,96 \cdot X_1 + 2264,51 \cdot X_4 - 2262,05 \cdot X_5 - 2271,6 \cdot X_6$
		нижче скиду	0,97	<b>93</b>	7	$y = 64,64 \cdot X_1 + 2664,21 \cdot X_4 - 2661,08 \cdot X_5 - 2665,71 \cdot X_6$
Хлориди	мг/дм <sup>3</sup>	вище скиду	0,64	41	59	$y = 84,23 \cdot X_1 + 0,94 \cdot X_3 - 1076,11 X_4 + 1073,44 \cdot X_5 + 1080 \cdot X_6$
		нижче скиду	0,71	<b>51</b>	49	$y = 48,08 \cdot X_1 + 0,7 \cdot X_3 - 795,28 X_4 + 794,29 \cdot X_5 + 796,86 \cdot X_6$
<b>Трофо-санробіологічний блок</b>						
Завислі речовини	мг/дм <sup>3</sup>	вище скиду	0,93	<b>86</b>	14	$y = -0,12 \cdot X_1 + 7,36 X_4 - 7,31 \cdot X_5 - 7,6 \cdot X_6$
		нижче скиду	0,77	<b>57</b>	43	$y = 0,26 \cdot X_1 + 27,8 X_4 - 27,74 \cdot X_5 - 27,93 \cdot X_6$
Азот амонійний	мгN/дм <sup>3</sup>	вище скиду	0,92	<b>85</b>	15	$y = -0,72 \cdot X_4 + 0,72 \cdot X_5 + 0,72 \cdot X_6$
		нижче скиду	0,73	<b>53</b>	47	$y = -2,09 \cdot X_4 + 2,09 \cdot X_5 + 2,1 \cdot X_6$
БСК <sub>5</sub>	мгO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	вище скиду	0,97	<b>94</b>	6	$y = 0,33 \cdot X_1 - 1,5 \cdot X_4 + 1,48 \cdot X_5 + 1,58 \cdot X_6$
		нижче скиду	0,93	<b>87</b>	13	$y = 0,29 \cdot X_1 - 3,98 \cdot X_4 + 3,96 \cdot X_5 + 4,07 \cdot X_6$
Нітрити	мгN/дм <sup>3</sup>	вище скиду	0,81	<b>65</b>	35	$y = -5,43 \cdot X_2 + 0,12 \cdot X_4 - 0,12 \cdot X_5 - 0,12 \cdot X_6$
		нижче скиду	0,95	<b>89</b>	11	$y = 1,48 \cdot X_2 + 0,06 \cdot X_4 - 0,06 \cdot X_5 - 0,05 \cdot X_6$
Нітрати	мгN/дм <sup>3</sup>	вище скиду	0,37	14	86	$y = -25,15 X_4 + 25,14 \cdot X_5 + 25,18 \cdot X_6$
		нижче скиду	0,77	<b>59</b>	41	$y = -1,43 \cdot X_1 + 25,06 \cdot X_4 - 24,97 \cdot X_5 - 25,16 \cdot X_6$
Фосфати	мгP/дм <sup>3</sup>	вище скиду	0,75	<b>57</b>	43	$y = -7,54 \cdot X_2 - 0,32 \cdot X_4 + 0,32 \cdot X_5 + 0,31 \cdot X_6$
		нижче скиду	0,84	<b>71</b>	29	$y = -1,96 \cdot X_4 + 1,97 \cdot X_5 + 1,96 \cdot X_6$

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7
Розчинений кисень	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	вище скиду	0,69	48	52	$y = 0,23 \cdot X_1 + 5,33 \cdot X_4 - 5,31 \cdot X_5 - 5,35 \cdot X_6$
		нижче скиду	0,77	<b>60</b>	40	$y = 0,19 \cdot X_1 + 3,27 \cdot X_4 - 3,26 \cdot X_5 - 3,29 \cdot X_6$
ХСК	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	вище скиду	0,76	<b>58</b>	42	$y = -1,18 \cdot X_1 + 34,73 \cdot X_4 - 34,68 \cdot X_5 - 34,83 \cdot X_6$
		нижче скиду	0,76	<b>58</b>	42	$y = 71,51 \cdot X_4 - 71,43 \cdot X_5 - 71,68 \cdot X_6$
<b>Блок специфічних речовин токсичної та радіаційної дії</b>						
Залізо	мкг/дм <sup>3</sup>	вище скиду	0,67	45	55	$y = -3,01 \cdot X_2 + 0,05 \cdot X_4 - 0,05 \cdot X_5 - 0,05 \cdot X_6$
		нижче скиду	0,5	25	75	$y = -2,5 \cdot X_2 + 0,29 \cdot X_4 - 0,29 \cdot X_5 - 0,29 \cdot X_6$
СПАР	мкг/дм <sup>3</sup>	вище скиду	0,47	22	78	$y = -2,81 \cdot X_1 + 3,56 \cdot X_2 - 4,2 \cdot X_3$
		нижче скиду	0,46	21	79	$y = 1,74 \cdot X_2 + 3,74 \cdot X_3$
Калій	мкг/дм <sup>3</sup>	вище скиду	0,86	<b>74</b>	26	$y = 26,97 \cdot X_1 - 0,06 \cdot X_3 + 0,35 \cdot X_4 - 0,41 \cdot X_5$
		нижче скиду	0,65	42	58	$y = 14,46 \cdot X_1 - 0,04 \cdot X_3 - 0,05 \cdot X_5$
Марганець	мкг/дм <sup>3</sup>	вище скиду	0,98	<b>96</b>	4	$y = 0,12 \cdot X_1 + 0,06 \cdot X_4 - 0,07 \cdot X_5$
		нижче скиду	0,98	<b>95</b>	5	$y = 0,12 \cdot X_1 + 0,06 \cdot X_4 - 0,07 \cdot X_5$
Нафтопродукти	мкг/дм <sup>3</sup>	вище скиду	0,83	<b>69</b>	31	$y = 3,17 \cdot X_2 - 7,01 \cdot X_3 - 0,32 \cdot X_4 + 0,31 \cdot X_5 + 0,32 \cdot X_6$
		нижче скиду	0,81	<b>66</b>	34	$y = 3,25 \cdot X_2 + 3,94 \cdot X_3 - 0,33 \cdot X_4 + 0,33 \cdot X_5 + 0,33 \cdot X_6$
<b>Бактеріологічні показники</b>						
Бактеріологічний показник, ЛКП	од./дм <sup>3</sup>	вище скиду	0,92	<b>85</b>	15	$y = 1807,47 \cdot X_1 - 1,24 \cdot X_2 - 15,47 \cdot X_3 + 87492,52 \cdot X_4 - 87327 \cdot X_5 - 87747,7 \cdot X_6$
		нижче скиду	0,97	<b>94</b>	6	$y = 281,57 \cdot X_1 - 0,13 \cdot X_2 - 0,17 \cdot X_3 + 8287,63 \cdot X_4 - 8274,21 \cdot X_5 - 8300,84 \cdot X_6$
Бактеріологічний показник, коліфаги	БУО/дм <sup>3</sup>	вище скиду	0,84	<b>70</b>	30	$y = 38,08 \cdot X_1 - 0,5 \cdot X_3 + 867,31 \cdot X_4 - 867,07 \cdot X_5 - 864,55 \cdot X_6$
		нижче скиду	0,84	<b>71</b>	29	$y = 8,72 \cdot X_1 - 0,13 \cdot X_3 + 343,05 \cdot X_4 - 342,53 \cdot X_5 - 343,11 \cdot X_6$
Примітка	X <sub>1</sub> – середньорічна температура атмосферного повітря, °С; X <sub>2</sub> – річна сума опадів, мм; X <sub>3</sub> – річна кількість надходження іригаційних вод, тис. м <sup>3</sup> ; X <sub>4</sub> – викиди в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення, тис. т; X <sub>5</sub> – викиди в атмосферне повітря від пересувних джерел забруднення, тис. т; X <sub>6</sub> – обсяг води, який скидається комунальним підприємством, тис. м <sup>3</sup> .					

За період спостережень 1990-2017 рр. визначено, що концентрації речовин сольового блоку коливаються у межах 2-5 ГДК. Зафіксовано зростання концентрацій речовин трофо-сапробіологічного блоку (фосфатів, нітратів, нітритів, азоту амонійного, ХСК та БСК<sub>5</sub>), зменшення вмісту розчиненого кисню після скиду стічних вод. За результатами аналізу специфічних речовин токсичної та радіаційної дії встановлено, що до 2001 р. вміст заліза загального, нафтопродуктів та СПАР у воді перевищував значення ГДК у 3 рази.

У четвертому розділі проведено **«Комплексне оцінювання якості води річки Молочна та екологічного стану річкового басейну»**.

Одним з основних інтегральних показників екологічного стану басейну є якість води річки. Її динаміка відображає тенденцію екологічних змін у басейні. За методикою «Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями» (1998 р.) встановлено, що вода р. Молочна за загальним рівнем мінералізації, вмістом хлоридів, сульфатів, нітратів та фосфатів відноситься до V класу якості. Підвищений вміст речовин сольового блоку є типовим для річок Приазов'я і завжди є в пріоритеті при визначенні екологічного індексу.

За методикою «Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями» (2012 р.) та на підставі запропонованих нами підходів до встановлення категорій якості (формули 1, 2), з урахуванням природних особливостей річок зони Степу України встановлено, що трофо-сапробіологічний блок є пріоритетним у формуванні якості (табл. 2).

Вода р. Молочна відноситься до солонуватих мезогалинних вод. Встановлено, що основними забруднюючими речовинами р. Молочна є нітрати та фосфати (V(7) клас та категорія якості води). За концентраціями нітритів та сульфатів вода відноситься до IV(6) класу та категорії. Простежується зміна категорій якості води з часом з незначним покращенням з 2000 р. До V(7) класу та категорії якості вода річки відносилась за концентраціями: азоту амонійного, фенолу, БСК<sub>5</sub>, СПАР та завислих речовин. З 2000 р. відбулось помітне зниження концентрацій даних речовин у воді.

Значення комплексного показника якості води р. Молочна  $I_{\text{Есеред}}$  за період спостережень коливається у межах 4,9...5,6,  $I_{\text{Енайгір}} = 5,7...6,55$ . За даними 2017 р. якість води за рівнем забрудненості відноситься до III класу 5 категорії, характеризується як «помірно забруднена», за ступенем сапробності – « $\alpha'$ -мезосапробна», трофності – «ев-політрофна».

Якість води р. Молочна згідно індексу EQI (відповідно до класів якості вод згідно вимог ВРД ЄС 2000/60/ЕС) класифікується як «низька».

Залежно від рівня водонаповнення річки якість води може погіршуватись до відміток показників, які класифікуються як «брудні» та навіть «дуже брудні», полі- та гіпертрофні, полісапробні (рис. 3).

Таблиця 2

Оцінка якості води р. Молочна за проектною методикою «Визначення уточненої категорії якості води річки»

Показники	Роки													
	1990		1995		2000		2005		2010		2015		2017	
	клас (категорія)	К <sub>у</sub>	клас (категорія)	К <sub>у</sub>	клас (категорія)	К <sub>у</sub>	клас (категорія)	К <sub>у</sub>	клас (категорія)	К <sub>у</sub>	клас (категорія)	К <sub>у</sub>	клас (категорія)	К <sub>у</sub>
Мінералізація, мг/дм <sup>3</sup>	III (5)	5,33	III (5)	5,22	IV (6)	6,35	III (5)	5,81	III (5)	5,94	III (5)	5,58	III (5)	5,55
Сульфати, мг/дм <sup>3</sup>	III (4)	4,66	II (3)	3,14	III (5)	5,52	IV (6)	6,68	IV (6)	6,08	IV (6)	6,29	IV (6)	6,16
Хлориди, мг/дм <sup>3</sup>	III (4)	4,13	III (4)	4,26	II (3)	3,7	II (3)	3,54	III (4)	4,69	III (4)	4,13	III (4)	4,10
I <sub>с</sub> серед.	-	<b>4,7</b>	-	<b>4,2</b>	-	<b>5,2</b>	-	<b>5,3</b>	-	<b>5,6</b>	-	<b>5,3</b>	-	<b>5,2</b>
Азот амонійний, мг N/дм <sup>3</sup>	V (7)	<b>7,36</b>	V (7)	<b>7,54</b>	IV (6)	6,35	III (4)	4,58	III (4)	4,55	II (3)	3,52	II (3)	3,55
Нітриди, мг N/дм <sup>3</sup>	IV (6)	6,89	III (5)	5,17	IV (6)	6,54	IV (6)	6,65	V (7)	<b>7,14</b>	IV (6)	6,50	IV (6)	6,80
<b>Нітрати, мг N/дм<sup>3</sup></b>	V (7)	-	V (7)	-	V (7)	-	V (7)	-	V (7)	-	V (7)	-	V (7)	-
<b>Фосфати, мг P/дм<sup>3</sup></b>	V (7)	-	V (7)	-	V (7)	-	V (7)	-	V (7)	-	V (7)	-	V (7)	-
I <sub>Б</sub> серед.	-	<b>7,1</b>	-	<b>6,7</b>	-	<b>6,8</b>	-	<b>6,5</b>	-	<b>6,5</b>	-	<b>6,2</b>	-	<b>6,2</b>
Розчинений кисень, мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	III (5)	5,35	V (7)	7,38	II (3)	3,45	II (2)	2,51	II (2)	2,17	II (2)	2,67	II (2)	2,70
I <sub>К</sub> серед.	-	<b>5,4</b>	-	<b>7,4</b>	-	<b>3,5</b>	-	<b>2,5</b>	-	<b>2,2</b>	-	<b>2,7</b>	-	<b>2,7</b>
БСК <sub>5</sub> , мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	V (7)	-	V (7)	-	V (7)	-	III (5)	5,47	III (5)	5,52	III (4)	4,72	III (4)	4,80
Біхроматна окислюваність, мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	III (5)	5,16	V (7)	7,05	V (7)	-	III (5)	5,09	II (3)	3,67	II (3)	3,45	II (3)	3,58
I <sub>О</sub> серед.	-	<b>6,1</b>	-	<b>7</b>	-	<b>7</b>	-	<b>5,3</b>	-	<b>4,6</b>	-	<b>4,1</b>	-	<b>4,2</b>
Завислі речовини, мг/дм <sup>3</sup>	IV (6)	6,27	III (5)	5,11	V (7)	<b>7,01</b>	III (4)	4,33	II (3)	3,63	III (4)	4,38	III (4)	4,25
pH	I	1,6	I	1,0	II (2)	2,97	II (3)	3,51	II (3)	3,04	II (3)	3,03	II (3)	3,05
I <sub>ЗП</sub> серед.	-	<b>3,9</b>	-	<b>3,1</b>	-	<b>5,0</b>	-	<b>3,9</b>	-	<b>3,3</b>	-	<b>3,7</b>	-	<b>3,7</b>
I <sub>Т</sub> серед.	-	<b>5,6</b>	-	<b>6,1</b>	-	<b>5,6</b>	-	<b>4,6</b>	-	<b>4,2</b>	-	<b>4,2</b>	-	<b>4,15</b>
Залізо, мкг/ дм <sup>3</sup>	III (5)	5,25	III (5)	5,29	II I(4)	4,74	III (4)	4,07	II (3)	3,82	II (3)	3,79	II (3)	3,75
Нафтопродукти, мкг/ дм <sup>3</sup>	IV (6)	6,83	IV (6)	6,00	IV (6)	6,35	I	1,7	III (4)	4,3	-	-	-	-
Феноли, мкг/ дм <sup>3</sup>	V (7)	-	-	0	V (7)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
СПАР, мкг/ дм <sup>3</sup>	V (7)	7,17	IV (6)	6,91	IV (6)	6,27	-	-	-	-	-	-	-	-
I <sub>Т</sub> серед.	-	<b>6,6</b>	-	<b>6,1</b>	-	<b>6,1</b>	-	<b>2,9</b>	-	<b>4,1</b>	-	<b>3,8</b>	-	<b>3,7</b>
I <sub>Х</sub> серед.	-	<b>5,6</b>	-	<b>5,5</b>	-	<b>5,6</b>	-	<b>4,3</b>	-	<b>4,6</b>	-	<b>4,4</b>	-	<b>4,4</b>
I <sub>Б</sub> серед. (умовне)	-	<b>5,5</b>	-	<b>5,5</b>	-	<b>5,5</b>	-	<b>5,5</b>	-	<b>5,5</b>	-	<b>5,5</b>	-	<b>5,5</b>
I <sub>Е</sub> серед.	-	<b>5,6</b>	-	<b>5,5</b>	-	<b>5,6</b>	-	<b>4,9</b>	-	<b>5,1</b>	-	<b>5,0</b>	-	<b>5,0</b>
I <sub>Х</sub> найгір.	-	<b>6,6</b>	-	<b>6,1</b>	-	<b>6,1</b>	-	<b>4,9</b>	-	<b>5,1</b>	-	<b>5,3</b>	-	<b>5,2</b>
I <sub>Б</sub> найгір. (умовне)	-	<b>6,5</b>	-	<b>6,5</b>	-	<b>6,5</b>	-	<b>6,5</b>	-	<b>6,5</b>	-	<b>6,5</b>	-	<b>6,5</b>
I <sub>Е</sub> найгір.	-	<b>6,55</b>	-	<b>6,3</b>	-	<b>6,3</b>	-	<b>5,7</b>	-	<b>5,8</b>	-	<b>5,9</b>	-	<b>5,9</b>



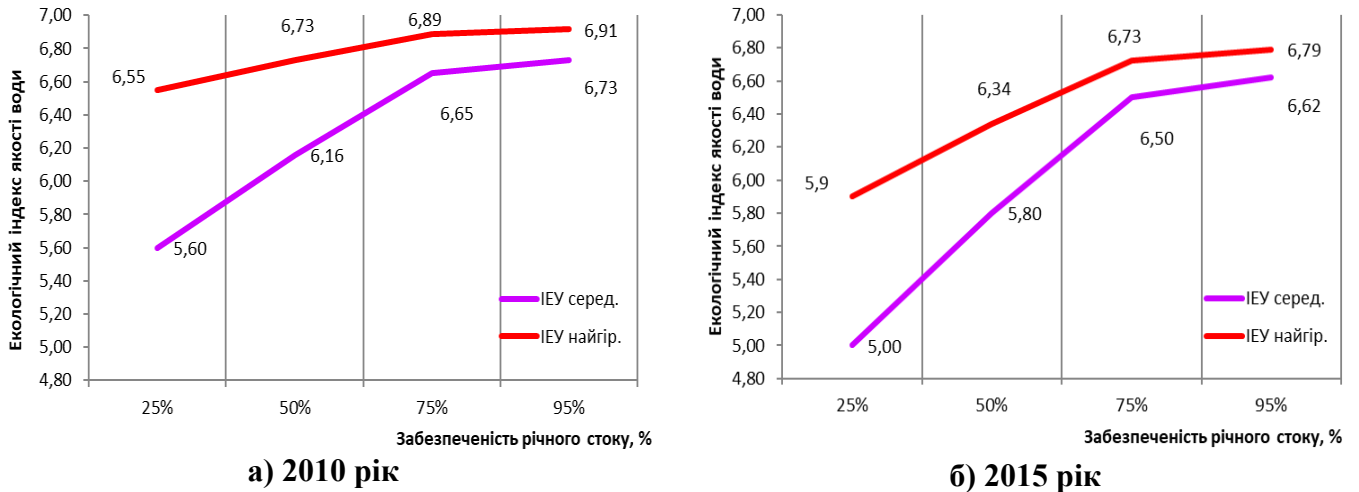


Рис. 3. Зміна категорії якості води в залежності від рівня водонаповнення річки

Оцінювання сучасного екологічного стану басейну р. Молочна за показником антропоїзації ландшафтної системи водозбірної території (Шищенко, 1988) показало, що його найбільша величина ( $K_{\text{ант}} = 5,5$ ) встановлена за площею угідь під ріллею. Відповідно до сучасного рівня антропогенної трансформації басейну, доцільно було б внести до методики ще й площу під автомобільними та залізничними шляхами, а також гідротехнічними спорудами з присвоєнням відповідного рангу антропогенної трансформації (r). Адже дані структури розчленовують значні масиви ландшафту на дрібні елементи і відмежовують їх один від одного.

Загальний стан екосистеми річки за індексом ІКАН – наближений до стану «дуже поганий». Найвагомий вплив спричиняють показники 2-х підсистем: *використання земель* (розораність та фактичний стан системи водозбору), і *використання річкового стоку*. За результатами оцінки їхній стан характеризується як «незадовільний» та «катастрофічний» відповідно.

Визначено, що антропогенні фактори значним чином впливають на розвиток деградаційних процесів у межах басейну р. Молочна. Коефіцієнт спрямованості розвитку процесів ( $K_n$ ) склав 1,8. Це свідчить про те, що вплив деструктивних чинників майже у 2 рази перевищує розрахований показник стабілізації процесів у межах басейну (рис. 4).

З метою встановлення спрямованості розвитку деградаційних процесів було використано методику «Комплексна оцінка екологічного стану водних об'єктів». Основною причиною дестабілізації рівноваги у системі визначено велику частку орних земель, що сприяє розвитку вітрової та водної ерозії ґрунтів, утворенню ярів, замуленню русла тощо. Іншими деградаційними чинниками виступають: урбанізація, забір води з підземних горизонтів та відведення комунально-побутових стоків до річки. Для більш повного врахування чинників впливу доцільно до формули визначення показника впливу позитивних факторів внести ще одну складову *ПТ (природоохоронні території)*, тоді показник  $S_{\text{ec}}^+$  становитиме для басейну р. Молочна 41,2 замість попередньо розрахованого 39,1. Відповідно коефіцієнт спрямованості розвитку процесів буде  $K_n = 1,7$ , а величина показника розвитку деградаційних процесів у басейні  $\Pi_{\text{пн}} = 31,3$ , замість 33,1.

## Модернізація розрахунку

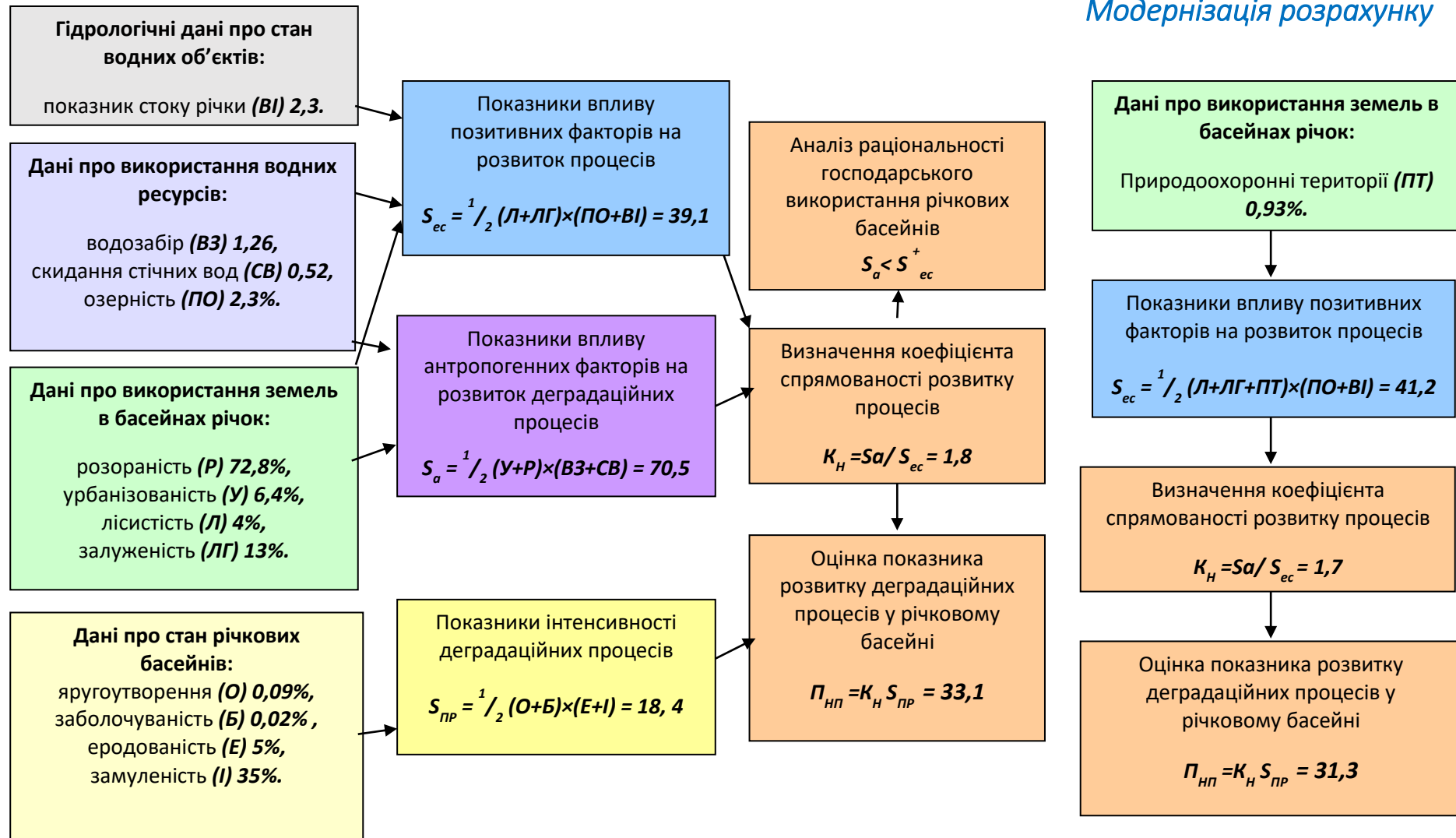


Рис. 4. Схема обрахунку спрямованості розвитку деградаційних процесів у межах басейну р. Молочна

На підставі отриманих результатів досліджень нами проведено оцінювання загального водного ризику (<https://www.wri.org/aqueduct>, 2020) для басейну р. Молочна, станом на 2020 р. Кількість фізичних ризиків характеризується як «висока». Якість фізичних ризиків, яка базується на компіляції двох параметрів (надходження неочищених стічних вод та рівень евтрофікації) – «екстремально висока», а нормативний та репутаційний ризик відповідає значенню шкали «нижче середнього». У цілому загальний водний ризик оцінюється як «середній». Без запровадження компенсаційних природоохоронних заходів для басейну р. Молочна існує ймовірність розвитку водного ризику до «високого» у 2030 р. та «екстремально високого» у 2040 р. (рис.5).

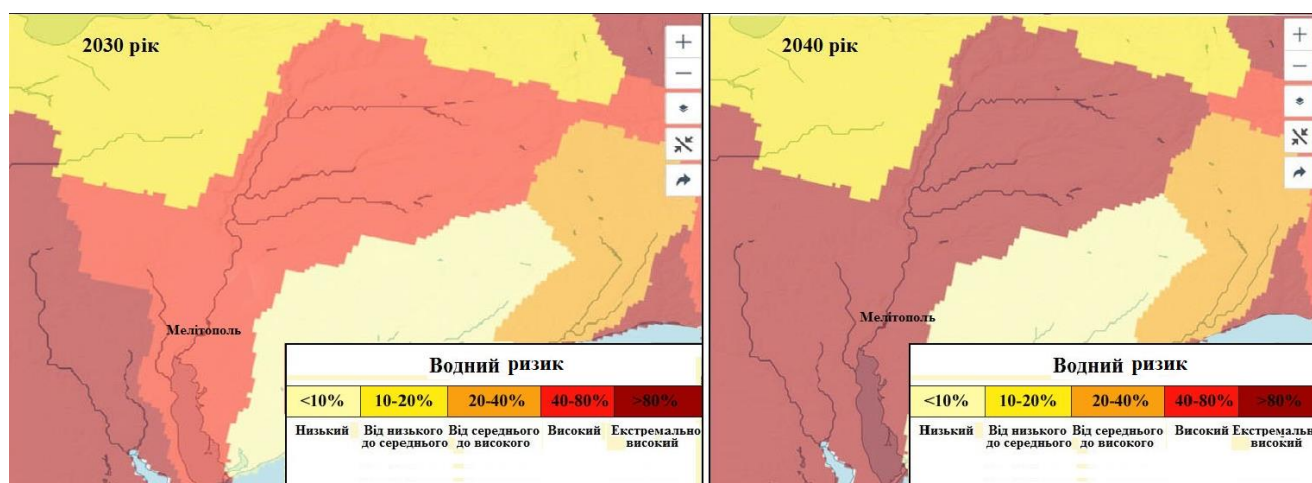


Рис. 5. Тенденція водного ризику

Для стабілізації і подальшого покращення екологічного стану басейну р. Молочна пропонуємо ряд природоохоронних заходів, які нами згруповані у три блоки (рис. 6). Вони включають: оптимізацію ландшафтної структури басейну шляхом доведення до оптимальних значень % лісистості, розораності і залуженості; зменшення рівня фактичного антропогенного навантаження та усунення наслідків трансформації, виявлених у межах досліджуваного басейну з подальшим переходом до інтегрованого управління.

Для I-го блоку розраховано екологічно допустимі параметри антропогенного впливу. Мінімальний рівень лісистості має складати 9% (фактично 4%). При цьому середньорічний стік р. Молочна зросте до 22,8 млн. м<sup>3</sup> (фактично 11,4 млн. м<sup>3</sup>). Частка луків складає 13%, оптимальне значення – 31%. Надвисокий ступінь розораності угідь (72,8%) має бути зменшеним до 37,2%. Це можливо зробити за рахунок залуження, створення пасовищ і відновлення законодавчо визначеної водоохоронної зони. Ці заходи суттєво сприятимуть стабілізації ландшафтної структури басейну річки.

У II блоці запропоновано запровадження агроекологічних, гідроекологічних, фіто- та лісомеліоративних заходів для зменшення рівня фактичного антропогенного навантаження та усунення його наслідків.

У III блоці передбачено контроль за дотриманням вимог водоохоронного законодавства, впровадження комплексної системи моніторингу, що забезпечить інтегроване управління басейном.

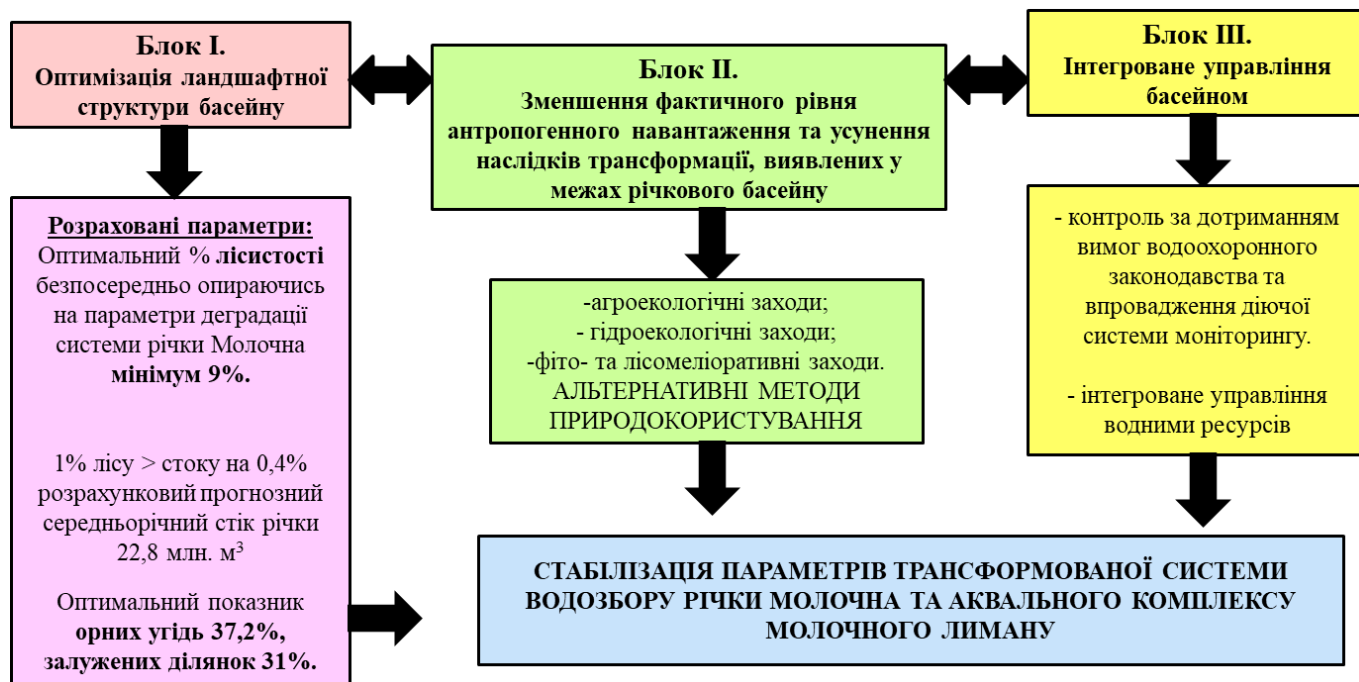


Рис. 6. Заходи та пропозиції щодо управління басейном р. Молочна

Впровадження запропонованих заходів має суттєво покращити екологічний стан річкового басейну та знизити екологічні ризики.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі на підставі дослідження природно-антропогенних чинників проведено аналіз факторів формування екологічного стану басейну р. Молочна, встановлено динаміку якості води річки за 1990-2017 рр., виокремлено основні забруднюючі речовини. Визначено рівень трансформації досліджуваного річкового басейну та запропоновано заходи з оптимізації його стану. За результатами дисертаційного дослідження зроблено такі висновки та пропозиції:

1. Аналіз стану вивченості показників та якості поверхневих вод показав, що в аспекті моніторингу та екологічної оцінки басейн р. Молочна є одним з найменш досліджених на теренах сучасної України. За інтенсивністю та особливостями трансформації природного ландшафту у часі впродовж середини XVIII ст. – початку XXI ст. нами виокремлено 3 періоди: I – інтенсивне освоєння річкової заплави; II – інтенсифікація сільськогосподарського та промислового виробництва; III період – стабілізація депресивної екологічної ситуації.

2. Аналіз природних чинників надав змогу виокремити основні фактори розвитку деградаційних процесів у межах водозбору: підвищення температури атмосферного повітря, незначна кількість опадів, переважання східних та

північно-східних вітрів, розповсюдження екзогенних та ендегенних геологічних процесів, малий відсоток лісистості (4%), що негативно відображаються на руслоформуючих процесах та гідрологічних параметрах річки. За системою В дескрипторів ВРД 2000/60/ЕС зміни морфології р. Молочна класифікується перехідним станом від «відчутно змінені» до «дуже змінені». Встановлено, що за останні 50 років природний поверхневий стік р. Молочна зменшився вдвічі. Річний об'єм стоку для багатоводного року складає 27,1 млн. м<sup>3</sup>, а для середнього – 11,4 млн. м<sup>3</sup>, величина екологічно-необхідного об'єму стоку за О.Г. Ободовським має складати 47,0 – 62,3 млн. м<sup>3</sup> для років різної забезпеченості.

Встановлено залежність забруднення води р. Молочна від мінливості параметрів деструктивних природно-антропогенних факторів впливу. Тісний зв'язок виявлено для сульфатів, БСК<sub>5</sub>, марганцю, нафтопродуктів, бактеріологічних показників ЛПК та коліфагів до та після скиду; для завислих речовин, азоту амонійного та калію – вище скиду стічних вод; для нітритів, нітратів та фосфатів залежність зростає вже після скиду.

3. З'ясовано, що вплив деструктивних чинників антропогенного походження майже у 2 рази перевищує показник стабілізації процесів у межах водозбору  $S_a^- > S_{ec}^+ = 70,5 > 39,1$ ,  $K_H = 1,8$ , що спричинило значну трансформацію досліджуваного басейну. Основними причинами цього є інтенсифікація сільського господарства, гідротехнічне будівництво, розвиток урбосистем та промисловості.

Виявлено, що ландшафтна структура басейну знаходиться у незбалансованому, з екологічної точки зору, стані. За результатами оцінювання рівня трансформації встановлено, що показник антропоїзації ландшафтної системи річкового басейну ( $K_{ант}$ ) є надто високим і становить 5,5. Причиною цього є домінування орних земель (72,8%) над угіддями інших типів. Загальний стан річкової екосистеми за індексом ІКАН визначено як наближений до стану «дуже поганий». Найвагомий вплив спричиняють показники 2-х підсистем: *використання земель* (стан «незадовільний») і *використання річкового стоку* («катастрофічний»).

Оцінено загальний водний ризик для басейну р. Молочна станом на 2020 р. як «середній» і спрогнозовано подальшу тенденцію його розвитку до «високого» у 2030 р. та «екстремально високого» у 2040 р.

4. Оцінку якості води проведено за методикою «Екологічна оцінка якості поверхневих вод за відповідними категоріями» (2012) та на підставі запропонованих нами підходів до встановлення категорій якості з урахуванням природних особливостей річок зони Степу України. Встановлено, що пріоритетними у формуванні якості поверхневих вод басейну р. Молочна є речовини трофо-сапробіологічного блоку (нітрати та фосфати), вміст яких визначає найгірший клас якості води V(7). Розрахований комплексний показник якості води р. Молочна  $I_{Есеред.}$  у 1990-2017 рр. коливався у межах 4,9...5,6,  $I_{Енайгір.} = 5,7...6,55$ . Загальний показник якості води за рівнем забруднення відноситься до III(5) класу та категорії, «помірно забруднена», за ступенем сапробності – « $\alpha'$ -мезосапродна», трофності – «ев-політрофна». Згідно індексу

EQI відповідно до класів якості вод згідно вимог ВРД 2000/60/ЕС класифікується як «низька».

5.3 метою стабілізації та покращення екологічного стану басейну р. Молочна запропоновано три блоки природоохоронних заходів, які включають в себе:

1) оптимізацію ландшафтної структури басейну шляхом доведення лісистості до  $\geq 9\%$ , залуженості –  $\geq 31\%$ , розораності –  $\leq 37,2\%$ ;

2) зменшення фактичного рівня антропогенного навантаження та усунення наслідків трансформації запровадженням агроекологічних, гідроекологічних, фіто- та лісомеліоративних заходів;

3) контролювання дотримання вимог водоохоронного законодавства, впровадження комплексної системи моніторингу, що забезпечить інтегроване управління басейном.

Впровадження запропонованих заходів має суттєво покращити екологічний стан річкового басейну та знизити екологічні ризики.

### **РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ**

Структурним організаціям Басейнового управління річок Приазов'я (у т.ч. Басейновій раді річок Приазов'я та Мелітопольському міжрайонному управлінню водного господарства) пропонується використовувати методику розрахунку екологічної оцінки якості поверхневих вод з урахуванням запропонованої формули обчислення уточненої категорії якості поверхневих вод.

Беручи до уваги, що річка Молочна за цільовим призначенням належить до водних об'єктів культурно-побутового і рекреаційного призначення та впадає у Молочний лиман басейну Азовського моря (цінний природоохоронний об'єкт зони Степу України, який територіально входить до складу Приазовського НПП, внесений до переліку багатьох міжнародних охоронних списків у т.ч. Рамсарського переліку водно-болотних угідь міжнародного значення) для збереження біорізноманіття аквального комплексу важливо знати усі шляхи надходження та міграції забруднюючих речовин. Природоохоронній установі запропоновано до практичного використання методику визначення спрямованості розвитку деградаційних процесів у річковому басейні з урахуванням природоохоронних територій в якості природних ландшафтів, які стабілізують екологічну рівновагу. Відповідно оцінка якості води р. Молочна та визначення рівня трансформації річкового басейну внаслідок антропогенного навантаження мають практичне значення для збереження біоценозів Молочного лиману.

Інформаційні матеріали історико-екологічного освоєння річкового басейну та фактичного екологічного стану басейну р. Молочна доцільно використовувати при проведенні еколого-просвітницьких заходів.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Статті у фахових виданнях України*

1. Datcenko L., Hryshko S., Ganchuk M., Tarusova N., Chebanova Y., Scherbina V., Skyba V., Anhelovska A. Problems of soil evaluation in Zaporizhzhia region in the modern assessment of land resources. *Агроекологічний журнал*. Київ, 2019. № 3. С. 53-61. (узагальнення теоретичних матеріалів, побудова карт, написання статті – спільно, підготовка до публікації);
2. Скиба В. П., Вознюк Н. М. Причини деградаційних процесів у басейні р. Молочна. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2018. № 100, т. 2. С. 309-314. (проведення частини експериментальних досліджень, аналіз їх результатів, підготовка до публікації);
3. Скиба В. П., Вознюк Н. М. Особливості формування рівня мінералізації південних річок України (на прикладі річки Молочна). *Вісник НУВГП. Сер. Сільськогосподарські науки*. Рівне, 2017. № 4(80). С. 71-80. (проведення досліджень, аналіз та обробка їх результатів, написання статті – спільно);
4. Скиба В. П., Вознюк Н. М. Формування гідроекологічного режиму річки Молочна. *Вісник НУВГП. Сер. Сільськогосподарські науки*. Рівне, 2017. № 1. С. 79-86. (проведення частини експериментальних досліджень, аналіз їх результатів, підготовка до публікації);
5. Вознюк Н. М., Скиба В. П. Природно-кліматичний фактор як регулятор гідрологічного стану водотоку (на прикладі р. Молочна). *Екологічні науки*. Київ, 2015. № 12-13. С. 40-49. (узагальнення та аналіз теоретичних матеріалів, написання статті – спільно, підготовка до публікації);
6. Скиба В.П. Деструкція агроландшафтів річкових басейнів степової зони та шляхи оптимізації їх агроекологічного стану. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2020. № 114, С. 284-290. (проведення аналітичних досліджень, написання статті, підготовка до публікації).

### *У фахових наукових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних*

1. Скиба В. П., Вознюк Н. М. Екологічна оцінка якості поверхневих вод р. Молочна. *Науковий вісник НУБіП України. Сер. Біологія, біотехнологія, екологія*. Київ, 2018. № 287. С. 33-43. DOI: 10.31548/biologiya2018.287.033. (проведення частини експериментальних досліджень, аналіз їх результатів, написання статті – спільно, підготовка до публікації);

### *Авторські свідоцтва, патенти на корисну модель*

1. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 92103 від 03.09.2019. Скиба В. П., Вознюк Н. М. Екологічна оцінка якості поверхневих вод р. Молочна. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер. Біологія, біотехнологія, екологія*. Київ, 2018. Вип. 287. С. 33-43.
2. Пристрій для відбору проб води: пат. 141091 Україна: МПК51 G01N 1/10, G01N 33/18 (2006.01) / С. І. Мовчан, В. П. Скиба. № u201908240; заявл 15.07.2019; опубл. 25.03.2020. Бюл. № 6.
3. Установа моделювання та дослідження процесу забруднення проточної річкової води: пат. 141751 Україна: МПК51 G01N 33/18, G01N 33/24, G09B



23/12 (2006.01) / С. І. Мовчан, Н. М. Вознюк, В. П. Скиба. № u201910224; заявл 07.10.2019; опубл. 27.04.2020. Бюл. № 8.

**4.** Пристрій для освітлювання електрофоретичної камери з вимірювання параметрів частинок: пат. № 139812 Україна: МПК7 (2006): G01N15/00 / С. І. Мовчан, Л. М. Даценко, О. О. Дереза, В. П. Скиба, Н. В. Тарусова. № u 201906184, заявл. 03.06.2019; опубл. 27.01.2020. Бюл. № 2.

#### *Матеріали наукових конференцій*

**1.** Скиба В. П., Антоновський О. Г., Мовчан С. І. Деякі аспекти екологічного стану річок Приазов'я. Topical issues of methods of teaching natural: conference proceedings (December 27-28, 2019). Lublin: Baltija Publishing, 2019. P. 90-94

**2.** Мартинюк Т. Г., Скиба В. П. Значення лісосмуг у межах водоохоронних зон малих річок Приазов'я. Матеріали VII Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів за підсумками наукових досліджень 2019 року: факультет АТЕ. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. С. 27.

**3.** Савченко А. Д., Скиба В. П. Перспектива інтегрованої системи управління річками Приазов'я. Матеріали VII Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів за підсумками наукових досліджень 2019 року: факультет АТЕ. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. С. 30.

**4.** Скиба В. П. Обґрунтування необхідності проведення лісомеліорацій для збереження малих водотоків степової зони. Меліорація та водовикористання: матеріали X наук.-практ. конф. Мелітополь, 2019. С. 30-33.

**5.** Скиба В. П., Вознюк Н. М. Оцінка якості поверхневих вод річки Молочна. The development of nature sciences: problems and solutions: conference proceedings (April 27-28, 2018). Brno: Baltija Publishing, 2018. P. 137-141.

**6.** Скиба В. П. Уточнення категорії якості води на прикладі гідрохімічних показників р. Молочна. Природа для води: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 22 березня 2018 р. Київ, 2018. С. 68-70.

**7.** Скиба В., Тишковець Г. Перспективи переходу до басейнового принципу управління водними ресурсами для річок Приазов'я. Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ: факультет АТЕ. (м. Мелітополь, 19-23 листопада 2018 р.). Мелітополь, 2018. С. 32.

**8.** Скиба В. П., Вознюк Н. М. Екологічні аспекти проведення зрошувальних меліорацій на півдні Запорізької області. Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України: матеріали V Ювіл. Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Тернопіль, 4 грудня 2015 р.). Тернопіль, 2015. С. 185.

**9.** Скиба В. П., Вознюк Н. М. Історичні аспекти формування сучасного екологічного стану річки Молочна Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. (м. Тернопіль, 19-20 березня 2015 р.). Тернопіль, 2015. С.129-131.

**10.** Вознюк Н. М., Скиба В. П. Ґрунтовий фактор як вагомий регулятор екологічного стану водотоку на прикладі р. Молочна. Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи: матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. Львів: ЛДУ БЖД, 2015. С. 52-54.

## АНОТАЦІЯ

**Скиба В.П. Формування екологічного стану басейну річки Молочна. – На правах рукопису.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук зі спеціальності 03.00.16 – екологія. – Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне, 2020.

Дисертаційну роботу присвячено встановленню впливу природних і антропогенних чинників на формування та динаміку екологічного стану басейну р. Молочна, розробці заходів його оптимізації. Встановлено часову періодизацію трансформації досліджуваного басейну, визначено кореляційні зв'язки між природно-антропогенними факторами і якістю води, багаторічну динаміку зміни якості води. За рівнем забрудненості вода р. Молочна оцінена як «помірно забруднена».

За результатами оцінювання сучасного екологічного стану басейну р. Молочна встановлено, що переважаючою складовою ландшафтної системи є угіддя під ріллею ( $K_{\text{ант}} = 5,5$ ). Загальний стан екосистеми річки за індексом ІКАН – наближений до стану «дуже поганий». Розраховано, що вплив деструктивних чинників у басейні річки Молочна майже у 2 рази перевищує розрахований показник стабілізації процесів; загальний водний ризик для басейну станом на 2020 р. – «середній», з подальшою тенденцією його розвитку до «високого» у 2030 р. та «екстремально високого» у 2040 р.

Для стабілізації і подальшого покращення екологічного стану басейну р. Молочна запропоновано запровадження природоохоронних заходів, які згруповано у три блоки: оптимізацію ландшафтної структури басейну; зменшення рівня фактичного антропогенного навантаження та усунення наслідків трансформації, інтегроване управління.

**Ключові слова:** басейн річки, якість води, трансформація річкового басейну, екологічний стан, деградаційні процеси, природні чинники, антропогенна діяльність.

## АННОТАЦИЯ

**Скиба В.П. Формирование экологического состояния бассейна реки Молочная. – На правах рукописи.**

Диссертация на соискание научной степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 03.00.16 – экология. – Национальный университет водного хозяйства и природопользования, Ровно, 2020.

Диссертационная работа посвящена оценке влияния природных и антропогенных факторов на формирование и динамику изменений экологического состояния бассейна р. Молочная, разработке мер по его оптимизации. Установлено временную периодизацию трансформации исследуемого бассейна, определены корреляционные связи между природно-антропогенными факторами и качеством воды, многолетней динамикой

качества воды. По уровню загрязнения вода р. Молочная оценена как «умеренно загрязненная».

По результатам оценивания экологического состояния бассейна р. Молочная установлено, что преимущественная составляющая ландшафтной системы – это пахотные земли ( $K_{\text{ант}} = 5,5$ ). Общее состояние экосистемы реки согласно индексу ИКАН – приближенное к показателю «очень плохое». Рассчитано, что влияние деструктивных факторов в бассейне реки Молочная практически в 2 раза превышает показатели стабилизации процессов; общий водный риск для бассейна на 2020 г. – «средний», с дальнейшей тенденцией его развития до «высокого» в 2030 г. и «экстремально высокого» в 2040 г.

Для стабилизации и дальнейшего улучшения экологического состояния бассейна р. Молочная предложено внедрение природоохранных мероприятий сгруппированных в три блока: оптимизация ландшафтной структуры бассейна; уменьшение уровня фактической антропогенной нагрузки и устранения последствий трансформации, интегрированное управление.

**Ключевые слова:** бассейн реки, качество воды, трансформация речного бассейна, экологическое состояние, процессы деградации, природные факторы, антропогенная деятельность.

## SUMMARY

**Skyba V.P. Formation of the ecological condition of the Molochnaya River watershed. - On the rights of a manuscript.**

Thesis for the Candidate's Degree in agricultural sciences, specialty 03.00.16 – Ecology. – National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, 2020.

The thesis on the formation of the ecological condition of the Molochnaya River watershed.

The thesis explores the impact of natural and anthropogenic factors on the development of degradation processes within the river basin. Time periodization of the studied basin transformation, correlation between natural-anthropogenic factors and water quality were established.

According to the data from 1990 to 2017. The long-term dynamics of water quality change has been detected. To ensure the most accurate calculation, the authors proposed corrections to the algorithm of calculation of the specified category of river water quality. Taking into account average, maximum, minimum values of indicators of different categories, and classes of surface water quality. The complex indicator of ecological quality of water of the river Molochnaya  $I_{\text{Eavg}}$  for the period of observations fluctuates within 4,9...5,6,  $I_{\text{Emax}} = 5,7...6,55$ . It is determined that according to the level of pollution, the water of the Molochnaya River belongs to Class III(5) and is characterized as "moderately polluted", according to the EQI index it is classified as "low". The main pollutants that form the water quality are: nitrates and phosphates of water quality class VII(7), nitrites and sulfates - IV(6).

According to the results of the assessment of the ecological condition of the Molochnaya River basin, the prevailing component of the landscape system is arable

lands ( $K_a = 5,5$ ). The general ecosystem state of the river according to the IKAH index is close to the status of "very bad". The most significant effect is caused by the indicators of 2 subsystems: "Land use" ("unsatisfactory" condition) and "Use of river flow" ("catastrophic" condition). Influence of destructive factors in the Molochnaya river basin is almost 2 times higher than the calculated indicator of stabilization processes.

The overall water risk for the Molochnaya River basin as of 2020 is defined as "medium", with a tendency to increase environmental stress to "high" in 2030 and "extremely high" in 2040.

In order to stabilize and further improve the ecological condition of the Molochnaya River basin, it was proposed to introduce environmental protection measures that are grouped into three blocks. They include: optimization of the landscape structure of the river basin by bringing to optimal values of the percentage of forest cover, plowing, and prairie restoration; reduction of the level of the actual anthropogenic load and elimination of the consequences of transformation detected within the studied basin with subsequently integrated management.

**Keywords:** river basin, water quality, transformation of a river basin, ecological state, degradation processes, natural factors, anthropogenic activity.

Підписано до друку 04.11.2020 р. Папір офсетний. Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Ум. друк. арк. 0,9. Тираж 100 прим.  
Зам. № 129.

---

---

Надруковано у копії-центрі «X-terra» (ФОП Ландар С.М.)  
Свідоцтво № 677967 від 26.04.2012 р.  
м. Мелітополь, вул. Університетська, 55/3, 72312, Україна  
тел. 097-411-0-114. E-mail: x-terra@ukr.net

