

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет:природоохоронний  
Кафедра:екологічного права і контролю

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА**

на тему: Аналіз господарського використання вод пониззя Дунаю

Виконала магістрант групи МЕК-21  
Спеціальності 101 «Екологія»  
Дяченко Тереза Едуардівна

Керівник роботи к.геогр.н., доц.  
Сапко Ольга Юріївна

Рецензент к.т.н., доц.  
Юрасов Сергій Миколайович

ОДЕСА – 2022





## АНОТАЦІЯ

Аналіз господарського використання вод пониззя Дунаю.

Дяченко Тереза Едуардівна

Пригирлова частина р. Дунай є джерелом питного водопостачання для півдня Одеської області. На даний час вона стикається з серйозними екологічними проблемами, причиною яких є забруднення вод і вплив на режим стоку. Враховуючи важливість річки, така ситуація загрожує не лише довкіллю, алей здоров'ю населення. Отже актуальним є питання вивчення стану господарського використання води гирлової ділянки р. Дунай, що дає можливість забезпечити раціональне управління водними ресурсами та їх відтворення.

Метою роботи є аналіз господарського використання вод пониззя р. Дунай та визначення основних джерел його забруднення.

Об'єктом дослідження є пониззя р. Дунай. Предметом дослідження є господарське використання вод пониззя р. Дунай.

Результатом роботи є аналіз точкових джерел забруднення та екологічних проблем пониззя р. Дунай.

Отримані результати можуть бути використані для комплексної оцінки стану водних ресурсів як основи для розробки стратегічної програми управління басейном Дунаю для реалізації принципів сталого розвитку та раціонального використання ресурсів.

Робота складається зі вступу, 3-х розділів, висновків та списку літератури з 18 джерел. Загальний обсяг роботи складає 65 сторінок, у тому числі 6 таблиць та 3 рисунка.

*Ключові слова:* р. Дунай, забруднення, джерела забруднення, басейн річки, екологічний стан, водні ресурси, моніторинг.

## SUMMARY

Analysis of economic use of waters in the lower reaches of the Danube.

Teresa Eduardivna Dyachenko

The estuarine part of the Danube River is a supply source of drinking water for south of Odessa region. Currently, it is facing serious environmental problems caused by water pollution and influence on the draining regime. Given the importance of the river, such a situation threatens not only the environment, but also public health. Therefore, studying the state of economic use of the water of the Danube River mouth is relevant. This gives the ability to ensure rational management of water resources and their playback. p. The Danube and identification of the main sources of its pollution.

The object of the study is the lower reaches of the Danube. The subject of the research is economic use of waters in the lower reaches of the Danube River.

The result of the work is the analysis of point sources of pollution and environmental problems sources in the lower reaches of the Danube River.

The obtained results can be used for comprehensive assessment of the state of water resources and as a basis for developing a strategic management program of the Danube basin to implement the principles of sustainable and rational development use of resources.

The work consists of an introduction, 3 chapters, conclusions and a list of references with 18 holes. The total volume of work is 65 pages, including 6 tables and 3 drawings.

*Key words:* Danube River, pollution, sources of pollution, river basin, ecological condition, water resources, monitoring.

## ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ .....	7
ВСТУП .....	8
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА р. ДУНАЙ .....	10
1.1 Фізико-географічна характеристика .....	12
1.2 Гідрометеорологічна характеристика .....	19
1.3 Площа водозбору та гідрографічна мережа .....	21
1.4 Температура .....	23
1.5 Льодовий режим .....	24
1.6 Водозбірний басейн Нижнього Дунаю в межах України .....	25
1.7 Особливості мінливості міжрічного та внутрішньорічного стоку ріки Дунаю .....	29
2 ГОСПОДАРСЬКЕ ВИКОРИСТАННЯ УКРАЇНСЬКОЇ ЧАСТИНИ р. ДУНАЙ .....	33
2.1 Антропогенні джерела забруднення р. Дунай в межах України .....	39
3 АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ПОНИЗЗЯ ДУНАЮ .....	47
3.1 Гідроморфологічні зміни .....	51
3.2 Проблема придунайських озер .....	56
ВИСНОВКИ .....	60
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	63

## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

РМО – рівень мертвого об'єму;

БСК – біологічне споживання кисню;

ХСК – хімічне споживання кисню;

ГЕС – гідроелектростанція;

ПАТ – приватне акціонерне товариство;

ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю;

КП – комунальне підприємство;

СВК – сільськогосподарський виробничий кооператив;

БС – балтійська система;

УВГ – управління водного господарства.

## ВСТУП

На сучасному етапі у багатьох країнах світу велика увага приділяється водним ресурсам як природному фактору, який найбільшою мірою визначає розвиток промисловості, сільського господарства і взагалі держави. Як відомо, Україна недостатньо і нерівномірно забезпечена водними ресурсами. Тому для ефективного господарювання і раціонального управління водними ресурсами необхідно здійснювати кількісну і якісну оцінку формування стоку.

Поверхневі води – основне джерело водопостачання численних потреб людини. Їх інтенсивне використання пов'язано з будівництвом гідроенергетичних об'єктів, водогосподарських споруд, забрудненням недостатньо очищеними стічними водами, скидання яких обумовлює забруднення водойм, зменшує запаси чистих вод та біорізноманіття, пригнічує екосистему басейну річки. Надмірна експлуатація водних ресурсів за останні роки призвела до збільшення забрудненості поверхневих вод. Зайве використання в сільськогосподарських цілях протягом декількох десятиліть мінеральних добрив призвело до підвищення рівня забрудненості ґрунту та вод біогенними речовинами та пестицидами. Як наслідок, погіршується стан здоров'я населення та біологічне різноманіття водного об'єкту.

Одним із прикладів такого нерозумного ставлення до природи є екологічний стан р. Дунай, особливо його пригирлової зони. Наданий час р. Дунай стикається з серйозними екологічними проблемами. Враховуючи важливість річки як джерела питної води для півдня Одеської області, така ситуація загрожує не лише довкіллю, але й здоров'ю людей. Отже актуальним є питання стану господарського використання вод гирлової



ділянки р. Дунай, що дає можливість забезпечити раціональне управління водними ресурсами та їх відтворення.

Метою роботи є аналіз господарського використання вод пониззя р. Дунай та визначення основних джерел її забруднення.

Об'єктом дослідження є пониззя р. Дунай. Предметом дослідження є господарське використання вод пониззя р. Дунай.

Результатом роботи є аналіз точкових джерел забруднення та екологічних проблем пониззя р. Дунай.

В роботі застосовано наступні методи та методичні прийоми: ретроспективний та історичний аналіз на основі літературних джерел та статистичних даних, критичний та порівняльний аналіз інформації про антропогенне забруднення пониззя р. Дунай, його джерел, інтенсивності та можливих наслідків.

Основні наукові результати кваліфікаційної роботи було представлено на конференції молодих вчених ОДЕКУ (травень 2022 р.). За результатами роботи надруковано тези доповіді.

Роботу викладено на 65 сторінках, наведено 6 таблиць, 3 рисунки. Перелік посилань містить 18 пунктів.

## 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА р. ДУНАЙ

Річка Дунай є найбільшою річкою Центральної та Південно-Східної Європи та належить до басейну Чорного моря. За протяжністю і площею водозбору Дунай – друга річка в Європі після річки Волга. Загальна площа басейну річки Дунай складає 817 тис. км<sup>2</sup>. На півночі басейн граничить з басейнами річок Везер, Лабе (Ельба), Одра (Одер) та Висла, на північному-сході – з басейном річки Дністер, на півдні – з басейнами річок Егейського та Адріатичного морів, на заході та північному-заході – з басейном річки Рейн [1].

Річка Дунай утворюється від злиття двох гірських струмків Бреге і Бригах, які беруть свій початок на східних схилах Шварцвальда, стікають в долину і зливаються в районі міста Донауешінген (47°56' північної широти і 8°30' східної довготи). Загальна протяжність річки від місця злиття зазначених гірських струмків становить 2783,4 км, з яких 2414 км (від Кельхейма до Суліни) – судноплавні [1].

Відстань по річці Дунай від порту Суліна до порту Галац вимірюється в милях, а від порту Галац до порту Ульм в кілометрах. Рахунок милею починається у порту Суліна і закінчується в порту Галац, де стоїть останній 80-мильний стовп, далі вгору по річці виставлено 150-кілометровий стовп і т.д. Відстань по прямій між місцем злиття Бреге і Бригах і гирлом дорівнює 1630 км, що відповідає коефіцієнту звивистості рівному 1,7 [1].

Загальне падіння річки від місця злиття Бреге і Бригах становить 678 м; середній ухил дорівнює 25 см/км. Витрата води у Ізмаїльського Чатала в середньому становить 6500 м<sup>3</sup>/с (близько 205 км<sup>3</sup>/год) [1].

Від місця злиття до селища Тутлінген (2747 км) річка Дунай тече в південно-східному напрямку, а потім змінює цей напрямок на північно-східне, зберігаючи його до міста Регенсбург (2379 км), де вона досягає самої

північної точки своєї течії (49°03' північної широти). У міста Регенсбург річка Дунай відхиляється на південний схід, зберігаючи загальний напрямок до селища Гёнью (1791 км). Від селища Гёнью річка Дунай тече на схід і в районі міста Вац (одна тисяча шістсот сімдесят дев'ять км) круто повертає на південь. Південний напрямок річка Дунай зберігає до міста Вуковар (1333 км), звідки до селища Бачка Паланка (1298 км) вона тече на південний схід, а потім до місця впадання річки Тиса (1214,5 км) – на схід. Від гирла річки Тиса до селища Арчар (771 км) річка Дунай, роблячи великі вигини, тече на південний схід, а далі бере східний напрямок, яке зберігає до міста Свиштов (554 км). У міста Свиштов річка Дунай досягає найпівденнішої точки своєї течії (43°38' північної широти) і далі, відхиляючись на північний схід, протікає в цьому напрямку до міста Чорнавода (300 км). Нижче міста Чорнавода р. Дунай тече в північному напрямку, а у місця впадання річки Сірет (155 км) плавно повертає на схід, зберігаючи в основному це напрямок до впадання в Чорне море [1].

У нижній течії річка Дунай, розгалужуючись, утворює велику болотисту дельту приблизною площею близько 5640 км<sup>2</sup>. Довжина дельти із заходу на схід 75 км, ширина з півночі на південь 150 км [1, 2].

Дельта річки Дунай займає південну частину великої низовини, що виходить до Чорного моря. На захід від дельти річки Дунай лежать північні відроги Добруджской височини, а за ними розташована Нижньо-Дунайська низовина, що розділяє східні схили Карпат і Балкан.

Вершина дельти знаходиться біля мису Ізмаїльський Чатал, де основне русло спочатку ділиться на два гирла: Кілійське та Тульчинське. Тульчинське гирло біля мису Георгіївський Чатал розділяється на Георгіївське (праве) і Сулінське (ліве) гирла. Таким чином, річка Дунай впадає в Чорне море трьома основними гирлами: Кілійським (північним), Сулінським (середнім) і Георгіївським (південним); з них Кілійське та Георгіївське мають свої другорядні гирла.

Кілійське гирло від мису Ізмаїльський Чатал до селища Пардіні протікає за єдиним руслом спочатку на північний схід, а нижче Ізмаїла на південний схід. Від селища Пардіні до міста Вилкове Кілійське гирло двічі розгалужується на другорядні рукава, які потім знову з'єднуються в одне русло.

Рукав Суліна малозвивистий і не розгалужується; він тече на схід і впадає в море в порту Суліна. Найбільші місцевості на цьому рукаві – Малюк, Горгова, Кришан і Суліна.

Рукав Св. Георга утворює великі закрути і тече на південний схід в єдиному руслі, а за 5 км до гирла він розгалужується на 5 рукавів, створюючи побічну дельту. Найбільші місцевості на цьому рукаві: Махмудія, Мурігіол, Дунавец і Св. Георга [1, 2].

### 1.1 Фізико-географічна характеристика

Басейн річки Дунай пересічений двома гірськими ланцюгами, які поділяють його на три частини. Перший гірський ланцюг починається від гір Високий Тауерн, біля піку Грос-Глокнер висотою 3798 м і включає гори Низький Тауерн, Шнеберг, Ракс, Земмеринг, Лайта і з'єднується через Малі Карпати і Білі Карпати з Західними Бескидами. Річка Дунай проривається через цей гірський ланцюг біля селища Девін, утворюючи так звані Девінська Ворота. Другий гірський ланцюг починається на Балканах і з'єднується з Південними Карпатами. Через цей гірський ланцюг річка Дунай протікає на ділянці між Молдова-Столітті і Турну-Северин по лівому березі і Вінце та Костоло по правому березі, утворюючи проходи, звані Залізні Ворота.

Таким чином, починаючи від високогірних районів східних схилів Шварцвальда і закінчуючи низовиною біля Чорного моря, річка Дунай перетинає різні ландшафтні зони з яскраво вираженим різноманітністю природних умов.

За комплексом фізико-географічних і геологічних ознак річку Дунай прийнято розділяти на наступні три частини: Верхній – від витоків до Гьонью, Середній – від Гьонью до виходу з Залізних Воріт; Нижній – від Залізних Воріт до гирла.

Верхній Дунай (2783 – 1791 км) на більшому своєму протязі тече в гірській області, утвореної зліва Швабській і Франкській Юрою, Баварським і Чеським Лісом, а праворуч – Швабсько-Баварським плоскогір'ям і Передальпи Східних Альп [1].

За характером долини русла і водного режиму Верхній Дунай носить гірський характер. Долина річки тут переважно вузька і глибока з крутими мальовничими схилами; нижче міста Пассау долина представляє чергування вузьких ділянок з широкими. Береги переважно круті; в межах передальпійського плато русло врізане в потужні відкладення аллювія, принесеного багатководні альпійськими притоками річки Дунай, найбільш значними з яких є Іллер, Лех, Ізар, Інн, Траун, Енс.

Русло на більшому своєму протязі звивисте, місцями з крутими закрутами, і на ділянках розширення воно має розгалужений і нестійкий характер, рясніючи при цьому великою кількістю мілин і переكاتів. З метою поліпшення умов плавання суден проведені роботи з будівництва паралельних дамб і траверсів, які перекаивають другорядні рукава, зменшуючи роздробленість водного потоку, а також з будівництва струмененапрямних дамб (бун). Крім того, на окремих ділянках річки скелясті виступи, пороги і переكاتи, які створювали перешкоди для судноплавства, усунуті створенням гідроспоруд Бад-Аббах – 2401,72 км, Регенсбург – 2381,32 км, Гейслінг – 2354,30 км, Штраубінг – 2329,78 км, Кахлет – 2230,7 км, Йохенштейн – 2203,33 км, Ашах – 2162,67 км, Оттенсгейм – Вільхерінг – 2146,91/2146,73 км, Абвінденасто – 2119,63/2119,45 км, Вальзее-Міттеркірхен – 2095,62/2094,50 км, Ібс-Перзенбьойг – 2060,42 км, Мельк – 2038,16/2037,96 км, Альтенвьорт –

1980,40/1979,83 км, Грейфенштейн – 1949,23/1949,18 км, Фрьойденау – 1921,05 км [1].

Гідроспоруда Габчіково побудовано на 8,15 км дериваційного каналу, який відгалужується від основного русла Дунаю на 1853 км і входить в старе русло на 1811 км. Ось гідрокомплексу відповідає 1819,15 км Дунаю [1].

Ширина змінюється у відносно невеликих межах від 40 до 100 м на ділянці Кельхейм – Йохенштейн і від 130 до 420 м на ділянці Йохенштейн – Гьонью [1].

Глибини змінюються нерівномірно, а на ділянках, де внаслідок розширення долини річки і її русла утворюються перекати, вони постійно змінюються. Найменші глибини на нешлюзованих ділянках складають при НСРУ 2,00 м, а на ділянках, де створено підпір - 2,7 - 2,8 м [1].

Швидкість течії змінюється нерівномірно і при середніх рівнях води становить від 3,0 до 10,0 км/год [1].

Від міста Кельхейм вниз починається регулярний рух суден, і в даний час це місто практично вважається верхнім початковим пунктом судноплавства на річці Дунай.

Середній Дунай (1791 – 931 км) в основному тече по Великій Середньо-Дунайській низовині і за винятком ділянок Вишеградських і Залізних Воріт носить характер рівнинної річки.

На рівнинних ділянках долина річки Дунай широка (5 – 20 км) з заплавами терасами, порізаними лабіринтом другорядних рукавів. Русло з низькими пологими берегами і переважно піщаним дном [1].

На ділянці прориву річки через гори долина її вузька (0,6 – 2,5 км), берега русла і схили долини високі частково скласти. Русло тут має кам'янисте дно, а місцями виступають пороги [1].

На більшому своєму протязі русло Середнього Дунаю звивисте, але протяжність прямолінійних ділянок і радіус кривизни закрутів тут значно більше, ніж на Верхньому Дунаї. Русло має нестійкий характер,

розгалужуючись на велику кількість другорядних рукавів, і рясніє мілинами і перекатами.

Для поліпшення навігаційних умов плавання в руслі проведені роботи з будівництва паралельних дамб і траверсів і з будівництва струмененапрямних бун (дамб). Ці роботи виконані переважно до селища Рогатин, а нижче, внаслідок збільшення габаритів поперечного профілю річки, частково виконані роботи тільки по перекриттю поперечними дамбами входів в окремі рукава, по зміцненню берегів і по випрямленню крутих закрутів прорізами.

Ширина русла на зарегульованих ділянках коливається в невеликих межах, складаючи 300 – 420 м, а там, де русло не зарегульовано, воно змінюється у великих межах, складаючи 400 – 2200 м. Найменша ширина русла в 210 м зазначається в ущелині Казани (Залізні Ворота) [1].

Глибини на ділянці Середнього Дунаю, внаслідок нестійкості русла, коливаються у великих межах, а на перекатах постійно змінюються. Мінімальні глибини на перекатах при низьких рівнях води в середньому змінюються від 1,9 до 2,1 м [1].

На шлюзованих ділянках мінімальна глибина – 35 дм.

У зв'язку з різкими змінами ухилу річки, швидкість течії Середнього Дунаю змінюється у великих межах і становить при середніх рівнях води 3,6 – 4,8 км/год на ділянці Гьонью – Белград, на ділянці Белград – шлюз Залізні Ворота – 0,4 – 3,0 км/год, шлюз Залізні Ворота – Турну-Северин – 6,5 – 9,0 км/год [1].

Нижній Дунай (931 – 0 км) майже на всьому своєму протязі тече вздовж південній частині Нижньо-Дунайської низовини, яка, полого підвищується до периферії, переходить в передгір'ї Карпат. На сході Нижньо-Дунайська низовина переходить в Добруджскую височину, часто звану нагір'ям Добруджа або просто Добруджа. На південь від Дунаю простягається Болгарське плато – область з яскраво вираженою цілісністю і

однорідністю географічного ландшафту. Плато злегка знижується до річки Дунай, обриваючись до нього уступами. У нижній течії річки Нижньо-Дунайська низовина звужується з півночі відповідними відрогами Молдавської височини, а з півдня – Добруджей. Далі низовина розширюється і переходить в болотисту дельту, що прорізає густою мережею рукавів і озер. Уздовж цих утворень тягнуться широкі берегові вали, звужуються у напрямку до моря і переходять на його дні в піщані мілини [1, 3].

За характером долини, русла і водного режиму Нижній Дунай є типово вираженою рівнинною річкою. Долина річки широка з переважною шириною до міста Турну-Мегуреле (597 км) 7 – 10 км, а нижче до дельти – 8 – 20 км. Найбільша ширина – 28 км (нижче міста Хиршова (253 км), найменша ширина 3 – 4 км (поблизу міст Свиштов (555 км), Джурджу (493 км) і селища Орловка (105,3 км). Правий берег долини – високий, лівий – низький. Русло річки переважно малозвивисте, з плавними закрутами і значними по довжині прямолінійними ділянками [3].

На протязі всієї течії русло неодноразово розгалужується на велику кількість другорядних рукавів, утворюючи безліч островів. Другорядні рукава носять переважно проточний характер, тому що не перекриті гідротехнічними спорудами. Найбільшого свого розвитку рукава досягають між містами Сілістра (376 км) і Браїла (170 км) і в гирлових ділянках Кілійського і Георгіївського гирл.

Біля мису Ізмаїльський Чатал (79,63 км) розташована вершина дельти; тут головне русло Дунаю розгалужується на два гирла: Кілійське та Тульчинське.

Кілійське гирло від місця свого відгалуження до 76 км (рахунок кілометрів по Кілійському гирлу йде від його гирлової частини до мису Ізмаїльський Чатал), протікаючи переважно серед низинних берегів, має великі вигину: спочатку воно тече в північно-східному і південно-східному напрямках, а потім у міста Вилкове приймає східний напрямок. До селища



Пардіні гирло має одне русло, а далі до міста Кілія воно розгалужується на три рукави: Кілійський, Середній і Татару (Іванешть), утворюючи досить складну водну систему, яка потім знову об'єднується в одне русло.

На ділянці між 38 км і селищем Переправа Кілійське гирло знову розгалужується на рукави Бабина, Чорнівка, Прямий і Соломонів, а нижче міста Вилкове впадає в Чорне море кількома гирлами, головними з яких є Очаківське і Старо-Стамбульське [3].

Тульчинське гирло шириною від 200 м (42,5 милі) до 550 м (41 миля), звивисте, з крутими закрутами, особливо в районі міста Тульча, простягається до мису Георгіївський Чатал (62,97 км) і тече переважно серед низинних берегів, за винятком ділянки між 39 – 38 милями, де до нього справа підходять відроги Добруджской височини, на яких розташоване місто Тульча (71,3 км) [3].

Біля мису Георгіївський Чатал (34 миля) Тульчинське гирло розгалужується на Сулинське (ліве) і Георгіївське (праве) гирло. Сулинське гирло протяжністю 34 миль (63 км) має ниці берега, які на більшій своєму протязі облицьовані камінням. Ширина його змінюється в невеликих межах і в середньому становить 120 м. Більшість другорядних рукавів перекрито, а круті вигину випрямлені прорізами [1, 3].

У гирлової частини гирла розташований порт Суліна (0 км). Для виходу в море через Сулинський бар від гирлової частини Сулинського гирла в море відходить канал, утворений двома молами: Північним і Південним. Канал спочатку має східний напрямок, а потім плавно згинається на південний схід.

Основний судноплавний фарватер р. Дунай проходить по території Сулинського гирла, яке в результаті проведених гідротехнічних робіт перетворено в майже прямолінійний канал, доступний для морських судів.

Ширина русла внаслідок розгалуженості вкрай непостійна і коливається в значних межах. Середня характерна ширина русла по ділянках становить:

- Дробета Турну – Северин – Калафат (931 – 795 км) – 800м;
- Калафат – Свіштов (795 – 555 км) – 800м;
- Свіштов – Сілістра (555 – 376 км) – 800 м;
- Сілістра – Хиршова (376 – 253 км) – 560 м;
- Хиршова – Браїла (253 – 170 км) – 400 м;
- Браїла – Ізмаїльський Чатал (170 – 79,63 км) – 900 м;
- Тульчинське гирло (79,63 – 62,97 км) – 350 м;
- Сулінське гирло (62,97 – 0 км) – 120 м [1, 3].

Глибини відчують коливання, падаючи на перекатах в період водопілля до 15 дм.

Створенням підпору на нижньому Дунаї між Прахово і Турну – Северин був утворений шлюзований ділянку з мінімальними глибинами в 35 дм.

До виконання гідротехнічних робіт водоносність в Кілійському, Сулінському й Георгіївському гирлах відповідно становила 62 %, 8 % і 30 % [1].

З метою забезпечення проходу морських суден з моря в Дунай через Сулінське і Тульчинське гирла були проведені гідротехнічні роботи. У верхнього входу в Тульчинське гирло біля мису Ізмаїльський Чатал була споруджена кам'яна дамба довжиною 430 м. Сулінське гирло спрямлено десятьма прорізами, скорочують його довжину з 84,87 км до 62,97 км (зменшення на 21,9 км). У ньому споруджені буни і береги укріплені кам'яними настилами. Крім того, у гирла Сулінського гирла побудовані північний і південний моли, які внаслідок просування наносів у напрямку до моря поступово нарощуються. Довжина кожного молу – 7932 м (1983 р.) [1, 3].

Для підтримки глибин в 24 фути на обмежують судноплавство ділянках, особливо на барі, щорічно проводяться гідротехнічні та землечерпальні роботи.

Здійснювані заходи забезпечують нормальні умови для входу суден з осадкою в 24 фути з моря до міста Браїла.

Швидкість течії коливається між 6,3 км/год при високому судноплавному рівні і 2 км/год (Браїла – Суліна) – при низькому судноплавному рівні [1].

## 1.2 Гідрометеорологічна характеристика

Басейн річки Дунай розташований в помірно теплому поясі. Своєрідність рельєфу басейну призводить до утворення окремих кліматичних зон, різко відрізняються за своїми характеристиками один від одного. Так, наприклад, в гірських районах літо значно коротше і прохолодніше, ніж в долинах. У долинах опадів випадає в 4 – 5разів менше, ніж в гірських районах. Висока температура повітря і мала кількість опадів призводять до засух в долинах річок.

За особливостями клімату басейн річки Дунай можна розділити на три частини.

Басейн Верхнього Дунаю відрізняється порівняно суворим кліматом. Тривалість зими зазвичай три місяці з грудня по лютий. Середня температура січня на рівнині від  $-0,8^{\circ}$  до  $-3^{\circ}\text{C}$ ; в горах від  $-6$  до  $-13^{\circ}\text{C}$ . Морози досягають  $-20^{\circ}\text{C}$ , а в окремі роки в улоговинах в нічний час температура може знижуватися до  $-30^{\circ}\text{C}$ . Літо спекотне. Середня температура липня від  $17$  до  $20^{\circ}\text{C}$ , максимальна температура досягає  $36 - 38^{\circ}\text{C}$ . У горах температура знижується на  $0,5 - 0,6^{\circ}\text{C}$  на кожні 100 м висоти [1].

Басейн Середнього Дунаю відрізняється посушливим континентальним кліматом. Літо триває 4,5 – 5місяців. Середня температура липня від  $20$  до

23 °С, максимальна досягає 39 °С, що разом з незначною вологістю і малою кількістю опадів створює умови для виникнення посухи. Тривалість зими 1,5 – 2 місяці. Середня температура січня на рівнині від -0,3 до -2 °С, мінімальна -30 °С; в горах середня від -5 до -9 °С, мінімальна -34 °С [1].

Басейн Нижнього Дунаю характеризується ще більш посушливим континентальним кліматом з дуже жарким літом і холодною зимою. Середня температура січня від -2 до -6 °С. Мінімальна температура досягає від -30 до -35 °С. Влітку температура повітря має великий добовий хід, що досягає іноді 15 – 20 °С. Середня місячна температура липня від 20 до 30 °С, максимальна від 40 до 42 °С [1].

У басейні річки Дунай на характер вітрів істотний вплив роблять напрямки гірських хребтів і долин. Пануючими вітрами в холодну пору року в верхів'ях річки Дунай є вітри західної і північно-західній чвертей, в середній частині річки Дунай – східний і південно-східний, а в нижній частині – південно-західний і східний. У теплу пору року напрямок пануючих вітрів більш постійно і в основному доводиться на західну чверть. Крім того, в басейні річки Дунай спостерігаються вітри місцевої освіти з добовою періодичністю: гірсько-долинні вітри, бризи, фьон, "неміряно" і "кошава", що досягають в окремих районах великої сили. Зазвичай в басейні Дунаю переважають вітри з малою швидкістю (4 м/с) і штилі. Кількість вітрів зі швидкістю понад 10 – 15 м/с становить 1 – 5 %. Найбільш сильні вітри спостерігаються взимку [1].

Розподіл туманів в басейні річки Дунай нерівномірно. Найбільше число днів з туманами спостерігається в гірських районах. В долині річки Дунай вони найчастіше виникають у районах лощин і боліт. Найбільш часті тумани на Нижньому Дунаї в холодну пору року. Середня кількість днів з туманом на Нижньому Дунаї дорівнює 50 – 60 за рік. На Середньому Дунаї їх в два рази менше. Тумани найчастіше виникають навесні і восени під ранок і розсіюються в першій половині дня [1].

На видимість в басейні річки Дунай негативно впливають, головним чином, тумани, зливи, пилові бурі і хуртовини. В середньому в рівнинних частинах басейну видимість дорівнює 10 км з деяким погіршенням в холодну пору року.

Опади по території розподіляються нерівномірно. Зі збільшенням висоти кількість опадів зростає. Середня річна сума опадів на рівнині становить 500 – 600 мм, в Карпатах – 1000 – 2000 мм, в Альпах – 1800 – 2500 мм і вище. Число днів з опадами змінюється від 70 до долини до 220 в горах. Найменша кількість опадів випадає в приустьовій частини Дунаю. Були роки, коли тут протягом усього літа опади не випадали. У теплу пору року в басейні часто спостерігаються опади зливового характеру великої інтенсивності. Мінімум опадів припадає на осінь і зиму; за винятком Дінарських Альп, де він спостерігається влітку. Найбільша кількість опадів випадає влітку (в Дінарських Альпах – взимку) [1].

### 1.3 Площа водозбору та гідрографічна мережа

Басейн річки Дунай має асиметричну форму. 56 % площі водозбору доводиться на частку лівобережних приплив і 44 % – на частку правобережних. У верхів'ях Дунаю збільшення площі водозбору відбувається за рахунок дрібних річок і струмків. Безпосередньо вище гирла р. Іллер (2588 км) вона досягає 5384 км<sup>2</sup>, а безпосередньо нижче гирла вона досягає 7530 км<sup>2</sup>. Безпосередньо вище гирла р. Інн (2225 км) вона досягає 50570 км<sup>2</sup>, безпосередньо нижче гирла вона досягає 76605 км<sup>2</sup>, далі у м. Оршова (955 км) досягає 576000 км<sup>2</sup>. Вся площа водозбору становить 817000 км<sup>2</sup> [1].

Річка Дунай має густо розвинену мережу припливів кількістю понад 120, з яких 34 судноплавних.

Живлення річки Дунай відбувається за рахунок танення снігів, рідких опадів і ґрунтових вод. Річка бере по шляху припливи з різними умовами

харчування. Верхній Дунай харчується переважно за рахунок сніготанення в Альпах, в основному влітку, і рідких опадів. Притоки Середнього Дунаю приносять воду від весняного сніготанення в Карпатах (Тиса) і рідких опадів влітку. Восени, під час посушливого періоду, і взимку Середній Дунай харчується підземними водами.

Нижній Дунай в основному є транзитним ділянкою, що несе воду зверху. Частково тут додається вода за рахунок танення снігів в Карпатах, а частково – за рахунок рідких опадів. Також як і на Середньому Дунаї, восени і взимку поповнення річки збільшується за рахунок ґрунтових вод [3].

Перераховані вище особливості живлення Дунаю визначають характер режиму рівнів.

Верхів'я Дунаю характеризуються різкими пікоподібними коливаннями рівня води, максимальними влітку і мінімальними взимку.

На Середньому Дунаї паводки, що приходять зверху, розпластуються і мають більш плавний характер. Тиса і Сава кілька змінюють режим рівнів Дунаю. Додаються нові великі паводки, викликані в основному зливами в Дінарських Альпах і стійкими хвилями весняного водопілля за рахунок сніготанення в Карпатах.

Для Нижнього Дунаю характерні плавні коливання рівнів, обумовлені трансформацією хвиль, що сформувалися на Верхньому і Середньому Дунаї [3].

Найвищі річні рівні води можуть бути в будь-якому місяці року, проте на Верхньому і Середньому Дунаї найчастіше вони наступають влітку, а на Нижньому Дунаї – навесні.

Найнижчі річні рівні спостерігаються в період, коли основне живлення річки відбувається за рахунок підземних вод, зазвичай восени або взимку.

Амплітуда коливання рівня води змінюється по довжині річки в широких межах. В обмежених гірських районах вона досягає 10 м. Такі ж значення відзначаються в місцях утворення льодових заторів [3].

На рівнинних ділянках з широкою заплавою амплітуда становить 3 – 5 м, зменшуючись до гирла Дунаю до 1 – 1,5 м [3].

#### 1.4 Температура

Температурний режим в басейні Дунаю обумовлюється в основному характером циркуляції повітряних потоків і особливостями рельєфу місцевості, внаслідок чого вплив географічної широти зводиться до ролі другорядного фактору.

Температура води р. Дунай змінюється як за часом року, так і за своєю протяжністю зверху вниз і в будь-якому живому перетині не є постійною. Це пов'язано перш за все з температурою навколишнього повітря, сонячною радіацією, а також з температурою вод, що живлять Дунай.

Зміни температури води слідуєть за змінами температури повітря, але внаслідок великої теплоємності води в першу половину безльодового періоду температура повітря в басейні буває вище температури води Дунаю, в другу – нижче. Середні річні температури води річки Дунай завжди вище середніх річних температур повітря басейну, так як в зимовий час температура води ріки не знижується нижче нуля, в той час як повітря має негативні температури.

Максимальна температура води річки Дунай спостерігається в липні – серпні і дорівнює в середньому 18 – 19 °С на ділянках Верхнього Дунаю і 24 – 26 °С на Нижньому Дунаї [1].

Температура повітря по довжині річки підвищується, відповідно до чого підвищується температура води Дунаю, однак зміни температури води по довжині річки менш значні, ніж зміни температури повітря.

## 1.5 Льодовий режим

Характерною особливістю льодового режиму Дунаю є крайня нестійкість льодових фаз і їх настання в різний період сезону. Бувають роки, коли по всій річці не спостерігалось льодоставу або коли в одному місці льодові явища спостерігалися, а в іншому немає. Імовірність настання льодових явищ коливається в межах від 70 до 90 % [1].

Встановлення льоду на Дунаї може відбуватися на Верхньому і Середньому Дунаї з початку грудня до кінця лютого. Очищення річки від льоду в роки з льодовими явищами може відбуватися в період з кінця грудня до середини березня на Верхньому Дунаї і з початку січня до кінця березня на Середньому та Нижньому Дунаї.

Льодостав спостерігається не щороку. Найменша ймовірність його настання відзначається для Верхнього Дунаю (5 – 30 %). У цьому районі часті повторні замерзання і розкриття протягом однієї зими. Для Середнього Дунаю ймовірність льодоставу підвищується до 25 – 50 %, а на нижньому Дунаї вона становить 40 – 75 %. Повторні замерзання і розкриття тут рідкісні [1].

Як весняний, так і осінній льодоходи супроводжуються нагромадженнями льоду на берегах, заторами та зажорами, нерідко приводять до різкого підйому рівня води, затоплення прибережних районів і руйнування дамб і портових споруд.

Тривалість безльодового періоду в середньому дорівнює 345 дням для Верхнього і Середнього Дунаю і 330 дням – для Нижнього Дунаю. Мінімальна тривалість безльодового періоду спостерігалася на більшій частині Середнього Дунаю в 1947 р. – 275 днів [1].



## 1.6 Водозбірний басейн Нижнього Дунаю в межах України

Загальна площа водозбірного басейну Дунаю становить в межах України складає 36,4 тис. км. (4,5 %). Від місця злиття припливів Бреге й Бригах до Чорного моря (порт Суліна) – 2783 км. Відстань між ними по прямій 1630 км, коефіцієнт звивистості Дунаю становить 1,71. В українській частині дельти Дунаю нижче міста Вилкове на острові Анкудінов також встановлений «нульовий кілометр», відстань від якого по прямій до витoku 1642 км [1, 4].

Водозбірний басейн Дунаю в межах України займає південні та південно-східні схили Східних Карпат, Закарпаття і південно-західну окраїну Причорноморської низовини. З метою впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом, відповідно до вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу, район річкового басейну Дунаю розділений на три гідрографічні одиниці суббасейнового рівня. Відокремлення суббасейнів Тиси, Пруту та Сірету, Нижнього Дунаю зумовлене їхньою географічною відокремленістю та необхідністю узгодження гідрографічного районування території річкового басейну з аналогічними схемами районування держав-сусідів (суббасейни є транскордонними) [4, 5].

У межах водозбірного басейну Дунаю на території України формується 4,4 % водного стоку Дунаю – 9 км<sup>3</sup>. Практично весь цей обсяг забезпечується стоком карпатських річок, причому 74 % загального стоку припадає на басейн Тиси – найбільшої лівої притоки Дунаю.

На території України Дунай починається нижче впадіння р. Прут. Це безпритокова ділянка ріки довжиною близько 170 км, яка представляє собою складну гідрографічну систему, що включає:

- придельтову ділянку Дунаю від гирла р. Прут до вершини дельти (довжина – 54 км, ширина приблизно 800 м, середня глибина близько 9,0 у межень і 11,0 м під час повені);
- Кілійський рукав довжиною 110 км;
- руслову мережу Кілійської дельти – сукупність природних (рукавів, проток) і штучних водотоків, у тому числі 6-кілометровий канал Прорва, від гирлового створу якого йде відлік кілометражу по Кілійському рукаві й Нижньому Дунаю;
- придунайські озера – лимани;
- дельтові (внутрішньodelьтові) озера;
- придельтові озера-лимани;
- придельтові (приморські) озера-лагуни;
- гирлове узмор'я [4].

Верхня границя придельтової ділянки Дунаю – гирло р. Прут – приблизно відповідає дальності поширення нагонів у межені.

Кілійський рукав є прямим продовженням Дунаю в межах дельти і самим водоносним рукавом, тому й вважається головним рукавом дельти. На своєму протязі Кілійський рукав кілька разів розділяється і знову з'єднується у єдине русло, формуючи дві внутрішні і одну зовнішню морську дельту – Кілійську дельту, яка є найбільш швидконаростаючою частиною дельти Дунаю [4].

Відповідно до гідрографічного районування території України [6] суббасейн Нижнього Дунаю охоплює територію водозбірного басейну Дунаю нижче гирла Пруту. Суббасейн включає повністю або частково сім адміністративних районів Одеської області: Ренійський, Болградський, Ізмаїльський, Кілійський, Арцизький, Тарутинський і Татарбунарський загальною площею 9,87 тис. км<sup>2</sup>. Межі суббасейну Нижнього Дунаю проходять по лінії державного кордону з Румунією, Республікою Молдова та через населені пункти по лінії вододілу (рис. 1.1).



Рис. 1.1 – Картосхема суббасейну Нижнього Дунаю [4].

Зазначену територію ще називають Українським Придунав'ям, однак ця назва не має строгого визначення і може застосовуватися для позначення і території трьох прибережних районів (Ренійського, Ізмаїльського, Кілійського), і території суббасейну Нижній Дунай (найчастіше), і для всього Дунай-Дністровського межиріччя.

Державний кордон між Україною і Румунією проходить по фарватеру Дунаю, Кілійського, Середнього, Прямого та Старостамбульського рукавів.

Зліва від Кілійського рукава Дунаю на ділянці від Рені до узбережжя Чорного моря розташована група Придунайських озер, найбільшими з яких є: Кагул, Картал, Ялпуг-Кугурлуй, Саф`яни, Катлабух і Китай. Гідрологічний режим цих водойм залежить від комплексу факторів, але найважливішим фактором, якій впливає на гідрологічний режим водойм, є рівень води в р. Дунай. Більшість озер з'єднується з Дунаєм або його рукавами через протоки та канали за допомогою шлюзів-регуляторів[4].

В історичному плані Придунайські озера є гирловими зонами малих річок субрегіону, затоплених Чорним морем, внаслідок чого утворилася велика Дунайська затока. Процес їх трансформації в прісноводні водойми

тривав кілька тисяч років у міру заповнення затоки річковими наносами і просування дельти Дунаю на схід. В результаті всі Придунайські озера були відокремлені від Дунаю і його рукавів заболоченою заплавою, а їх водообмін з річкою відбувався через природні протоки, а також шляхом переливу води поверх бровок прируслових валів під час паводків і повеней [4, 7].

В середині минулого століття почалося активне освоєння заплави Нижнього Дунаю. Для захисту населених пунктів, портових споруд, промислових підприємств, сільгоспугідь, риборозплідних ставків і меліоративних об'єктів від затоплення уздовж українського берега Дунаю від м. Рені до м. Вилкове в 1955 – 1970 рр. був побудований комплекс протипаводкових гідротехнічних споруд загальною довжиною 239 км, у тому числі 215 км дамб і 21 шлюз для регулювання, наповнення й скидання води із Придунайських водойм і зрошувальних систем. Побудова дамби вздовж Дунаю (на відстані 100 – 150 м від річки) на ділянці Рені – Ізмаїл, де русло має найбільшу ширину (місцями до 1600 м і глибиною до 20 м), заблокувало природний водообмін з озерами і затоплення заплави [4].

Після зарегулювання озер порушилися просторово-часові характеристики водообміну. Сучасний режим водообміну озер з річкою Дунай полягає в тому, що в період весняного водопілля відкриваються шлюзи на з'єднуючих річку й озеро каналах і відбувається наповнення водойм до нормального підпірного рівня. На період вегетації шлюзи закриваються і відбувається спрацювання озер-водосховищ на водокористування. Восени, якщо рівні води в р. Дунай нижчі за рівні води в озері, відбуваються скиди мінералізованих вод у р. Дунай до відміток РМО (рівня мертвого об'єму). Після цього шлюзи знову закриваються на зимовий період. В осінньо-зимовий період рівень води в озерах досягає мінімальних значень і коливається незначно. Незважаючи на наявність шлюзів, зменшився водообмін з р. Дунай. У 90-х рр. почалось зменшення площ зрошення, відповідно і заборів води із Придунайських водойм, а головне – підкачок в

озера дунайської води, що призвело до погіршення якості води у Придунайських озерах, зокрема, підвищення її мінералізації, збагачення біогенними елементами, органічною речовиною і токсичними речовинами. Озера фактично перетворились на приймальники дренажного, побутового та промислового стоків [4].

Характерною особливістю Придунайських озер є слабкий вертикальний і горизонтальний водообмін в них, що пов'язано з недостатньо інтенсивним вітровим перемішуванням вод (особливо у північних частинах водойм).

Головним джерелом водообміну і відновлення води Придунайських озер є р. Дунай. Малі і середні степові річки, які в них впадають – Ялпуг, Карасулак, Ташбунар, Катлабух, Єніка, Киргиз-Китай, Аліяга, Нерушай, Дракуля – маловодні і частково пересихають у літню пору року.

Сумарний водний стік річок у Придунайські озера складає  $0,066 \text{ км}^3/\text{рік}$  або  $0,03 \%$  від середньобаторічного водного стоку Дунаю ( $203 \text{ км}^3/\text{рік}$ ). До того ж можливий вплив цього стоку і на водний стік р. Дунай, і на якість дунайської води вельми опосередкований і в балансових розрахунках не враховується [4].

Побудовані численні греблі на малих річках, призвели до їх занепаду. Річки пересихають, їх русла поросли очеретом та зникають. Відродження малих річок можливе у випадку зменшення кількості гребель та розчищення природних джерел і русел.

### 1.7 Особливості мінливості міжрічного та внутрішньорічного стоку ріки Дунаю

Річка Дунай є другою за водоносністю річкою Європи після Волги. Стік води Дунаю це найважливіший фактор, який визначає всі гідрологічні процеси, які характерні для річки, а також визначає сучасний екологічний

стан пониззя Дунаю. При цьому важливими характеристиками є середні багаторічні характеристики та їх природна мінливість, оцінка сучасних тенденцій у змінах стоку, водного режиму річки та повторюваність небезпечних гідрологічних явищ.

Джерелами живлення р. Дунай є дощові води, талий сніг і льодовики Альп і Карпат та підземні води. При цьому, на різних його ділянках роль цих факторів у формуванні гідрологічного режиму ріки різна. Незважаючи на складний режим водних рівнів і витрат води у р. Дунай чітко простежуються періоди паводку, межені і зимовий період. У нижньому Дунаї найбільший рівень води припадає на період паводку (квітень – травень), найменший буває восени (вересень – жовтень)[4, 5].

Міжрічна мінливість стоку р. Дунай розглянута по даним річних стоків за 1860 – 2001 рр. Кліматична норма водного стоку Дунаю за останні 140 років склала  $212 \text{ км}^3/\text{рік}$ . У міжрічній мінливості річних витрат води р. Дунай домінували коливання з періодами 2,4–4,6 років, 8,6–11,1 років і 22 роки. Абсолютний максимум річного стоку відзначений у 1970 р. –  $364 \text{ км}^3/\text{рік}$ , а абсолютний мінімум ( $110 \text{ км}^3/\text{рік}$ ) спостерігався в 1872, 1903, 1909 рр. В останні три десятиліття найменший річний стік відзначався у 1990 р. –  $133 \text{ км}^3/\text{рік}$ , а найбільший у 2010 р. –  $300 \text{ км}^3/\text{рік}$ . [4].

Внутрішньорічна кліматична витрата Дунаю в період з 1947 по 2001 рр. характеризувалася річною хвилею з паводком у травні ( $28,3 \text{ км}^3/\text{міс.}$ ) і меженню в жовтні ( $13,6 \text{ км}^3/\text{міс.}$ ). В мінливості сезонних коливань витрат р. Дунай відзначені часті порушення нормального річного ходу з паводком навесні й меженню восени. У розглянутому 64-річному ряді виявлено 29 років з появою другого екстремуму взимку (грудень – лютий). В окремі роки зимовий максимум по абсолютній величині витрати навіть перевершував весняний (1953 – I, 82 – I, 1990 – XII, 1994 – I, 1998 – XI, 2002 – XI, 2003 – I, 2007 – XII, 2011 – I). Роки із двома екстремумами групуються в основному по

періодах років. Найбільш тривалими вони були в 1966–1974, 1980–1984 і 1988–1998 рр.[4, 5].

Природно, що в реальних умовах досить рідкі ситуації, коли весняні максимуми стоку Дунаю практично відсутні (1972, 2011 рр.), а осінні максимуми стоку перевищують весняні (1972, 1974, 1982, 1990, 1998, 2003 рр.). Існують ситуації, коли важко буває визначити: має місце пізній весняний паводок чи ранній осінній; пізній осінній чи ранній весняний[4].

В останній період (1990 – 2011 рр.) кількість пізніх осінніх і, особливо зимових паводків зростає до восьми (2 – пізніх осінніх і 6 – зимових). Така ситуація є слідством зміни клімату, а саме істотного потепління атмосферного повітря на європейському континенті. Екстремальні осінньо-зимові паводки, як правило, відбувалися в роки з обсягами річного річкового стоку близькими до норми (у межах 180–225 км<sup>3</sup>/рік). Проте в 1990 і 2003 рр. вони спостерігалися при низьких стоках Дунаю[4, 5].

Так само, як режим паводків, важливим в гідрологічному, геоморфологічному, екологічному, господарському аспектах є і режим мінімального стоку. Під час мінімальних витрат в річкових водах підвищуються концентрації забруднювальних речовин побутового й індустріального походження. Саме тому такий стік є найбільш несприятливим, оскільки наносить відчутну шкоду річковій екосистемі, тоді як у періоди паводкового стоку, хоча й зростає надходження в річкові води забруднюючих речовин із дифузних джерел забруднення (сільськогосподарські стоки, зливові стоки тощо), але одночасно зростає і ступінь їх розбавлення у річковій воді[4].

Середні місячні витрати Дунаю в періоди межені характеризуються величинами від 2000 до 5000 м<sup>3</sup>/с, проте в рідких випадках вони досягають значення 5000 – 7000 м<sup>3</sup>/с [4, 5].

Лінійний тренд змін мінімального річкового стоку в річних коливаннях за останні пів століття показує незначну тенденцією до підвищення.

По даним середніх місячних витрат Дунаю в періоди мінімального річного стоку за період з 1947 по 2013 рр. середньобогаторічний мінімум стоку припадає на другу половину жовтня. Найбільша повторюваність меженей припадає на період з вересня по листопад (~ 19–25 % випадків на місяць). В 1954, 1972, 1984 і 1986 рр. величини мінімально річкового стоку Дунаю були найбільш пізніми – у січні або в лютому [4, 5].



## ГОСПОДАРСЬКЕ ВИКОРИСТАННЯ УКРАЇНСЬКОЇ ЧАСТИНИ р. ДУНАЙ

У Дунайському гирловому регіоні спеціалізація природокористування пов'язана з річковим і морським господарством, водним транспортом, суднобудівними, судноремонтними і рибообробні виробництвами, сільським господарством і резервуванням територій в заповідниках (рис. 2.1, табл. 2.1). Основними факторами розвитку регіону є судноплавство і рибальство, інші виробництва орієнтовані на їх обслуговування і залежать від гідротехнічних заходів та природних умов.

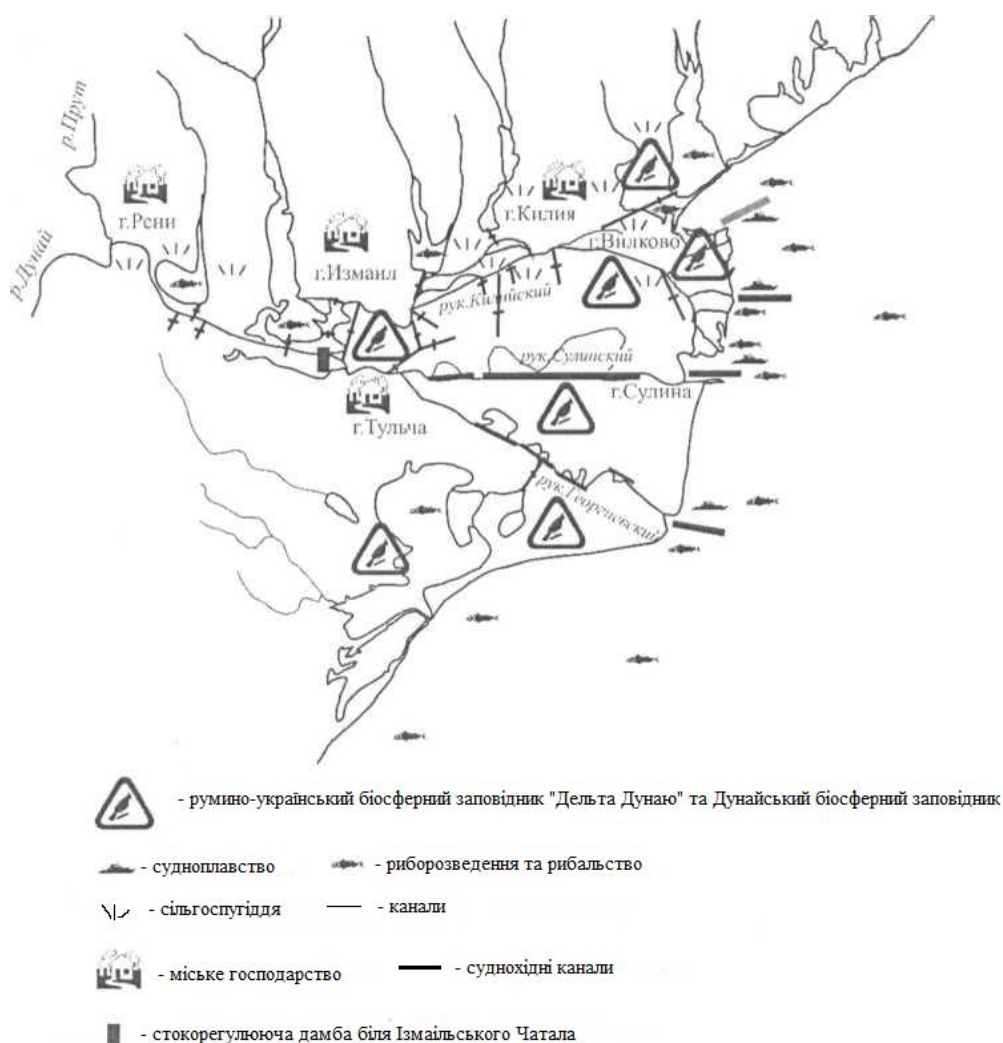


Рис.2.1—Природокористування в Дунайському гирловому регіоні.

Таблиця 2.1 – Проблеми природокористування в Дунайському гирловому регіоні

Галузь господарства	Проблеми природокористування	Шляхи рішення
гідротехнічне будівництво, водний транспорт, портове господарство, вантажоперевезення, судноремонт	перерозподіл стоку р. Дунай і демпінг ґрунту в Кілійському рукаві Румунією, замулювання судноплавних каналів, барів, Жебріяньської бухти, обміління і відмирання українських рукавів, деградація ДБЗ і портів, забруднення природного середовища	вкорочення дамби на р. Дунай у Ізмайльського Чатала, заборона демпінгу ґрунту в Кілійському рукаві, поглиблення перекатів рук. Прорва і З'єднувальний, підтримку суднового ходу в рук. Бістро, спорудження захисних дамб в його гирлі
сільське і очеретяне господарство, поливне землеробство, садівництво, городництво	безповоротні втрати, збагачення стічних вод біогенними речовинами і пестицидами, ерозія узбережжя, засолення	контроль якості стічних вод, штрафні санкції, протиерозійні заходи
рибництво, рибальство, рибообробка	забруднення середовища, заморні явища, недостатній контроль уловів, браконьєрство	активізація контролю, моніторинг і прогноз заморів, збільшення штрафів
резервування територій заповідника «Дельта Дунаю» і Дунайського біосферного заповідника	обміління водних об'єктів в маловодні періоди, транзит забруднюючих речовин в вершину гирла зі стоком р. Дунай	Підтримка глибин в Кілійській системі рукавів, міжнародний моніторинг стану водного середовища
озерне господарство	замулення і обміління озер, погіршення якості води, заморні явища, припинення водопостачання населених пунктів	регулювання стоку р. Дунай, оптимальне зариблення озер, зміцнення укосів, ремонт дамб, розчищення каналів, моніторинг

Проблеми водного транспорту в гирловому регіоні загострилися у зв'язку з ембарго і військовими діями в Югославії (1991, 1992, 1999 гг.) і їх негативними наслідками, а також через відсутність коштів у Україні для підтримки суднового ходу в Кілійській системі рукавів. У румунській частині гирла судноплавство здійснюється по території Сулінського, Георгіївському і Тульчинському рукавах, в той час як судноплавство по українському рукаву Прорва було припинено, а по рукаву Швидкому відновлено не в повному обсязі[10, 11].

Румунія, порушуючи міжнародні угоди, складе ґрунт в Кілійському рукаві і нарощує дамбу у Ізмаїльського Чатала (рис. 2.1). Така ситуація призвела до перекриття половини русла р. Дунай. Як наслідок спостерігається замулення перекатів Кілійського рукава, забруднення води та донних відкладів, накопиченню наносів на румунському узбережжі за дамбоющо регулює стік, а також перерозподіл стоку р. Дунай на користь Румунії.

Крім широкомасштабного гідротехнічного будівництва, в тому числі випрямлення, поглиблення рукавів, будівництва дамби у Ізмаїльського Чатала, водосховищ, каналів, дамбуваннярусел, Румунія здійснює водозабір і відведення води (близько 2 км<sup>3</sup>/рік) з системи Кілійського рукава в Сулінський рукав по 9 каналам (рис. 2.1), зрошуваних сільськогосподарських масивів між цими рукавами. Це призвело до значних тенденцій зменшення середньорічної витрати води Кілійськогорукавата збільшення стоку румунських рукавів (за 100 років він зріс на 20 %)[10].

Перерозподілу дунайського стоку на користь Румунії сприяли і природні причини. Так дія сили Коріюліса, зміщує потік вправо (очевидно, з цієї ж причини скат більшій маси молоді чорноморської оселедця відбувався в основному в рукавах Тульчинському, Георгіївському, Старостамбульському і Великому). Вздовж берегове переміщення наносів

сприяє обмілінню гирл рукавів Кілійської системи і Жебріяньської бухти. Як наслідок їх глибини зменшилися в 2 – 4рази [7,9].

Ще однією проблемою для судноплавства є маловоддя. Так, низька літньо-осіння межень 2011 р. привела до закриття навігації на 4 місяці, а в наступну за цим сувору зиму 2012 р., коли р. Дунай і Кілійський рукав замерзли, навігація була відновлена. Особливо загострювалися проблеми природокористування при небезпечних явищах [9].

Така ситуація призвела до того, що водотоки в українській частині дельти замулюються й відмирають, відзначається стійка екологічна деградація земель Дунайського біосферного заповідника, придунайських озер, місць рибальства, нересту і відгодівлі риби. Оскільки виробничо-промисловий комплекс був орієнтований на забезпечення зовнішньоекономічних міжнародних зв'язків, його потенціал знизився в зв'язку з втратою Україною суднового ходу і занепадом портового господарства.

Сільське і очеретяне господарство є провідними галузями в структурі природокористування та основними водоспоживачами, особливо, рисосіяння. Вирощування рису сприяло збільшенню засолення ґрунтів на обвалованих територіях, що обумовлене припиненням їх затоплення річковою водою. Відзначається спад в тваринництві, садівництві, городництві та інших видах сільськогосподарської діяльності. В результаті, згідно з даними державної статистичної звітності, загальний водозабір в українській частині Дунайського регіону, зменшився в останні 25 років на 25%, зменшилось і забруднення головними елементами біогенного циклу і хлорорганічними пестицидами в гирлі р. Дунай.

У Дунайському регіоні розташовані нерестовища, місця нагулу риб, риборозплідники. В рукава р. Дунай заходять стада цінного чорноморсько-азовського напівпрохідного оселедця (дунайського оселедця), що становить 50% уловів. Основними проблемами при рибогосподарському використанні

ресурсів гирла є маловоддя в рукавах Кілійської дельти, забруднення води, обвалування рукавів, які порушили внутрішньо дельтовий водообмін, браконьєрство, перелов риби і заморні явища (табл. 2.1).

Дельта р. Дунай визнана світовим надбанням і віднесена до природних територій, які знаходяться під охороною та егідою ЮНЕСКО. В її межах розташовані румунсько-український Дунайський біосферний заповідник (Україна) і заповідник «Дельта Дунаю» (Румунія). Зменшення водності рукавів в Дунайському біосферному заповіднику вже призвело до зниження життєздатності 299 охоронюваних видів, природних функцій водно-болотних угідь, завдало шкоди біологічному різноманіттю фауни і флори. У межень глибини в рукавах місцями зменшувалися до 1 м і менше, що перешкоджає судноплавству і міграції риби на нерест, знижує рибпромислове значення рукавів [8, 11].

Важливою ланкою господарської діяльності є водокористування і водоспоживання з озерних комплексів: Кагул, Ялпуг-Кугурлуй, Катлабух, Китай і водосховища Сасик, які живляться водою з р. Дунай. В даний час, в посушливі періоди, мінералізація окремих озер підвищилася до 1 – 6 ‰. Це відбувається за рахунок того, що дунайська вода в них не завжди надходить. Причинами тому є низький рівень води в Дунаїта відсутність коштів на ремонт шлюзових насосних станцій [12].

Почастішали заморні явища в озерах, посилюється їх замулення і обміління, погіршилася якість води. Відзначаються випадки перебоїв у водопостачанні населених пунктів. Озера і плавні, як місця промислу прісноводних риб, неодноразово зарибнювалися, іноді видами, які не адаптовані до місцевих умов, що також сприяло заморним явищам. В озеро Сасик потрапляла молодь чорноморського оселедця, який взимку зазвичай гине не маючи можливості мігрувати в море.

Найбільшим за рибопродуктивністю в регіоні є оз. Сасик. Для підтримки його режиму здійснюється перекидання дунайської води з рук.

Соломонова. У 2004 р. був введений «Режим рибогосподарської експлуатації спеціалізованого товарного рибного господарства водосховища Сасик (2004 – 2013 рр.)». В даний час екологічна ситуація на водосховищі стабілізувалася [12].

Забудова прибережних ділянок і сільськогосподарське освоєння раніше затоплюваних земель в гирловому регіоні призвели до того, що в період підвищеного стоку річки і нагонів заплави затоплювалися. Це вимагало значних коштів для спорудження та ремонту захисних дамб, гідромеліоративних заходів з підтримки родючості ґрунтів. Загроза затоплення погіршилася через замулення рукава Кілійського, що зменшило його водопропускну здатність, особливо при льодоході, і збільшило гідравлічний тиск на берега і захисну дамбу від м. Рені до м. Вилкове (протяжністю близько 150 км).

Вздовж руслове дамбування рукавів призвело до:

- зміни природних морфологічних процесів – накопичення наносів в заплавах зменшилося, а значить і вертикальний ріст дельти,
- припинення природного водообміну між водотоками і водоймами – зменшення стоку водопілля та збільшення стоку межені,
- припинення надходження біогенних речовин в ґрунт,
- збільшення засолення ґрунтів і озер,
- заболочування,
- зниження самоочищення водних об'єктів і погіршення якості води,
- скорочення площ нерестовищ, втрати рибопродуктивності,
- опріснення і забруднення гирлового узмор'я.

В результаті недообліку (при забудові раніше затоплюваних і територій які підтоплюються на теперішній час) гідравлічного зв'язку між ґрунтовими водами і поверховим стоком, почастишали випадки підтоплення і навіть руйнування житлових будівель в Придунав'ї.

Всі види господарської діяльності в гирлі річки Дунай в меншій мірі впливають на якість води, ніж транзит забруднюючих речовин з країн Дунайського басейну. Місцеві джерела забруднення (включаючи судноплавство і Придунайську зрошувальну систему) є менш значимими через спад виробництва сільськогосподарської продукції і деградації транспортної галузі, портового і міського господарства українського Придунав'я та Дунайського пароплавства.

## 2.1 Антропогенні джерела забруднення р. Дунай в межах України

Водогосподарське використання води р. Дунай має свою специфіку. До недавнього часу найбільш важливою галуззю використання Дунаю була транспортна галузь господарства. На річці в межах України розташовано порти: Рені, Ізмаїл, Кілія та Вилково.

Важливою сферою використання Дунаю є зрошувальне землеробство. З використанням дунайської води функціонують Дунай-Дністровська, Татарбунарська та цілий ряд зрошувальних систем. Водозабір здійснюється як з самого Дунаю, так і з Придунайських озер. В цілому забір води з Дунаю для потреб зрошення уступає тільки Дніпру. Саме з використанням дунайської води на півдні Одеської області вирощують рис.

Ще одна галузь використання Дунаю полягає в тому, що річка відрізняється високою рибопродуктивністю. На річці здійснюється промислова та любительська рибна ловля.

На якість води в р. Дунай, оказує вплив наявність великих та малих міст та промислових підприємств на його берегах.

Придунайський регіон відноситься до забруднених територій і характеризується напруженими екологічними умовами для проживання населення. Головними причинами такої напруженої екологічної ситуації в регіоні є досить тривалий й високий ступінь господарського освоєння,

незадовільна структура та технології виробництва, що інтенсивно забруднюють природне середовище. Існуючий тип природокористування в межах території і акваторій регіону створив низку екологічно напружених ситуацій та загострив протиріччя між природо користувачами [4].

На території регіону виділяються такі основні види природокористування як: сільськогосподарське, водогосподарське, селітебне, природоохоронне. За інтенсивністю впливу на територію регіону слід виділити сільськогосподарське, селітебне та водогосподарське природокористування, які мають різний рівень антропогенно-техногенного навантаження, а за площею – сільськогосподарське.

Основне ареальне антропогенно-техногенне навантаження на навколишнє середовище регіону створює інтенсивне сільськогосподарське виробництво. Узагальненим типом природокористування (за переважаючими видами господарської діяльності) регіону є – сільськогосподарське природокористування, з підтипами (за галузями спеціалізації сільського господарства) – виноградарство, овочівництво, рисосіяння, плодівництво, баштанництво, молочно-м'ясне скотарство, свинарство, вівчарство та птахівництво.

У пониззі Дунаю в межах Одеської області нараховується 92 водозабори, які здійснюють забір води об'ємом більше 20 м<sup>3</sup>/добу. З них водозаборів бпідземних вод (7%) та поверхневих – 86 (93%) (рис. 2.2).

Великою проблемою, з точки зору погіршення якості води у водоймах регіону, є скидання забруднених стічних вод у водні об'єкти. В табл. 2.2 наведено об'єми скидання зворотних вод в р. Дунай за 2013 – 2021 рр. за даними [13].

Централізовані системи каналізації з очищенням стічних вод на власних очисних спорудах є в м. Рені, Кілія. Очисні споруди та каналізаційні мережі були побудовані у 70 – 80рр. минулого століття, на сьогодні вони застарілі і не відповідають сучасним вимогам, аварійні ситуації на лініях



каналізаційних мереж своєчасно не ліквідуються, не ведуться поточні та капітальні ремонти очисних споруд, відсутній постійний контроль за їх роботою, що призводить до забруднення земель і підземних водоносних горизонтів, передаються на баланс сільських рад, які не мають коштів на ремонт та належну їх експлуатацію.

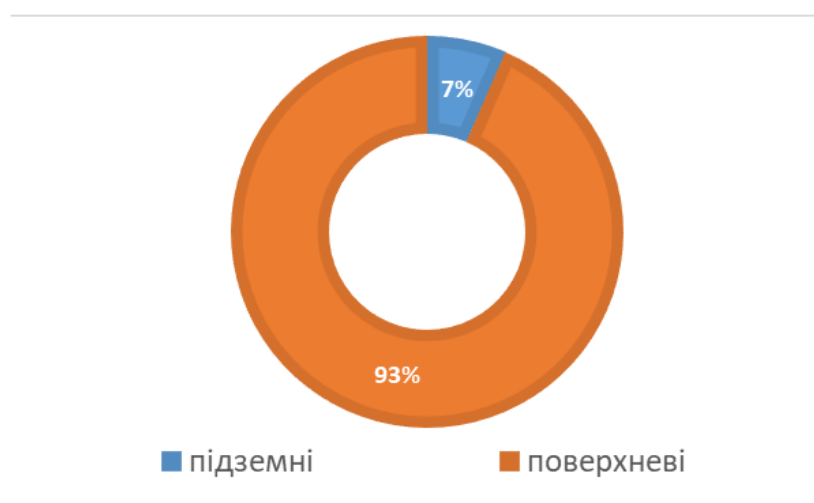


Рис. 2.2 – Розподіл питних водозаборів за типами.

Таблиця 2.2 – Об’єми скидання стічних вод від берегових антропогенних джерел забруднення у р. Дунай (в межах України) за період 2013 – 2021 рр. [13]

Рік	Відведено всього зворотних вод, млн.. м <sup>3</sup>	Відведено забруднених зворотних вод, млн.. м <sup>3</sup>
2013	44,34	26,51
2014	51,63	13,93
2015	52,45	15,17
2016	47,4	15,06
2017	52,84	18,78
2018	57,67	2,10
2019	57,46	32,73
2020	48,79	19,04
2021	42,38	26,86

Основною причиною забруднення органічними речовинами є недостатня або відсутня очистка стічних вод після використання населеними пунктами, промисловими та сільськогосподарськими точковими джерелами. Таке забруднення може впливати на склад водних видів та на екологічний статус. Для розкладу органічних речовин споживається багато кисню, вміст якого у воді різко зменшується і спричиняє припинення життя водних організмів. Органічне забруднення, що формується із вказаних джерел оцінюється за показниками БСК, ХСК.

За даними звітів про використання води за формою № 2ТП-водгосп (річна) в 2019 р. загальний об'єм стічних вод, скинутих у поверхневі водні об'єкти басейну р. Дунай, склав 57,46 млн.м<sup>3</sup>, у т.ч.: забруднених без очистки – 32,59 млн.м<sup>3</sup>, забруднених недостатньо-очищених – 0,138 млн.м<sup>3</sup>, нормативно-чистих без очистки – 22,23 млн.м<sup>3</sup> та нормативно-очищених – 2,500 млн.м<sup>3</sup>[14].

Перелік основних точкових джерел забруднення пониззя Дунаю в межах України наведено в табл. 2.3 за даними [14].

На українській ділянці річки найбільшим забруднювачем є Ізмаїльський целюлозно-картонний комбінат. Потужність його очисних споруд складає 42 м<sup>3</sup>/добу. Споруди призначені для спільного очищення господарсько-побутових та промислових стоків м. Ізмаїла, попередньо освітлених виробничих та господарсько-побутових стоків комбінату. В табл. 2.4 наведено об'єми скидання стічних вод ПАТ «Ізмаїльський целюлозно-картонний комбінат» у р. Дунай за період 2012 – 2021 рр., оскільки це найбільш потужне точкове антропогенне джерело забруднення [13].

В м. Кілія розташований Кілійський суднобудівельний завод, який спеціалізується на будівництві та ремонті суден, має сучасне високомеханізоване виробництво з будівництва корпусів суден, а також проводить ремонтні роботи. Воду використовує для власних промислових потреб.

Таблиця 2.3 – Перелік водокористувачів пониззя Дунаю в межах України [14]

№	Найменування підприємства-водокористувача	Об'єм скидання, млн.м <sup>3</sup>
1	ПАТ «Целюлозно-картонний комбінат»	2,503 млн.м <sup>3</sup> , з них: 0,004 млн.м <sup>3</sup> – нормативночисті без очистки, 2,499 млн.м <sup>3</sup> – нормативноочищені
2	ПРАТ «УДП Кілійський суднобудівельно-судноремонтний завод»	0,031 млн.м <sup>3</sup> – забруднені без очистки
3	ТОВ «Титан»	0,001 млн.м <sup>3</sup> – нормативночисті без очистки
4	КП «Світло»	0,138 млн.м <sup>3</sup> – забруднені недостатньоочищені
5	ТОВ «Камоліно-Холдінг»	5,715 млн.м <sup>3</sup> – нормативночисті без очистки
6	ПРАТ «Ізмаїл-Наваско»	1,092 млн.м <sup>3</sup> – нормативночисті без очистки
7	ТОВ «Південь Агро Холдінг»	1,285 млн.м <sup>3</sup> – нормативно чисті без очистки
8	ТОВ «Дебют-2005»	11,93 млн.м <sup>3</sup> – забруднені без очистки
9	ФОП «Кривенко»	0,116 млн.м <sup>3</sup> – нормативночисті без очистки
10	СВК «Маяк»	15,01 млн.м <sup>3</sup> – забруднені без очистки
11	ТОВ «Блакитна Нива-2005»	0,088 млн.м <sup>3</sup> – нормативночисті без очистки
12	ПАТ «Укртрансгаз»	0,001 млн.м <sup>3</sup> – нормативноочищені
13	ФГ «Крокус»	0,177 млн.м <sup>3</sup> – нормативночисті без очистки
14	ТОВ «Дунай-Агро»	0,820 млн.м <sup>3</sup> – нормативночисті без очистки
15	СВК «Дунай»	1,635 млн.м <sup>3</sup> – нормативночисті без очистки
16	ТОВ СП «Дунай-Агро»	3,388 млн.м <sup>3</sup> – забруднені без очистки
17	СВК «Дружба»	2,228 млн.м <sup>3</sup> – забруднені без очистки
18	ТОВ «Рис Бесарабії»	11,30 млн.м <sup>3</sup> – нормативночисті без очистки

ТОВ «Титан» розташоване в м. Кілія та спеціалізується на випуску молочної та м'ясної продукції під власною торговою маркою «Кілія».

Таблиця 2.4 – Об’єми скидання стічних вод від ПАТ «Ізмаїльський целюлозно-картонний комбінат» у р. Дунай за період 2012 – 2021 рр. [13]

Рік	Об’єм скидання зворотних вод, тис. м <sup>3</sup>	Кількість забруднюючих речовин, що скидаються разом із зворотними водами, т
2012	3138,00	764,30
2013	2997,00	851,00
2014	2809,00	789,74
2015	2440,00	617,40
2016	2373,56	789,74
2017	2501,26	-
2018	2,638	15,318
2019	2503,00	-
2020	2299,90	666,70
2021	2487,50	602,60

КП «Світло» це комунальне підприємство, яке розташовано в м. Кілія та здійснює забір, очищення та постачання води для населення, а також монтаж водопровідних мереж, систем опалення та кондиціонування, технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів та інші види діяльності із прибирання.

ТОВ «Камоліно-Холдінг», ТОВ «Південь Агро Холдінг», ТОВ «Дебют-2005», СВК «Маяк», СВК «Дунай», ТОВ СП «Дунай-Агро», СВК «Дружба», ТОВ «Рис Бесарабії» це сільськогосподарські підприємства, які спеціалізуються на вирощуванні рису, зернових та технічних культур, овочевих, коренеплодів та клубнеплодів.

ПРАТ «Ізмаїл-Наваско», ФГ «Крокус», ТОВ «Дунай-Агро»- сільськогосподарські підприємства, які спеціалізуються на вирощуванні зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур, тваринництві (свинарство).

ТОВ «Блакитна Нива-2005» спеціалізується на розведенні прісноводних риб, вирощуванні зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур.

Ще одним значним забруднювачем пониззя Дунаю є м. Вилкове. Найбільшою проблемою міст вважаються очисні споруди, які не функціонують у ненормальному режимі. Каналізаційні стоки надходять не на очисні споруди для очищення, а стікають відразу в канали, через які потрапляють в Дунай. В 2017 р. цю проблему попиталися вирішити за рахунок будівництва в м. Вилковенівській системі вакуумної каналізації, проте до теперішнього часу її експлуатація стікається з низкою проблем, а екологічна ситуація не покращилася [15].

Забруднення біогенними речовинами з точкових джерел спричиняються, переважно, скидами недостатньо-очищених або неочищених зворотних вод у поверхневі водні джерела (після використання населеними пунктами, промисловістю та об'єктами сільського господарства), внаслідок чого їх концентрація значно збільшується в водних об'єктах.

Скиди біогенних речовин у водні об'єкти пониззя р. Дунай на території Одеської області та вплив з точкових джерел був виміряний та визначений такими показниками як: азот амонійний, нітрит-іон, нітрат-іон, фосфати (табл. 2.5).

Як бачимо з наведених даних, основним джерелом надходження біогенних речовин в води Дунаю є ПАТ «Целюлозно-картонний комбінат». В значно меншій степені біогенних речовин надходить від КП «Світло», яке розташовано в м. Кілія та спеціалізується на заборі, очищенні та постачанні води, монтажу водопровідних мереж, систем опалення та кондиціонування, технічному обслуговуванні та ремонті автотранспортних засобів, проводить інші види діяльності із прибирання. Всі інші підприємства є сільськогосподарськими та спеціалізуються на вирощуванні зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур.

Таблиця 2.5 – Скид біогенних речовин у водні об'єкти пониззя Дунаю за даними [14]

Назва підприємства	Азот амонійний, т	Нітрити, т	Нітрати, т	Фосфати, т
ПАТ «Целюлозно-картонний комбінат»	0,2	0,3	15,2	0,0013
КП «Світло»	1,9	0,1	5,6	0,325
ТОВ «Дебют-2005»	-	-	-	0,3579
СВК «Маяк»	-	0,1	-	-
ТОВ СП «Дунай-Агро»	0,1	-	-	-
СВК «Дружба»	-	-	-	0,0891
Всього	2,2	0,5	20,8	0,7733

До основних джерел забруднення небезпечними речовинами пониззя Дунаю, такими як пестициди, нафтопродукти, важкі метали та інші хімічні речовини, що застосовуються у сільському господарстві, відносяться промислові стоки, господарсько-побутові, поверхневий стік з територій та аварійні скиди. В табл. 2.6 наведено основні підприємства, які здійснюють скид небезпечних речовин за даними [14].

Таблиця 2.6 – Підприємства-водокористувачі, які здійснюють скид небезпечних речовин у води Дунаю в межах Одеської області

Назва підприємства	Залізо загальне, тонн
КП «Світло»	0,0065
СВК «Дружба»	0,1337
Всього	0,1402

### 3 АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ПОНИЗЗЯ ДУНАЮ

Україна є єдиною державою басейну річки Дунай, яка одночасно включає частину дельти річки та витoki її найбільших приток: Тиси, Прута та Серету. В українських Карпатах формується значна частина стоку та визначається водний режим цих річок. Міжнародний характер річки не лише збільшує транскордонні ризики для української частини її дельти, а й суттєво підвищує відповідальність України за ефективне управління водними ресурсами на початках Дунаю.

Прибережна територія вздовж Дунаю, як і сама річка, що є найбільшою судноплавною артерією, значно освоєна з боку господарського використання. Як наслідок, річка зазнає серйозного антропогенного навантаження на свою екосистему.

Щоб усвідомити ступінь ризику, варто нагадати про дві найбільші катастрофи на Дунаї за останні 20 років. І хоча вони безпосередньо не торкнулися України, їхня шкода екосистемі Дунаю була дуже відчутною[12]:

- січень 2000 р. у містечку Бая-Маре (Румунія) на золотодобувному підприємстві «Аурул» стався аварійний викид 100 тис. т промислових відходів, у тому числі ціанідів та важких металів. Внаслідок аварії в річках Самош та Тиса – найбільшій притоці Дунаю вміст ціанідів перевищив допустиму норму майже у 800 разів. Перебігом маси зараженої води віднесло до території Угорщини, де загинуло до 85 – 90 % тварин та рослин. У лютому того ж року отруєні потоки досягли території Югославії. Забезпечення населення Румунії, Угорщини та Сербії питною водою було порушено. За оцінками експертів, такої масштабної шкоди екології Європи не було завдано навіть внаслідок чорнобильської катастрофи.

- липень – серпень 2008 р. у Румунії відбулася серія повеней. Через повінь у захисній греблі на одному з озер-відстійників утворився пролом, і

вода, де містилися важкі метали і, можливо, ціаніди, пішла в сусіднє озеро, становлячи небезпеку для всього регіону;

- жовтень 2010 р. сталася аварія на алюмінієвому заводі в Угорщині, яка призвела до руйнування греблі, що стримує резервуар із отруйними відходами. Таким чином, стався витік приблизно 1,1 млн м<sup>3</sup> токсичної речовини, так званого «червоного шламу».

На даний момент основними видами антропогенного впливу на річці Дунай є:

- видобуток гравію та піску безпосередньо з русел річок – приток річки Дунай;
- будівництво та облаштування судноплавних ходів та каналів, використання як транспортної артерії;
- будівництво гідроелектростанцій: на Дунаї збудовано 2 великі ГЕС на кордоні Румунії та Сербії, каскад ГЕС в Австрії та Німеччині. Всього на Дунаї є каскад із 18 гідровузлів;
- будівництво протипаводкових гідротехнічних споруд;
- зарегульованість гідрографічної мережі (річок та балок), внаслідок створення в них ставків та водосховищ для господарських потреб;
- вирубування лісу, у тому числі високопродуктивних змішаних лісів, скорочення штучних лісових насаджень на півдні Одеської області;
- забруднення неочищеними господарськими та промисловими стоками;
- формування стихійних звалищ сміття на берегах;
- використання прибережних територій для господарських потреб, високий рівень розораності земель;
- браконьєрський вилов риби, недотримання природоохоронного законодавства при риболовлі.

Результатом цієї діяльності є:



- погіршення якості води, як наслідок замори живих організмів та накопичення мертвої органіки;
- порушення водного режиму водойм, і, як наслідок, збільшення ризиків паводків та повеней;
- скорочення ландшафтного та видового розмаїття. Рибний промисел у річці Дунай та придунайських водоймах характеризується значним погіршенням якісної структури видового складу риби. Значна кількість риби, що належали до масових та промислових, майже не реєструється в уловах;
- ерозія та деградація ґрунтів, скорочення аграрного потенціалу;
- підтоплення територій.

Разом з тим існують транскордонні ризики, які мають найбільший вплив як на екологію, так і на господарську діяльність. Існує загроза виникнення екологічних катастроф.

Одним з таких ризиків є проведення гідротехнічних робіт Румунською стороною, що призвело до перерозподілу водного балансу.

Румунія проводить глибоководні та берегоукріплювальні роботи в Сулінському та Георгіївському каналах, що веде до штучного перерозподілу водного балансу на користь румунських рукавів річки[12].

Цей процес триває вже понад сто років. Ще в 1902 р. у мису Ізмаїльський Чатал була створена струєнаправляюча дамба, яка частково перекрила частину Кілійського гирла Дунаю з метою збільшити об'єм води, що надходить у Сулінське гирло. У поєднанні з роботами з облаштування Сулінського та Георгіївського каналів (спрямування, поглиблення, розширення, зміцнення берегів камінням та бетоном) це зрештою призвело до перерозподілу дунайського стоку на користь Румунії. І якщо на початку ХХ ст. по Кілійському гирлу проходило 70 % дунайської води, то до 2003 р. цей показник знизився до 52 %. Також додатковим фактором зниження української частки у водному балансі річки стало будівництво Румунією

штучних каналів, які щорічно відбирають близько  $2\text{км}^3$  води з Кілійського русла [12].

Гідротехнічні роботи неминуче призводять до деградації української частини дельти Дунаю. Останнім часом відбувається процес обміління українських рукавів – Степового, Дунайця та Кислицького[12].

Діяльність молдавського порту Джурджулешти. У 1998 р. згідно з взаємною українсько-молдовською домовленістю щодо делімітації державного кордону ділянку дунайського узбережжя було передано Україною Молдові. На цій ділянці в 2006 р. було збудовано нафтовий термінал, а потім низку інших портових споруд. Причальні споруди Джурджулештського порту розташовані у найвужчому місці міжнародного фарватеру – на ділянці, яка безпосередньо примикає до місця впадання у Дунай річки Прут. Вже через одне лише своє розташування вони несуть загрозу судноплавству та регіональній екосистемі [12].

Рух суден тут здійснюється в вкрай складних гідрологічних умовах, на звуженому через острова відрізку фарватеру, при швидкості перебігу понад 2 м/с і дуже мінливому руслі. Ділянка на лівому березі, де розташовані портові споруди, має схильність до розмивання, а острів, розташований навпроти, постійно нарощується річковими наносами у бік судноплавного фарватеру. Виконання робіт по укріпленню берегів призвело до ще більшого звуження фарватеру, а отже, до збільшення і так високої швидкості течії Дунаю на цій ділянці. Протипожежні вимоги стосовно терміналу нездійсненні у принципі. Окремою проблемою є очищення стічних вод терміналу. Технологія, закладена в проект, просто не в змозі досягти належного рівня очищення. Крім того, Джурджулештський нафтовий термінал збудований у зоні, схильній до паводкових затоплень, і у разі таких виникає ймовірність аварій сховищ нафтопродуктів, а це вже екологічна катастрофа [12].

Будівництво та подальша експлуатація нафтового терміналу у Джурджулештах порушує екологічну безпеку придунайського регіону України за такими напрямками:

- виникає загроза водопостачанню, як питному, так і технічному (водозабори в містах Рені, Ізмаїл, Кілія, Вилкове), а також водоспоживання для цілей сільського та рибного господарства;
- під загрозою виявляється стійкість екосистем придунайських озер (Кагул, Картал, Кугурлуй, Ялпуг, Саф'ян, Катлабух та Китай) та використання їх природних ресурсів (рекреаційних, рибних та водних);
- виникають побоювання за збереження біологічного різноманіття цінних природних об'єктів природно-заповідного фонду України: Регіонального ландшафтного парку «Ізмаїльські острови», Дунайського біосферного заповідника, водно-болотних угідь міжнародного значення «Озеро Кугурлуй» та «Озеро Картал» та приустьового лісу;
- спостерігається виснаження природно-ресурсного потенціалу північно-західної частини Чорного моря та дельти Дунаю [12].

### 3.1 Гідроморфологічні зміни

Гідроморфологічні зміни суббасейну Нижнього Дунаю відбулись в основному в 60-тих роках ХХ століття в період збільшення площ орних земель та розвитку меліорації. В цей період на всіх малих річках були побудовані греблі, які перекривали русла річок. Замість природних русел були збудовані канали, які одамбовувались з одної сторони. Одамбування каналів зменшувало водозбірну площу на 50%. Фахівці визначили три ключові чинники гідроморфологічної дії, що мають значення для усєї території суббасейну Нижнього Дунаю[16]:

- порушення цілісності річки;
- порушення зв'язків між сусідніми водно-болотними угіддями/заплавами;
- гідрологічні зміни.

Побудовані численні греблі на малих річках, призвели до їх занепаду. Річки пересихають, їх русла поросли очеретом та зникають. Відродження малих річок можливе у випадку зменшення кількості гребель та розчищення природних джерел і русел.

Переважна більшість малих річок суббасейну Нижнього Дунаю зарегульовані, а саме – на руслах малих річок побудовані греблі, які перетинають русла малих річок та зменшують водність водного об'єкту.

В середині минулого століття почалося активне освоєння заплави пониззя Дунаю. Для захисту населених пунктів, портових споруд, промислових підприємств, сільгоспугідь, риборозплідних ставків і меліоративних об'єктів від затоплення уздовж українського берега Дунаю від м. Рені до м. Вилкове в 1955–1970 рр. був побудований комплекс протипаводкових гідротехнічних споруд загальною довжиною 239 км, у тому числі 215 км дамб і 21 шлюз для регулювання, наповнення й скидання води із Придунайських водойм і зрошувальних систем [12].

Побудова дамби вздовж Дунаю (на відстані 100–150 м від річки) на ділянці Рені – Ізмаїл, де русло має найбільшу ширину (місцями до 1600 м і глибиною до 20 м), заблокувало природний водообмін з озерами і затоплення заплави. Після зарегулювання водойм порушилися просторово-часові характеристики водообміну.

Сучасний режим водообміну водойм з рікою Дунай полягає в тому, що в період весняного водопілля відкриваються шлюзи на з'єднуючих річку й озеро каналах і відбувається наповнення водойм до нормального підпірного рівня. На період вегетації шлюзи закриваються і відбувається спрацювання озер-водосховищ на водокористування. Восени, якщо рівні води в р. Дунай

нижчі за рівні води в водоймі, відбуваються скиди мінералізованих вод у р. Дунай до відміток РМО. Після цього шлюзи знову закриваються на зимовий період. В осінньо-зимовий період рівень води в озерах досягає мінімальних значень і коливається незначно. Незважаючи на наявність шлюзів, зменшився водообмін з р. Дунай.

У 90-х рр. почалось зменшення площ зрошення, відповідно і заборів води із Придунайських водойм, а головне – підкачок в озера дунайської води, що призвело до погіршення якості води у Придунайських озерах, зокрема, підвищення її мінералізації, збагачення біогенними елементами, органічною речовиною і токсичними речовинами. Озера фактично перетворились на приймальники дренажного, побутового та промислового стоків.

За останні роки в пониззі Дунаю відбулись значні гідрологічні зміни. Кілійський рукав є прямим продовженням Дунаю в межах дельти і самим водоносним рукавом, тому й вважається головним рукавом дельти. На своєму протязі Кілійський рукав кілька разів розділяється і знову з'єднується у єдине русло, формуючи дві внутрішні і одну зовнішню морську дельту – Кілійську дельту, яка є найбільш швидконаростаючою частиною дельти Дунаю[4].

Кілійський рукав річки Дунай розділяється на водотоки: лівий Кіслицький, правий Іванешти і Середній рукав. На початку ХХ ст. по Кіслицькому рукаву проходило майже 60% стоку Кілійського рукава. Стік Кіслицького рукава значно зменшився та складає 4 % від стоку Кілійського рукава. Основною причиною відмирання Кіслицького рукава є замулення [12].

Переважає більшість русел малих річок пониззя Дунаю змінені настільки, що вони не відрізняються від віддамбованих з двох боків каналів, які втратили водозбірну площу внаслідок віддамбування.

Кілійська дельта розташована в межах Дунайсько-Дністровської підобласті геоморфологічної області Причорноморської низовини. Поверхня

дельти майже горизонтальна з невеликим підйомом у північній частині. Найвищими ділянками є прируслові гряди й приморські коси островів (середня відносна висота 0,5–1,0 м). Центральні частини островів мають рівнинний знижений рельєф з озерами й протоками. Поруч із природними, на території Кілійської дельти є штучні піднесення – дамби й наливні вали (результат штучного поглиблення руслових ділянок).

З природоохоронного погляду дельта Дунаю – природне малопорушене у Європі середовище, яке є також наймолодшою геоморфологічною формацією континенту.

Дельта Дунаю є унікальним геологічним об'єктом, тут є можливість наочно спостерігати сучасні літодинамічні процеси дельтаутворення: змінюються береги, з'являються нові острови, коси, затоки. Найбільш активні літодинамічні процеси спостерігаються в районі Кілійської дельти – наймолодшої частини Дунайської дельти, яка почала формуватися приблизно 300 років тому[11].

На даний час зона Кілійської дельти й руслової частини Кілійського рукава дуже динамічні. Поруч із нарощуванням відкладів у дельті мають місце процеси розмиву приморських ділянок островів. При нестачі проточної води русла замулюються, живі протоки переходять в тупикові, а потім відмирають, заростаючи очеретом. Таким чином змінюється вигляд самої дельти, а також положення і форма морського узбережжя. При рості дельти відбувається висування русел у море. Швидкість наростання Кілійської дельти в наш час становить біля 0,22 км<sup>2</sup>/рік, а швидкість її висування у море становить на різних ділянках від 0,3 до 34 м/рік [12].

Швидкість зростання дельти напряму залежить від кількості твердого стоку Дунаю і кількості атмосферних опадів на площі водозбору Дунаю – в багатоводні періоди активізується розмив з прилеглих територій суші. Крім того, інтенсивність дельтаутворюючих процесів залежить від тектонічних рухів, рівня моря, повноводності водотоків, господарської діяльності

людини. Підвищення рівня моря, з одного боку, призводить до розмиву берегової частини дельти, з іншого – створює умови для більшого замулювання рукавів, оскільки зменшується швидкість течії в водотоках.

Сучасні літодинамічні процеси в дельті Дунаю обумовлюють екологічний стан та господарську діяльність в цьому регіоні, а тому потребують вивчення і постійного моніторингу. Процеси наростання й розмиву морського краю Кілійської дельти за короткі проміжки часу (1–2 роки) часто зворотні й дуже мінливі – після сильних штормів відбувається зміна положення молодих акумулятивних форм й їхня деформація [12].

Найбільший вплив на сучасні морфологічні процеси Кілійської дельти чинять:

- зниження твердого стоку річки Дунай (через будівництво гребель на Дунаї та його притоках),
- перерозподіл стоку між Тульчинським і Кілійським рукавами, підвищення рівня Чорного моря.

Стійка багаторічна тенденція полягає в постійному збільшенні частки стоку Тульчинського рукава.

Скорочення частки стоку Кілійського рукава, деякі зміни руслового водного балансу на його протязі і проведення водогосподарських заходів привели до зміни гідролого-морфологічних характеристик водотоків цієї частини дельти.

Стік рукавів першої та другої внутрішніх дельт Кілійського рукава за останнє десятиліття в цілому скоротився. Водотоки морської Кілійської дельти також змінили свій стан. Рукав Бистрий і Очаківський у природному стані дещо скоротили стік, Старостамбульський – практично не змінив свою водність.

Періодичне проведення гідротехнічних робіт у період 2004–2007 рр. на барі рукава Бистрий викликало деяку активізацію водотоку. Найбільш істотно за останні роки скоротив витрати води рукав Прорва.

Подальше скорочення стоку Кілійського рукава буде знижувати водність рукавів Кілійської дельти, за винятком рукава Бистрий, у якому зараз сконцентровано 17,6 % загального стоку Кілійського гирла.

Дрібні рукава Лімба й Курильський можуть припинити своє існування. В умовах зниження обсягів дунайської води в Кілійській дельті залишаються живими лише крупні рукави, а дрібні протоки поступово замулюються і відмирають. Цьому сприяють також і тектонічні процеси – підйом блоків земної кори в північній та південній частинах Кілійської дельти

### 3.2 Проблема придунайських озер

В історичному плані Придунайські озера, розташовані в Одеській області, були невід'ємною частиною цілісного дельтового комплексу р. Дунай. Водообмін між озерами та річкою недостатній, що негативно впливає на гідрохімічний склад озерної води. Мінералізація води у верхів'ях озер Ялпуг, Катлабух та Китай зростає до 1,2 – 5 г/л. Вода стала непридатною для питного водопостачання та зрошення [16, 17, 18].

Крім того, падає рівень води, що у свою чергу веде до того, що йде вода з артезіанських свердловин і колодязів, що для регіону, що відчуває дефіцит води, дуже критично.

Підвищення мінералізації води веде до виникнення частих і масових заморів риби, що ще більше погіршує якість води.

На стан екосистеми придунайських озер впливає їх прикордонне становище. Так практично вся територія басейну річки Ялпуг знаходиться на півдні Молдови. Рівень очищення стічних вод залишається незадовільним, що призводить до того, що рівень забруднення озера часто перевищує допустимі норми. Аналогічна ситуація з озером Кагул, в який впадає річка, що протікає територією Республіки Молдова.



В останні роки стан водних екосистем придунайських озер постійно погіршується, що призводить до природної екологічної катастрофи.

У найважчому стані зараз перебуває озеро Саф'яни: значна частина його висохла настільки, що розтріскалося дно. Приблизно так само виглядає і озеро Лунг, що входить до складу ландшафтного заповідника місцевого значення Лунг. Обидві ці водойми розташовані поряд з озером Катлабух та є частиною системи Старонекрасівських плавнів. Самі Старонекрасівські плавні на даний момент повністю висохли: під час останнього виміру позначка в них опустилася до 0,18 м БС за рівня мертвого обсягу 0,7 м БС[17].

Водообмін Старонекрасівських плавнів, а відповідно озер Саф'яни та Лунг із Дунаєм здійснюється лише через шлюзований Громадський канал. Проте ця гідротехнічна споруда нині перебуває у неробочому стані: затвори на шлюзі прогнили, а сам канал повністю замулений. В осені, коли рівень води в Дунаї підіймається, затвори каналу відкриваються, проте вода до Саф'ян практично не надходить. Така ситуація пов'язана із тим, що вода по Громадському каналу рухається, одночасно розливаючись і по плавнях (а це 1,5 тис. га). І лише після того, як у плавнях рівень підніметься до належного рівня, розпочинається заповнення Саф'янського лиману. Для вирішення цієї проблеми необхідно проводити роботу по розчищенню каналу[17].

В меншій степені від порушення гідрологічного режиму страждає оз. Катлабух, яке є найбільшою водоймою системи Старонекрасівських плавнів. Після примусового підкачування води в це озеро рівень води в озері вдалося підняти на 40 см. Коли ж поповнення Катлабуха завершилося, позначка показувала 1,09 м БС. Зараз ситуація на озері знову плачевна: 0,72 м БС, що всього лише на два сантиметри вище за рівень мертвого обсягу[17].

Така плачевна ситуація склалася в екосистемі через несправність гідротехнічних споруд, що призвело до фактичної ізоляції озер від Дунаю. Але варто зазначити, що посуха в останні роки не найкраще вплинула і на

стан водойм системи Ялпуг-Кугурлуй, де шлюзи і канали знаходяться в відносно непоганому стані.

Так, за інформацією Ізмаїльського УВГ, на даний момент рівень води в Ялпузі, Карталі та Кугурлуй тримається на позначці 1,83 м БС, що лише на 3 см вище за рівень мертвого обсягу. А донедавна ситуація була ще гіршою: до того, як з 21 жовтня, після підвищення рівня Дунаю, почали по черзі піднімати шлюзи Прорва, Скунда та «105 км», рівень у цих озерах був лише 1,79 м БС[17].

Водообмін оз. Ялпуг з Дунаєм здійснюється через Кугурлуй, тому рівень мінералізації в першій водоймі завжди вищий, ніж у другій. Кугурлуй живиться річковою водою через шлюзовані канали Скунда, «105 км», а також через протоку Табачелло, яка з'єднує його з Карталом. До самого Карталу свіжа воданадходить через канал Прорва. Найбільш потужний канал Репіда, який служить для водообміну Кугурлуя з річкою, вже вісім років не використовується через аварійний стан шлюзу.

Рівень води на озері Кагул становить 2,71 м БМ (при НПУ 3,3 м БС та УМО 2,0 м БС). За нетривалий період, коли було відкрито шлюз Векета, озеро вдалося підняти на 4 см[17].

Стан озер Кагул, Ялпуг, Картал і Кугурлуй повністю залежить від підняття рівня води в самому Дунаї: при хорошому рівні води можливо здійснювати наповнення озер. Для порятунку системи Старонекрасівських плавнів необхідно проводити гідротехнічні роботи по розчищенню каналів.

Мінералізація придунайських озер зростає вниз за течією Дунаю. Це частково пояснюється тим, що в озера, розташовані вище за течією, надходить більше дунайської води, і таким чином загальна мінералізація озер Кагул та Кугурлуй близька до мінералізації дунайської води (0,4 г/л). З іншого боку, в озері Китай мінералізація вища за дунайську в 5 разів і складає близько 2,5 г/л. Чим вище мінералізація води, тим більшу частку від загальної мінералізації складають нітрати та сульфати, у той час як у менш

солоних озерах мінералізація близька до дунайської та основними іонами є карбонати кальцій/магній. Це відбувається через приплив високомінералізованої води малих річок та підземних вод, де рівень натрію та сульфатів високий у результаті раніше практикованого внесення на сільськогосподарські угіддя гіпсу для зменшення засолення зрошуваних земель [18].

Загальна мінералізація, концентрація забруднюючих та біогенних речовин збільшується в озерах з півдня на північ у міру віддалення від Дунаю та наближення до гирла малих річок, що впадають у озера.

У сучасних умовах спостерігається значне зменшення водообміну Дунаю з озерами в порівнянні з природними умовами, особливо в маловодні роки.

## ВИСНОВКИ

У Дунайському гирловому регіоні спеціалізація природокористування пов'язана з річковим і морським господарством, водним транспортом, суднобудівними, судноремонтними і рибообробні виробництвами, сільським господарством і резервуванням територій в заповідниках.

На річки в межах України розташовано порти: Рені, Ізмаїл, Кілія та Вилкове.

Важливою сферою використання Дунаю є зрошувальне землеробство. Водозабір здійснюється як з самого Дунаю, так і з Придунайських озер.

На річці здійснюється промислова та любительська рибна ловля.

На якість води в р. Дунай оказує вплив наявність великих та малих міст та промислових підприємств на його берегах.

На території регіону виділяються такі основні види природокористування як сільськогосподарське, водогосподарське, селітебне, природоохоронне. За інтенсивністю впливу на територію регіону слід виділити сільськогосподарське, селітебне та водогосподарське природокористування, які мають різний рівень антропогенно-техногенного навантаження, а за площею – сільськогосподарське.

Основне ареальне антропогенно-техногенне навантаження на навколишнє середовище регіону створює інтенсивне сільськогосподарське виробництво, серед яких: виноградарство, овочівництво, рисосіяння, плідівництво, баштанництво, молочно-м'ясне скотарство, свинарство, вівчарство та птахівництво.

Найбільшими джерелами забруднення поверхневих вод пониззя Дунаю є скиди з промислових об'єктів, неналежний стан інфраструктури водовідведення та очисних споруд, недотримання норм водоохоронних зон, змив та дренажування токсичних речовин із земель сільськогосподарського

призначення. До основних речовини, які надходять від антропогенних джерел та призводять до забруднення, відносяться сполуки важких металів, сполуки азоту та фосфору, нафтопродукти, феноли, сульфати, поверхнево-активні речовини. Останнім часом зростає забруднення поверхневих вод медичними відходами та мікропластиком, яке на сьогодні не контролюється.

В наслідок забруднення вод спостерігається виникнення різноманітних захворювань населення, зниження загальної резистентності організму і, що в свою чергу призводить до підвищення рівня загальної захворюваності, зокрема на інфекційні та онкологічні захворювання в регіоні.

Таким чином виходячи із сучасних умов природно-територіальних комплексів басейну та дельти р. Дунай, до основних видів антропогенного впливу в регіоні можна віднести:

- перетворення природних стійких ландшафтів – полинно-типчаково-ковилових степів в нестійкі – в агроценози з інтенсивним режимом використання (розорюванням земель, застосуванням добрив, пестицидів та інше);
- використання природних ландшафтів в природному вигляді для випасу худоби, сінокоси, рекреація і т.д.
- створення структур господарської діяльності, в тому числі міської та селітебної забудови, промислові комплекси, інфраструктура та інше;
- створення несанкціонованих звалищ з твердими побутовими відходами.

Інтегральним екологічним результатом незбалансованої ландшафтно-господарської структури, трансформації природно-територіальних комплексів і недотримання природоохоронного законодавства в українській частині Дунайського регіону стало:

- погіршення якості води в водоймах, в тому числі: спрощення трофічних ланцюгів, евтрофікація, гіпоксія і замори живих

організмів, утворення токсинів, накопичення мертвої органічної речовини, і замулювання, вторинне забруднення;

- порушення водного режиму водойм, в тому числі: збільшення ризику паводків і повеней у західних регіонах з високим шаром атмосферних опадів і навпаки, всихання, і осолонення поверхневих водойм в аридної зоні регіону;
- скорочення ландшафтного та видового різноманіття стратегічно важливого з природоохоронною точки зору об'єкта міжнародного значення, загроза зникнення Червонокнижкових та ендемічних видів, поширення інвазійних видів;
- зменшення екостабілізуючих угідь і порушення екологічного каркаса території, ерозія і деградація ґрунтів.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Общесведения о реке Дунай / Дунайская комиссия. URL: <https://www.danubecommission.org/dc/ru> (дата звернення 15.10.2021).
2. Клименко В.Г. Гідрологія України: Навчальний посібник для студентів-географів. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2010. 124 с.
3. Гидрология дельты Дуная / Под ред. В.Н. Михайлова. М.: «Геос». 2004. 448 с.
4. Оцінка стану вод української частини Нижнього Дунаю. / Технічний звіт «Інвентаризація складів отрутохімікатів та джерел забруднення води» / за ред. Коморіна В.М.; УкрНЦЕМ. Одеса, 2017. 282 с.
5. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС: основні терміни та їх визначення. Київ, 2006. 244 с.
6. Про затвердження меж районів річкових басейнів, суббасейнів та водогосподарських ділянок: наказ Мінприроди України від 03.03.2017 р. № 103. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z0421-17> (дата звернення 01.08.2022).
7. Полищук В.С., Замбриборщ Ф.С., Тимченко В.М. и др. Лиманы Северного Причерноморья / за ред. О.Г. Миронова. Київ: Наукова думка, 1990. 204 с.
8. Романчук М.Є., Лященко О.С. Особливості гідрологічного режиму р. Дунай на ділянці м. Рені - м. Вилкове / Вісник Одеського державного екологічного університету, 2015, №19. С. 95 – 99.
9. Экологические риски в трансграничном бассейне реки Дунай / Центр оценки социальных и экологических рисков. URL: <https://coser.com.ua/experts/162-ekologicheskie-riski-v-transgranichnom-bassejne-reki-dunaj> (дата звернення 20.10.2021).

10. Кравченко В.О., Артеменко С.В., Бройде З.С. та ін. План дій Європейської стратегії розвитку Дунайського регіону: аналіз та перспектива впровадження в Україні / Міжнар. Благодійна орг.. «Екологія-Право-Людина»; За заг. ред. О.В. Кравченко. Львів: Манускрипт, 2012. 118 с.

11. Лебедець О.М., Тичина А.К. Українське Подунав'я: минуле та сучасне: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Одеса: Астропринт, 2002. 208 с.

12. Управление трансграничными водными ресурсами в бассейнах рек Дунай и Сава / «Центрально-Азиатский Диалог по использованию возможностей многосекторального финансирования путем усиления взаимосвязи «вода-энергия-продовольствие».РЭЦЦА, 2019. 30 с.

13. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області. URL: <https://mepr.gov.ua/timeline/Regionalni-dopovidi-pro-stan-navkolishnogo-prirodnogo-seredovishcha.html>(дата звернення 17.10.2021).

14. Річний звіт з питань управління водними ресурсами суббасейну нижнього Дунаю / Басейнове управління водних ресурсів річок Причорномор'я та нижнього Дунаю, Державне агентство водних ресурсів України. Одеса, 2020. 52 с.

15. У Вилково через борг в 7 тисяч гривень зупинилися очисні станції, побудовані за 4 мільони євро. URL:<https://izbirkom.org.ua/news/ekologiya-10/2021/u-vilkovo-zupinilisya-ochisni-stanciyi-pobudovani-za-4-miljoni-yevro-cherez-borg-v-7-tisyach-griven/>(дата звернення 30.10.2021).

16. Ковальчук Л.Й., Мокієнко А.В. Сучасний еколого-гігієнічний стан водних об'єктів Українського Придунав'я / Актуальные проблемы транспортной медицины, 2014. № 3 (37). С. 171 – 183.

17. Стрепетова С.Бедственное положение придунайских озер: виновата не только засуха, но и коррупция? URL: <https://dumskaya.net/news/bedstvennoe-polozhenie-bridunayskih-ozher-vinovat-130660/>



18. Соколов Ю.М., Стрюк Т.Ю., Сурков С.В. Екологічні проблеми дунайських озер пов'язані з обмеженою пропускною спроможністю підведених каналів / Вісник Одеського державного екологічного університету, 2010, вип.9. С. 18 – 24.