

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ГІДРОБІОЛОГІЇ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Погорелова Марина Сергіївна

УДК 581.526.3:556.53 (282.243.7.05)(043.5)

ДИСЕРТАЦІЯ
МАКРОФІТИ РІЗНОТИПНИХ РУКАВІВ ДЕЛЬТИ ВИСУНЕННЯ (НА
ПРИКЛАДІ КІЛІЙСЬКОЇ ДЕЛЬТИ ДУНАЮ)

03.00.17 – гідробіологія

Біологічні науки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Погорелова М.С.

Науковий керівник: Дьяченко Т.М., к.б.н., с.н.с.

Київ – 2021

АНОТАЦІЯ

Погорєлова М.С. Макрофіти різнотипних водотоків дельти висунення (на прикладі Кілійської дельти Дунаю). – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 03.00.17 «Гідробиологія» (091 – Біологія). – Інститут гідробиології НАН України, Київ, 2021.

Дисертація присвячена макрофітам рукавів морської дельти Кілійського рукава Дунаю (КДД). На підставі багаторічних наукових досліджень вивчено видове багатство, таксономічну, географічну, екологічну структуру та синтаксономічний склад макрофітів у рукавах та інших водотоках КДД. Виявлено рідкісні та адвентивні для водної флори види макрофітів. Встановлено основні закономірності розподілу макрофітів в межах окремого рукава та особливості їх заростання. Проведено порівняльний аналіз флористичного, синтаксономічного складу, екологічної структури макрофітів та характеру заростання різнотипних рукавів. Показано, що антропогенний перерозподіл стоку справляє істотний вплив на досліджувані показники. Вивчено флору, рослинність та особливості заростання єриків міста Вилкове.

Дослідженнями було охоплено майже все різноманіття рукавів КДД. Модельними об'єктами обрані дев'ять рукавів – п'ять з підсистеми рукава Очаківський (окрім нього Прорва, Гнеушів, Анкудинів, Білгородський) та чотири – з підсистеми рукава Старостамбульський (окрім нього Бистрий, Восточний, Отножний). Також були вивчені чотири єрики в межах КДД (два – з Очаківської підсистеми та два – зі Старостамбульської) і 12 єриків м. Вилкове.

Проведені дослідження показали, що видове багатство макрофітів водотоків КДД нараховує 41 вид, який відноситься до 27 родів, 21 родини, 16 порядків, 4 класів та 3 відділів. Переважна кількість видів припадає на відділ Magnoliophyta і складає 90,3 % (37 видів). У межах відділу домінує клас Liliopsida, частка якого складе 83,8 %. Домінування цього класу є характерним для водних флор загалом та для водної флори

України зокрема [17, 89]. За кількістю видів домінує родина Potamogetonaceae. Серед рідкісних рослини, що охороняються на території України, були виявлені: *Salvinia natans* (L.) All., *Nymphoides peltata* (S.G.Gmel.) Kuntze та *Trapa natans* L. s.l., серед регіонально рідкісних (які охороняються тільки на території Одеської області) – вразливий *Lemna gibba* L. та недостатньо вивчені – *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla, *Najas marina* L., *Potamogeton gramineus* L., *Typha grossheimii* Pobed. Адвентивна фракція флори представлена 6 видами (14,6 % від загальної кількості), із них: 1 – археофіт південно-східноазіатського (*Acorus calamus* L.) і 5 – кенофіти північноамериканського походження (*Azolla caroliniana* Willd., *Azolla filiculoides* Lamark, *Elodea canadensis* Michx., *Sagittaria latifolia* Willd., *Vallisneria spiralis* L.).

Екологічна структура водної флори включає екотипи гідрофіти (з домінуванням екогрупи вільноплаваючі на поверхні води види), гелофіти (з рівною представленістю екогруп високотравних та низькотравних гелофітів) та гірогелофіти.

В хорологічному спектрі регіональних груп переважають види з циркумполярним поширенням – 18 видів (44%). Друге місце поділяють види, що мають космополітне та євразійське поширення – по 8 видів (19,5 %). На третьому місці види євро-сибірського поширення – 4 (9,8 %). Найменше видів євро-північноамериканського поширення – 3 (7,3 %). По відношенню до океанічності-континентальності домінує група індіферентних видів – 25 (61%); євриокеанічна група нараховує 14 (34.1%); євриконтинентальна – 2 (або 4.9 %).

За класифікацією Браун – Бланке водна рослинність рукавів КДД відноситься до 3 класів, 3 порядків, 4 союзів та 10 асоціацій. Клас Lemnetea представлений одним порядком Lemnetalia minoris та союзом Stratiotion. Незважаючи на те, що найбільша кількість видів у флорі рукавів відноситься до групи вільноплаваючих, в межах класу була відмічена лише одна асоціація – Lemno-Hydrocharitetum morsus-ranae Oberd. 1957, угруповання якої трапляються рідко: поширені у відмираючих рукавах (Отножний, Білгородський) та єриках. Клас Potamogetonetea представлений одним порядком (Potamogetonetalia), двома союзами (Nymphaeion та Potamogetonion) та чотирма

асоціаціями. Угрупування розповсюджені переважно на мілководдях рукавів різної активності. Дві асоціації цього класу (*Nymphoidetum peltatae* Bellot 1951 та *Trapaetum natantis* Kárpáti 1963) занесені до Зеленої книги України. Клас *Phragmiti-Magnocaricetea* представлений одним порядком (*Phragmitetalia*), одним союзом (*Phragmition communis*) та п'ятьма асоціаціями. До цього класу належать найбільш поширені в рукавах ценози асоціації *Phragmitetum australis* Savič 1926.

Будова ложа рукавів (зі швидким наростанням глибин і малою площею мілководь), високі швидкості течії в паводковий період та значна каламутність води сприяють тому, що макрофіти у діючих рукавах КДД мають незначне поширення. Більшість видів віддають перевагу глибинам 0,4-0,9 м та не просуваються глибше 1.5 - 1.8 м. Кількість видів вкорінених гідрофітів та гідрофітів з плаваючим на поверхні води листям зі збільшенням глибини знижується. На максимальних глибинах (2,5 м) відмічено лише високотравні гелофіти (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud).

Визначено, що процес заростання рукава макрофітами може відбуватися декількома способами, що залежить від рівня скорочення стоку рукавом.

Екологічні групи рослин майже рівномірно представлені в усіх частинах рукавів, однак в кінцевих ділянках є тенденція до зростання ролі видів з плаваючим на поверхні води листям. Видове різноманіття макрофітів має тенденцію до зростання на початку і в кінці рукавів та зменшення в їх середній частині. При цьому зміна видового різноманіття між середньою та кінцевою частиною рукава, незалежно від того, впадає він в море або в інший рукав, доведена статистично. Це зумовлено різноманітністю умов середовища, що призводить до появи крайового ефекту. На відміну від рукавів, в ериках схожа картина не спостерігається, однак вони, як екотонні зони при переході між лентичними та лотичними системами, мають вище видове різноманіття на всьому протязі, ніж прилягаючі до них водні об'єкти (рукав та затока).

За гідроморфологічними особливостями та рівнем стоку водотоки КДД об'єднуються в п'ять груп кластерів: природні ерики КДД, що з'єднують водотоки з водоймами (I); штучні ерики м. Вилкове та КДД (II); рукави з високим рівнем

стоку(III), середнім(IV), та низьким або відсутнім(V). Виділені групи кластерів істотно розрізняються за флористичним, ценотичним складом рослинності та характером заростання. Між таксономічною, географічною та екологічною структурами макрофітів в різних кластерах достовірної різниці не виявлено.

В рукавах з середнім, низьким та відсутнім рівнем стоку зустрічаються угруповання всіх трьох класів рослинності. Тут також відмічено найбільше видове багатство: 13 – 23 (в середньому 18) для рукавів з середнім та по 19 видів – з низьким та відсутнім рівнем стоку. Відмінність для даних кластерів рукавів проявляється в різній кількості видів, що відмічені на описових ділянках – в середньому 5 видів для рукавів з низьким та відсутнім стоком та 2 види – з середнім рівнем стоку. Між відсотком водного стоку рукавом та відсотком його заростання існує сильна обернена кореляційна залежність (тобто при зменшенні рівня стоку зростає відсоток заростання рукава макрофітами).

Проведена кількісна оцінка антропогенного впливу на рукава КДД і встановлені референсні умови. Проаналізовано ряд європейських індексів, що використовуються для оцінки екологічного стану водотоків (MIR, MTR, IBMR), які відрізняються бальною оцінкою проективного покриття, індикаторними значеннями та екологічною валентністю видів (для MIR та MTR). Згідно кореляційного аналізу, найбільший взаємозв'язок між антропогенним навантаженням на рукава та значенням індексу спостерігається для IBMR ($r = -0,78$). Обумовлено це як відповідністю індикаторних видів тим, що зростають в рукавах КДД, так і врахуванням екологічної валентності видів в індексах IBMR та MIR. Для індексу IBMR встановлені референсні показники, які можна використовувати для всіх масивів поверхневих вод типу «дуже велика річка на низовині в силікатних породах Понтійської провінції». З його допомогою проведено оцінку екологічного стану рукавів КДД.

Ключові слова: макрофіти, водотоки, Кілійська дельта Дунаю, водна флора та рослинність, комплексна оцінка екологічного стану водотоків.

SUMMARY

Pohorielova M.S. Macrophytes of different types of wave-dominated delta distributary channels (on the example of the Kilia Danube Delta). – Manuscript.

Thesis for the degree of candidate of biological sciences (philosophy doctor) on the specialty 03.00.17 «Hydrobiology» (091 – Biology). – Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine, Kyiv, 2021.

The dissertation is devoted to macrophytes in the distributary channels which flow in the Kilia sea delta of Danube (KDD). The paper is based on long-term research of species richness and composition as well as geographical and ecological structure of macrophytes in the distributary channels and other watercourses of KDD. Rare and adventive species were identified for aquatic flora. There are established the basic features of macrophytes distribution within a separate distributary channel and their overgrowth peculiarities. A comparative analysis was conducted of floristic, syntaxonomic composition, ecological structure of macrophytes, and the nature of different watercourses overgrowth types. It is shown that anthropogenic redistribution of runoff has a significant impact on the studied indicators. The flora, vegetation and peculiarities of overgrowth of yeriks (small artificial channels) in Vilkovo have been studied.

The research covered almost all the variety of KDD distributary channels. Nine of them were selected as model objects. Those are from the Ochakiv subsystem (Prorva, Gneushiv, Ankudyniv, Belgorodskiy) and from the Starostambulsky subsystem (Bystry, Vostochny, Otnozhny). Also, four yeriks within the KDD (two from the Ochakiv subsystem and two from the Starostambul subsystem) and 12 yeriks within Vilkovo city were studied.

Studies have shown that the species richness of macrophytes of KDD watercourses has 41 species which belongs to 27 genera, 21 families, 16 orders, 4 classes and 3 divisions. The predominant number of species falls on the division of Magnoliophyta that is 90,3 % (37 species). The Liliopsida class dominates within the division (83,8 %). The dominance of this class is specific for aquatic flora in general and for the aquatic flora of Ukraine in particular [17, 89]. The Potamogetonaceae family dominates by the number of species. Among the rare

plants protected throughout Ukraine were found next species *Salvinia natans*, *Nymphoides peltata* and *Trapa natans*. Among the regionally rare, which are protected only throughout Odessa region, were found vulnerable *Lemna gibba* and insufficiently studied *Bolboschoenus maritimus*, *Najas marina*, *Potamogeton gramineus*, *Typha grossheimii*. The adventive fraction of flora is represented by 6 species (14,6 % of the total) which includes one archeophyte of South-East Asia (*Acorus calamus*) and 5 kenophytes of North America origin (*Azolla caroliniana*, *A. filiculoides*, *Elodea canadensis*, *Sagittaria latifolia*, *Vallisneria spiralis*).

The ecological structure of aquatic flora includes three ecotypes. They are hydrophytes (with the dominance of free-floating on the water surface species ecogroup), helophytes (with equal representation of high-grass and low-grass helophytes ecogroups) and hygrophelophytes.

The chorological spectrum of regional groups is dominated by species with circumpolar distribution - 18 species (44%). The second place is shared by species with cosmopolitan and Eurasian distribution - 8 species each (19,5 %). In the third place is the Euro-Siberian type to which 4 species belong (9,8 %). The least species are of Euro-North American distribution – 3 (7,3 %). A group of indifferent species dominates in relation to oceanicity-continentiality to which 25 species belong (61%) the euriocenic group consists of 14 (34,1 %) and to eurycontinental belong two species (or 4,9 %).

According to the Brown - Blanquet classification the aquatic vegetation of KDD distributary channels belongs to 3 classes, 3 orders, 4 unions and 10 associations. The class Lemneta is represented by the only order Lemnetalia minoris and the union Stratiotion. Despite the fact that the largest number of species in the inspected flora belongs to the group of free-floating within the class was noted only one association - Lemno-Hydrocharitetum morsus-ranae Oberd. 1957. The communities of this association are common in slow flow distributary channels (Otnozhny, Belgorodskiy) and yriks. The class Potamogetonetea is represented by one order (Potamogetonetalia), two unions (Nymphaeion and Potamogetonion) and four associations. The groups are distributed mainly in the shallows of the sleeves of various activities. Two associations of this class (Nymphoidetum peltatae

Bellot 1951 and *Trapa natantis* Kárpáti 1963) are listed in the Green Book of Ukraine. The class Phragmiti-Magnocaricetea is represented by one order (Phragmitetalia), one union (Phragmition communis) and five associations. This class includes the most common in the sleeves of the cenoses of the association *Phragmitetum australis* Savič 1926.

The structure of the bed of the distributary channels (which has a rapid increase in depth and a small area of shallow water), high flow velocities during the flood period, and significant turbidity of the water set the circumstances under which macrophytes have little distribution. Most species prefer depths of 0,4 - 0,9 m and do not move deeper than 1,5-1,8 m. The number of species of rooted hydrophytes and hydrophytes with leaves floating on the water surface decreases with increasing depth. At maximum depths (2,5 m) only high-grass helophytes (*Phragmites australis*) were observed.

It is determined that the process of overgrowing the distributary channel with macrophytes can occur in several ways, depending on the level of reduction of runoff.

Ecological groups of plants are almost evenly represented in all parts of the sleeves, but in the final areas there is a tendency to increase the role of species with leaves floating on the water surface. Species diversity of macrophytes tends to increase at the beginning and end of the distributary channels and decrease in their middle part. At the same time, a significant change in species diversity between the middle and end of the distributary channel, regardless of whether it flows is statistically proven. This is due to the heterogeneity of environmental conditions, which leads to the appearance of a edge effect. Nevertheless, a similar pattern is not observed in the yerics but they have a higher variety of species throughout than the adjacent water bodies (a distributary channel and a bay) as ecotonic zones in the transition between lentic and lotic systems.

According to hydromorphological features and runoff levels, KDD watercourses are grouped into five groups of clusters: nature KDD yerics, which connect watercourses with reservoirs (I); artificial yerics of Vilково and KDD (II); distributary channels with high runoff (III), medium (IV), and low or absent (V). The selected groups of clusters differ significantly in floristic, coenotic composition of vegetation and the nature of overgrowth.

There is no significant difference between the taxonomic, geographical and ecological structures of macrophytes.

In the distributary channels with medium, low and no runoff, there are groups of all three classes of vegetation. The largest species richness is also noted here: 13 – 23 (average 18) for those with medium and 19 species with low and absent runoff. The difference between these clusters is manifested in the different number of species observed in the field survey sites with average of 5 species for those which have low and absent runoff and 2 species – with medium. There is a strong inverse correlation between the percentage of water runoff by the distributary channel and the percentage of its overgrowth.

A quantitative assessment of the anthropogenic impact on KDD distributary channels was carried out and reference conditions were established. Some of European indices were used to assess the ecological state of watercourses (MIR, MTR, and IBMR). They are differing in the score of relative abundance, indicator values and ecological valence of species (MIR and MTR). According to the correlation analysis, the largest relationship between the anthropogenic impact and the index values is observed for IBMR ($r = -0,78$). This is due to both the compliance of indicator species with those growing in the distributary channels of the KDD, and taking into account the ecological valence of species in the IBMR and MIR indices. For the IBMR index were set the reference conditions which can be used for surface waters type very large river in the lowlands in the silicate rocks of the Pontus province. With its help the estimation of an ecological condition of sleeves of KDD is carried out.

Key words: macrophytes, distributary channels, Kilia delta of the Danube, aquatic flora and vegetation, comprehensive assessment of the ecological status of watercourses.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Колективні монографії:

1. Мантурова О. М., Серeda Т. М., **Погорєлова М. С.**, Білоус О. П., Дяченко Т. М. Розподіл і фізіономія рослинних угруповань. *Управління транскордонним басейном Дністра: встановлення референційних показників для оцінки екологічного стану масивів поверхневих вод*. За ред. С. О. Афанасьєва, О. В. Мантурової. К.: Кафедра, 2019. С. 103–137 с. (Відбір, обробка та аналіз натурних даних, участь у написанні розділу)

Статті у фахових наукових виданнях

2. **Черткова М.С. (Погорєлова М.С.)**. Порівняльна характеристика водотоків Кілійської дельти Дунаю за судинними макрофітами. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.* 2015. № 3–4 (64). С. 713–717.

3. Lyashenko A. V., Zorina-Sakharova K. Ye., Guleykova L. V., **Pogoryelova M. S.** Peculiarities of the Structural and Functional Characteristics of Contact Hydrobiocenoses. *Hydrobiological Journal*. 2020. Vol 56, No 1. P. 3 - 23. (Відбір, обробка та аналіз натурних даних, участь у написанні статті)

4. **Погорєлова М.С.** Прояв крайового ефекту в структурі заростей макрофітів при зміні гідрологічного режиму. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.* 2020. № 3–4. С. 84–90.

5. **Погорєлова М.С.** Структура водної флори водотоків Кілійської дельти Дунаю. *Biodiversity, ecology and experimental biology*. 2020. № 2. С. 44–51.

Тези та матеріали конференцій

6. **Черткова М.С.** Макрофиты ериков города Вилково. *Актуальні проблеми сучасної гідроекології: збірник матеріалів науково-практичної конференції, присвячені 95-річчю заснування Національної академії наук України*. Київ, 2013 р. С. 98–99.

7. Дьяченко Т.Н., Морозова А.А., **Черткова М.С.** Макрофиты водотоков Килийской дельты Дуная. *Гидробиотаника 2015: материалы VIII Всероссийской*

конференции с международным участием по водным макрофитам (Борок, 16 – 20 октября 2015 г.). Ярославль, 2015. С. 100–103.

8. **Черткова М.С.** Визначення трофічного статусу водотоків Кілійської дельти Дунаю за індексом MTR. *Сучасна гідроекологія: місце наукових досліджень у вирішенні актуальних проблем*: збірник матеріалів науково-практичної конференції, присвяченої 75-річному ювілею Інституту гідробіології НАН України. Київ, 2015. С. 71–72

9. **Черткова М.С.** Угрупування судинних макрофітів водотоків Кілійської дельти Дунаю. *Сучасна гідроекологія: місце наукових досліджень у вирішенні актуальних проблем*: матеріали III наук. практичної конф. для молодих вчених. Київ, 2016. С. 55–56.

10. **Погорєлова М.С.** Структура заростей макрофітів на різних глибинах водотоків дельтової ділянки річки (на прикладі Кілійської дельти Дунаю). *Водні екосистеми та збереження їх біорізноманіття*: збірник наукових праць I Всеукраїнської науково-практичної конференції. Житомир, 2018. С. 77–80.

11. Афанасьєв С. О., Летицька О. М., Мантурова О. В., **Погорєлова М. С.** Методичні рекомендації зі встановлення референційних умов для масивів поверхневих вод України на прикладі басейну р. Тиси. К., 2019. 52 с.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ВВР – вищі водні рослини

ВП – вільно плаваючі на поверхні води гідрофіти

З – занурені вкорінені гідрофіти

ЗПЛ – вкорінені гідрофіти з плаваючим на воді листям

КЕЯ – коефіцієнт екологічної якості

КДД – зовнішня (морська) Кілійська дельта Дунаю

МПВ – масив поверхневих вод

ПП – проективне покриття

ПТ – вільно плаваючі в товщі води гідрофіти

ЗМІСТ

ВСТУП.....	15
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	19
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	25
РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ	31
3.1. Загальні відомості	31
3.2. Характеристика та аналіз досліджених водотоків.....	40
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ВОДНОЇ ФЛОРИ ВОДОТОКІВ	
КДД.....	46
4.1. Таксономічна структура	46
4.2. Екологічна структура.....	49
4.3. Географічна структура.....	54
РОЗДІЛ 5. СИНТАКСОНОМІЧНИЙ СКЛАД ВОДНОЇ РОСЛИННОСТІ	
РУКАВІВ КДД.....	59
5.1. Характеристика синтаксонів макрофітів рукавів КДД	59
5.2. Індикаційні можливості виділених рослинних асоціацій	69
РОЗДІЛ 6. МАКРОФІТИ В МЕЖАХ ОКРЕМИХ ВОДОТОКІВ	73
6.1. Розподіл макрофітів вздовж водотоку	73
6.2. Розподіл макрофітів в залежності від глибини.....	81
6.3. Заростання рукава при скороченні рівня стоку	83
РОЗДІЛ 7. ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МАКРОФІТІВ	
В РІЗНОТИПНИХ ВОДОТОКАХ.....	86
7.1. Макрофіти рукавів КДД.....	86
7.2. Макрофіти єриків Кілійської дельти Дунаю та міста Вилкове... 97	
7.3. Порівняльний аналіз структурних характеристик макрофітів	
у різнотипних водотоках	104
7.3.1 Кілійської дельти Дунаю	104
7.3.2 Інших дельт.....	109

РОЗДІЛ 8. ВИЗНАЧЕННЯ РЕФЕРЕНСНИХ УМОВ ТА ЕКОЛОГІЧНОГО	
СТАНУ МПВ	111
8.1. Оцінка антропогенного навантаження та встановлення	
референційних значень	111
8.2. Оцінка екологічного стану водотоків за макрофітами.....	116
ВИСНОВКИ.....	119
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	121
ДОДАТКИ.....	140

ВСТУП

Актуальність теми. Дельти висунення формуються на відкритому гирловому узмор'ї та є більш чутливими, ніж дельти виповнення, до зміни річкового стоку, що виражається в уповільненні чи пришвидшенні висування дельти в море. Ключовими елементами гідрографічної мережі дельт висунення та КДД зокрема, є рукави, які забезпечують існування, розвиток та функціонування водних та плавнево-літоральних екосистем дельти. Зміна гідроморфологічних параметрів окремої ділянки рукава може активізувати процеси перерозподілу стоку, призвести до збільшення активності одного рукава, замулення та посилення процесів заростання іншого. Як результат – зміниться напрямок і швидкість розвитку дельти, а також біорізноманіття окремих її ділянок. Вплив антропогенного втручання та глобальних кліматичних змін накладаються на природні процеси розвитку дельти, їх комплексна дія прискорює процеси скорочення та перерозподілу стоку зі всіма його наслідками.

Екотонне положення дельт сприяє формуванню тут високого біотичного різноманіття. Для його захисту на території КДД було створено Дунайський біосферний заповідник, а важливість збереження закріплена не лише на державному, а й на міжнародному рівнях прийнятими конвенціями та законами [59–62].

Одним з провідних компонентів екосистем КДД та її рукавів в тому числі є макрофіти, які, окрім інших, властивих їм функцій, створюють біогеоценотичні умови для пов'язаних з ними гідробіонтів, є місцями гніздування та кормовими угіддями для птахів. Вони виконують також роль природних біофільтрів та можуть бути як індикаторами вищеописаних змін, так і екологічного стану водного середовища.

При розробленні заходів зі збереження екосистем цього та інших природно-історичних об'єктів та прогнозу можливих змін їх рослинного покриву в результаті природних сукцесій та в залежності від антропогенного навантаження, важливо мати ефективну методику порівняння стану макрофітів за кількісними оцінками їх найбільш характерних показників.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась в Інституті гідробіології НАН України у відділі іхтіології та гідробіології річкових систем та пов'язана з науково-дослідною тематикою інституту: «Екологічні сукцесії гідробіоценозів дельти Дунаю» (№ 0111U001016), «Механізми взаємодії гідробіоценозів та формування біорізноманіття перехідних вод пониззя Дунаю» (№ 01160U002117), «Визначення сучасного стану та прогноз змін різноманіття гідробіонтів модельних водних об'єктів перехідних вод Азово-Чорноморського басейну» (№ 0113U002795), «Моніторинг гідробіологічних ресурсів, створення та розвиток системи оцінки екологічного стану водних об'єктів перехідних вод Азово-Чорноморського басейну з використанням підходів Водної Рамкової Директиви ЄС» (№ 0114U006195), «Оцінка екологічного стану водних об'єктів перехідних вод Азово - Чорноморського басейну з використанням підходів Водної Рамкової Директиви ЄС» (№ 0115U004098), «Кліматогенні перебудови угруповань гідробіонтів та їх вплив на екологічний стан та біопродуктивність транскордонних з ЄС річок України» (№ 0118U002287).

Мета і завдання досліджень. *Мета роботи:* встановити флористичний склад, особливості структури, розповсюдження макрофітів у різнотипних рукавах КДД, оцінити їх індикаційні властивості.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити наступні *завдання*:

- 1) Дослідити видове багатство, таксономічну, екологічну та географічну структуру макрофітів рукавів;
- 2) Встановити синтаксономічний склад вищої водної рослинності;
- 3) Описати видове різноманіття, розподіл та процеси заростання макрофітів у межах окремого водотоку;
- 4) Визначити вплив сукупної дії гідрологічних чинників на структуру флори та синтаксономічний склад макрофітів в різних типах водотоків;
- 5) Встановити типоспецифічні референсні індикаторні показники екологічного стану для масивів поверхневих вод (МПВ) в межах

екорегіону Понтійська провінція та оцінити екологічний стан досліджених водотоків методами, що відповідають сучасному законодавству.

Об'єкт дослідження: видовий склад макрофітів, їх розподіл в рукавах КДД.

Предмет дослідження: структура водної флори та синтаксономічний склад рослинності, закономірності їх змін в межах окремих рукавів та їх типів.

Методи дослідження: у роботі використані загальноприйняті гідроботанічні методи відбору матеріалу та математичні методи аналізу та обробки даних. Для оцінки екологічного стану застосовані найбільш поширені в європейських країнах індекси (MIR, MTR та IBMR) які базуються на індикаторних властивостях макрофітів.

У процесі роботи над дисертацією не були порушені біоетичні норми.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше на підставі багаторічних наукових досліджень вивчено видове багатство, таксономічну, географічну, екологічну структуру, синтаксономічний склад макрофітів у рукавах та інших водотоках КДД. Виявлено рідкісні та адвентивні для водної флори види макрофітів. Встановлено основні закономірності розподілу макрофітів в межах окремого рукава та особливості їх заростання. Проведено порівняльний аналіз флористичного, синтаксономічного складу, екологічної структури макрофітів та характеру заростання різнотипних рукавів. Показано, що антропогенний перерозподіл стоку справляє істотний вплив на досліджувані показники. Вивчено водну флору, рослинність та особливості заростання ериків міста Вилкове.

Апробовано систему оцінки екологічного стану за макрофітами з використанням міжнародних індексів, встановлено їх референційні значення в межах масивів поверхневих вод(МПВ) Понтійської провінції.

Практичне значення одержаних результатів.

Отримані результати щодо особливостей структури макрофітів у рукавах КДД можуть бути використані у природоохоронній галузі для удосконалення програм моніторингу та управління, для прогнозування змін структури макрофітів та характеру заростання при подальшому перерозподілі стоку та для оцінки екологічного стану

масивів поверхневих вод. Також дані можуть використовуватися при викладанні навчальних дисциплін для студентів-гідробіологів.

Особистий внесок здобувача. Дисертантом здійснено аналіз і узагальнення вітчизняної та іноземної літератури. Проведено 8 експедиційних виїздів, під час яких виконано 258 ботанічних описів та їх опрацювання. Визначено таксономічну, екологічну, географічну та синтаксономічну структуру макрофітів у рукавах КДД. Проведено статистичну обробку отриманих даних. Спільно з науковим керівником визначена мета, основні завдання роботи, здійснено інтерпретацію результатів досліджень та сформульовано висновки. Особисто і в співавторстві опубліковано наукові праці, в яких висвітлені основні результати проведених досліджень.

Апробація результатів дослідження. Основні матеріали дисертаційної роботи були представлені на наукових конференціях: науково-практичних конференціях молодих учених-гідробіологів — «Актуальні проблеми сучасної гідробіології» (Київ, 2013), «Сучасна гідроекологія: місце наукових досліджень у вирішенні актуальних проблем» (Київ, 2015), на всеукраїнській науково-практичній конференції «Водні екосистеми та збереження їх біорізноманіття» (Житомир, 2018); міжнародній конференції з водних макрофітів — Гидрботаника 2015 (Борок, 2015); та на VIII з'їзді Гідроекологічного товариства України (Київ, 2019).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 11 наукових праць, з них 4 статті у періодичних фахових виданнях (2 у співавторстві), 1 розділ монографії (у співавторстві), 5 — у матеріалах конференцій (з них 1 — у співавторстві). Матеріали, опубліковані у співавторстві, містять пропорційний внесок здобувача, права співавторства не порушені.

Обсяг роботи та її структура. Загальний обсяг дисертації складає 147 сторінок, з них 120 — основного тексту. Роботу ілюструють 34 рисунки і 17 таблиць. Дисертація складається зі вступу, восьми розділів, висновків, списку використаної літератури (183 найменування, з яких 69 — іншомовні) і 5 додатків.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

В аспекті нашої уваги була історія досліджень водної флори на території всієї дельти Дунаю. Етапи її вивчення не мають чітких меж і зачатки кожного наступного етапу починаються в попередньому.

Перший напрямок вивчення, який можна виділити – флористичний (до 1911 р.). Під час цього етапу в центрі уваги залишається визначення видів та складання списків флори. Першу інформацію про водні рослини ми зустрічаємо в роботі Біберштейна 1832 р., присвяченій території тодішньої Бесарабії. Крім того, відомості про флористичні списки зустрічаються в роботах Тардента, Реймана, Ліндемана та Денінга [цит. за 66, 81, 96]. Поряд з цим в роботах ботаніків Н. Зеленецького та В.І. Липського наведені не лише види, але й вказано їх певні екологічні особливості та проведено аналіз їх місцезростань [40, 66].

Починаючи з 1911 року, роботами І.К. Пачоського, розпочато другий етап вивчення флори – ботаніко-географічний, під час якого головну увагу приділяли визначенню типів рослинності та їх аналізу [81,82]. Цей напрямок розроблявся в межах дельти Дунаю практично до кінця ХХ століття, але вже після 1960 року починається розробка третього напрямку.

Під час другого етапу створена соціологічна та систематична концепція водної та болотної флори в дельті Дунаю, яка знаходиться на території Румунії [162], надані характеристики асоціацій водної флори деяких її територій [174], а також охарактеризовані місцезростання окремих видів [115]. Оскільки річка Дунай є однією з найважливіших водних артерій Європи, за рішенням XIII Міжнародного конгресу лімнологів, що відбувався в м. Хельсинки та ініціативою австрійського професора Р. Ліппольда, в 1956 р. була утворена Міжнародна асоціація по вивченню Дунаю (IAD) [91].

Третій еколого-ценотичний етап пов'язаний з підвищенням темпів використання природних ресурсів та техногенного перетворення територій. Перші роботи цього

етапу в дельті Дунаю стосуються рослинності озер та водотоків, розробляються еколого-ценотичні схеми, в наукових працях починають публікуватися зведення флори охоронних територій [42, 146].

Окремо слід відмітити дослідження присвячені *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud – домінуючого виду в дельті, який, окрім важливого значення для гідроекосистеми, має широке використання серед населення (для створення домів, дахів, тину, підстилки для великої рогатої худоби) та в промисловості (для вироблення паперу) [158]. У працях низки авторів [64, 140] зустрічаються відомості про його біологічні, екологічні та функціональні особливості.

Під час третього етапу доповнено флористичний список дельти Дунаю з вказанням екологічних характеристик видів [46,125], дана екологічна характеристика асоціацій водної рослинності [48], оцінена продуктивність їх заростей [47, 50], проведені фенологічні дослідження водної та болотної рослинності [165], охарактеризована рослинність Румунії, включаючи водну флору дельти Дунаю [180].

У результаті проведених досліджень було доведено, що ця територія потребує особливого охоронного статусу, тому на території радянської ділянки дельти Кілійського рукава Дунаю починаючи з 1967 р. був встановлений заповідний режим на площі 3 тис. га плавневих земель вздовж прибережної частини Чорного моря, шириною 1 км островної частини та 1 км акваторії моря на схід від Дунаю до острова Прорвин. У 1975 р. на базі заповідної зони був організований філіал Чорноморського державного заповідника «Дунайські плавні» [3]. На базі філіалу Чорноморського державного заповідника 24 квітня 1981 р. був створений державний заповідник «Дунайські плавні» площею 14851 га [109]. Однак невелика територія та існуючий режим охорони не могли достатньою мірою забезпечити покращення стану біорізноманіття, забезпечити його охорону та раціональне використання.

З кінця 70-х років XX століття починається четвертий етап досліджень – комплексний, за якого значна увагу приділяється динаміці та антропогенній трансформації флори. Були вивчені часові та просторові зміни водної рослинності, її

динаміка [49, 52, 54, 56, 57], формування рослинності за сучасних екологічних умов [25] модифікації флори під впливом гідротехнічних робіт [142], прогноз стану вищої водної флори внаслідок гідробудівництва [51], аналіз зміни угруповань під впливом прямих антропогенних факторів та водогосподарських комплексів [93, 53], динаміка вмісту органічних та мінеральних речовин у макрофітах [139], а також були проведені дослідження змін рослинності та охарактеризовані її особливості в зв'язку зі створенням державного заповідника «Дунайські плавні» [109].

Суттєвий антропогенний вплив на дельту проявився в появі нових чужорідних видів, серед яких в 1980 р. були виявлені *Azolla caroliniana* Willd. та *A. filiculoides* Lamark [11], *Sagittaria latifolia* Willd. [12], *Lemna minuscula* Hertner [13], *Elodea nutanii* (Planch.) H. St. John [120]. В рамках вивчення даного впливу проведено аналіз адвентивної флори [15], а також виявлена динаміка вищої водної рослинності водойм, у зв'язку з антропогенним впливом [29].

При цьому продовжуються флористичні дослідження, розглядаються нещодавно виявлені види [78], проводиться аналіз флори плавневих територій Причорномор'я [16] та структурно-порівняльний аналіз флори радянської частини дельти [17].

Унікальність біотопів дельти визнається на міжнародному рівні, створюються заповідні об'єкти на території Румунії та України. В румунській частині дельти Дунаю рішенням уряду Румунії № 983/1990 та законом № 82/1993 було засновано Дунайський біосферний заповідник площею 5800 км², який охоплює, окрім само дельти, також лагуни Разім-Сінос, прибережні морські води до 20 м ізобати, заплаву Дунаю вгору по течії дельти до Ісаччі та основне русло Дунаю до українського кордону [132]. Через вісім років Наказом Президента України № 861/ 98 від 10 серпня 1998 р. був створений Дунайський біосферний заповідник (ДБЗ) Національної академії наук України на базі природного заповідника «Дунайські плавні». Площа ДБЗ встановлена в розмірі 46402,9 га з протоками, внутрішніми водоймами та двокілометровою смугою в акваторії Чорного моря в межах Кілійської дельти. Рішенням Міжнародного координаційного комітету програми ЮНЕСКО «Людина і біосфера» від 2 лютого 1999 р. ДБЗ був

включений до складу Світової мережі біосферних резерватів та заснований міжнародний румуно-український біосферний резерват «Дельта Дунаю» [3].

З цього часу виділяють наступний, п'ятий, етап досліджень дельти – соціологічний, за якого основна увага спрямована на збереження біорізноманіття та відновлення природного стану біоценозів. Під час цього етапу були видані монографії, присвячені заповіднику: «Біорізноманітність Дунайського біосферного заповідника: збереження та управління» [3], «Дунайський біосферний заповідник. Рослинний світ» [22], в яких значну увагу приділено водним рослинам.

На території заповідника проводяться заходи з охорони рідкісних видів та їх оцінка [33 – 35], аналіз сингенетичних та екзогенних змін рослинності Дунайського біосферного заповідника [36 – 37], сучасний стан рослинності та проблеми його охорони [38], динаміка вищої водної рослинності водойм в зв'язку з антропогенним впливом [29]. В румунській частині дельти публікуються списки видів, які потребують охорони [159], визначається динаміка довготривалих змін серед заростей занурених макрофітів [122].

Продовжується вивчення окремих видів, серед яких – *Phragmites australis*, зокрема, вивчено вплив солоності на формування його заростей, зміни морфометричних параметрів за антропогенного впливу, економічне значення та можливості ресурсного використання [18, 134, 183, 8 - 9; 30, 121].

Також в цей період проводяться та узагальнюються синтаксономічні дослідження, як загальні (водної рослинності), в межах української частини дельти [24,26], так і присвячені окремим класам рослинності, серед яких водні класи Lemnetaea [19], Potamogetonetea, Ruppiaetea, Zosteretea [20] та клас водно-болотної рослинності Magno-Caricetea [21]. Окрему увагу приділено затокам дельти, в яких створюються специфічні умови, що сприяють розвитку різноманітних рослинних угруповань [27 - 28]. В Румунії також публікуються зведення про синтаксономічний склад рослинності для всієї території країни, включаючи водну рослинність території дельти Дунаю [166].

Територія дельти Дунаю також досліджується в рамках міжнародного співробітництва з вивчення ріки Дунай, в рамках якого проводяться експедиції по всій його довжині. Під час них визначено видовий склад макрофітів та особливості гідробіоценозів дельти, що мають макрофіти в своєму складі [167, 31, 141, 150], проведено визначення та аналіз представників водної флори [147, 148, 179], а також здійснена оцінка екологічного стану основних рукавів дельти Дунаю [143, 178].

В румунській частині дельти відбуваються процеси ренатуралізації штучно створених об'єктів, внаслідок їх економічної недоцільності та зниження біорізноманіття, проводиться аналіз отриманих результатів, відповідно до яких була відновлена фільтраційна функція заростей [170].

Після прийняття Водної Рамкової Директиви в Європі [5], почалося активне застосування індикаторних властивостей макрофітів, які б дозволили охарактеризувати екологічний стан водних об'єктів та провести класифікацію умов середовища. В Румунії було випущено інструкцію з польових виїздів, яка містить інформацію щодо складання протоколів, поради щодо обрання методу визначення екологічного стану за методикою Kohler та кольоровий атлас макрофітів [127], проаналізовано показники індексів, які оцінюють стан трофності в різних типах озер [134].

В румунській частині дельти з'являються роботи, присвячені впливу течії на водні рослини [181], їх екологічним особливостям та характеристиці водних рослин як основних русел дельти [167, 127], так і другорядних [171], а також проведено аналіз індикаторних властивостей макрофітів, що зростають у головних та другорядних водотоках і виявлено, що майже кожен водоток має своєрідну сукупність видів, несхожу на інші [169].

Незважаючи на тривалу історію вивчення, макрофітам водотоків приділялась незначна увага, переважно наукові праці стосувалися водотоків дельти виповнення, що знаходяться на території Румунії. Однак, сучасні динамічні процеси в дельті висунення містять виклики, які потребують більш детального їх дослідження. У зв'язку з чим, основною метою нашої роботи було доповнення, систематизація, порівняльний аналіз

та узагальнення відомостей про особливості водної флори та рослинності окремих водотоків дельти висування Кілійського рукава Дунаю (КДД), а також оцінка впливу різних чинників на дані процеси.

РОЗДІЛ 2.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Матеріалами слугували описи макрофітів водотоків Кілійської дельти Дунаю, здійснені протягом 2013–2020 років, загалом 258 описів. Під терміном «макрофіти» розуміємо водні рослини, які можна побачити неозброєним оком, до їх складу входять вищі судинні рослини, бріофіти, харові та інші макроводорості [88]. До рівня виду в роботі були визначені лише вищі судинні рослини, які, власне, і підлягали подальшому аналізу. Дослідження проводилися в період найбільш інтенсивного розвитку макрофітів – влітку (липень, серпень) та на початку осені (вересень, жовтень). Описові ділянки були розташовані на рукавах дельти (рис 2.1) та в ериках м. Вилкове (рис 2.2).



Рис. 2.1 Описові ділянки в КДД.



Рис. 2.2. Описові ділянки в єриках м. Вилкове.

Для аналізу видового складу та екологічного стану була використана методика, що відповідає європейському стандарту BS EN 14184:2014 [117] виконання польових описів водних рослин у водотоках. За цією методикою опис макрофітів здійснюється на ділянці довжиною не менше ніж 100 м по всьому поперечному перетину водного об'єкту (якщо на останніх 20 м зустрічалися нові види, то довжина ділянки була продовжена доки нові види не траплятимуться на останніх 20 м). Для малих та середніх водотоків це включало всю ширину водотоку. Для великих водотоків окремо досліджуються обидва береги до кінця заростей макрофітів. У випадку Старостамбульського гирла, де один з берегів належить Румунії, вивчався тільки один берег, який належить до території України. Вказувався видовий склад знайдених макрофітів та проективне покриття в абсолютних одиницях – площа проективного покриття водного дзеркала видом на дослідженій ділянці. Для подальших розрахунків проективне покриття було переведене у відсотки (на всю ширину водного об'єкту на ділянці 100 м), 5-ти бальну шкалу (де 1: < 0,1 %, 2: 0,1 – 1 %, 3: 1 – 10 %, 4 : < 50 %, 5: >= 50 %) та 9-ти бальну шкалу (де 1: < 0,1 %, 2: 0,1 – 1 %, 3: 1 – 2,5 %, 4: 2,5 – 5 %, 5: 5 – 10 %, 6: 10 – 25 %, 7: 25 – 50 %, 8: 50 – 75 %, 9: > 75 %).

Геоботанічні описи виконувалися відповідно до методологічних принципів які використовуються при гідроботанічних дослідженнях [79]. Розмір описових ділянок становив для угруповань ВВР переважно 10 м². При менших розмірах фітоценозів описи виконувалися на всій площі їх виявлення.

Назви видів наводяться за С.Л. Мосякіним [155]. Таксономічна структура визначалася з використанням системи А.Л. Тахтаджана [99], екологічна – за В.Г. Папченковим [79-80], географічна – за Г. Мейзелем [153], Ю.Ю. Страздайте та В.В. Стяпанавічене [98]; класифікація рослинності – за еколого-флористичною системою Ж. Браун-Бланке [116].

Подібність об'єктів оцінювали за допомогою кластерного аналізу з використанням індексу евклідової відстані. При аналізі географічних параметрів було застосоване логарифмічне нормування.

Оцінка біологічного різноманіття здійснювалася за допомогою індексу Шеннона. Розрахунки здійснено за формулою:

$$H = \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i \quad (2.1),$$

де $p_i = \frac{x_i}{\sum_{i=1}^n x_i}$ відповідає числу ознак певного об'єкту

Формула розрахунку амплітуди крайового ефекту D (2) [136] представлена нижче:

$$D = \frac{(e-i)}{(e+i)}, \quad (2.2),$$

де e — значення параметру в зоні границі,

i — значення параметру в частині водного об'єкту, яка знаходиться на віддаленні від границі.

Для виконання синтаксономічного аналізу описи були імпортовані в програмне середовище JUICE [65], де здійснювалася їх обробка модифікованим методом TWINSpan [164], який дозволяє створити класифікацію, що відображає мінливість основних екологічних факторів в межах зростання досліджених угруповань. За допомогою цього методу спершу розраховується внутрішня гетерогенність описів з використанням індексу подібності (в нашому дослідженні був використаний індекс Сьоренсена), подальший поділ на кластери відбувається лише між тими, де значення гетерогенності найвище. Рівень подібності для виділення кластерів складав 0,5, а мінімальна кількість описів в кластері – 5. Асоціації виділені на основі вірності видів, вираженої значеннями коефіцієнту Phi, перевірка достовірності здійснювалася за допомогою критерію Фішера з рівнем точності 0,001. В фітоценотичній таблиці представлені назви видів та категорії константності видів в описах: I (вид траплявся в 1–20 % описів даного синтаксону), II (20–40 %), III (40–60 %), IV (60–80 %) та V (80–100 %). Назви асоціацій представлені згідно з міжнародною номенклатурою [95, 156], діагностичні види наведені згідно з літературними даними для визначених асоціацій [95], діагностичні групи видів — згідно власних отриманих результатів (види з категоріями константності IV та V).

Для визначення особливостей відношення рослинних угруповань до різних едафічних та кліматичних факторів були використані середні значення шкали, розробленої Я.П. Дідухом та П.Г. Плюта [124].

Для кількісної характеристики ступеню антропогенного впливу була використана бальна система оцінки антропогенних чинників, експертним шляхом на основі літературного, картографічного та польового вивчення водотоків. Оцінка здійснювалася за запропонованою В.І. Щербаком та О.В Кравцевою методикою [63], (однак без врахування хімічних факторів), внаслідок відмінностей між лотичними та лентичними системами (у водотоках ці показники зазнають більш значної мінливості). Була оцінена наявність чинника в межах 500 м довжини водотоку та охарактеризовані всі досліджені водотоки на трьох ділянках: витік, середня частина та гирло.

Визначення екологічного стану водотоків здійснювалося за допомогою індексів, які призначені для оцінки органічного забруднення та рівня трофності у водотоках та використовуються в європейських країнах з метою реалізації положень Водної Рамкової Директиви. Для аналізу були використані наступні індекси: MTR, MIR та IBMR. Вони відрізняються бальною оцінкою проєктивного покриття (1– 9 для індексів MIR, MTR; 1–5 – для індексу IBMR), індикаторними значеннями та екологічною валентністю видів (для MIR та IBMR). Кількість індикаторних видів повинна становити не менше 4, інакше результати можуть бути невірними.

Mean Trophic Rank (MTR) розроблений у Великобританії, значення індексу коливаються від 10 до 100, де 10 – найвищий рівень трофності, а 100 – найнижчий рівень трофності [123, 138], індикаторні значення розраховані для 133 видів макрофітів. Розрахунки здійснюються за формулою:

$$MTR = \frac{\sum_{i=1}^N (STR_i \times P_i)}{\sum_{i=1}^N P_i} \times 10, \quad (2.3),$$

де MTR – Mean Trophic Rank;

STR_i – індикаторне значення для i -го таксону;

P – ПП за 9-ти бальною шкалою для i -го таксону.

Macrophyte Index for Rivers (MIR) розроблений у Польщі [160] і може набувати значень від 10 до 100. Інтерпретація здійснюється так же само, як і для індексу MTR. Індикаторні значення розраховані для 149 видів макрофітів. Розрахунки здійснюються за формулою:

$$MIR = \frac{\sum_{i=1}^N (L_i \times W_i \times P_i)}{\sum_{i=1}^N (W_i \times P_i)} \times 10, \quad (2.4),$$

де N — кількість видів на описовому майданчику;

P_i — значення покриття для i -го таксону за 9-ти бальною шкалою;

W_i — зважений фактор екологічної валентності для i -го таксону;

L_i — індикаторне значення для i -го таксону.

Macrophyte Biological Index for Rivers (IBMR) розроблений у Франції [137], значення коливаються від 0 до 20, чим більша його величина, тим нижча трофність. Оцінка трофності та коефіцієнт екологічної амплітуди розроблені для 208 видів. Розрахунки здійснюються за формулою:

$$IBMR = \frac{\sum_i E_i \times K_i \times CS_i}{\sum_i E_i \times K_i} \quad (2.5),$$

де E_i — коефіцієнт екологічної амплітуди (1 — широка, 2- середня, 3 — вузька);

K_i — ПП за шкалою від 1 до 5;

CS_i — індикаторне значення рівня трофності виду.

Відносна екологічна якість середовища (КЕЯ) — це відношення значення показника на описовій ділянці до його референційного значення. Показник коливається від 0 до 1 [175]:

$$EQR = \frac{O - E_0}{E_1 - E_0} \quad (2.6),$$

де EQR — Відносна екологічна якість середовища;

O — отримане значення показника;

E_0 — найнижче значення показника за найгірших умов (зазвичай = 0);

E_1 — референційне значення показника.

Статистичну обробку результатів досліджень проводили з використанням програмного забезпечення R, PAST та Excel. Перевірку гіпотез для вибірок з нормальним розподілом даних здійснювали за допомогою критерію Стюдента, для вибірок, які не відповідали нормальному закону розподілу застосовували критерій Краскела–Уолліса. Кореляційний аналіз виконували за Пірсоном та Спірменом. Достовірність виявленого кореляційного зв'язку перевірялася за допомогою критерію Фішера. Аналіз категорійних даних здійснювався за допомогою тесту Хі-квадрат.

РОЗДІЛ 3.

ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Річка Дунай, протікаючи 19 європейських країн, при впадінні в Чорне море утворює велику дельту, яка, згідно різних літературних джерел [7, 74, 179], має площу від 4127 до 8800 км² (близько 20% її площі належить Україні, а 80% – Румунії). Настільки великий розбіг в оцінці площі обумовлений тим, що різні автори враховують при її розрахунку різну кількість озер та лиманів, які геологічно та екологічно мають відношення до дельти [179]. Дельта Дунаю знаходиться в границях між 44°24' і 45°40' п.ш. та 28°14' і 29°46' с.д., вершина дельти знаходиться біля мису Ізмаїльський Чатал за 80 км від гирла, де основне русло Дунаю розгалужується на Кілійське та Тульчинське. Перше з них далі поділяється на серію менших гирл, формуючи Кілійську дельту, яка знаходиться на території України, а друге поділяється на Сулинське та Георгіївське гирла [133, 161, 176–177].

Згідно фізико-географічного районування територія дельти знаходиться в межах Дунайського заплавно-дельтового фізико-географічного району Дунайсько-Дністровської степової області Причорноморської південно-степової провінції Південної Степової підзони Степової зони. Район виділяється серед степових районів Причорномор'я азональним типом ландшафтів, що сформувалися внаслідок алювіальних процесів великої річки при впадінні в Чорне море. Багатоводний Дунай в Причорномор'ї утворює величезний закрут, огинаючи з заходу та півночі Добруджинське підняття герцинських складок та утворюючи дельту [102].

Руслова система Кілійського рукава складається з трьох головних ділянок. Перша ділянка включає в себе звивисте русло рукава Кілійський від його витoku (Ізмаїльський Чатал) до витoku рукава Кислицького та *першу внутрішню дельту* Кілійського рукава, яка нині складається з рукавів Кислицького, Середнього (Кілійського) та Іванешть, а також включає протоки та канали, які відходять від них. У

районі м. Кілія всі відгалуження Кілійського гирла знову збираються разом. Друга ділянка Кілійської руслової системи включає коротке єдине русло нижче м. Кілії та рукави *другої внутрішньої дельти* – Бабіна, Прямий та Соломонов, а також канал Дунай-Сасик. В районі м. Вилкове русло знову стає єдиним [74].

Третя ділянка Кілійського рукава починається нижче м. Вилкове та складається зі складної та динамічної системи рукавів зовнішньої (морської) або Кілійської дельти (рис 3.1.1) – цю частину дельти ми будемо називати **Кілійською дельтою Дунаю (КДД)** – це єдина частина дельти, яка є дельтою висунення, а не виповнення.

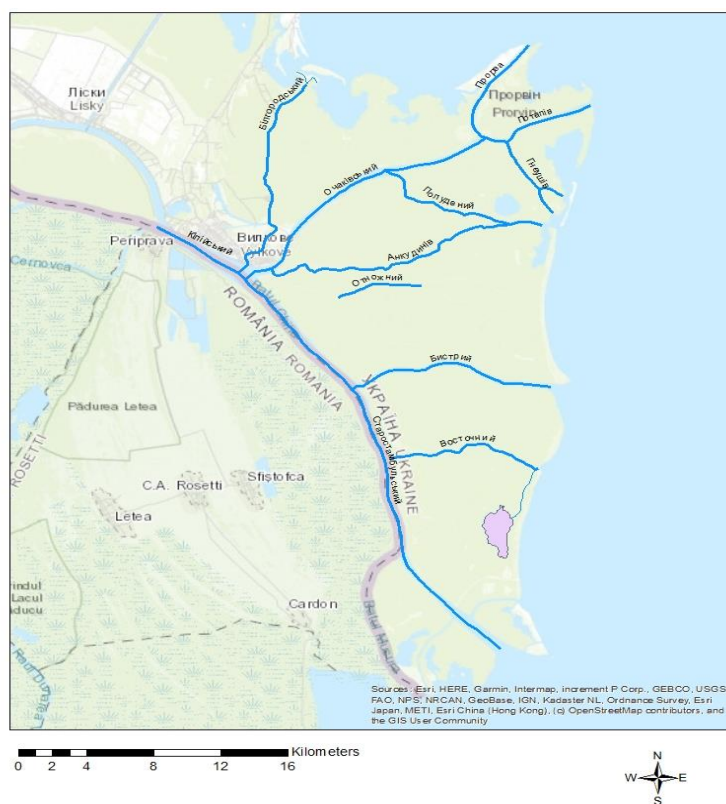


Рис. 3.1.1. Зовнішня (морська) Кілійська дельта Дунаю.

Руслова мережа КДД складається з двох основних підсистем – Очаківського рукава (лівого) та Старостамбульського (правого). У нинішній час до складу підсистеми Очаківського рукава входять рукави Білгородський, Прорва, Потапів (пряме продовження Очаківського), Анкудинів, Полудений та Гнеушів (також присутні відмерлі рукави Полуночний та Шабаш). У підсистему Старостамбульського входять:

Бистрий, Восточний, Циганський, Лімба та Курильський. Сюди також відноситься непроточний рукав Середній, який в свою чергу поділяється на Отножний та Піщаний, однак він є відмираючим рукавом, який не має наразі виходу в море та повністю заріс рослинністю [74].

Гідротехнічні роботи зі спрямлення та поглиблення Сулинського та Георгієвського рукавів призвели до зростання стоку цих рукавів у вершині дельти та його скорочення Кілійським гирлом. Доля водного стоку якого з кінця 1980-х рр. до початку 2000 р. зменшилася з 58 до 54 % і зараз не перевищує 50 %. Природне та антропогенне зниження стоку Кілійським рукавом сповільнило швидкість наростання КДД, у порівнянні з початком ХХ ст., майже в 10 разів та обумовило скорочення кількості рукавів в його системі: 47 – у 1922 р., 23 – у 1948 р., 12 – у 2007 р. [72 - 76]. У зв'язку з цим в системі Кілійського рукава відбувається більш швидке замулення та заростання не лише малих, але й великих водотоків, яке протікає більш інтенсивно в системі Очаківського рукава (у 1976- 1980 рр. за умов середньої водності витрати води у витоку рукава дорівнювали $1170 \text{ м}^3 / \text{с}$, у 2004 – 2012 рр. – $730 \text{ м}^3 / \text{с}$), що пов'язано з припиненням днопоглиблювальних робіт у рукаві Прорва та зі створенням судового ходу по рукаву Бистрий [104].

Геологічна, геоморфологічна будова та рельєф. Територія розміщена в межах частини Північної Добруджи (Нижньопрутський виступ), яка входить до складу Скіфської плити та частин північно-західного шельфу Чорного моря і Придобруджинського прогину, що належать до Східноєвропейської платформи [6].

Морська (зовнішня) дельта Кілійського рукава розташована нижче м. Вилкове і є наймолодшою частиною території дельти Дунаю. Її вік складає близько 200–250 років [83], а приморські острови і коси східної та північної частин дельти сформувалися за останні чотири десятиріччя. Тут проходять інтенсивні процеси сучасного дельтоутворення [22].

Згідно геоморфологічного районування територія Кілійської дельти Дунаю належить до Дунайсько-Дністровської підобласті (області Причорноморської низовини

та рівнинного Криму). За морфоструктурою це ділянка гетерогенної пластово-аккумулятивної низинної, нахиленої, новоутвореної рівнини, яка сформувалася на диференційованих помірних новітніх рухах при пухких осадових породах крайового прогибу (вік: пліоцен–антропоген) [92]. Якщо говорити про морфоскульптуру, то поверхня цієї підобласті має незначний нахил на південь та схід згідно нахилу крупних тектонічних блоків. Глибина врізу річної та яружно-балкової сітки незначна (від 5 – 10 до 20 – 30 м). Розчленування збільшується в північному напрямку та диференціюється на окремі тектонічні блоки та приуроченим до них геоморфологічним рівням, що спричиняє підняття та опускання на сучасному етапі. В КДД опускання території становить в середньому 1,8 мм/рік. Водночас, постійні алювіальні відклади в дельті підвищують її щорічно на 2–3 см [92].

Позитивними елементами рельєфу на території КДД виступають рівнини, надморські коси, береги та прибережні ділянки, а також штучні підвищення (дамби, вали, намівні острови). Рівнинні ділянки за тривалістю заплавного режиму поділяються на коротко-, середньо- та тривало заливні, на них поширені переважно лучні та лучно-болотні угруповання. Надморські коси формуються в морі на певній відстані від островів з наносів піщано-черепашкового матеріалу. Береги та прибережні ділянки підняті над меженням рівнем на 0,5–1 м. Внаслідок відкладення алювію вздовж русел прируслові частини островів висувуються більше в море в приморська берегова лінія часто вигнута. Однак, це спостерігається не завжди, у зв'язку з розмивною діяльністю моря [22].

Формування території дельти. Палеогеографічна історія дельти та зміни трьох минулих століть відбито в численних роботах [41, 75, 111–112]. Кілійська дельта розвивалася шляхом послідовного розгалуження потоку в гирлових барах та висування чисельних рукавів в море [22]. Однією з особливостей розвитку дельти є динаміка її гідрографічної мережі. Це відбувається внаслідок перерозподілу стоку між окремими гирлами дельти. У результаті одні гирла замулюються і відмирають, інші – розмиваються і активізуються [72,73].

Клімат. За загальним кліматичним районуванням територія дельти належить до континентальної області кліматичної зони помірних широт, а за агрокліматичним районуванням – до дуже посушливої помірно жаркої зони з м'якою зимою [2].

Циркуляція атмосфери має чітко виражений сезонний характер. Протягом року тут проходить, в середньому, 48 циклонів та 36 антициклонів [70]. Антициклони менш рухливі, тому за рік антициклонічна погода триває близько 230 діб, а циклонічна — до 135. Циклони проходять протягом всього року, але частіше у холодний період — в основному з Азії (східні) та із західних районів Чорного моря, рідше з Центральних районів Європи та Середньодунайської рівнини (західні). Антициклони частіше надходять з Атлантики, особливо влітку і восени. Це переважно ядра Азорського антициклонів, які відокремилися, або ті, що утворилися над Західною Європою [87]. У теплий час року переважає широтна, або зональна форма циркуляції атмосфери, яка сприяє встановленню стійкої, без екстремальних явищ погоди. Порушення переміщення водних мас в широтному напрямку та встановлення меридіональної форми циркуляції викликають синоптичні ситуації, що сприяють появі нестійкої погоди та стихійних гідрометеорологічних явищ. У літній період ця форма циркуляції призводить до адвекції континентального тропічного повітря внаслідок чого встановлюється суха та дуже жарка погода [74].

Тривалість сонячної радіації в придунайських регіонах перевищує 2300 год/р. Найвищі місячні значення спостерігаються в липні – понад 350 годин, найнижчі – в грудні – в межах 60 годин. Сумарна сонячна радіація становить понад 4800 МДж/м², мінімум припадає на грудень (близько 110 МДж/м²), а максимум – на червень (понад 800 МДж/м²). Радіаційний баланс протягом року позитивний і за рік становить близько 2100 МДж/м². Більша частина тепла радіаційного балансу витрачається на турбулентний теплообмін земної поверхні з атмосферою, решта – на випаровування вологи із земної поверхні [3].

Стійкий перехід середньої добової температури повітря нижче значень 0⁰C відбувається в лютому, а вище – в кінці лютого. Тривалість морозного періоду в

середньому складає 143 дні у м. Вилково. Вегетаційний період триває близько 235–245 діб, сума активних температур становить 3500–3600 °С. Річний розмах коливань температури повітря великий і складає в окремі роки 50–60°C, суттєвим є місячний діапазон коливань температури, який досягає в осіннє – зимовий період 30–40 °С [22].

Найбільш холодний період спостерігається в січні–лютому, теплий – в липні–серпні. Середні значення січної температури повітря знаходяться в діапазоні 0,5–1,9°C, останнім часом спостерігається тренд до її зростання, у м. Вилково – на 2 °С за період з 1945 р. Середні значення липневої температури повітря знаходяться в діапазоні 22–24 °С, за період з 1974 р. її значення у м. Вилково зросли на 3,2°C. Аналіз багаторічних змін температури повітря виявив в цілому помітне потепління клімату в цьому районі [22].

Територія КДД зволожується атмосферними опадами практично рівномірно. Більше половини річної суми опадів випадає, як правило, в теплий період року, влітку переважно у вигляді ливнів. Для холодного періоду характерні морозящі опади (взимку у вигляді снігу). Середня річна кількість днів з опадами складає 120–130. Загальна кількість опадів – 350–400 мм/рік. В межах КДД відносна вологість повітря доволі значна і складає в середньому 80%, взимку – зростає до 90% [74, 109].

Протягом року найчастіше повторюються вітри північних румбів, а найменше – західні та східні вітри. Найбільш істотне значення на гідролого–морфологічні процеси в дельті здійснюють сильні (понад 10 м/с) та штормові (понад 15 м/с) вітри. Переважаючими напрямками штормових вітрів є північно–західний, північний та північно–східний. Середня кількість днів з сильним вітром в КДД складає 87 днів у році, а зі штормовим – 81. Вітри східної половини горизонту мають найбільшу довжину розгону та створюють інтенсивне хвилювання на гирловому взмор'ї. У період осіннє–зимових штормів морський край дельти підлягає переформуванню, наприклад деякі гирла (Середній та Заводнинський) були блоковані морськими наносами, що спричинило їх відмирання [22].

Для досліджуваної території характерні тумани, серед яких найбільше повторюються тривалі тумани помірної інтенсивності. Сильні тумани бувають значно рідше і тривають менше доби. У осінньо–зимовий період тумани відбуваються при вітрах з моря, у весняно–літній – з суходолу [22].

Ґрунти. Головними особливостями формування ґрунтового покриву в КДД є наступні: різноманіття форм рельєфу, наявність значної кількості вологи, перемінний режим затоплення земель – це сприяє формуванню різноманітних ґрунтів, а на постійно вкритих водою землях ґрунти практично відсутні; багата ж рослинність слугує джерелом збагачення ґрунтів гумусом та органічною речовиною [22].

На території КДД поширені шість основних типів ґрунтів: алювіальні (наносні), мулисті, глейові, піщані, солончаки та болотні. Болотні ґрунти займають найбільші площі. Сформувались в зниженнях рельєфу за наявності дуже вологих умов, за яких розкладання дуже уповільнене, меншою мірою вони сформовані на берегах озер внаслідок накопичення решток субаквальних рослин та матеріалу, що утворився в результаті руйнування берегів. Алювіальні ґрунти є наймолодшими за віком утвореннями і поширені на прибережних ділянках водотоків. Вони складені з мулистих наносів водотоків, при порушенні рослинного покриву зазнають ерозії [22].

Глейові ґрунти розвиваються на алювіальних породах за умов підтоплення від одного до шести місяців протягом року за майже повної відсутності окислювальних процесів. Розміщені вони на алювіальних ділянках та зазвичай зайняті деревно–чагарниковою рослинністю, або лучною чи лучно-болотною. Піщані ґрунти поширені переважно на приморських косах та пляжах, складаються з кварцевих пісків та черепашника. Мулисті ґрунти заток та озер складені переважно з речовин органічного походження, серед яких відмерлі рештки рослин та тварин, а також мінерального, які накопичуються на дні водойм у результаті відстоювання мулистого матеріалу, що виноситься рукавами дельти. Вони виконують роль субстрату для водних рослин та місцезнаходжень бентосу, а також виконують роль фільтра хімічного забруднення води [22].

Засолені ґрунти представлені солонцями та солончаками, а також перехідними лучними солонцюватими ґрунтами. Солончаки поширені на понижених ділянках з неглибоким заляганням мінералізованих ґрунтових вод (близько 1 м) і містять засолений горизонт, що має товщину не менше 20 см. Вони зосереджені переважно вздовж північно-східної та східної меж КДД [22].

Гідрологічні та гідрохімічні особливості. Рівневий режим КДД характеризується різкими і безперервними коливаннями протягом всього року. В його річному ході виділяється висока весняно–літня повінь, осінній і зимовий паводки–повені, низька літня і зимова межень. Весняна повінь характеризується найвищими рівнями, спостерігається майже щорічно (з березня по липень) і проходить кількома хвилями, які накладаються одна на одну. Літньо–осіння межень (проходить в період з липня по листопад) характеризується найнижчими річними горизонтами. Багаторічна амплітуда коливань рівнів у створі Вилкове становить 2,39 м, що з'єднує нижню внутрішню і морську дельти та 2,09 м у суміжній з дельтою акваторії Чорного моря [3].

На рівневий режим внутрішньої Кілійської дельти Дунаю певний вплив справляють згінно–нагінні явища. Згінні явища спричиняються дією вітрів західного, нагінні–східного напрямку. Чим ближче до краю дельти, тим сильнішим є вплив згінно–нагінних явищ. Зі зменшенням величини річкового стоку збільшується відстань, в межах якої має місце вплив згінно–нагінних явищ. Найбільший нагін зафіксований 5–9 грудня 1945 р., при якому величина підйому рівня води становила 78 см в районі м. Вилкове. Уклони водної поверхні в Кілійській дельті змінюються в межах 1–7 см/км (без урахування згінно-нагінних явищ) [3].

Обміління багатьох рукавів території КДД зумовлено великим розподілом води та уповільненням течії, що призводить до інтенсивнішого осідання в них завислих частинок. Уповільненню течії в гирлах сприяє також підпір води, який створюється в результаті нагону з моря [22].

Вода рукавів з максимальними величинами водного стоку, згідно з класифікацією О.А. Алекина належить до гідрокарбонатного класу кальцієвої групи.

По мірі розподілу водних мас меншими рукавами відбувається їх метаморфізація, що виражається в поступовому нарощуванні мінералізації, що призводить до зміни класу води на карбонатно– та сульфатно–натрієвий. У водотоках з найменшим стоком (єриках) відбувається ще більше зростання мінералізації та зміна класу води до хлоридно–натрієвого. Зростання мінералізації супроводжується поступовим зростанням вмісту у воді амонійного азоту та зменшенням фосфат–йонів [32].

Водний стік Кілійським гирлом невпинно скорочується [74] – з 72 % (в 10-ті роки ХХ століття) до 52 % (в 2003 р.) та нині складає близько 47 % від загального стоку Дунаю. В таблиці 3.1.1. представлений відсоток стоку основними рукавами Дунаю починаючи з 1910 р.

Даний перерозподіл обумовлений переважно антропогенними чинниками, здебільшого внаслідок спрямлення та каналізування Сулинського та Георгієвського рукавів, хоча також мають вплив і природні процеси. У зв'язку з його скороченням всередині системи Кілійського рукава відбувається більш швидке замулення та заростання не лише малих, але і великих водотоків, особливо в системі Очаківського рукава, знижується можливість утворення нових заток, відбувається розмив морського краю дельти в її північно–східній частині.

Таблиця 3.1.1.

**Перерозподіл водного стоку основними рукавами Дунаю протягом ХХ —
XXI століття [згідно 74]**

Період	Рукав			
	Кілійський	Тульчинський	Сулинський	Георгієвський
1910	72,0	28,0	9,3	18,7
1921	68,0	32,0	12,0	20,0
1958—1960	62,5	37,5	17,0	20,5
1966—1970	61,2	38,8	18,3	20,5
1976—1980	58,9	41,1	19,4	21,7
1986—1990	56,2	43,8	20,0	23,0
1996—2000	52,6	47,4	20,0	26,0
2001—2003	52,0	48,0	20,1	26,4

Майже на 40 га скоротилася площа акваторії судноходного рукава Прорва, його ширина зменшилася на 60–70 м в нижній та середній течії, в гирловій частині утворюються відмілини, що скорочують площу водної поверхні.

В системі Старостамбульського рукава процес заростання йде повільніше, а в найбільшому рукаві – Бистрий спостерігається навіть обернений процес – відмічається збільшення площі водної поверхні на 30 га [104].

3.2. ХАРАКТЕРИСТИКА ТА АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНИХ ВОДОТОКІВ

Як модельні об'єкти нами були обрані дев'ять рукавів дельти: п'ять з них знаходяться в підсистемі рукава Очаківський та чотири — в підсистемі рукава Старостамбульський. Серед них по три рукави з кожної системи зазнають слабого антропогенного впливу (рукави Очаківський, Прорва, Гнеушів, Старостамбульський, Восточний, Отножний), а інші зазнають більш сильного антропогенного впливу внаслідок водогосподарської та інших видів діяльності (Білгородський, Анкудинів, Бистрий). Таким чином, наші дослідження охопили майже всі види рукавів, що присутні в КДД. Також були вивчені чотири ґрики в межах Дунайського Біосферного заповідника (два — в межах Очаківської підсистеми та два — в межах Старостамбульської) та 12 ґриків м. Вилкове (розташованих в різних частинах міста).

Характеристика водотоків подана за результатами власних спостережень під час польових досліджень та з використанням програмного забезпечення GoogleMaps, а також за літературними даними [74] (табл. 3.2.1). Досліджені рукави відносяться до першого (відходять від основного Кілійського), другого (відходять від рукавів першого порядку) та третього (відходять від рукавів другого) порядків.

Очаківський рукав (1 порядок) відходить від Кілійського, переходить в Потапівський рукав, який є прямим продовженням Очаківського. Зліва від нього відходять Білгородський та Прорва, а справа – Полудений, Анкудинів та Гнеушів, русло слабо звивисте, після витoku на правому березі розташовані споруди м. Вилково, також на цьому березі є сади та городи. Напрямок течії – північний схід, течія

помірна. Субстрат більшою мірою – мул, береги замулюються, внаслідок чого ширина звужується, на відстані 6 км від моря нині присутня коса посередині русла.

Таблиця 3.2.1.

Основні характеристики досліджених водотоків

Назва рукава	Довжина, км	Ширина, м	Середня глибина, м	Швидкість течії, м/с	Частка водного стоку, %
Система Очаківського рукава					
Очаківський	12,6	170–185	6,2	0,22–0,54	11,1
Прорва	7,0	120–170	3,0	0,14–0,46	4,2
Анкудинів	10,8	45–48	3,5	0,21–0,44	0,9
Гнеушів	4,0	50–70	3,2	0,09–0,31	0,8
Білгородський	10,3	15–20	1,1	0,10–0,11	0,1
Система Старостамбульського рукава					
Старостамбульський	23,1	330–360	12,6	0,30–0,57	37,4
Бистрий	9,3	близько 190	7,6	0,49–0,97	19,2
Восточний	7,2	50–70	3,7	0,16–0,42	1,5
Отножний	8,9	10–15	1,0	0,00	0,0

Рукав Прорва (2 порядок) відгалужується від Очаківського, впадає в Чорне море, вихід перекритий косою. Зліва від нього відходить сполучний (обводний) канал, який з'єднує його з морем, русло слабко звивисте. Напрямок течії – північ, течія помірна. Субстрат переважно мул, береги замулюються та ширина звужується, в одному кілометрі від моря утворилася коса посередині русла.

Рукав Анкудинів (2 порядок) відходить від Очаківського, зливається з Полуденним рукавом, утворюючи єдиний водоток і впадає в Чорне море. Напрямок течії — схід, течія помірна, русло довге, слабко звивисте, на його початку (верхня частина) вздовж по берегам, протягом 3,5 км розташовані будівлі, сади та городи

місцевих жителів. Праворуч відходить єрик, що з'єднує його з рукавом Отножний. Субстрат більшою мірою мул, береги часто вкриті деревами та чагарниками.

Рукав Гнеушів (3 порядок) відходить від Потапівського, впадає в Чорне море. Напрямок течії — південь, течія повільна, русло коротке, практично пряме, субстрат більшою мірою — мул, береги більшою мірою вкриті очеретами, зліва відгалужується канал, який з'єднує його з затокою

Білгородський рукав (2 порядок) відходить від Очаківського, розділяється на єрики, що ведуть до кутів Бадика та Солоний. Напрямок течії — північ, течія помірна, субстрат — мул, русло довге, слабо звивисте. Частина його проходить в межах м. Вилково, на берегах розташовані сади та городи. Після виходу з антропогенних ландшафтів береги вкриваються переважно очеретами.

Старостамбульський рукав (1 порядок) є продовженням Кілійського, впадає в Чорне море, лівий берег є територією України, а правий — Румунії, досліджувалася тільки українська частина рукава. Напрямок течії — південний схід, течія помірна, зліва від нього відгалужуються відмерлий рукав Середній та активні Бистрий, Восточний, Циганський, зправа — Мусура та Лебединка. Русло слабо звивисте, субстрат — переважно мул.

Бистрий рукав (2 порядок) відгалужується від Старостамбульського, впадає в Чорне море. Русло слабозвивисте, в ньому проводять днозаглиблювальні роботи, він виступає судоходним рукавом. Напрямок течії — схід, течія помірна, субстрат більшою мірою — мул.

Восточний рукав (2 порядок) відходить від Старостамбульського, впадає в Чорне море. На початку його поодинокі розміщені дачні будівлі та сади. Напрямок течії — південний схід, течія помірна, русло слабо звивисте, субстрат — більшою мірою мул.

Отножний рукав (3 порядок) відходить від Середнього, вихід до моря закритий косою, течія практично відсутня, стік відсутній, є відмираючи, втратив свою початкову

та кінцеву частину, залишилась тільки середня, заростає майже на 100% макрофітами, субстрат – мул, по берегам зростають дерева та чагарники.

В гідрографічній мережі серед водотоків КДД окрім основних рукавів присутні також ерики. Варто зазначити, що ериками називають невеликі внутрішньодельтові заплавні або острівні водотоки, що поєднують водотоки між собою або водотоки з водоймами [43]. Частина з них знаходиться в межах заповідної території, а інші - в місті Вилково.

В КДД ериків небагато, часто вони суцільно заростають очеретяними заростями, внаслідок чого ними важко пересуватися або досліджувати, хоча вони є цікавими для вивчення внаслідок того, що формують перехідну зону між двома водними об'єктами і зростаюча тут рослинність містить ознаки обох. Нами були обрані чотири доступні активні ерики, що з'єднують: 1) водотоки з солонувато-водними водоймами - це ерик, що з'єднує рукав Білгородський та затоку Бадика (скорочено Білгородський—Бадика) та ерик, що з'єднує рукав Білгородський та затоку Солоний кут (скорочено Білгородський-Солоний), 2) з прісними водоймами: ерик що з'єднує рукав Восточний та затоку Ананькин кут та 3) водотоки з водотоками (Анкудинів—Отножний). Вони мають спільні морфологічні ознаки – ширину до 15 м, максимальну глибину — до близько 3 м та практично повну відсутність течії.

Місто Вилкове відоме як «українська Венеція» завдяки розгалуженій сітці внутрішніх водних шляхів — **єриків**, було засноване в 1775 році на лівому березі ріки Дунай, воно є наймолодшим містом на річці. З дунайських наносів жителі утворювали невеличкі острівці, на яких будували свої доми. Тривалий час, поки рибний промисел був основним для жителів, човни були єдиним видом транспорту, а ерики слугували дорогами, які з'єднували місто з материком та рікою.

Нині більша частина ериків втратили своє значення (не кожний має вихід в Дунай, ті, що знаходилися в центральній частині міста були засипані для побудови доріг для транспортних засобів), звузилися та обміліли, деякі майже перетворилися в стічні канами, деякі зайняті городами [105]. Вони є цікавими для науки, оскільки це

єдині такого роду об'єкти в межах України, хоча являють собою елементи антропогенного ландшафту. Їх можна поділити на ті, що не проходять вздовж вулиць та часто знаходяться в приватній власності та ті, що знаходяться в комунальній власності і проходять вулицями міста, деякі з них слугують транспортними шляхами для човнів, інші внаслідок обміління не можуть виконувати таких функцій. Їх в місті за картографічними даними порядку 28 штук, з яких нами було досліджено 12.

Вищезазначені водотоки були піддані кластерному аналізу за гідрологічними показниками, серед яких довжина, ширина, глибина русла та частка стоку (рис 3.2.1.).

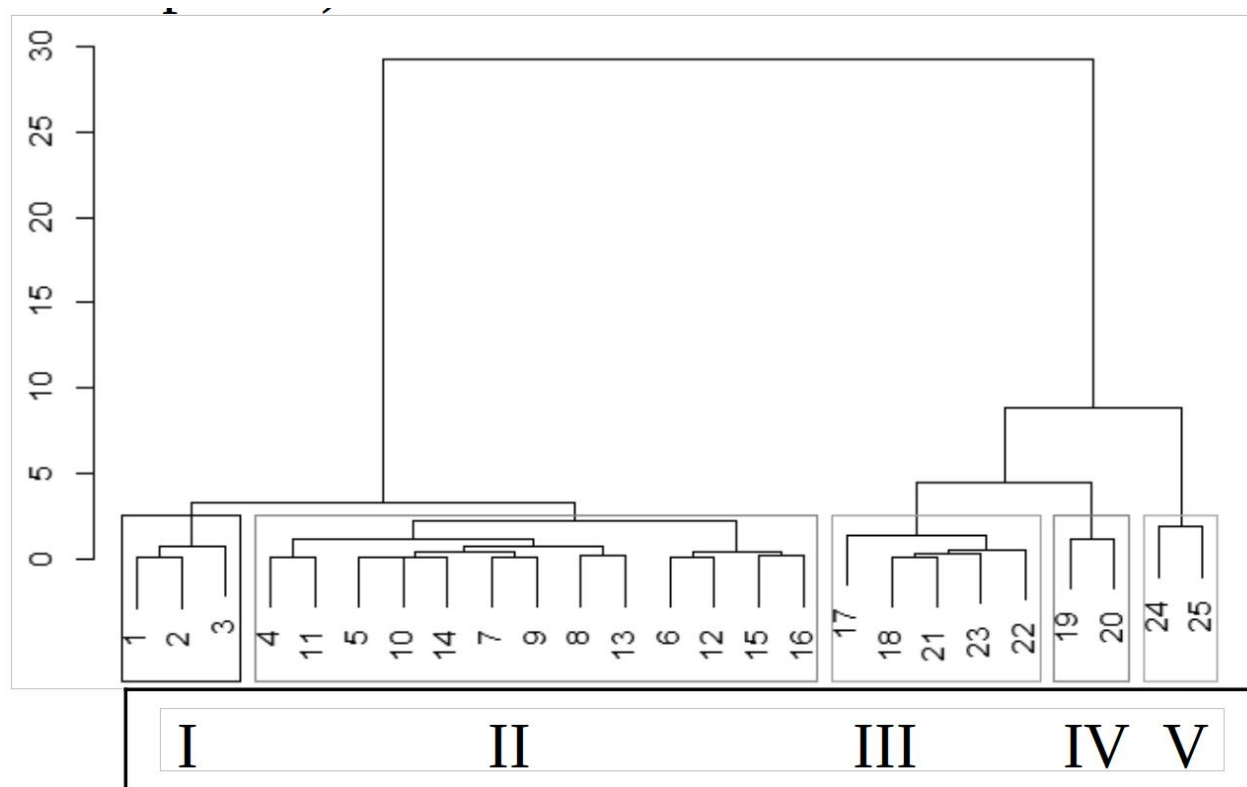


Рис. 3.2.1. Кластерний аналіз водотоків КДД за гідрологічними параметрами:

*1 — Білгородський–Бадика, 2 — Білгородський–Солоний, 3 — Восточний–Ананькин, 4 — Анкудинів–Отножний, 5 — вул. Толстого, 6 — вул. Першотравнева, 7 — Нікольська, 8 — пров. Толстого, 9 — вул. Виноградна, 10 — Горького, 11 — Кутузова, 12 — Українських прикордонників, 13 — Айвова, 14 — Кірова, 15 — Чехова, 16 — Шкільна, 17 — Очаківський, 18 — Прорва, 19 — Старостамбульський,

20 — Бистрий, 21 — Анкудинів, 22 — Гнеушів, 23 — Восточний, 24 — Білгородський, 25 — Отножний.

**Кластер I складають єрики КДД – природні єрики КДД, що з'єднують водотоки з водоймами (рук. Білгородський – кут Бадика, рук. Білгородський – кут Солоний, рук. Восточний – кут Ананькин), II – штучні єрики м. Вилкове та КДД (по вул. Толстого, Виноградній, Шкільній тощо, єрик рук. Анкудинів – рук. Отножний), III – рукави з середнім (Очаківський, Гнеушів, Восточний, Анкудинів, Прорва), IV – високим (Старостамбульський, Бистрий) та V – низьким (рук. Білгородський) або відсутнім (рук. Отножний) рівнем стоку.

РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ВОДНОЇ ФЛОРИ ВОДОТОКІВ КДД

4.1. ТАКСОНОМІЧНА СТРУКТУРА

Таксономічна структура флори є важливою характеристикою, яка дозволяє порівнювати різні за територіями та об'ємом флори. За результатами власних досліджень, склад вищої водної рослинності водотоків кілійської дельти Дунаю налічує 41 вид з 27 родів, 21 родин, 16 порядків, 4 класів та 3 відділів. Таксономічна формула, яка виражає відношення кількості надвидових таксонів у даній флорі в послідовності відділ: клас: порядок: родина: рід: вид, має такий вигляд — 1:1,3:5,3:7:9:13,3.

Переважає кількість видів припадає на відділ *Magnoliophyta* (Покритонасінні) і складає 90,2 % (37 видів), тоді як на відділи *Polypodiophyta* — 7,3 % (3 види), а на відділ *Equisetophyta* — 2,4 % (1 вид) (табл. 4.1.1.).

Таблиця 4.1.1.

Розподіл вищих таксонів водної флори КДД

Відділ	Клас	Порядок	К-сть видів
Magnoliophyta	Liliopsida	Najadales	7
		Arales	6
		Alismatales	4
		Hydrocharitales	4
		Typhales	4
		Cyperales	3
		Poales	2
		Iridales	1
	Magnoliopsida	Araliales	1
		Gentianales	1
		Hippuridales	1
		Lamiales	1
		Myrtales	1
		Nymphaeales	1
Polypodiophyta	Polypodiopsida	Salviniales	3
Equisetophyta	Equisetopsida	Equisetales	1
Усього			41

У межах *Magnoliophyta* домінує клас *Liliopsida* (Однодольні), частка якого за видовим складом – 83,8 %. Це домінування є характерним як для водних флор загалом, так і для деяких водних флор України зокрема [89, 110, 101]. Натомість, на клас *Magnoliopsida* (Дводольні) припадає лише 16,2 %, співвідношення їх складає 5,2:1. Анований список видів представлений в додатку 2.

До перших трьох провідних родин належать *Potamogetonaceae*, *Lemnaceae* та *Hydrocharitaceae* (рис 4.1.1.).

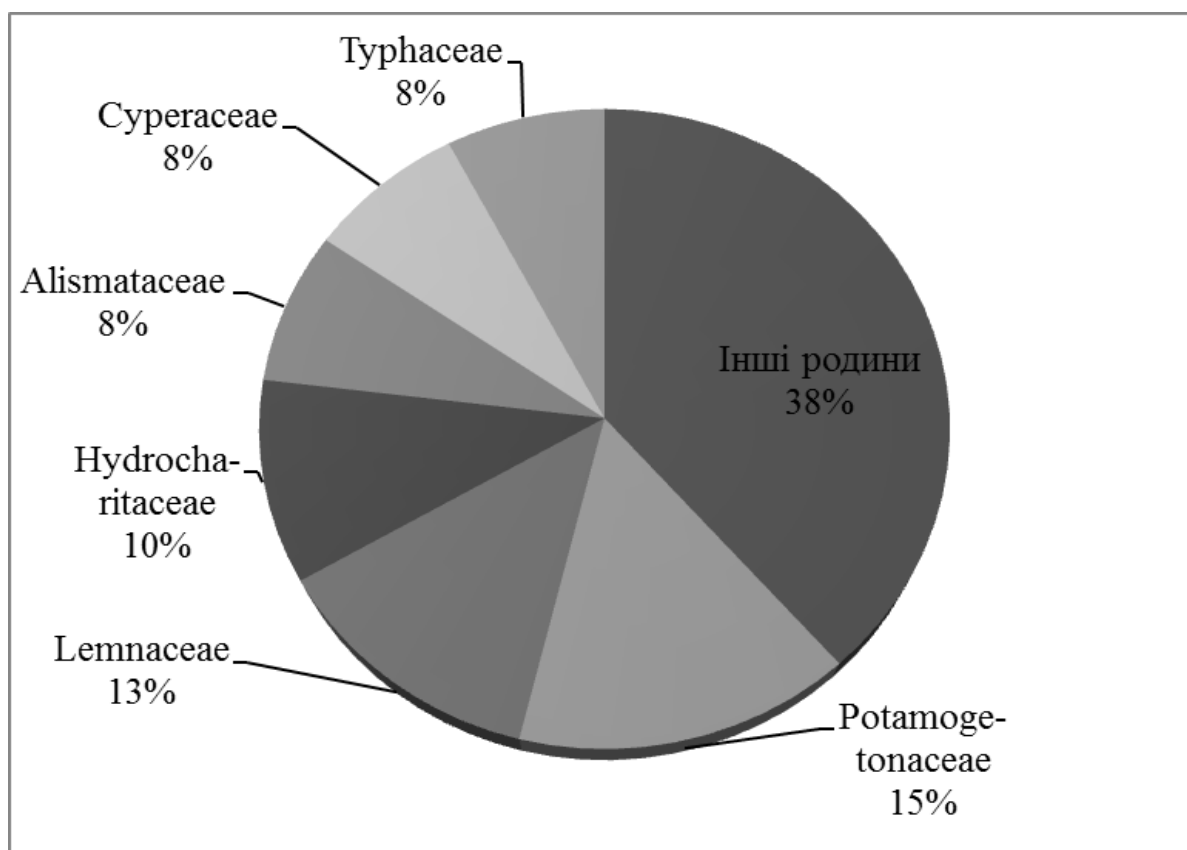


Рис. 4.1.1. Провідні родини вищих водних рослин Кілійської дельти Дунаю.

Разом вони складають понад третину від загальної кількості видів — 36,6 % (табл 4.1.2). Перші шість родин складають вже 58,5 %, тобто більше половини. Родина *Alismataceae*, *Cyperaceae* та *Typhaceae* представлені трьома видами. Згідно перефразованого «загального закону» Декандоля, чим бідніше флора, тим менша

кількість родин містить половину її складу [100], тобто водну флору водотоків КДД можна характеризувати як бідну флору.

Найбільша кількість родів припадає на родини Hydrocharitaceae, Cyperaceae та Lemnaceae (табл. 4.1.2). Середня кількість видів в роді складає 1,35 (родовий коефіцієнт). Найбільшу кількість видів мають роди Potamogeton (6), Lemna (3) та Typha (3). За кількістю видів домінує Potamogetonaceae, що також притаманно водній флорі Росії, проте це нехарактерно для водної флори світу, де найбільш репрезентованою є родина Podostemaceae [89]. Порівняння з водними флорами інших регіонів показало, що подібний спектр провідних родин з КДД мають також водні флори різних водних об'єктів та різних областей України, наприклад, в основних водотоках Національного природного парку “Подільські Товтри”, в Харківській області та в техногенних озерах малого Полісся [71, 90, 101].

Таблиця 4.1.2.

Співвідношення окремих таксономічних категорій флори вищих водних рослин КДД.

Родина	Рід	Частка від загальної к-сті родів, %	Вид	Частка від загальної к-сті видів, %
Potamogetonaceae	1	3,7	6	14,6
Lemnaceae	3	11,1	5	12,2
Hydrocharitaceae	4	14,8	4	9,7
Alismataceae	2	7,4	3	7,3
Cyperaceae	3	11,1	3	7,3
Typhaceae	1	3,7	3	7,3

У флорі в незначній кількості представлена адвентивна фракція – 6 видів, що складає 14,6 % від загальної кількості вищих водних рослин, із них: 1 – археофіт південно–східноазіатського (*Acorus calamus* L.), 5 – кенофітів північно–американського походження (*Azolla caroliniana* Willd., *Azolla filiculoides* Lamark., *Elodea canadensis* Michx., *Sagittaria latifolia* Willd., *Vallisneria spiralis* L.).

Рідкісні рослини, що охороняються на території України у водотоках КДД представлені трьома видами: *Salvinia natans* L., *Nymphoides peltata* (S.G. Gmel) O. Kuntze та *Trapa natans* L. s.l. До регіонально рідкісних видів, які охороняються тільки на території Одеської області, належать вразливий вид *Lemna gibba* L. та недостатньо вивчені види – *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla, *Najas marina* L., *Potamogeton gramineus* L., *Typha grossheimii* Pobed. [77].

Згідно з літературними даними [3], в Кілійській дельті Дунаю налічується всього 32 види гідрофітів. За результатами наших досліджень, їхня кількість для водотоків складає 22 види, тобто на 31% менше ніж у водних об'єктах КДД загалом. У природних водотоках дельти не зустрічали: *Caulinia minor* (All.) Coss.et. Germ, *Myriophyllum verticillatum* L., *Nuphar lutea* (L.) Smith, *Nymphaea alba* L., *Potamogeton lucens* L., *Potamogeton pusillus* L., *Ruppia maritima* L., *Trapa danubialis* Dobrocz., *Callitriche verna* L., *Najas major* All., *Potamogeton berchtoldii* Fieb., *Potamogeton friesii* Rupr. *Ruppia maritima* та *Caulinia minor* потребують більших значень солоності, під час наших досліджень вони були виявлені в затоках Солоний та Бадика. Види *Trapa danubialis*, *Nuphar lutea* та *Nymphaea alba* зустрічалися в середній частині прісноводних заток (напр. кут Ананькин), в єриках та рукавах прилеглих територій їх не виявлено. Інші вказані види не були виявлені під час наших досліджень в КДД.

4.2. ЕКОЛОГІЧНА СТРУКТУРА

Екологічна структура флори виражається в розподілі видів за різними екологічними групами в залежності від умов середовища і норми реакції на них рослинних організмів. Водна флора включає в себе види рослин, для яких оптимальні умови життя пов'язані з обводненими місцями. Згідно з класифікацією рослин водойм та водотоків В.Г. Папченкова [79,80], екологічну структуру водної флори представляють екотипи гідрофіти, гелофіти та гірогелофіти, з чим погоджується більшість вчених, і нами теж були враховані тільки ці типи, хоча до складу флори водного об'єкту також включають берегові рослини, які заходять у воду — гігрофіти,

гігромезофіти та мезофіти. В основу класифікації екотипів покладені такі ознаки, як ступінь зв'язку з повітряним середовищем та ґрунтом і висота пагонів повітряно-водних рослин [80].

Екотип «Гідрофіти, або справжні водні рослини» — це справжні водні рослини, які вільно плавають на поверхні води чи у її товщі, занурені вкорінені рослини, що мають плаваюче на поверхні листя або без них, а також земноводні види, у яких переважає водна форма. Також до складу цього екотипу входять макроводорості та мохи, які не враховувалися нами. Можуть утворювати фітоценози на всіх доступних глибинах, але найчастіше зустрічаються на глибинах в межах 0,5–3 м. Для проходження всього життєвого циклу їм обов'язково необхідне водне середовище [80]. До їх складу входять чотири екогрупи (екогрупу «Макроводорості та водні мхи» ми не розглядаємо, оскільки нами вони не були визначені до рівня виду), представлені у водотоках КДД 23 наступними видами:

Екогрупа «Гідрофіти, вільно плаваючі в товщі води (ПТ)»: *Ceratophyllum demersum* L., *Lemna trisulca* L.

Найменша екогрупа за кількістю видів в КДД, однак не за представленістю. Найчастіше ці види зустрічаються в слабко проточних водах та єриках. Рідко трапляються поодинокими екземплярами в заростях інших видів у рукавах з помірною течією.

Екогрупа «Занурені, вкорінені гідрофіти» (З): *Elodea canadensis* Michx., *Najas marina* L., *Myriophyllum spicatum* L., *Potamogeton crispus* L., *P. pectinatus* L., *P. perfoliatus* L., *Vallisneria spiralis* L.

Представники цієї групи часто зустрічаються у рукавах дельти, переважно в прибережних ділянках, хоча можуть розвиватися і на ділянках на відстані від берегу. Здатні формувати окремі зарості та повноцінні угруповання за помірної течії.

Екогрупа «Вкорінені гідрофіти з плаваючим на воді листям» (ЗПЛ): *Nymphoides peltata* (S.G. Gmel) O. Kuntze, *Potamogeton gramineus* L., *P. natans* L., *P. nodosus* Poir, *Trapa natans* L.

Формують переважно поясні зарості вздовж берегової лінії в прибережних ділянках рукавів та інших водотоків, загалом на ділянках мілководь зі зниженою швидкістю течії, де формуються алювіальні відклади.

Екогрупа «Гідрофіти, вільно плаваючі на поверхні води» (ВП): *Azolla caroliniana* Willd, *Azolla filiculoides* Lamark, *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Lemna gibba* L., *L. minor* L., *Salvinia natans* (L.) All., *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid, *Stratiotes aloides* L., *Wolffia arrhiza* (L.) Horkel ex Wimm.

Найбільш представлена група за кількістю видів, однак у водотоках КДД вони представлені переважно поодинокими екземплярами. Окремих угруповань практично ніколи не формують у водотоках з течією внаслідок малих розмірів та неможливості закріплення. Зустрічаються переважно в заростях видів інших екологічних груп, здатних до вкорінення – ЗПЛ та гелофітів.

Екотип «Гелофіти, або повітряно-водні рослини» включає в себе види, які займають прибережні мілководдя з глибиною до 1–2 (2.5) м. Серед них розрізняють дві екогрупи за висотою пагонів – високотравні, якщо середня висота пагонів складає понад 100 см (180–250 см) та низькотравні – до 100 см (60–100 см). Низькотравні зазвичай зростають на глибинах до 0,5 м, але деякі з них можуть заходити і на більші глибини, утворюючи занурені стерильні форми з стрічкоподібним листям. Високотравні можуть проникати у воду на значну глибину. Рослини цього екотипу здатні переносити тривале пересихання в період вегетації [80]. У водотоках дельти цей екотип представлений 12 наступними видами:

Екогрупа «Низькотравні гелофіти» (НГ): *Alisma plantago-aquatica* L., *Butomus umbellatus* L., *Equisetum fluviatile* L., *Sagittaria latifolia* Willd., *S. sagitifolia* L., *Sparganium erectum* L.

У водотоках дельти виконують роль перехідних елементів між гідрофітами та високотравними гелофітами, зарості формують переважно монодомінантні з незначним вкрапленням інших видів, розташування зазвичай поясне вздовж берегової лінії або навколо новоутворених кіс рукавів.

Екогрупа «Високотравні гелофіти» (ВГ): *Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmb, *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Ex Steud, *Scirpus lacustris* L., *Typha angustifolia* L., *T. grossheimii* Pobed., *T. latifolia* L.

Найбільш розповсюджена група у водотоках дельти. Види зростають в прибережній смузі, по берегу та на плавневих ділянках, здатні витримувати помірну та швидку течію, за низької течії часто витісняються деревними рослинами, внаслідок затінення останніми. Деякі види формують монодомінанті зарості (*Phragmites australis*), інші часто утворюють стійкі угруповання з іншими (*Glyceria maxima*, *Typha angustifolia*).

Екотип «Гідрогелофіти» (ГГ) — це рослини урізу води, які зростають в сирих, перенасичених водою, слабко залитих ґрунтах. Цей екотип типовий для низьких рівнів берегової зони затоплення, рослини зустрічаються на прибережних відмілинах на глибині 20–40 см [79]. У водотоках КДД вони представлені наступними шістьма видами: *Acorus calamus* L., *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla, *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult, *Iris pseudacorus* L., *Mentha aquatica* L., *Oenanthe aquatica* (L.) Poir.

Серед екотипів найбільш представленим є гідрофіти – 23 видів рослин (56,1 %), гелофіти – 12 видів (29,3 %), а гідрогелофіти — лише 6 видів (14,6 %). Низька частка гідрогелофітів не є характерною для водної флори [89] і у водотоках КДД обумовлена тим, що береги тут часто низькі, підтоплені і утворюють плавні, в яких також зростають переважно представники водної флори. В екотипі гідрофіти екогрупа ВП має найбільшу кількість видів (9), далі йдуть З (7 видів), потім ЗПЛ (5 видів) та найменша кількість видів (всього 2) у групі ПТ (рис. 4.2.1.). Серед екотипу гелофіти група низькотравних та високотравних представлена порівну – по 6 видів. Співвідношення екотипів гідрофіти, гелофіти, гідрогелофіти складає 4:2:1.

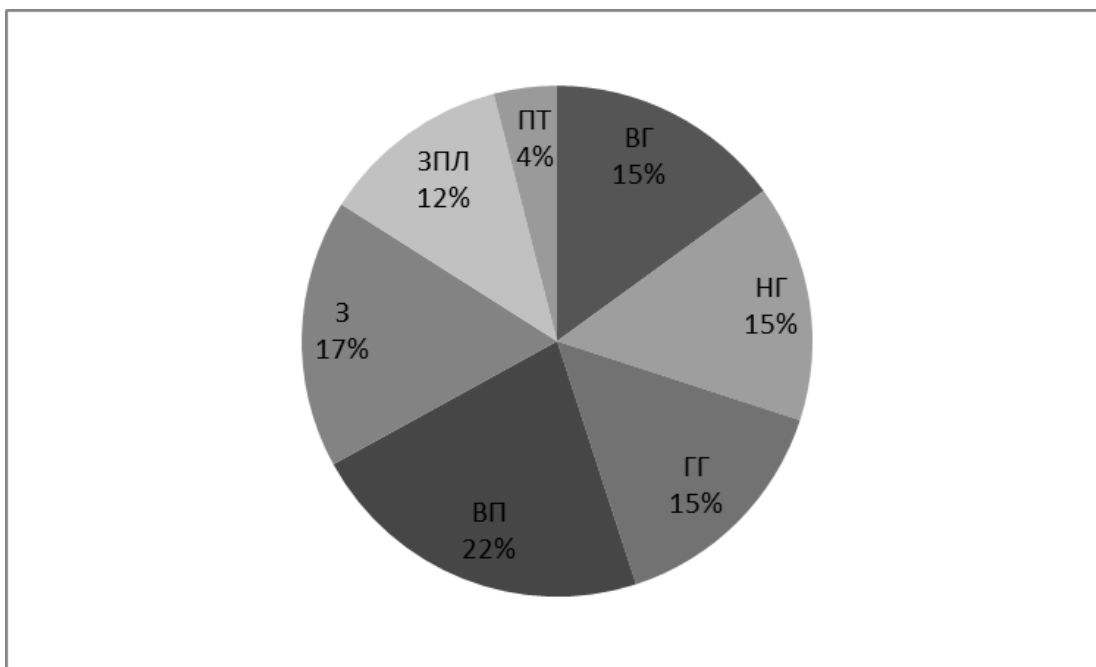


Рис. 4.2.1. Частка екологічних груп водної флори водотоків КДД.

Більшість водних рослин толерантні до різних умов водного середовища, однак є види, які можуть слугувати індикаторами певних умов середовища, адже вони більш пристосовані до його впливу. Деякі види з водної флори водотоків з КДД належать до таких категорій.

Реофільні види — це види, які здатні витримувати певні швидкості течії, перепади рівня води та потребують для свого розвитку високого рівня кисню [44]. До таких видів у водотоках КДД належать шість видів: *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton crispus*, *Sparganium erectum*, *Butomus umbellatus*, *Sagittaria sagittifolia*, *Scirpus lacustris*.

Лімнофільні види — види, які здатні витримувати замулення, погіршення кисневого режиму та надлишок органічної речовини у воді. До таких видів у водотоках КДД належать шість видів: *Elodea canadensis*, *Myriophyllum spicatum*, *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Potamogeton natans*, *P. pectinatus*.

Болотні види — види, здатні витримувати надмірний вміст органічної речовини, значне накопичення відмерлих часток рослин, зниження рівня кисню, збільшення

концентрації сірководню та метану. До них у водотоках КДД належать шість видів: *Ceratophyllum demersum*, *Lemna minor*, *L. trisulca*, *Spirodela polyrrhiza*, *Stratiodes aloides*, *Typha latifolia*.

Співвідношення груп реофільні:лімнофільні:болотні у водотоках КДД складає 1:1:1, або по 33% на кожену групу.

По відношенню до складу солей серед ВВР присутні види, які витримують специфічні умови існування: глікогалофіти (здатні витримувати надмірне засолення) [67,113] – *Bolboschoenus maritimus*, *Myriophyllum spicatum*, *Najas marina* та нітрофіли (рослини, які потребують багатого нітратного живлення) – *Lemna gibba*, *L. minor*, *L. trisulca*, *Typha latifolia*.

По відношенню до трофічного статусу водного об'єкту види належать до **оліго-мезотрофів** (надають перевагу зростанню у водних об'єктах з невисоким рівнем первинної продукції) [44] – *Potamogeton gramineus*, **мезотрофів** (надають перевагу зростанню у водних об'єктах з середнім рівнем первинної продукції та помірним вмістом елементів мінерального живлення) – *Potamogeton perfoliatus*, *Equisetum fluviatile*, *Elodea canadensis*, *Sagittaria sagittifolia*, *Sparganium erectum*, **мезо-евтрофів** (перехідні між мезотрофними та евтрофними умовами) – *Schoenoplectus lacustris*, *Najas marina*, *Potamogeton crispus*, *Trapa natans*, *Lemna trisulca*, та **евтрофів** (надають перевагу зростанню у водних об'єктах з високим рівнем первинної продукції та багатих на біогенні елементи, якість води у таких об'єктах зазвичай погіршена, вміст кисню – низький) — *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton pectinatus*, *Wolffia arrhiza*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Salvinia natans*, *Lemna minor*, *Spirodela polyrrhiza*.

4.3. ГЕОГРАФІЧНА СТРУКТУРА

Географічний аналіз флори разом з таксономічним дозволяє визначити місце флори серед інших флор, а також виявити можливі шляхи її формування. Згідно методу просторової тримірної системи координат Г. Мейзеля зі співавторами, ареал кожного виду складається з трьох частин — його широтного (або зонального),

поясного (або океанічно — континентального) та регіонального поширення [14, 98, 153].

В хорологічному спектрі зональних географічних груп найбільша кількість видів відноситься до плюризональної групи (ареали видів знаходяться в різних зонах, вид індиферентний до цього показника), яка складає 44%, що є характерним для водних рослин, оскільки вони зростають у відносно стабільних умовах, які створюються в прісноводних лотичних екосистемах (рис 4.3.1). Домінування цієї групи характерно не лише для всіх водотоків дельти загалом, але і для кожного окремого водотоку зокрема, тобто видовий склад водотоків дельти висування формується переважно за рахунок видів, які мають універсальне розповсюдження.

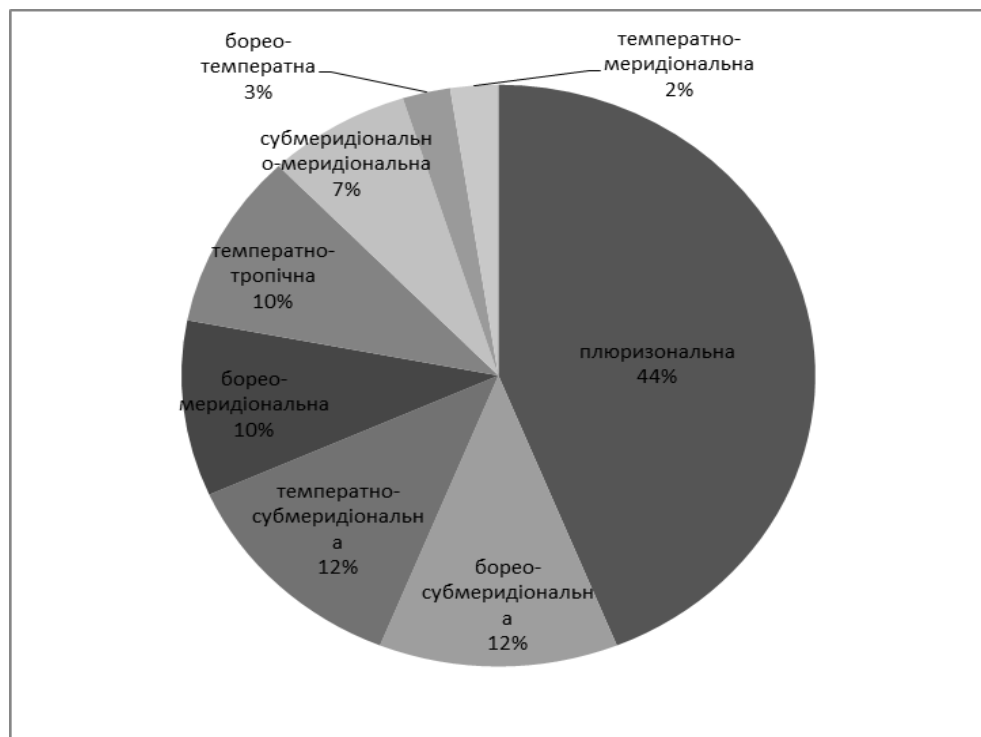


Рис. 4.3.1. Спектр зональних груп ареалів ВВР водотоків КДД.

До цієї групи належить 18 видів рослин: *Alisma plantago-aquatica*, *Ceratophyllum demersum*, *Eleocharis palustris*, *Elodea canadensis*, *Lemna minor*, *L. trisulca*, *Mentha aquatica*, *Myriophyllum spicatum*, *Oenanthe aquatica*, *Phragmites australis*, *Potamogeton*

crispus, *P. nodosus*, *P. pectinatus*, *P. perfoliatus*, *Sagittaria sagittifolia*, *Scirpus lacustris*, *Spirodela polyrhiza*, *Typha latifolia*.

На другому місці за кількістю видів знаходяться борео-субмеридіональна (види поширені в зоні хвойних та літньозелених листопадних лісів) та температурно-меридіональна групи (зона листяних, мішаних, вічнозелених, хвойних лісів, степів та пустель), в кожній з них знаходиться по п'ять видів. На третьому місці борео-меридіональна та температурно-тропічна групи – по чотири види в кожній. Далі знаходиться субмеридіонально-меридіональна група з трьома видами. Найменша ж кількість видів належить до борео-температної та температурно-меридіональної групи – по одному виду *Potamogeton gramineus* та *Salvinia natans* відповідно. Дане співвідношення (за домінуючими та малопредставленими групами) спостерігається також в інших водних флорах України, з переважанням плюризональної групи в хорологічних спектрах [4].

В хорологічному спектрі регіональних груп найбільше представлені види з циркумполярним поширенням (зростають в певних поясах) – 18 видів (види поширені в різних регіонах, індіферентні до цього показника). Друге місце поділяють види, що мають космополітне (характеризуються найбільш широким розповсюдженням, яке охоплює більшу частину земної кулі) та євразійське поширення – їх по вісім. На третьому місці євросибірське поширення, яке представляють чотири види. А найменше видів євро-північноамериканського поширення, три види, які є адвентивними для флори України – *Azolla caroliniana*, *A. filiculoides*, *Sagittaria latifolia* (рис 4.3.2.)

Незважаючи на те, що кількість видів космополітної групи майже в два рази менше циркумполярної, в деяких окремих водотоках вони переважають. Зокрема, домінуюче положення вона має в Бистромому (4 види) та Очаківському (7 видів) рукаві та має однакову представленість з групою циркумполярних в Анкудиновому – по три види.

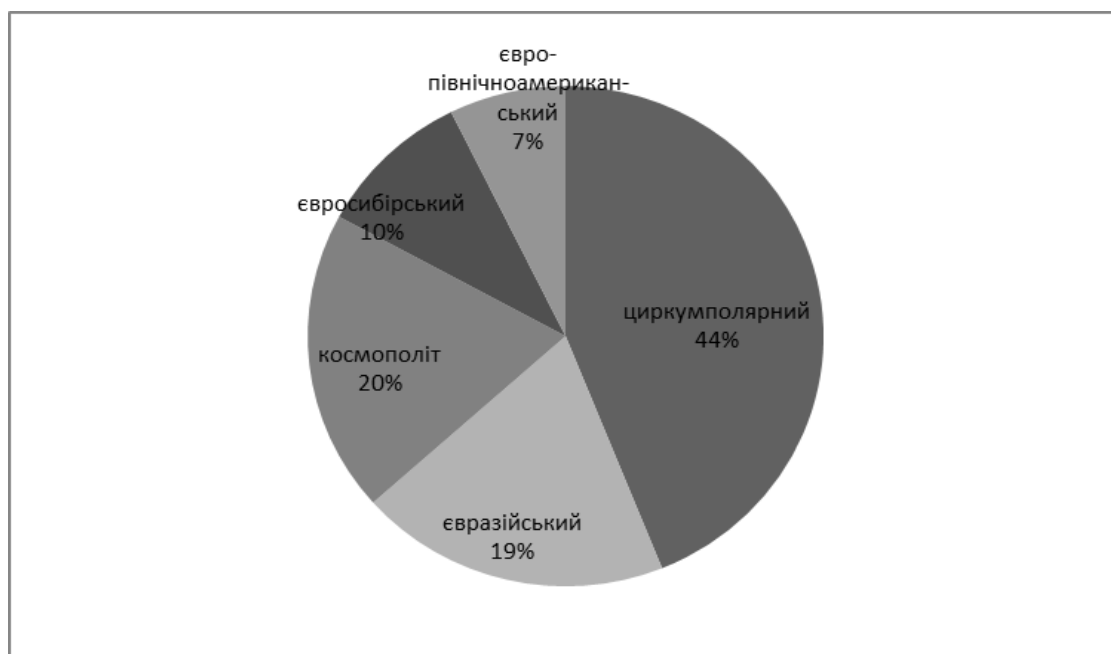


Рис. 4.3.2. Спектр регіонального поширення ареалів ВВР водотоків КДД.

По відношенню до поясного поширення, характеру розміщення ареалів видів в океанічних або внутрішніх (континентальних та перехідних областях) спостерігається картина представлена на рис. 4.3.3.

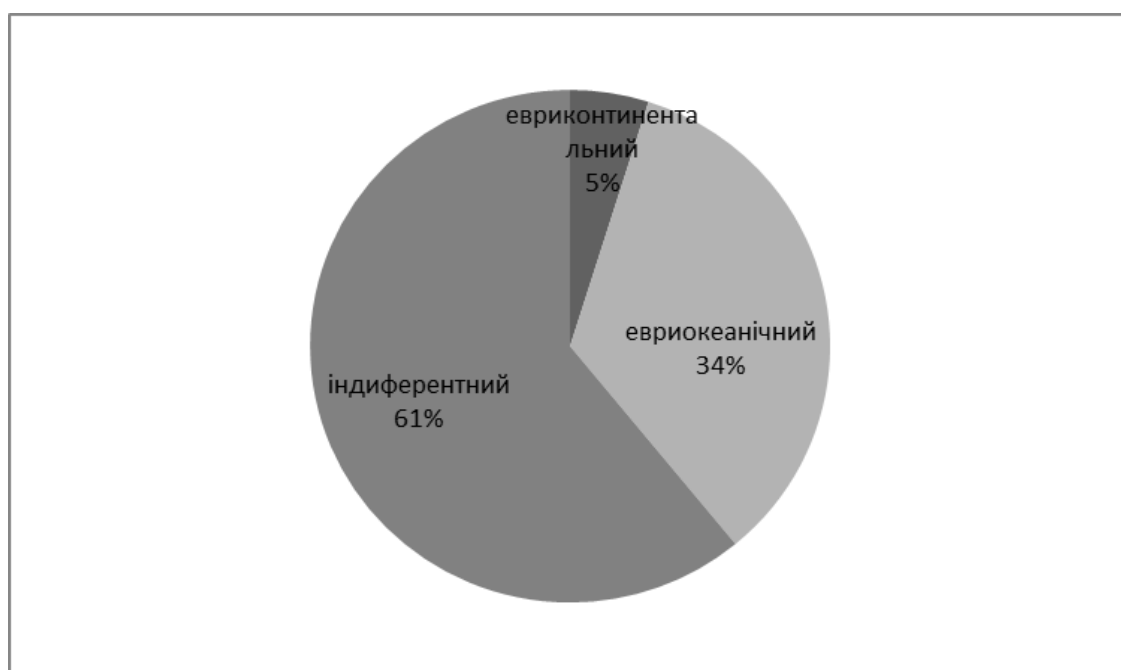


Рис. 4.3.3. Ареали за характером океанічності та континентальності.

Найбільший відсоток видів належить до групи індиферентної до континентальності та океанічності (25 видів). Надають перевагу океанічним регіонам 14 видів: *Azolla caroliniana*, *A. filiculoides*, *Glyceria maxima*, *Lemna gibba*, *L. trisulca*, *Potamogeton crispus*, *P. nodosus*, *Scirpus lacustris*, *Salvinia natans*, *Sagittaria latifolia*, *Trapa natans*, *Typha angustifolia*, *Vallisneria spiralis*, *Wolffia arrhiza*. А ось континентальним регіонам надають перевагу тільки 2 види — *Bolboschoenus maritimus* та *Typha grossheimii*.

Отже видовий склад водотоків КДД формується переважно за рахунок видів, індиферентних до зонального, регіонального та океанічно-континентального положення. Водна флора рукавів Кілійської дельти Дунаю є подібною до водної флори України за домінуючими групами ареалів [14].

РОЗДІЛ 5

СИНТАКСОНОМІЧНИЙ СКЛАД ВОДНОЇ РОСЛИННОСТІ РУКАВІВ КДД

5.1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИНТАКСОНІВ МАКРОФІТІВ РУКАВІВ КДД

Угрупування макрофітів здатні впливати на швидкість течії водотоків, глибину, хімічний склад води тощо [131], крім того їх значущість обумовлена великими, порівняно з іншими гідробіонтами розмірами, що робить їх зручними об'єктами для спостереження та індикації стану навколишнього середовища. Одним з важливих питань і найбільш дискусійних тем у фітоценології [157], що не полишає увагу дослідників упродовж всього періоду досліджень, залишається класифікація фітоценозів, необхідна як для розуміння їх природної побудови, так і організації раціонального використання рослинних ресурсів. Фітоценози Кілійської дельти Дунаю вивчалися як з використанням домінантного, так і еколого-флористичного підходів [19-20, 22, 24, 29, 48], однак основний масив даних був отриманий під час дослідження її внутрішніх (заплавних) водойм, тоді як водотоки лишалися поза увагою науковців. Ці факти переконують у необхідності заповнення цієї прогалини шляхом класифікації угруповань рукавів, опису умов їх зростання, визначення особливостей розповсюдження, порівняння угруповання макрофітів водотоків та водойм дельти.

Класифікаційна схема водної рослинності рукавів КДД:

Макрофіти формують рослинність водотоків КДД, яку за результатами наших досліджень можна віднести до 3 класів, 3 порядків, 4 союзів та 10 асоціацій.

LEMNETEA O. DE BOLÒS ET MASCLANS 1955

Lemnetalia minoris O. de Bolos et Masclans 1955

Stratition Den Hartog et Segal 1964

- 1) *Lemno-Hydrocharitetum morsus — ranae Oberd. 1957*

POTAMOGETONETEA KLIKA IN KLIKA ET NOVÁK 1941

Potamogetonetalia Koch 1926

Potamogetonion Libbert 1931

- 2) *Potametum denso-nodosi* de Bolos 1957
- 3) *Potametum perfoliati* Miljan 1933

Nymphaeion albae Oberd. 1957

- 4) *Nymphoidetum peltatae* Bellot 1951
- 5) *Trapetum natantis* Kárpáti 1963

PHRAGMITI-MAGNOCARICETEA KLIKA IN KLIKA ET NOVAK 1941

***Phragmitetalia* Koch 1926**

***Phragmition communis* Koch 1926**

- 6) *Phragmitetum australis* Savič 1926
- 7) *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953
- 8) *Typhetum latifoliae* Nowiński 1930
- 9) *Sparganietum erecti* Roll 1938
- 10) *Glycerietum maximae* Nowiński 1930 corr. Šumberová, Chytrý et

Danihelka in Chytrý 2011

Клас Lemnetea, якій об'єднує угруповання переважно вільно плаваючих на поверхні та у товщі води невикорінених видів рослин, представлений одним порядком Lemnetalia minoris та союзом Stratietion. Види, що формують угруповання займають надводний та підводний шар. В другому зростають види, що здатні перенести затінення. Найчастіше зустрічається у непроточних або слабо проточних водоймах чи водотоках, збагачених органічними речовинами. Незважаючи на найбільшу кількість у флорі рукавів вільноплаваючих видів, угруповання класу трапляються рідко, оскільки угруповання мають схильність до міграції за наявності коливання води [19]. Найбільш поширені вони у відмираючих рукавах з низьким рівнем стоку (Отножний, Білгородський) та єриках.

Фітоценотична характеристика асоціацій представлена в таблиці 5.1.1.

Lemno-Hydrocharitetum morsus-ranae Oberd. 1957 (Табл. 5.1.1, №1)

Діагностичні види асоціації: *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lemna minor*, *L. trisulca*.

Діагностичні види досліджених угруповань: *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lemna minor*, *L. trisulca*, *Ceratophyllum demersum*, *Spirodela polyrrhiza*, *Stratiotes aloides*

Екологічні особливості та зростання: угруповання трапляється переважно у замкнених, мулистих водоймах з слаболужною чи нейтральною реакцією середовища [126].

Таблиця 5.1.1

Фітоценотична характеристика асоціацій водних угруповань рукавів КДД

	Номер синтаксону	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Кількість описів	11	9	13	6	20	60	22	11	17	9
	Загальна кількість видів	16	11	10	8	21	14	18	10	16	6
	Середнє проєктивне покриття в заростях, %	93	76	70	70	73	81	77	83	83	72
1	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	V				I	I	I			
2	<i>Lemna minor</i>	V	I			IV		I	I	I	
3	<i>Lemna trisulca</i>	V				I					
4	<i>Ceratophyllum demersum</i>	V	II	II	I	II	II	I		I	II
5	<i>Spirodela polyrrhiza</i>	IV	III	I		IV		II	I	I	I
6	<i>Stratiotes aloides</i>	IV									
7	<i>Potamogeton nodosus</i>		V	I	II	I					
8	<i>Potamogeton perfoliatus</i>		II	V		I	I	I	I	I	
9	<i>Nymphoides peltata</i>		I		V	I					
10	<i>Trapa natans</i>	I	I	II	III	V	I	I		I	II
11	<i>Phragmites australis</i>	III					V	II	IV	II	IV
12	<i>Typha angustifolia</i>	II		I			I	V	I		
13	<i>Typha latifolia</i>	I				I	I	I	V		
14	<i>Sparganium erectum</i>	I			I	III	II	II	II	V	
15	<i>Glyceria maxima</i>	III				I		II	II	III	V
16	<i>Azolla caroliniana</i>		I	I		I					
17	<i>Elodea Canadensis</i>					I					
18	<i>Najas marina</i>		I			I					
19	<i>Myriophyllum spicatum</i>						I	I			
20	<i>Potamogeton pectinatus</i>		III	III		I	I	I		I	
21	<i>Salvinia natans</i>	III	II	II	III	III	I	I		I	I
22	<i>Wolffia arrhiza</i>	I									
23	<i>Acorus calamus</i>							I	I		
24	<i>Bolboschoenus maritimus</i>				I					I	

Продовження таблиці 5.1.1											
25	<i>Butomus umbellatus</i>			I		I	I	I	I	II	
26	<i>Equisetum fluviatile</i>							I		I	
27	<i>Iris pseudacorus</i>	I					I			I	
28	<i>Mentha aquatica</i>	III									
29	<i>Sagittaria sagittifolia</i>				II	I	I			I	
30	<i>Schoenoplectus lacustris</i>					I		I		I	
31	<i>Typha grossheimii</i>					I					

* № відповідає номеру асоціації в класифікаційній схемі на с. 59 – 60.

Фітоценози цієї асоціації є двошаровими (складаються переважно з плаваючих на поверхні та занурених рослин) та флористично багатими (в описах зустрічалися до 16 видів) і характерні для слабо проточних водотоків з незначним коливанням рівня води, сильним замуленням та частковим затіненням з глибинами до одного метру. Зарості мозаїчні, тому є висока ймовірність, що в них зустрічаються також інші угруповання класу *Lemnetea*, однак внаслідок цієї структури заростей виявлення їх ускладнене. Було відмічено тільки в рукаві Отножний.

Охоронний статус: відсутній. У складі угруповань асоціації з високим ступенем константності трапляється *Salvinia natans* (вид, занесений до Додатку I Бернської конвенції, Червоної книги України і Червоного списку водних макрофітів України).

Клас *Potamogetonetea*, який об'єднує прісноводні угруповання прикріплених гідрофітів з плаваючим на поверхні (союз *Nymphaeion*) або зануреними в товщу води листками (союз *Potamogetonion*), представлений одним порядком, двома союзами та чотирма асоціаціям. Рослинність класу розвивається в умовах коливання рівня води протягом вегетації [22]. Угруповання розповсюджені переважно на мілководдях рукавів різної активності. Зустрічаються у рукавах Очаківський, Прова, Гнеушів по всій їх довжині, та в гирлових ділянках рукавів Восточний, Анкудинів і Бистрий. Дві асоціації цього класу (*Nymphoidetum peltatae*, *Trapaetum natantis*) занесені до Зеленої книги України [39].

Potametum denso-nodosi de Bolos 1957(див. табл. 5.1.1, №2)

Діагностичні види асоціації: *Potamogeton nodosus*

Діагностичні види досліджених угруповань: *Potamogeton nodosus*

Екологічні особливості та зростання: зустрічається в проточних водотоках, прісноводних або слабосолоних, гирлових ділянках рукавів з мулистими відкладами, часто на глибині 0,3–0,4 м, хоча також може зростати на глибині понад 1 м. Фітоценози асоціації траплялися в рукавах Очаківський, Гнеушів, Прорва та Восточний. В літературних джерелах зазначається, що це угруповання найчастіше зустрічається саме в текучих водах, вважається, що найкраще для його розвитку глибини близько 3–3,5 м, однак на території КДД, внаслідок високої мутності води та неможливості проникнення сонячного проміння, зростання рослин на такій глибині є практично неможливим. Угруповання надає перевагу місцезростанням з високим рівнем трофності (з високими концентраціями сполук фосфору (P) та нітрогену (N)) [126, 171].

Охоронний статус: відсутній

Potametum perfoliati Miljan 1933 (див. табл. 5.1.1, №3)

Діагностичні види асоціації: *Potamogeton perfoliatus*

Діагностичні види досліджених угруповань: *Potamogeton perfoliatus*

Екологічні особливості та зростання: угруповання зустрічаються в проточних водотоках зі значним коливанням рівня води, прісноводних або слабосолоних з мулистими відкладами на глибині переважно 1–1,5 м, зрідка – на глибині 0,5 м. Фітоценози зростають в рукавах Очаківський, Анкудинів, Прорва та Бистрий. Асоціація наводиться також для румунської частини дельти Дунаю [93] і також вказано, що вона часто зустрічається у водоймах КДД [22].

Охоронний статус: відсутній

Nymphoidetum peltatae Bellot 1951 (див. табл. 5.1.1, №4)

Діагностичні види асоціації: *Nymphoides peltatae*

Діагностичні види досліджених угруповань: *Nymphoides peltatae*

Екологічні особливості та зростання: угруповання асоціації дуже рідко зустрічаються в КДД, зростають на гирлових мілководних, мулистих (0,2–0,4 м) ділянках проточних водотоків, алювіальних конусах виносу. Нами були знайдені в

гирловій частині рукава Восточний. Згідно літературних даних, фітоценози даної асоціації зростають у мезотрофних водах з високими значенням рН [126].

Охоронний статус: угруповання асоціації занесені до Зеленої книги України (категорія 2) [39]. Діагностичний вид синтаксону включений до Червоної книги України і Червоного списку макрофітів України [67, 77].

Trapetum natantis Kárpáti 1963 (див. табл. 5.1.1, №5)

Діагностичні види асоціації: *Trapa natans*

Діагностичні види досліджених угруповань: *Trapa natans*, *Lemna minor*, *Spirodela polyrrhiza*

Екологічні особливості та зростання: фітоценози асоціації у проточних водотоках трапляються переважно в пригирлових мілководних ділянках рукавів, прісноводних та слабосолоних, утворюючи вузькі або широкі пояси (в залежності від швидкості течії), а також зустрічаються в єриках, що з'єднують водотоки та водойми. Глибина зростання має широку амплітуду: 0,1-1,5 м і навіть більше (при зниженні рівня мутності). Угруповання було відмічене в рукавах Очаківський, Гнеушів, Прорва та Восточний. За літературними даними є типовим для водойм Кілійської дельти Дунаю [22], надають перевагу евтрофним водам з високим рівнем нітратів [126].

Охоронний статус: угруповання асоціації занесені Зеленої книги України (категорія 3) [39]. Діагностичний вид синтаксону включений до переліку видів Додатку І Бернської конвенції, Червоної книги України і Червоного списку макрофітів [67].

Клас Phragmiti-Magnocaricetea об'єднує угруповання повітряно-водних рослин як прибережних мілководь, так і болотистих лук, представлений у рукавах КДД одним порядком, одним союзом та п'ятьма асоціаціями. Вони формуються на межі наземного і водного середовища, займаючи екотонне положення, здатні витримувати значні коливання рівня води протягом вегетаційного періоду та характерні для екотопів, що періодично заливаються. Угруповання класу зустрічалися в усіх рукавах КДД, найбільш поширена асоціація Phragmitetum australis Savič 1926.

Phragmitetum australis Savič 1926 (табл. 5.1.1, №6)

Діагностичні види асоціації: *Phragmites australis*

Діагностичні види досліджених угруповань: *Phragmites australis*

Екологічні особливості та зростання: фітоценози асоціації широко розповсюджені в усіх водотоках та водоймах дельти, прісноводних та солонуватоводних, з різним рівнем коливання води (високим, середнім, низьким), проточності (слабо проточні та проточні водотоки) і трофності (мезотрофні та евтрофні), на різних глибинах — від 0,1 до понад 2 м. Угрупування зустрічалося в усіх досліджених рукавах.

Охоронний статус: відсутній.

Typhetum angustifoliae Pignatti 1953 (див. табл. 5.1.1, №7)

Діагностичні види асоціації: *Typha angustifolia*

Діагностичні види досліджених угруповань: *Typha angustifolia*

Екологічні особливості та зростання: угруповання асоціації мають високе флористичне різноманіття (до 18 видів в опису) та зростають по краях переважно прісноводної частини водотоків з помірним рівнем коливання води, на глибинах до 2 м. Зустрічаються в рукавах Білгородський, Очаківський, Прорва, Восточний, Гнеушів.

Охоронний статус: відсутній.

Typhetum latifoliae Nowiński 1930 (див. табл. 5.1.1, №8)

Діагностичні види асоціації: *Typha latifolia*

Діагностичні види досліджених угруповань: *Typha latifolia*, *Phragmites australis*

Екологічні особливості та зростання: угруповання асоціації не є поширеними у водотоках дельти, зустрічаються рідко та зростають на мілководдях та по берегах водотоків з помірним та високим рівнем коливання води, на глибині близько 1 м. Відмічені в рукавах Білгородський, Очаківський, Прорва, Гнеушів та Старостамбульський.

Охоронний статус: відсутній.

Sparganietum erecti Roll 1938 (див. табл. 5.1.1, №9)

Діагностичні види асоціації: *Sparganium erectum*

Діагностичні види досліджених угруповань: *Sparganium erectum*

Екологічні особливості та зростання: фітоценози асоціації є поширеними у водотоках дельти, займають мілководні ділянки водотоків з глибинами переважно 0,3 - 0,7 м, часто зустрічаються в гирлових ділянках рукавів. Зустрічаються вздовж рукавів Білгородський, Анкудинів, Восточний та Прорва.

Охоронний статус: відсутній.

Glycerietum maximae Nowiński 1930 corr. Šumberová, Chytrý et Danihelka in Chytrý 2011 (див. табл. 4.1.1, №10)

Діагностичні види асоціації: *Glyceria maxima*

Діагностичні види досліджених угруповань: *Glyceria maxima*, *Phragmites australis*.

Екологічні особливості та зростання: фітоценози асоціації мало представлені у водотоках дельти, займають мілководні ділянки водотоків з глибинами переважно 0,1-0,7 м. Зустрічалося в рукавах Анкудинів, Гнеушів, Старостамбульський та Восточний.

Охоронний статус: відсутній.

У літературних джерелах відомості про синтаксономічний склад водної рослинності подаються переважно для всієї гирлової області Дунаю в її українській частині, де створюються різноманітні умови для розвитку рослинності, внаслідок чого визначені асоціації на даній території майже співпадають за кількістю з територією всієї України [22 - 23]. У водотоках КДД екологічні умови є більш однорідними, що спричиняє зменшення їх кількості.

Для порівняльного аналізу синтаксономічного складу з водоймами КДД ми обирали тільки ті асоціації, про які було вказано, що вони зустрічаються саме в водоймах приморської частини дельти [24, 19 – 21]. Були обрані тільки водні класи рослинності. Порівняння з асоціаціями водотоків дельти виконання було здійснено на основі досліджень на території Румунії [141, 170]. Результати представлені в таблиці 5.1.2.

Водна рослинність водойм дельти Дунаю представлена 5 класами рослинності, з яких два є об'єднаннями угруповань прісноводних гідрофітів, два – солонуватоводних гідрофітів та один – гелофітів. Найбільша кількість асоціацій належить класам Potamogetonetea та Phragmiti-Magnocaricetea – по 14, найменша ж кількість у Zosteretea та Ruppiaea – по одному виду. Клас Lemnetae нараховує шість видів.

Таблиця 5.1.2

Угруповання водних макрофітів дельти Дунаю за літературними даними та результатами власних досліджень

№ п/п	Назви асоціацій	Водойми КДД	Водотоки дельти виповнен.	Водотоки дельти висуван.*
1	2	3	4	5
Cl. Lemnetae O. de Bolòs et Masclans 1955				
1	Lemno — Azolletum carolinianae Nedelcu 1967	+		(+)
2	Lemno-Hydrocharitetum morsus — ranae Oberd. 1957	+	+	+
3	Lemno minoris — Spirodeletum polyrhizae Koch 1954 em Muller et Gers 1960	+		(+)
4	Lemno-Utricularietum vulgaris Soó 1928	+	+	
5	Lemnetum trisulcae Soo 1927	+		
6	Hydrocharito-Stratiotetum aloides Van Langend 1935	+		
Cl. Ruppiaea J.Tx. 1960				
7	Ruppiaea maritima Beguinot 1941	+		
Cl. Zosteretea Pignatti 1953				
8	Zosteretum noltii Harmsen 1936	+		
Cl. Potamogetonetea Klika in Klika et Novák 1941				
9	Ceratophylletum demersi (Soo 1928) Eggler 1933	+	+	
10	Elodeetum canadensis Eggler 1933	+		(+)
11	Elodeetum nutallii Ciocârlan et al. 1997		+	
12	Myriophylletum spicati Soo 1927	+		(+)
13	Najadetum marinae (Oberd. 1957) Fukarek 1961	+		
14	Nuphareto lutei — Nymphaeetum albae Nowinski 1930 et Tomaszewicz 1977	+	+	
15	Nymphoidetum peltatae Bellot 1951	+	+	+
16	Nymphaeetum alba luteae	+		
17	Potamogetonetum crispum Soó 1927	+	+	
18	Potametum denso-nodosi de Bolos 1957		+	+
19	Potametum lucentis Hueck 1931	+	+	
20	Potametum perfoliati Miljan 1933	+	+	+
21	Potametum pectinati Carstensen 1955	+	+	
22	Potamogetonetum trichoidis Freit et al. 1956		+	

Продовження таблиці 5.1.2				
1	2	3	4	5
23	Potameto — Zannicellietum palustris Koch 1926	+		
24	Stratiotetum, aloidis (Nowinski 1930) Miljan 1933	+	+	
25	Trapetum natantis Kárpáti 1963	+	+	+
Cl. Phragmiti-Magnocaricetea Klika in Klika et Novak 1941				
26	Phragmitetum australis Savič 1926	+	+	+
27	Acoretum calami Dagys 1932	+		
28	Butometum umbellate Phillipi 1973	+		
29	Butomo-Sagittarietum sagittifoliae Losev in Losev et Golub 1988			(+)
30	Glycerietum maximae Nowiński 1930	+		+
31	Oenanthetum aquaticae Soó ex Neuhausl 1959	+		
32	Sagittario — Sparganietum emersi Tx. 1953	+		(+)
33	Scirpetum lacustris Schmale 1939	+		
34	Schoenoplectetum lacustris Chouard 1924	+		+
35	Typhetum angustifoliae Pignatti 1953	+	+	+
36	Typhetum grossheimii Klok. 1978	+		
37	Typhetum latifoliae Nowiński 1930	+	+	+
38	Schoenoplectum triqueteri Zonneveld 1955	+		
39	Schoenoplectum tabernaemontani Rapaics 1927	+		
40	Typhetum laxmanii Ubriszi 1961	+		

* для цієї колонки власні дані наводяться без дужок, літературні – в дужках

Щодо водної рослинності водотоків дельти виповнення, то тут було описано три класи рослинності, з яких найбільш представленим є клас Potamogetonetea – 12 асоціацій, дві асоціації були описані для класу Lemnetea та три – для Phragmiti – Magnocaricetea.

Асоціацій класу Lemnetea у водоймах 6, тоді як у водотоках дельти лише 2–3, це обумовлено тим, що види в угрупованнях даних асоціацій не здатні закріплюватися та переміщуються при появі течії, не утворюючи стійких фітоценозів. Клас Potamogetonetea представлений у водоймах КДД та водотоках дельти виповнення 14 та 12 асоціаціями відповідно, водночас у водотоках дельти висування за нашими та літературними даними виявлено лише 6. Це може бути обумовлено більшою стабільністю водотоків дельти виповнення та більшою їх захищеністю від руйнівного

впливу моря. Класи *Ruppia* та *Zosteretea* зустрічаються лише в солонуватоводних водоймах КДД, через те, що мають специфічні вимоги до солоності.

Клас *Phragmiti-Magnocaricetea* у водоймах КДД представлений 14 асоціаціями, тоді як у водотоках КДД – лише 7 (під час наших досліджень було виявлено лише п'ять). Асоціації даного класу є дуже поширеними у дельті, проте тільки деякі мають широку екологічну амплітуду та здатні розвиватись за будь-яких умов (*Phragmitetum communis*, *Typhetum angustifoliae*), інші – надають перевагу більш стабільним умовам, з незначним коливанням води та частіше зростають у плавневих частинах дельти та внутрішніх дельтових водоймах. У водотоках дельти виповнення спеціальні дослідження даного класу рослинності не проводилися, в літературних джерелах описано три асоціації даного класу.

Таким чином, рослинність водотоків дельти висунення має спільні риси як з рослинністю водойм, так і з рослинністю дельти виповнення, хоча їй притаманні власні специфічні риси – тут повноцінно розвиваються лише витривалі угруповання, здатні витримувати коливання рівня води, зміну швидкості течії та солоності.

5.2. ІНДИКАЦІЙНІ МОЖЛИВОСТІ ВИДІЛЕНИХ РОСЛИННИХ АСОЦІАЦІЙ

Макроскопічні організми, які часто називають макрофітами, реагують на короткочасні зміни часто непомітно, однак тривалі зміни та тенденції знаходять своє відображення у формуванні рослинних угруповань [10].

З метою виявлення ефективності біоіндикаційних можливостей макрофітів щодо особливостей водного середовища нами був здійснений аналіз взаємозв'язків рослинних угруповань із чинниками навколишнього середовища. Останні були представлені у вигляді середніх значень їхніх показників для кожної з вищезазначених асоціацій (табл. 5.2.1).

За чинником зволоження (Hd) асоціації, на підставі середніх значень, відносяться до екогрупи субгідрофітів, однак мають широку амплітуду коливань, тож можна стверджувати, що до складу визначених асоціацій входять як види, характерні для

мокрих боліт (серед них *Butomus umbellatus*, *Sparganium erectum*, *Typha angustifolia* тощо), так і види, характерні для прибережно-водних і водних екотопів з постійним обводненням, однак які здатні витримувати тимчасове пересихання (серед них *Lemna minor*, *Lemna trisulca* тощо), а також види, що зростають виключно у постійно обводнених місцях (серед них *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton perfoliatus* тощо) (табл. 5.2.1.).

Таблиця 5.2.1.

Середні значення показників чинників середовища асоціацій КДД

Чинник	№ синтаксону									
	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зволоження (Hd)	19,0	20,9	20,4	19,7	20	19,3	19,2	18,3	18,8	19,1
Змінність зволоження (fH)	4,8	4,3	5,5	5,1	4,8	5,2	5,7	6,0	5,9	5,1
Кислотність (Rc)	8,3	9,2	9,0	8,8	8,8	8,7	8,7	8,6	8,7	8,7
Узагальнений сольовий режим (Sl)	8,5	9,4	9,2	9,2	9,1	8,9	8,8	9,0	9,2	8,8
Карбонати (Ca)	5,6	6,8	6,7	6,0	6,0	5,7	5,9	5,8	6,1	6,4
Азотний режим (Nt)	7,2	7,4	7,7	7,3	7,4	7,3	7,1	7,1	6,9	7,5
Аерація (Ae)	12,8	13,4	13,0	12,9	12,9	12,9	12,9	12,4	12,5	12,8
Освітленість (Lc)	7,6	6,9	7,1	7,7	7,3	7,3	7,4	7,6	7,3	7,3

* № синтаксону згідно класифікаційної схеми, представленої на ст. 59 – 60.

За змінністю зволоження (fH) види асоціацій належать до екогруп гідроконтрастофоби (характерні для сирих та вологих екотопів з рівномірним стійким обводненням кореневмісного шару та поверхневими водами (значення показників 4 – 5)) та гемігідроконтрастофоби (характерні для екотопів з нерівномірним зволоженням кореневмісного шару та повного його промочування опадами і талими водами (значення показників 5 – 6) (табл.5.2.1. fH).

Аерація (Ae) – це показник, що впливає на хімічні процеси та лімітує поширення багатьох видів рослин. Угрупування відносяться до аерофобних (показники 11–12) –

зростають на вологих ґрунтах з максимальним з максимальним зволоженням кореневмісного шару та мегааерофоби (показники 13–14) — займають прибережно-водні екотопи, а також проточні водотоки з мінімальною аерацією.

Отже, зважаючи на зволоження та аерацію, можна стверджувати, що фітоценози асоціацій макрофітів КДД не зростають на значній глибині, в місцях з рівномірним, постійним обводненням, а надають перевагу мілководним пересихаючим ділянкам рукавів, тому до їх складу завжди входять види різних екогруп, які більше розвиваються в сезони та періоди водного режиму, що найкраще відповідають їх екологічним вподобанням.

По відношенню до кислотності ґрунтів асоціації фітоценозів відносяться до субацидофільних — з рН ґрунтів 5,5–6,5 (середні значення показників 7–8) та нейтрофілів — з рН 6,5–7,1 (сер. зн показників 9–10). При цьому, варто зазначити, що значення рН у воді є значно більшим і в середньому складає 8. По відношенню до сольового режиму угруповання поділяються на семіевтрофні (значення 7–8) та евтрофні (значення 9–10), тобто вони надають перевагу збагаченим солями місцезростанням. Відношення до карбонатних солей є важливим, оскільки показує характер геологічних порід, всі визначені угруповання належать до екогрупи гемікарбонатофоби, тобто вони уникають карбонатних ґрунтів. Це не є незвичайним, оскільки всі водотоки КДД протікають не в карбонатних, а в силікатних породах.

Щодо забезпечення мінеральним азотом, то угруповання відносяться до груп гемінітрофіли — зростають за середнього забезпечення мінеральним азотом (показники 5–6) та нітрофіли — потребують достатнього забезпечення мінеральним азотом (показники 7–8).

Тож за хімічним режимом визначені асоціації надають перевагу кислуватим, збагаченим солями ґрунтам та уникають карбонатних солей.

По відношенню до освітлення була використана шкала Елленберга [129]. Угруповання асоціацій належать до субгеліофітів (показники 7–8), тобто угруповань,

що мають декілька ярусів, серед яких верхні зростають за яскравого освітлення, а нижні залишаються в тіні.

Таким чином, біоіндикаційний метод аналізу угруповань із використанням екологічної шкали Я.П. Дідуха та П.Г. Плюти адекватно відображає реальні екологічні умови, в яких зростають угруповання макрофітів, однак він не дозволяє побачити різницю між ними. Всі виділені асоціації макрофітів мають схожі вимоги до умов навколишнього середовища, різниця в середніх показниках для кожної з них коливається подекуди в межах десятих частин балу, тому даний метод не можна застосовувати для визначення особливостей умов зростання макрофітів у водотоках.

РОЗДІЛ 6.

МАКРОФІТИ В МЕЖАХ ОКРЕМИХ ВОДОТОКІВ

6.1. РОЗПОДІЛ МАКРОФІТІВ ВЗДОВЖ ВОДОТОКУ

Видове різноманіття макрофітів за неоднакових екологічних умов у різних частинах водотоків КДД змінюється, при цьому його зростання свідчить про прояв крайового ефекту в даних умовах. Явище крайового ефекту відоме здавна, а найбільш рання згадка про нього зустрічається в роботах Клементса 1907 р., який вивчав крайові угруповання та започаткував термін «екотон». У 1933 р. Леопольд використав уже безпосередньо термін «крайовий ефект» для того, щоб описати підвищення біорізноманіття в неоднорідних фрагментарних умовах середовища [цит за. 163]. Сьогодні більшість дослідників розрізняють «екотон», який означає перехідну зону між двома різними екологічними угрупованнями та «крайовий ефект», який означає вплив своєрідних умов даної перехідної зони на структурні характеристики екосистеми або угруповання [128]. Після відкриття явища крайового ефекту зростає інтерес до пошуку його механізмів [119, 130, 144], але отримані науковцями дані є настільки суперечливими, що виникає думка про їх належність до несумісних екологічних феноменів. У зв'язку з цим продуктивним та актуальним є вивчення впливу крайового ефекту на структуру заростей макрофітів, які достатньо стабільні і досить показові при вивченні просторових змін структури біоти [85].

Для вивчення розповсюдження макрофітів вздовж рукава (аналіз проводився на Старостамбульському, Бистрому, Очаківському, Восточному, Анкудиновому та Білгородському) вивчалися їх видове багатство та проективне покриття, за допомогою яких був розрахований індекс Шеннона (формула 2.1), на початку (після відгалуження від більшого), в середній частині та в прикінцевій ділянці рукава, перед розподілом на менші водотоки або впадінням в затоку чи море. При розділенні рукава відбувається зміна ширини русла, а також швидкість течії та відбувається перерозподіл об'єму водного стоку [74]. Тому на ділянках початку рукава, після розгалуження, формуються

різні умови середовища, що сприяють зростанню видового різноманіття. У прикінцевій ділянці рукава додатково підсилюється вплив моря, що також створює різноманітні умови середовища, які можуть сприяти зростанню видового різноманіття, що відповідає отриманим результатам, представленим в табл. 6.1.1. Видовий склад макрофітів представлений в додатку 4.

Таблиця 6.1.1.

**Значення індексу Шеннона у рукавах КДД та статистичні параметри
вибірки**

	Індекс Шеннона		
	Початок	Середина	Кінець
Старостамбульський*	1,176	0,357	1,540
Бистрий*	1,013	0,979	1,244
Очаківський	1,999	1,111	2,129
Восточний*	1,279	0,485	2,280
Анкудинів*	1,297	0,056	0,087
Білгородський	0,600	1,328	1,300
Статистичні параметри			
Середнє значення вибірки	1,227	0,719	1,430
Середнє кв. відхилення	0,209	0,244	0,616

* позначені рукаві, кінцева ділянка яких виходить в море

Найвище значення індексу Шеннона отримане для кінцевих ділянок рукавів Восточний та Очаківський, а найменше – в середній частині рукава Анкудинів. Загалом спостерігається тенденція до зниження показнику індекса в середній частині рукава та його зростання на початковій та прикінцевій ділянках. Серднє арифметичне значення вибірки та середнє квадратичне відхилення представлене на рис 6.1.1.

Для перевірки статистичної різниці між початковою і середньою ділянками, а також між середньою та кінцевою ділянками був застосований критерій Стюдента. Для ділянок початку та середини рукавів його значення складає 1,72 при ступені свободи $df = 5$, що не дозволяє відхилити нульову гіпотезу на рівні значимості $p = 0,1$.

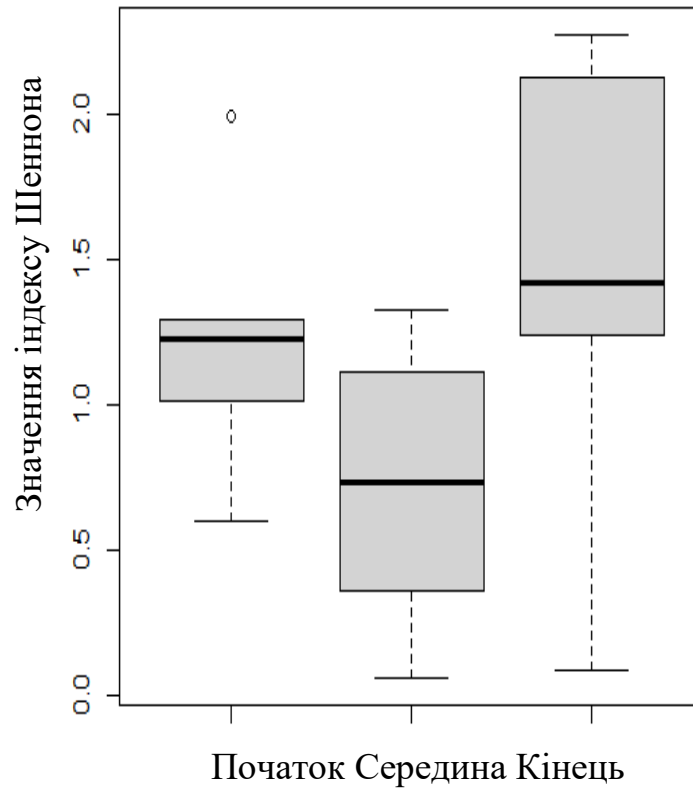


Рис 6.1.1. Середнє арифметичне та середнє квадратичне відхилення показників індексу Шеннона за макрофітами в різних частинах рукавів.

Водночас, при порівнянні показників середньої та кінцевої ділянки рукавів значення критерію складає 2,37, що при ступені свободи $df = 5$ дозволяє відхилити нульову гіпотезу на рівні значимості $p = 0,1$. Це свідчить про зростання видового різноманіття на прикінцевих ділянках рукавів, ймовірно за рахунок додаткового впливу моря, та про появу крайового ефекту на зазначених ділянках.

Для аналізу вираженості крайового ефекту була розрахована його амплітуда за формулою 2.2 (рис 6.1.2.), яка може коливатися в діапазоні від -1 до +1, чим ближче значення до $|1|$, тим більш виражений крайовий ефект

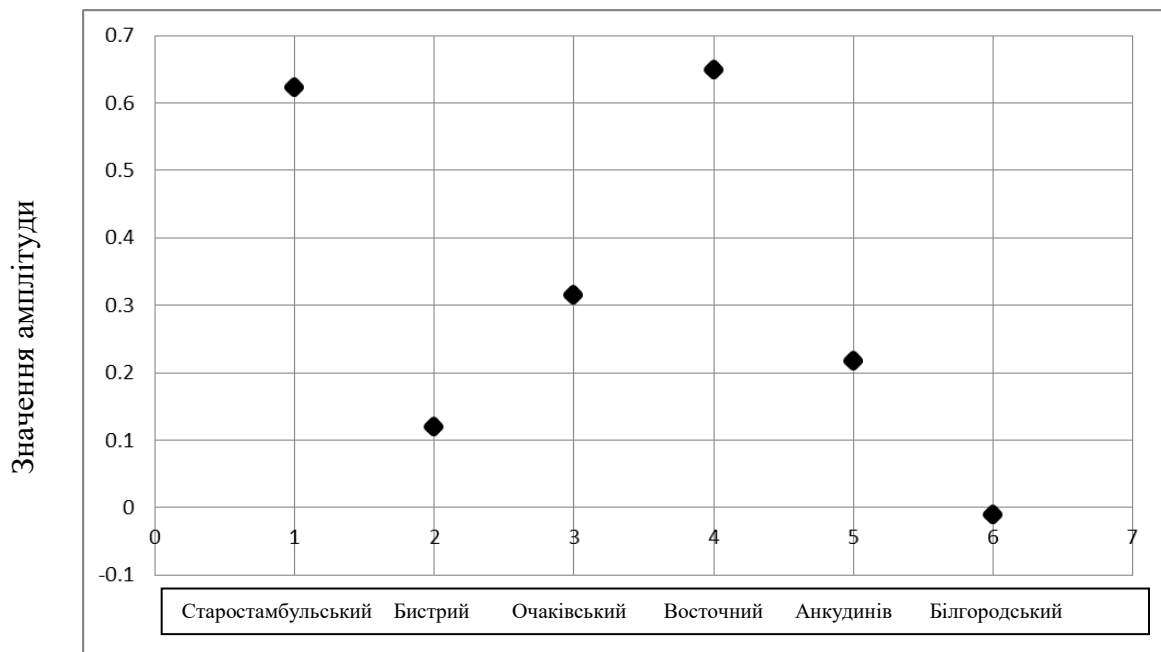


Рис 6.1.2. Амплітуда крайового ефекту в кінцевих ділянках водотоків.

Згідно отриманих даних, найбільше крайовий ефект проявляється при переході від середніх до кінцевих ділянок рукавів Восточний та Старостамбульський, де значення його амплітуди досягає показника близько 0,6, а найменше – в кінцевій ділянці рукава Білгородський.

Розподіл макрофітів за екологічними групами в нормованій гістограмі представлений на рис. 6.1.3. Практично всі екологічні групи рівномірно представлені в усіх частинах водотоків. Однак, в кінцевих ділянках водотоків суттєво зростає роль видів макрофітів з плаваючим на поверхні води листям.

При переході від лентичних – нестабільних умов з постійною течією, які створюються у рукавах дельти, до лотичних – стабільних, які створюються в затоках дельти, у водному об'єкті, що їх з'єднує (перехідний єрик) створюються умови, характерні для обох типів [149]. Це має сприяти зростанню видового різноманіття гідробіонтів, зокрема — макрофітів. Для перевірки цієї гіпотези, нами були розміщені дослідні ділянки в межах рукава перед відділенням від нього іншого водотоку, на перехідному єрику та на початку водойми в трьох повторностях: Восточний рукав —

єрик — затока Ананьїн кут, Білгородський — єрик — затока Бади́ка та Білгородський — єрик — затока Солоний кут.

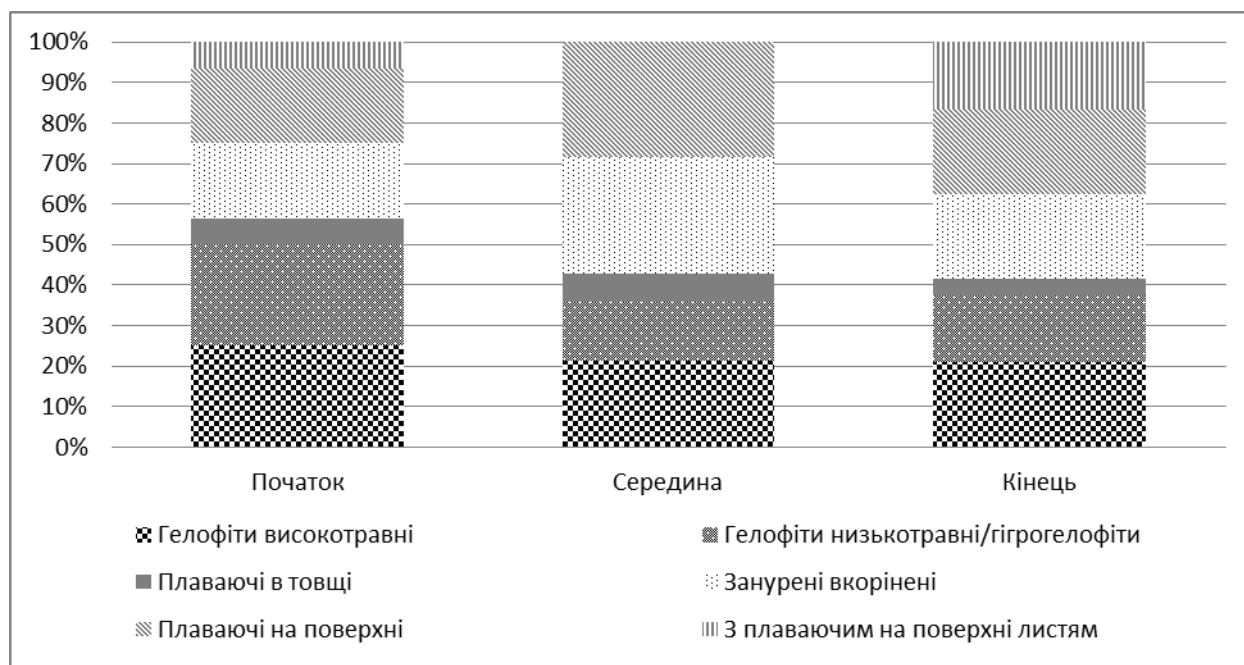


Рис. 6.1.3. Розподіл екологічних груп макрофітів по довжині водотоків КДД.

Результати аналізу видового різноманіття макрофітів на ділянках, що розміщені за принципом першої гіпотези представлені в таблиці 6.1.2, а видовий склад представлений в додатку 5.

Таблиця 6.1.2.

Значення індексу Шеннона та статистичні параметри вибірки

Лотичні та лентичні системи	Індекс Шеннона		
	Рукав	Єрик	Затока
Восточний рукав – Ананьїн кут	1,215	1,541	1,193
Білгородський рукав – Бади́ка кут	1,300	1,632	1,342
Білгородський рукав – Солений кут	1,300	2,008	1,323
Статистичні параметри			
Середнє значення вибірки	1,272	1,727	1,286
Середнє кв. відхилення	0,049	0,250	0,081

На відміну від рукавів, в єриках не спостерігалася зміна показників видового різноманіття на їх початкових, середніх та прикінцевих ділянках, однак вони є екотонними зонами при переході між лентичними та лотичними системами і мають вище видове різноманіття, ніж прилягаюча частина рукаву та затоки, в яку вони впадають. Графічне вираження результатів аналізу представлено на рис. 6.1.4.

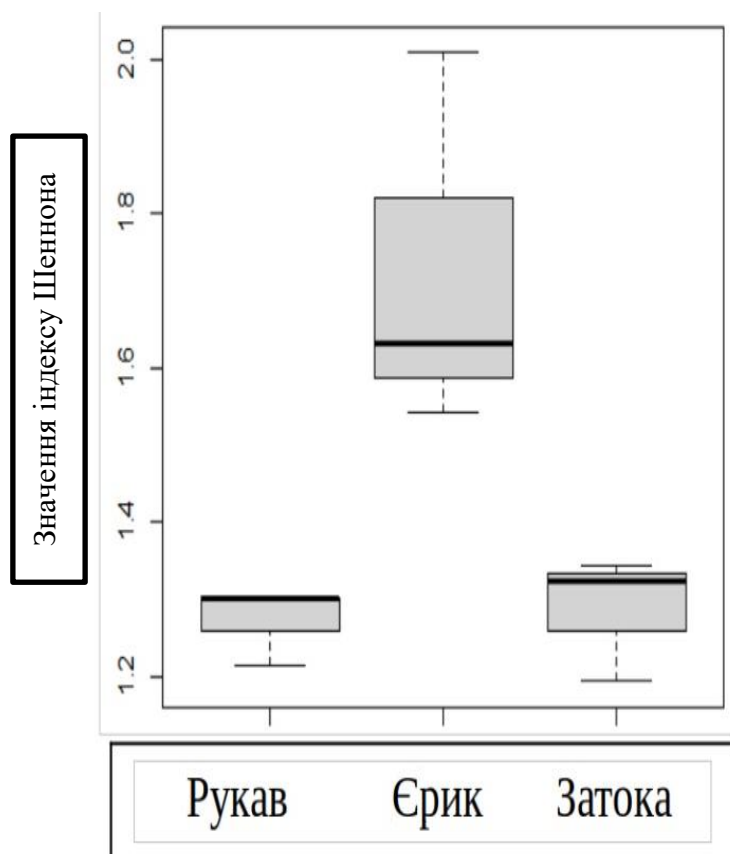


Рис. 6.1.4. Середнє арифметичне та середнє квадратичне відхилення показників індексу Шеннона за макрофітами на різних водних об'єктах.

Збільшення видового різноманіття в перехідних об'єктах свідчить про наявність крайового ефекту на досліджених ділянках. Приклад структури екотону гідробіоценозу у водній системі рукав Білгородський — затока Бадика зображено на рис 6.1.5.

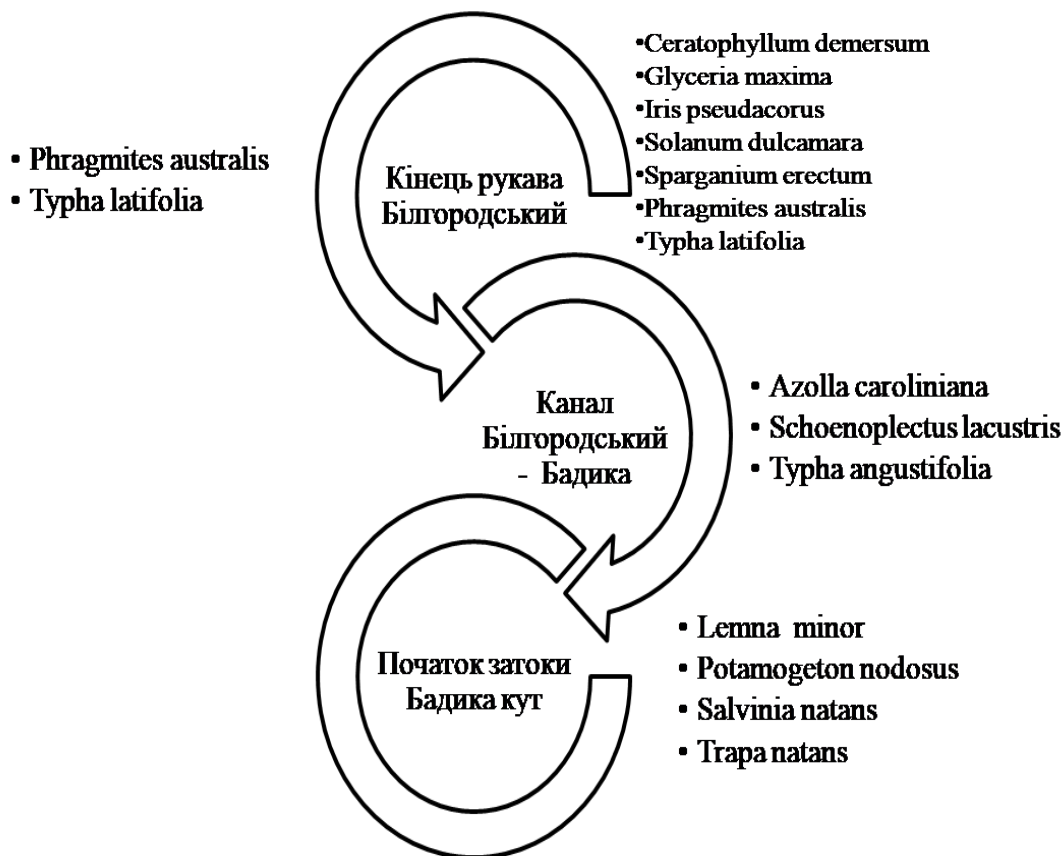


Рис. 6.1.5. Макрофіти зони екотону водних систем рукав — єрик — затока.

Тільки в рукаві зростали 7 видів макрофітів, серед яких один гідрофіт (*Solanum dulcamara*), один болотний – *Iris pseudacorus*, чотири види гелофітів і лише один гідрофіт з групи плаваючих в товщі – *Ceratophyllum demersum*. В каналі залишаються лише два з них – *Phragmites australis* та *Typha latifolia*, однак з’являються нові види гелофітів – *Schoenoplectus lacustris* та *Typha angustifolia*, які на початку затоки зникають, а також п’ять видів гідрофітів, чотири з яких зростають і у водоймі (*Lemna minor*, *Potamogeton nodosus*, *Salvinia natans*, *Trapa natans*).

Амплітуда крайового ефекту представлена на рис 6.1.6.

В наших дослідженнях її значення коливалися в межах 0,1–0,3, що свідчить про незначну вираженість крайового ефекту у вибірці. Найбільш контрастно він виявляється в системі Білгородський рукав – Солоний кут.

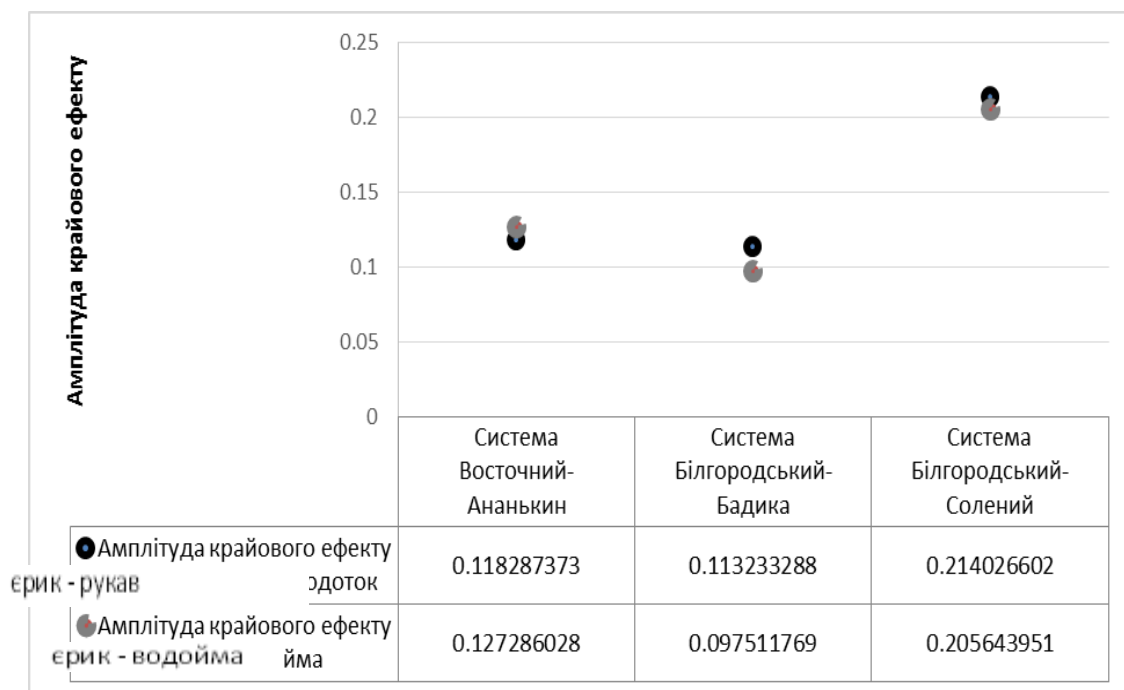


Рис. 6.1.6. Амплітуда крайового ефекту у водних системах рукав – водойма.

Для вищезазначених систем був проведений аналіз екологічних груп (рис 6.1.7.). З таблиці ми бачимо, що зміни відбуваються за рахунок зростання кількості занурених вкорінених видів. При цьому, зростає роль видів з плаваючим на поверхні води листям та знижується роль високотравних гелофітів.

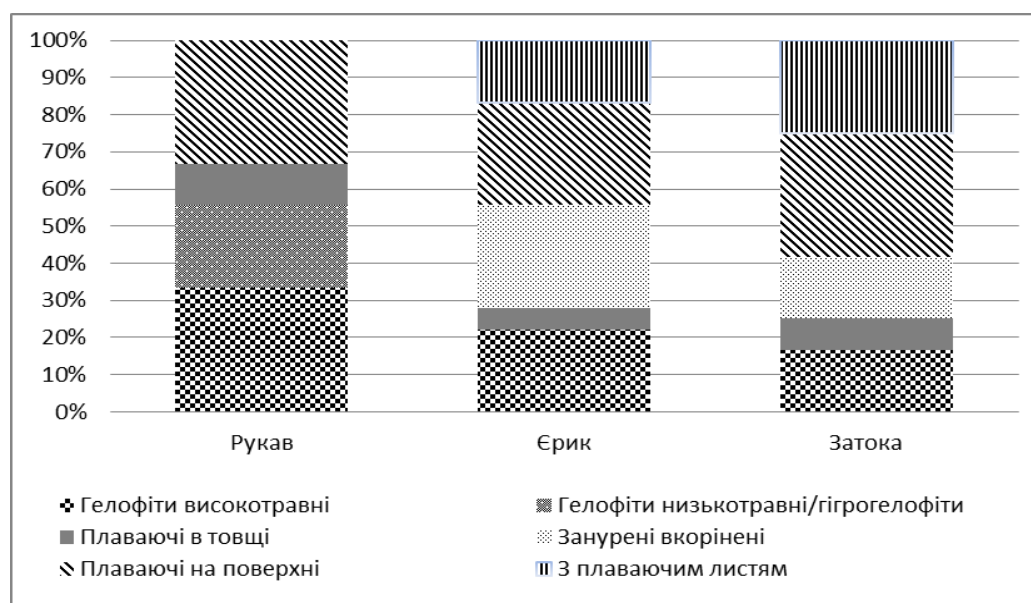


Рис. 6.1.7. Розподіл екологічних груп макрофітів систем водоток- водойма.

Отже, крайовий ефект достовірно проявляється при переході від лотичних умов (рукави дельти) до лентичних (непроточної водойми-кути). Показано, що в ериках, які з'єднують ці водотоки та водойми формуються угруповання макрофітів з найбільшим видовим різноманіттям. Ці зміни відбуваються за рахунок зростання кількості занурених вкорінених видів, при цьому також зростає роль видів з плаваючим на поверхні води листям та знижується роль високотравних гелофітів. У лотичних умовах, в місцях розгалуження рукавів, та на різних відстанях від таких розгалужень прояв крайового ефекту статистично не доведено, однак він проявляється в прикінцевих ділянках, де зростає вплив моря.

Практично всі екологічні групи рівномірно представлені в усіх частинах водотоків. Однак, в кінцевих ділянках водотоків суттєво зростає роль видів макрофітів з плаваючим на поверхні води листям. Крайовий ефект найбільше виражений в прикінцевих ділянках рукавів Старостамбульський та Восточний.

6.2. РОЗПОДІЛ МАКРОФІТІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ГЛИБИНИ

Макрофіти у діючих рукавах КДД мають незначне поширення, оскільки будова ложа рукавів характеризується швидким наростанням глибин і малою площею мілководь. Розвитку рослин також перешкоджають високі швидкості течії в паводковий період і значна каламутність води [74]. Одним із суттєвих чинників, що впливає на можливість зростання видів, є глибина. Утворення мілководь в місцях алювіальних відкладів створюють сприятливі умови для формування заростей макрофітів.

Найменша глибина, де були зареєстровані макрофіти, у водотоках становила 0,1 м, а найбільша – 3 м [84]. Середня тенденція вибірки розрахована за медіаною і складає 0,9 м. Мода ряду даних представлена глибинами 0,9 та 1,2 м. Для подальшого аналізу впливу глибини на розподіл видів та екологічних груп макрофітів були виділені категорії глибин за допомогою методу кuartилів. Згідно вищезазначеного методу їх чотири: 0,1-0,4 м; 0,41-0,89 м; 0,9–1,24 м та понад 1,25 м.

На глибині 0,1-0,4 м зустрічалися 23 види макрофітів, 0,41-0,89 м – 25 видів, 0,9–1,24 – 19 видів, понад 1,25 м – лише 16 видів.

В таблиці 6.2.1 показаний розподіл частоти трапляння екологічних груп у всіх категоріях глибин. Високотравні гелофіти представлені однаковою кількістю видів на всіх категоріях глибин, однак їх кількість збільшується на глибинах понад 2 м, де інші види втрачають можливість до розвитку. Вільноплаваючі в товщі води види також рівно представлені на всіх категоріях глибин. Низькотравні гелофіти, гірогелофіти та вільноплаваючі на поверхні води рослини надають перевагу глибинам 0,9–1,24 м., тут зустрічалася найбільша кількістість видів цих груп. Вкорінені занурені та з плаваючим на поверхні води листям рослини поступово знижують свою участь зі збільшенням глибини.

Таблиця 6.2.1.

Відсоток екологічних груп макрофітів на різних глибинах

	0,1-0,4 м	0,41–0,89 м	0,9–1,24 м	>1.25 м
Гелофіти високотравні, %	25,0	25,0	25,0	25,0
Гелофіти низькотравні та гірогелофіти, %	30,0	10,0	40,0	20,0
Вільноплаваючі в товщі води, %	25,0	25,0	25,0	25,0
Вільноплаваючі на поверхні води, %	23,8	23,8	28,7	23,8
З плаваючим на воді листям, %	42,9	28,6	14,3	14,3
Занурені,%	35,7	28,5	21,4	14,3

Для аналізу впливу глибини на видове багатство, було розраховане середнє значення та середнє квадратичне відхилення кількості видів в описах (для кожної категорії були обрані випадковим чином десять описів макрофітів). Результати представлені на рис 6.2.1.

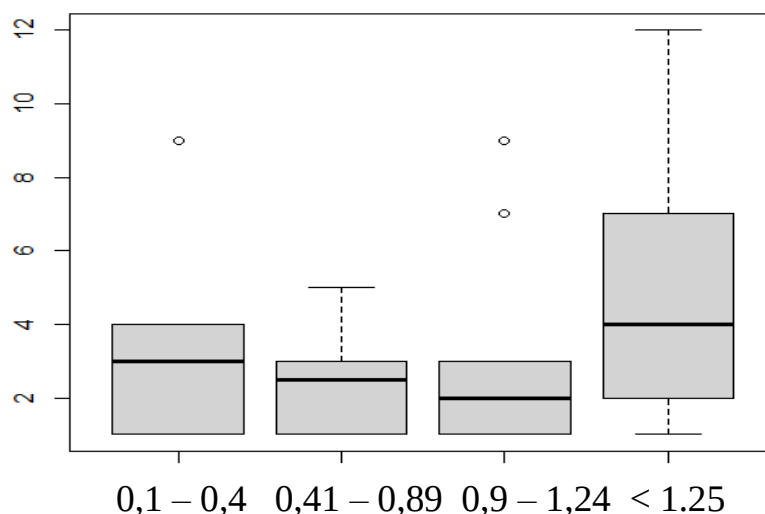


Рис. 6.2.1. Кількість видів макрофітів в описах на різних категоріях глибин.

Згідно отриманих результатів, суттєвої різниці між середніми значеннями кількості видів в перших трьох категоріях не виявлено, середня кількість видів в описі складає 2–4 з незначними відхиленнями. Найбільшу варіативність мають показники кількості видів в категорії понад 1,25, де кількість видів коливалася від двох до семи. Описи з глибинами понад 2 м практично відсутні.

Отже, показано, що макрофіти у рукавах КДД розвиваються в літній період переважно на глибинах менше 2 м. Перевагу надають глибинам близько 0,9 м, екологічні групи гелофітів та вільно плаваючих гідрофітів практично однаково представлені на всіх категоріях глибин, кількість видів вкорінених гідрофітів та гідрофітів з плаваючим на поверхні води листям знижується зі збільшенням глибини.

6.3. ЗАРОСТАННЯ РУКАВА ПРИ СКОРОЧЕННІ РІВНЯ СТОКУ

Скорочення стоку Кілійським рукавом сповільнило швидкість наростання його дельти, порівняно з початком ХХ ст., майже в 10 разів, а також обумовило скорочення кількості рукавів в його системі [74].

Найбільш істотні зміни спостерігаються в площі водотоків. За 30 останніх років площа акваторії рукавів скоротилася на 7,68 км², з яких 5,2 — належати до водотоків

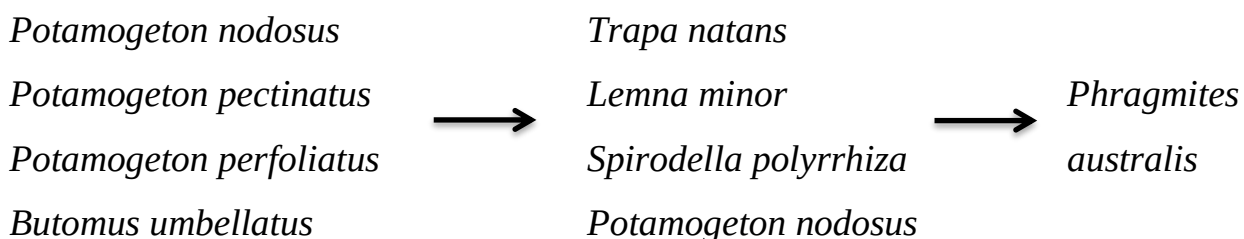
підсистеми Очаківського рукава, площа водної поверхні цього рукава зменшилася майже на 120 га. В середній частині рукава нині утворюються відмілини на відстані 20–30 м від берегу, що швидко заростають рослинністю за декілька років перетворюючись на острови.

Незважаючи на руйнівні процеси, спричинені взаємодією водотоків КДД та алювіальною діяльністю моря, серед яких – розмивання територій, що частково або повністю знищують рослинний покрив, відбувається його постійне відновлення. Крім того, формуються нові території – острови, коси тощо і стадії, на яких починаються процеси заростання новостворених екотопів, відносяться до так званих сингенетичних змін, в той час, як подальше формування рослинних угруповань відбувається під впливом внутрішніх або ендоекогенетичних змін [36].

Щодо заростання водойм, то виділяють три фази формування угруповань на їх мілководдях – піонерні, групо–заростові та дифузні. При цьому, види, які приймають участь в даних фазах не мають залежності від ступеня солоності водойми, але мають залежність від стадії формування [36]. Для водотоків такий аналіз не проводився.

У водотоках КДД процеси заростання залежать від місцезнаходження та від рівня зміни стоку. При його скороченні спочатку формується відмілина вздовж берегу і заростання відбувається переважно у прибережній смузі. Ця відмілина відмежовує частину акваторії та сприяє акумулюванню наносів, збільшенню площ мілководь, з'являються поодинокі представники *Potamogeton* sp. та куртини *Butomus umbellatus*. Пізніше додаються рослини з плаваючим листям (переважно *Trapa natans*) та поодинокі вільноплаваючі види. Пізніше тут розвиваються високотравні гелофіти (переважно *Phragmites australis*).

В загальному це виглядає наступним чином:



При подальшому скороченні стоку відмілина з'являється в середній частині рукава в місці його розгалуження, навколо відмілини зростають переважно поодинокі *Potamogeton* sp. та вільноплаваючі рослини (*Lemna minor*, *Salvinia natans*), потім з'являються низькотравні гелофіти (*Butomus umbellatus*, *Scirpus* sp.). Через декілька років відмілина перетворюється на острів, починається заростання наземними видами рослин.

Загальна схема виглядає наступним чином:

Potamogeton nodosus

Trapa natans

<i>Potamogeton perfoliatus</i>	→	<i>Butomus umbellatus</i>	→	лучна
<i>Lemna minor</i>		<i>Sparganium erectum</i>		рослинність
<i>Salvinia natans</i>				

При подальшому скороченні стоку рукав не може чинити супротив діяльності моря і його гирло перекривається косою. Внаслідок припинення течії заростання перестає бути поясним, стає мозаїчним та поступово розповсюджується по всій акваторії рукава. Сформовані потужні донні відклади сприяють формуванню лісової рослинності, яка створює затінення, починають зникати світлолюбіві види та з'являтися тіневитривалі. Домінують вільноплаваючі на поверхні та в товщі води види (*Ceratophyllum demersum*, *Lemna trisulka*, *Lemna minor*, *Wolffia arrhiza* тощо). Через досить тривалий проміжок часу з боку берега насуваються угруповання низько- та високотравних гелофітів. Загальна схема має наступний вигляд:

<i>Trapa natans</i>		<i>Ceratophyllum demersum</i>		високотравні
<i>Potamogeton nodosus</i>	→	<i>Lemna trisulka</i>	→	та
<i>Potamogeton pectinatus</i>		<i>Lemna minor</i>		низькотравні
<i>Potamogeton perfoliatus</i>		<i>Wolffia arrhiza</i>		гелофіти

Таким чином, заростання водотоків може відбуватися трьома шляхами, в залежності від рівня стоку.

РОЗДІЛ 7

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МАКРОФІТІВ В РІЗНОТИПНИХ ВОДОТОКАХ КДД

7.1. МАКРОФІТИ РУКАВІВ КДД

Макрофіти водотоків різного типу мають свої особливості, які простежуються в представленості видів, рослинних угруповань та характеру заростання.

Макрофіти в рукавах КДД мають переважно поясне, рідше – мозаїчне розташування вздовж берегової лінії. Основу заростей складають вищі водні рослини (ВВР), тоді як Харові та Зелені водорості трапляються зрідка та поодинокі. Нижче подана коротка характеристика процесів заростання та домінування в окремих рукавах спершу Очаківської підсистеми, а потім – Старостамбульської.

Очаківський рукав, після відгалуження від Кілійського, частково припадає на місто Вилково, береги заростають деревами, переважно вербами, гелофіти та гідрофіти зростають переважно на причалах, які не піддаються чищенню. Після закінчення території антропогенних ландшафтів береги суцільно вкриваються гелофітами, які зростають широкими смугами (близько 2-15 м). *Phragmites australis* та *Typha angustifolia* домінують за часткою проективного покриття та частотою трапляння в описах (рис 7.1.1).

Загалом у цьому рукаві було знайдено 18 видів макрофітів, домінуючих видів, з часткою проективного покриття понад 5%, тут відмічено шість (окрім вище названих 2 видів, *Spirodela polyrrhiza*, *Potamogeton perfoliatus*, *Trapa natans* та *Typha latifolia*), що складає третину від загального числа видів. Деякі види, незважаючи на високу частоту зустрічання, мають невисокий відсоток покриття, наприклад, *Salvinia natans*, що може бути обумовлене тим, що вид не є характерним для цього рукава, заноситься течією, але не розвивається внаслідок невідповідних умов існування.

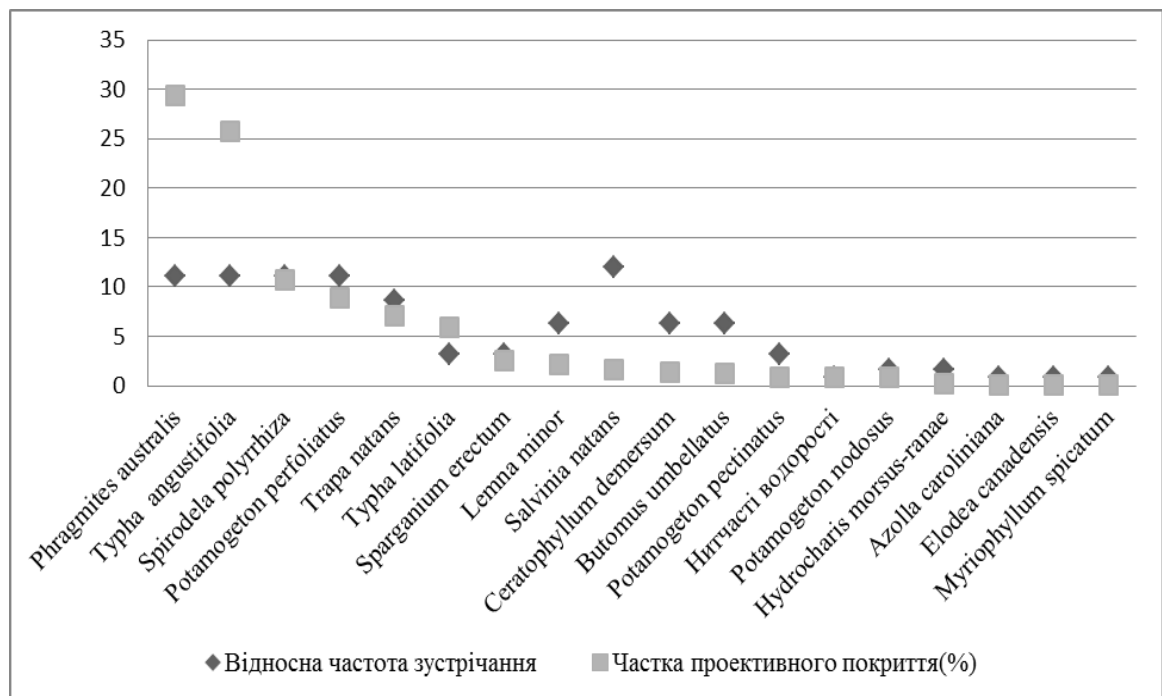


Рис. 7.1.1 Види водних макрофітів рукава Очаківський.

Внаслідок процесів обміління в середній частині рукава сформувалася коса, яка також заростає рослинністю – були відмічені *Potamogeton nodosus*, *Trapa natans*, *Salvinia natans*, *Lemna minor* та *Spirodela polyrrhiza* біля його краю.

Найбільше видове різноманіття характерне для прикінцевої частини, тут було знайдено 14 видів макрофітів, серед яких адвентивні види, які не зустрічалися в іншій частині цього рукава – *Elodea canadensis* та *Azolla caroliniana*.

В рукаві були відмічені шість асоціацій з двох класів водної рослинності: *Potametum denso-nodosi*, *Potametum perfoliati*, *Trapetum natantis*, *Typhetum angustifoliae*, *Typhetum latifoliae* та *Phragmitetum communis*.

Останнім часом стік Очаківського гирла скорочується (за останні 10 років — в 0.87 разів), внаслідок чого площі, зайняті макрофітами зростають, процеси заростання відбуваються згідно представленої в попередньому розділі схеми. Середній рівень заростання рукава нині складає близько 12,7%.

Рукав Прорва — це єдиний рукав сучасної КДД, який утворився шляхом прориву і на початку забирав значну частину стоку рукава Очаківський [74], пізніше

був створений так званий Обводний канал, який з'єднав рукав з морем і ділянка рукава вище цього каналу швидко обміліла, нині заростання в ній сягає 30%. Тривалий час в рукаві проводилися днозаглиблювальні роботи, що підтримували його розвиток, однак з середини 90-х років їх припинили і нині рукав знаходиться в стадії затухання.

Угруповання рослинності представлені сімома асоціаціями, які належать до двох класів рослинності - *Potametum denso-nodosi*, *Potametum perfoliati*, *Trapaetum natantis*, *Typhetum angustifoliae*, *Sparganietum erecti*, *Typhetum latifoliae* та *Phragmitetum communis*. Загалом було виявлено 19 видів макрофітів (рис 7.1.2).

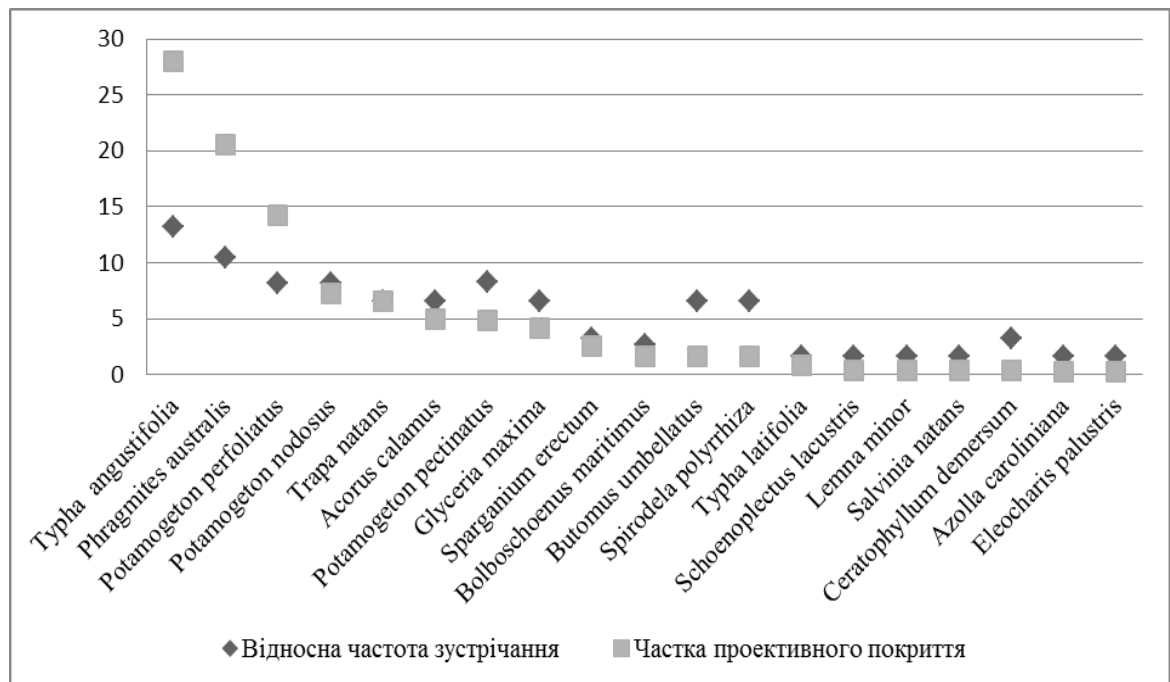


Рис. 7.1.2. Види макрофітів рукава Прорва.

Тут домінуючими видами серед гелофітів також виступають *Typha angustifolia* та *Phragmites australis*, на початку рукава. Зустрічаються зарості виду *Acorus calamus*, під час наших досліджень це було його єдине місцезнаходження, хоча раніше вид був розповсюджений у рукавах Білгородський та Отножний [42]. Заростання макрофітами невисоке і складає лише 3,2%. Після відділення обводного каналу, в середній частині водотоку, серед водних макрофітів домінує *Potamogeton perfoliatus*, а в його гирловій

частині домінують, утворюючи широкі пояси *Trapa natans* та *Potamogeton nodosus*. У прикінцевій ділянці збільшується відсоток заростання, подекуди він сягає 30%, хоча воно ще залишається поясним, адже коса не повністю перекриває вихід до моря. Середнє ж заростання макрофітів по довжині всього рукава складає 11,5 %.

Анкудинів рукав зазнає значного антропогенного навантаження внаслідок присутності садових та дачних господарств, випасу худоби, рибальства та впливу водного транспорту — все це створює підвищену мутність води в рукаві та заважає утворенню прибережних мілководь, глибини понад один метр починаються майже одразу після урізу води. Рівень стоку та швидкість течії в цьому рукаві невисока, однак внаслідок вищеописаних умов зарості макрофітів тут практично не розвиваються.

Тут зростають фітоценози асоціацій *Potametum perfoliati*, *Sparganietum erecti*, *glycerietum maximae* та *Phragmitetum communis*.

Загалом у цьому рукаві знайдено вісім видів вищих водних рослин (рис 7.1.3) заростання майже однакове вздовж усього русла та складає близько 12,2%.



Рис. 7.1.3. Види водних макрофітів рукавів КДД.

Єдиним домінуючим видом макрофітів у воді, з часткою проективного покриття близько 93% в заростях, виступає *Phragmites australis*, який зростає широкими смугами вздовж обох берегів рукава. Цей вид залишається практично єдиним представником макрофітів в середній частині рукава, інші види в ньому зустрічаються на початковій та гирловій ділянках. Береги вкриті вербами та заплавно-лучними травами.

Рукав Гнеушів відгалужується від Потапівського та має схожий відсоток стоку з Анкудиновим (див таблицю 2.1.2), однак зазнає меншого антропогенного впливу (була відмічена тільки одна дачна ділянка на карті). У ньому збільшується видове різноманіття, порівняно з Анкудиновим, в два рази – нами було знайдено 15 видів макрофітів. Домінантами серед гелофітів виступають *Phragmites australis* та *Glyceria maxima*, а серед гідрофітів – *Trapa natans* (рис 7.1.4).

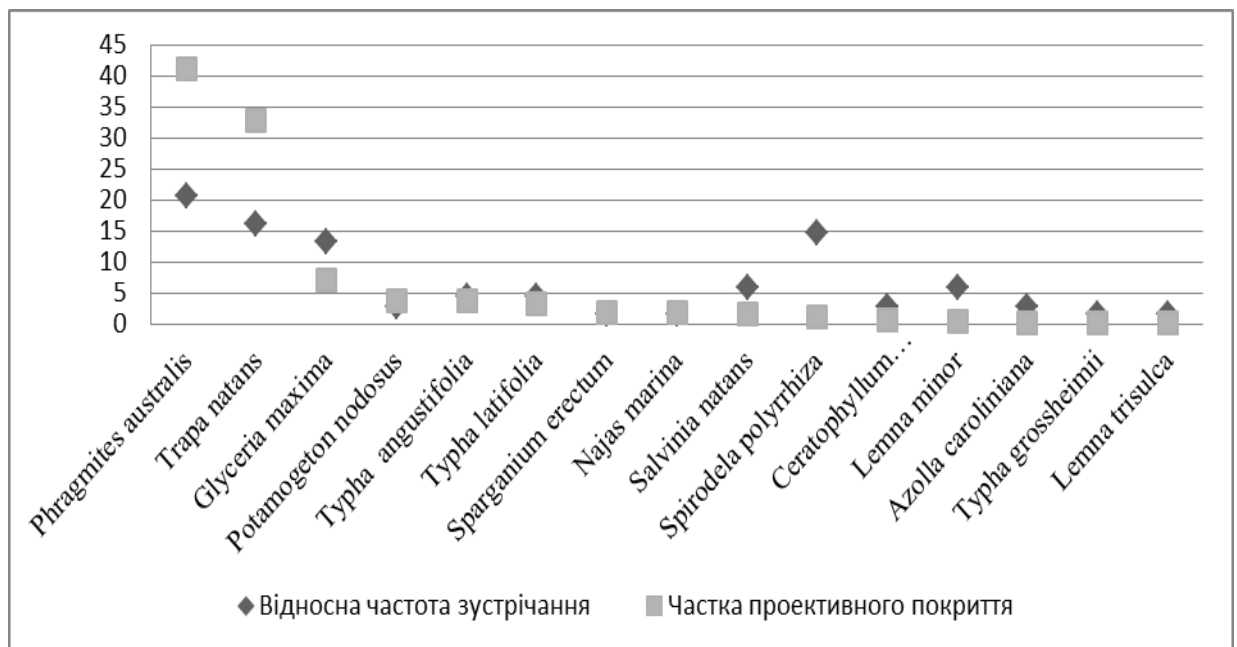


Рис. 7.1.4. Види макрофітів рукава Гнеушів.

На початковій та середній ділянці макрофіти мають поясне заростання вздовж берегової лінії. Активно розвиваються представники вільноплаваючих на поверхні води рослин, серед яких вид, занесений до Червоної Книги України – *Salvinia natans* та адвентивний вид *Azolla caroliniana*. Тут був відмічений *Typha grossheimii*, якого ми не

спостерігали в інших рукавах. На мілководдях, ближче до гирлової ділянки, утворюються зарості мозаїчної структури з переважанням *Najas marina*.

Макрофіти утворюють угруповання, які належать до шести асоціацій з двох класів рослинності – Potametum denso-nodosi, Tragetum natantis, Typhetum angustifoliae, Typhetum latifoliae, Glycerietum maximae та Phragmitetum communis.

Заростання в середньому складає 13,5 % по всій довжині рукава.

Рукав Білгородський також відноситься до Очаківської підсистеми, він частково проходить через місто Вилково, тому структура його заростей порушена. Під час досліджень було визначено 19 видів вищих водних рослин, а також знайдені Зелені нитчасті та Харові водорості. Найбільше видове різноманіття відмічено безпосередньо в місті Вилкове, де домінантом серед справжніх водяних рослин виступає адвентивний вид *Elodea canadensis*. Високу частку проективного покриття має й інший адвентивний вид — *Vallisneria spiralis*, зарості в цій частині рукава переважно мозаїчні. Після завершення території антропогенних ландшафтів заростання стає поясним, домінантами стають гелофіти практично за повної відсутності інших екологічних груп – *Phragmites australis*, *Sparganium erectum* та *Typha angustifolia* (рис 7.1.5).

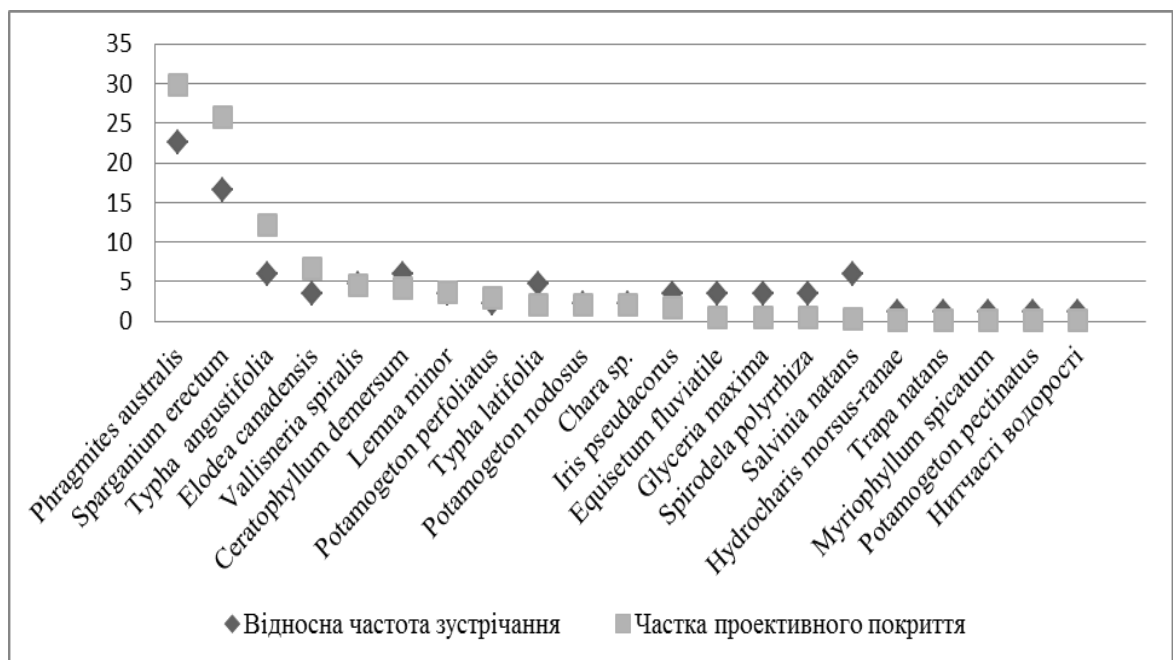


Рис. 7.1.5. Водні макрофіти рукава Білгородський.

Береги в місті вкриті переважно деревами, серед яких домінують *Salix* sp., а в середній та прикінцевій ділянках рукава рівень рельєфу дуже низький, вздовж усього русла спостерігаються плавневі зарості класу Phragmiti – Magnocaricetea. Загалом в рукаві були відмічені угруповання п'яти асоціацій, що належать до двох класів рослинності: Lemno-Hydrocharietum, Typhetum angustifoliae, Sparganietum erecti, Typhetum latifoliae та Phragmitetum communis. Глибини в рукаві незначні, в середньому складають 1-2 м, проте макрофіти в середній частині поперечного перерізу русла не зустрічаються, зростаючи поясами вздовж берегів. В місті присутні мілководдя біля берегів та причалів і заростання тут мозаїчне з великою кількістю видів. Середнє заростання в руслі складає 13,9 %.

Рукавом Старостамбульський проходить основний стік КДД, а також він найширший з усіх представлених. Значні глибини починаються майже одразу після урізу води, внаслідок чого заростання макрофітами відбувається за рахунок високотравних гелофітів. Хоча подекуди тут трапляються мілководдя, кількість яких зростає при наближенні до гирлової частини. Всього було знайдено 12 видів вищих водяних рослин та нитчасті водорості. Домінантами виступають серед гелофітів *Phragmites australis* та *Typha latifolia*, а серед справжніх водних рослин — тільки *Potamogeton pectinatus* (рис 7.1.6).

В гирловій ділянці рукава значні зарості формує *Potamogeton gramineus* s.l., який не зустрічається в інших частинах рукава та дуже рідко трапляється у водотоках КДД. Тут відмічено тільки три сформовані угруповання асоціацій з класу Magno-Caricetea – Typhetum latifoliae, Glycerietum maximae та Phragmitetum communis.

Правий берег рукава знаходиться на території Румунії, тому дослідження його не проводилися. Територія берегів української частини рукава залишається практично незмінною, хоча серед факторів антропогенного навантаження варто вказати судоходіння – частково через Старостамбульський та через Бистрий проходить шлях суден до виходу в море. Береги вкриті лісовою рослинністю та гелофітами. Заростання русла найменше серед усіх водотоків дельти і складає всього близько 1,9 %.



Рис. 7.1.6. Види макрофітів рукава Старостамбульський.

Рукав Бистрий був обраний головним судоходним гирлом Кілійської дельти, в ньому проводяться днозаглиблювальні роботи, тут найвища швидкість течії, що не дозволяє осідати алювіальним наносам, внаслідок чого тут майже відсутні мілководдя, практично по всьому руслу присутній тільки пояс гелофітів і лише в гирловій ділянці, а також біля причалів перевірочних та митних постів з'являються гідрофіти.

Всього тут було знайдено вісім видів макрофітів та нитчасті водорості. Основним домінантом рукава за часткою проективного покриття та відносною частотою зустрічання виступає *Phragmites australis*, який формує монодомінантні угруповання вздовж усього русла, серед яких в одиничних екземплярах трапляються представники виду *Ceratophyllum demersum* (рис 7.1.7)

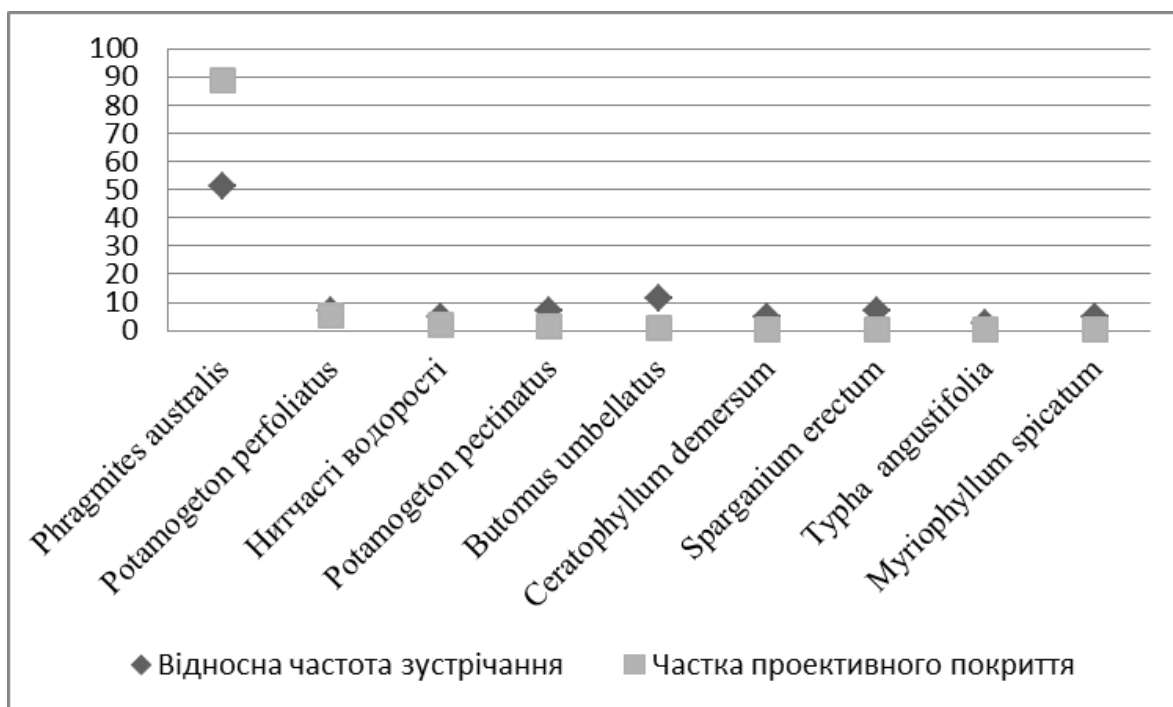


Рис. 7.1.7. Види водних макрофітів рукава Бистрий.

В цьому рукаві було відмічено тільки два угруповання асоціацій з двох класів рослинності – *Potametum perfoliati* та *Phragmitetum communis*.

В гирловій ділянці русла домінантом виступає *Potamogeton perfoliatus*, також тут часто зустрічаються *Butomus umbellatus*, *Potamogeton pectinatus* та *Sparganium erectum*. Середній відсоток заростання рукава збільшується порівняно з Старостамбульським і складає близько 3,9%.

Рукав Восточний зазнає антропогенного впливу (дачні господарства) на своєму початку. Гелофіти та гідрофіти мають поясне заростання, часто макрофіти представлені незначними скупченнями та поодинокими заростями. Береги вкриті лісовою та заплавно-лучною рослинністю. В рукаві знижується рівень стоку (за останні 10 років в 0,75 разів) через його перерозподіл до рукава Бистрий, внаслідок чого в його гирловій області створюються сприятливі умови для відкладу алювіальних наносів, які створюють велику кількість мілководь, що обумовлює високе видове різноманіття макрофітів в цій його частині та утворення численних поясних та мозаїчних заростей.

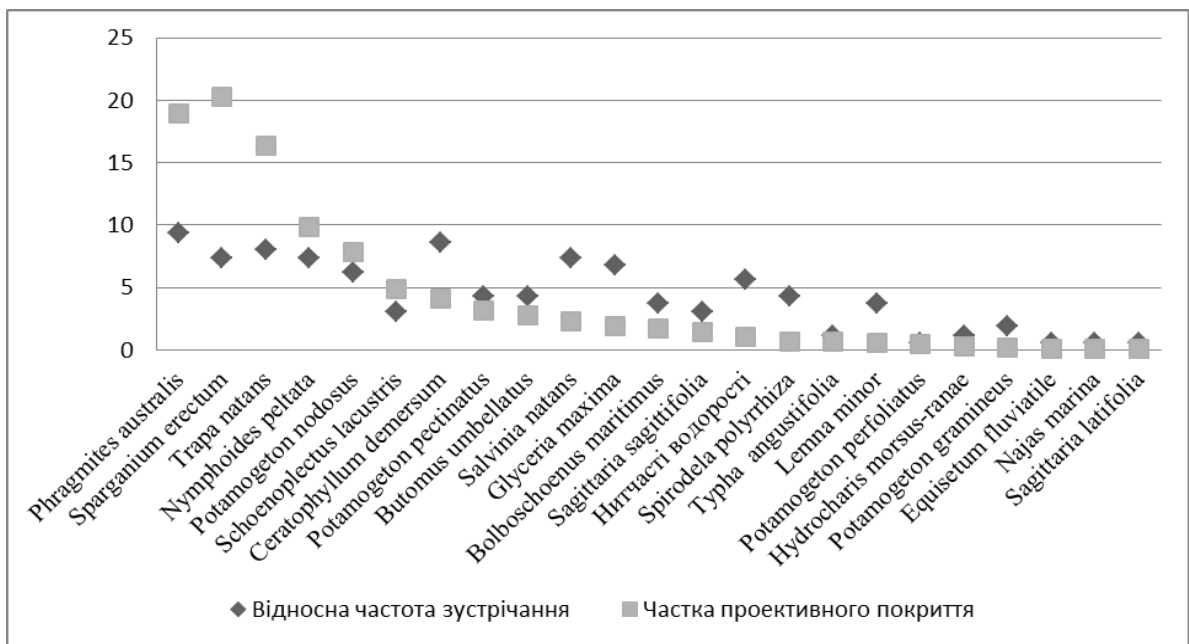


Рис. 7.1.8. Види макрофітів рукава Восточний.

Серед них велика кількість видів, які надають перевагу мезо-евтрофним та евтрофним умовам зростання. Всього в рукаві Восточному було знайдено 22 видів макрофітів та нитчасті водорості, з яких 10 були знайдені вздовж всього русла, а 10 знаходилися лише в гирловій ділянці (рис 7.1.8).

Домінантами виступають *Phragmites australis* в частині витoku та середини водотоку та *Sparganium erectum*, *Trapa natans*, *Nymphoides peltata*, *Potamogeton nodosus* в його гирловій ділянці.

У цьому рукаві нами було відмічена найбільша кількість угруповань – сім, з двох класів рослинності. Тільки в цьому рукаві ми спостерігали угруповання, що занесене до Зеленої книги України — *Nymphoidetum peltatae*. Інші представлені асоціації: *Potametum denso-nodosi*, *Trapetum natantis*, *Typhetum angustifoliae*, *Sparganietum erecti*, *Glycerietum maximae* та *Phragmitetum communis*.

Заростання рукава в середньому складає 9,2%.

Рукав Отножний є відмерлим рукавом дельти, ним більше практично не проходить стік, течія майже відсутня, зв'язок з дельтою відбувається через ерик, що з'єднує його з рукавом Анкудинів. Зростаючі макрофіти представлені на рис. 7.1.9.

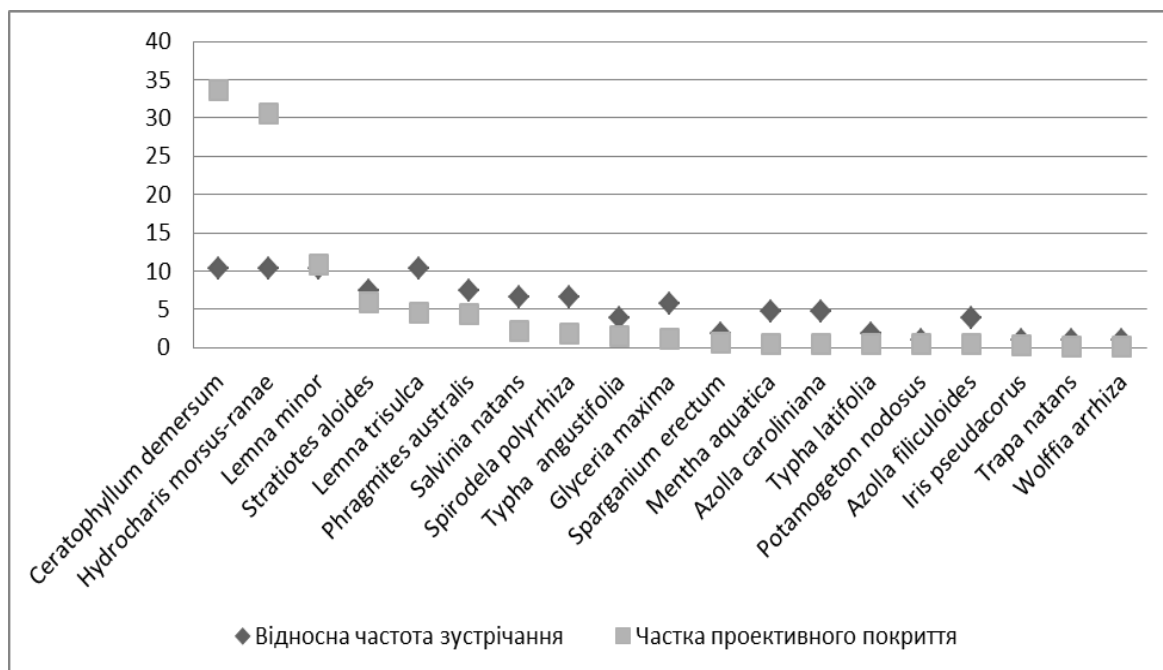


Рис. 7.1.9. Види водних макрофітів рукава Отножний КДД.

Береги заростають деревною рослинністю, а між ними зростають гелофіти, найбільші площі з яких займає *Phragmites australis*, хоча він не є домінуючим видом для цього рукава, частка його проективного покриття складає лише 4,3 %.

Найбільшу частку проективного покриття з вільно плаваючих в товщі води має *Ceratophyllum demersum*, який пронизує всю товщу води від дна і до поверхні. Всі інші домінанти належать до групи вільно плаваючих на поверхні води – це *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lemna minor* та *Stratiotes aloides*. Це єдиний рукав, де ми зустрічали *Wolffia arrhiza*. Також тут зростає адвентивний вид *Azolla filiculoides*.

Незважаючи на значну кількість видів, які утворюють наводний та підводний шар, всі вони формують мозаїчні зарості, що входять до складу двох асоціацій з двох класів рослинності – Lemno – Hydrocharietum та Phragmitetum communis.

Середнє проективне покриття рукава складає близько 90%.

Отже, макрофіти в рукавах мають специфічні риси в кожному окремому рукаві, адже їх розповсюдження залежить від комплексу унікальних чинників, що

створюються при взаємодії рукава та моря. У рукавах з високим рівнем стоку практично не формуються мілководдя і формуються переважно тільки угруповання високотравних гелофітів з класу *Magno-Caricetea*, утворюючи 2–3 асоціації, рівень заростання при цьому дуже низький. Коли стік починає знижуватись середня кількість асоціацій збільшується до 6 – 7 в окремому рукаві, заростання макрофітами переважно поясне вздовж берегової лінії. При припиненні проходження стоку рукавом заростання може відбуватися різними шляхами, в залежності від рівня антропогенного навантаження, зарості часто перестають мати поясне розташування і стають мозаїчними, їх можна зустріти в будь-якій частині водотоку.

7. 2. МАКРОФІТИ ЄРИКІВ КІЛІЙСЬКОЇ ДЕЛЬТИ ДУНАЮ ТА МІСТА ВІЛКОВЕ

В чотирьох досліджених єриках КДД було знайдено 22 види макрофітів. Для зручності вони були об'єднані в дві групи за видами, які в них зустрічаються. По-перше ми порівнюємо єрики Білгородський — Бадика та Білгородський —Солоний, видовий склад та частка ПП кожного виду яких представлена на рис 7.2.1.

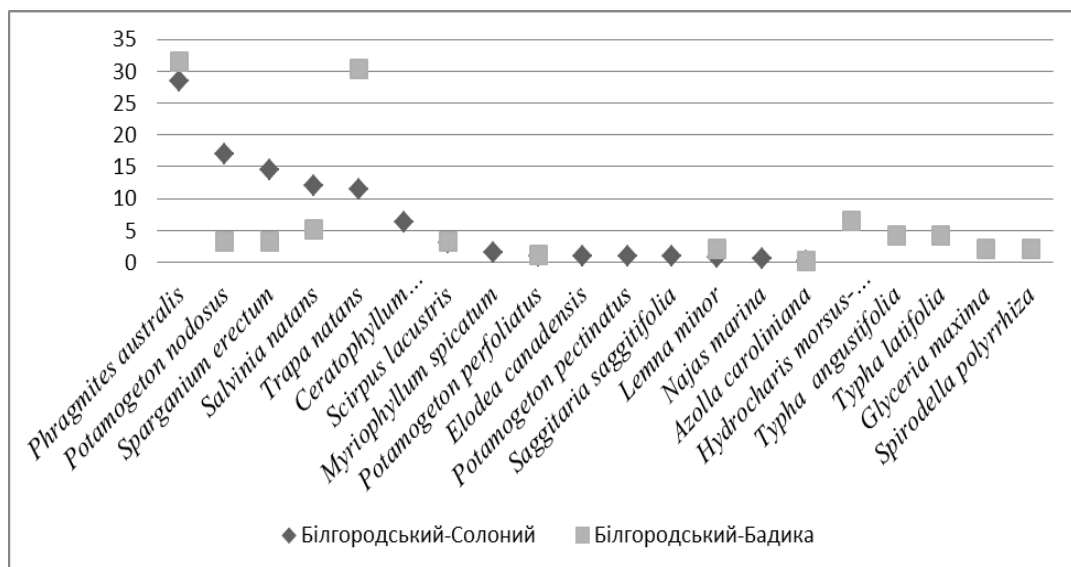


Рис. 7.2.1 Видовий склад макрофітів та частка ПП єриків Білгородський — Бадика та Білгородський — Солоний КДД.

Єрик Білгородський–Бадика з'єднує прісноводний рукав та солонувато– водну затоку, має довжину близько 700 м та середню ширину — 10–15 м, русло практично пряме, дерева та чагарники майже відсутні, береги та частина русла майже суцільно вкриті гелофітами. Поясні зарості переважають на початку, після відгалуження від Білгородського та в середній частині русла. Поясні і мозаїчні зарості характерні для прикінцевої ділянки, перед впадінням в затоку. Загальна кількість видів 14, з яких за часткою ПП серед гелофітів домінує *Phragmites australis*, а серед гідрофітів – *Trapa natans*, кількість якого зростає при наближенні до затоки, обидва види мають частку ПП близько 30%. Крім того, домінуючими є ВП *Hydrocharis morsus-ranae* та *Salvinia natans*, з часткою ПП близько 5%. У видовому складі серед екологічних груп найбільш представленими є високотравні гелофіти та вільно плаваючі на поверхні рослини. Асоціації рослинних угруповань не визначалися, однак за життєвими формами макрофітів можна визначити присутні класи рослинності: Lemnetea, Potamogetonetea та Magno-Caricetea.

Єрик Білгородський–Солоний з'єднує прісноводний рукав та солонувато– водну затоку, довжина його складає близько 770 м, русло має один сильний вигин — до середини його напрямок північний, а потім він різко змінюється на південно-східний, середня ширина русла складає близько 10 м. Тут знайдено 15 видів макрофітів, серед яких домінуючих — шість. *Phragmites australis* має найбільшу частку покриття — майже 30%, *Sparganium erectum* та *Potamogeton nodosus* — близько 15%, *Salvinia natans* та *Trapa natans* — 11–12%, а також *Ceratophyllum demersum* з часткою ПП 6,3%. Серед екологічних груп водотоку найбільш представлені у видовому складі — вкорінені занурені макрофіти (рис 7.2.2). Класи рослинності такі самі, як і в попередньому єрику.

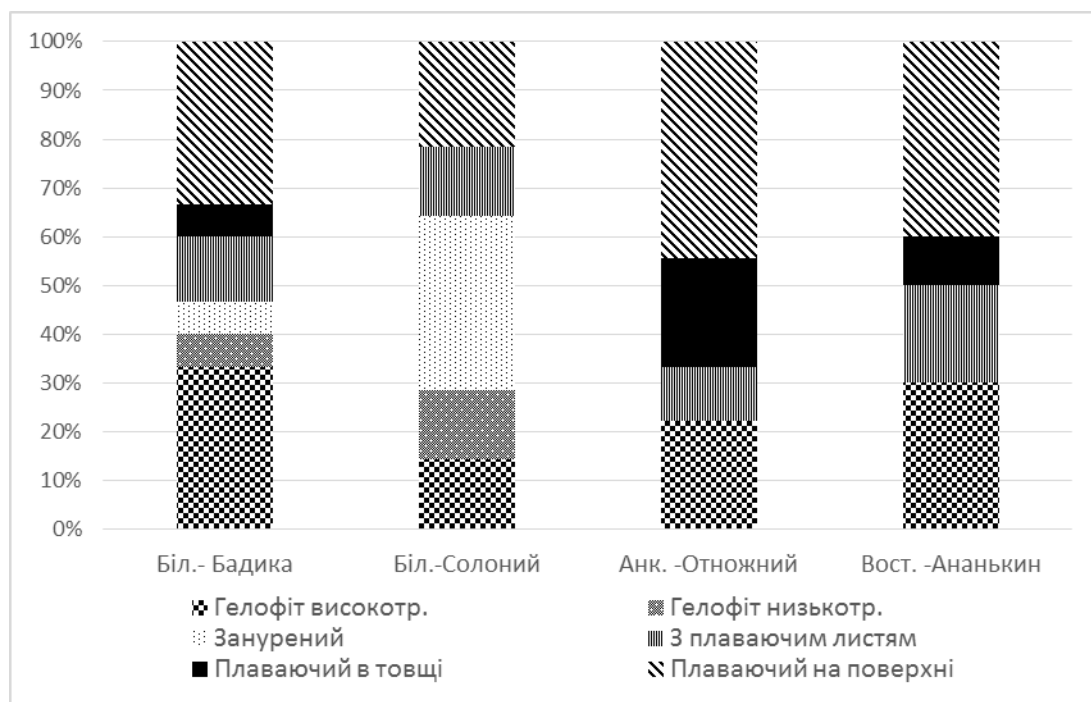


Рис. 7.2.2. Нормована гістограма розподілу екологічних груп макрофітів у ериках заповідної території КДД.

Єрик Восточний–Ананькин з'єднує прісноводний рукав та прісноводну затоку, він є найдовшим серед усіх досліджених (близько 2,7 км), середня ширина складає близько 10 м, а глибини досягають 2,5 м, частина його затінена деревами, інша — має тільки зарості гелофітів по краям русла. Для нього найбільш характерними є поясні зарості: високотравні гелофіти змінюються поясом видів з плаваючим на поверхні води листям між якими розміщуються вільноплаваючі на поверхні види. Всього тут було знайдено 11 видів макрофітів, домінуючими є *Phragmites australis* та *Hydrocharis morsus-ranae* з часткою ПП близько 30%, а також *Trapa natans* та *Glyceria maxima* з часткою ПП близько 10%. Тут найбільша кількість видів належить до екологічних груп високотравних гелофітів та вільно плаваючих на поверхні води гідрофітів (рис 7.2.3). У цьому єрику так само представлені три класи прісноводної рослинності.

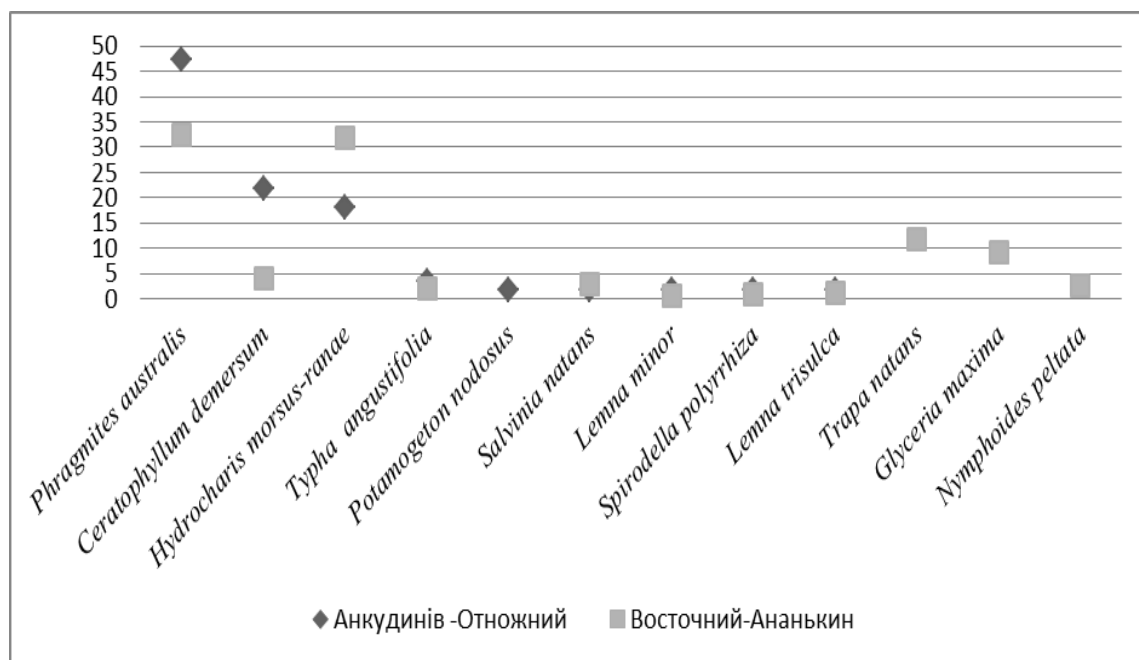


Рис. 7.2.3. Видовий склад макрофітів та частка ПП єриків Анкудинів — Отножний та Восточний–Ананькин КДД

Єрик Анкудинів–Отножний єдиний досліджений єрик КДД, що з'єднує не водоток з водоймою, а водоток з водотоком, має штучне походження. Довжина його складає близько 740 м, середня ширина – 5 м, глибина – 1 м або менше (в залежності від водного режиму). Русло сильно затіняється деревами (подекуди рівень затінення сягає 60%). Домінуючим видом серед гелофітів є *Phragmites australis* з часткою ПП близько 50%, а серед гідрофітів ПТ *Ceratophyllum demersum* та *Hydrocharis morsus-ranae*. Загалом тут було знайдено дев'ять видів макрофітів. Найбільш представленою є екологічна група високотравних гелофітів. У цьому єрику представлені два класи рослинності – Magno-Caricetea та Lemnetae.

Найбільша кількість видів спостерігається в єриках, що з'єднують прісноводні та солонувато-водні об'єкти. У таблиці 7.2.1. представлені результати розрахунку індексу Жаккара, згідно якого найбільш схожі між собою за видовим складом макрофітів єрики, які з'єднують прісноводні об'єкти Анкудинів–Отножний (3) та Восточний–Ананькин (4), а наменш подібні — єрики Білгородський–Солоний (2) та 3, що вказує на

те, що на формування біорізноманітності макрофітів значний вплив справляє солоність, яка в ерику 2 найбільша серед досліджених. Єрик Білгородський – Бадика (1) має майже однакову подібність до усіх досліджених ериків.

Таблиця 7.2.1.

Індекс Жаккара ериків території КДД

Назва ериків (за об'єктами, які вони сполучають)	Білгородський–Солоний	Анкудинів–Отножний	Восточний–Ананькин
Білгородський – Б дика	0,45	0,47	0,47
Білгородський - Солоний	-	0,28	0,24
Анкудинів – Отножний	-	-	0,67

Разом з тим, порівняння за першими трьома домінантами показує, що для всіх них є спільним розташування *Phragmites australis* на першому місці, на другому та третьому місці розміщуються різні види, однак серед переважаючих видів в трьох ериках — 1, 3 та 4 присутній *Hydrocharis morsus-ranae* (табл. 7.2.2).

Таблиця 7.2.2.

Домінуючі види ериків території КДД

	Білгородський–Бадика (1)	Білгородський–Солоний(2)	Анкудинів–Отножний(3)	Восточний–Ананькин(4)
Домінант	<i>Phragmites australis</i>	<i>Phragmites australis</i>	<i>Phragmites australis</i>	<i>Phragmites australis</i>
Субдомінант 1	<i>Trapa natans</i>	<i>Potamogeton nodosus</i>	<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>
Субдомінант 2	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	<i>Sparganium erectum</i>	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	<i>Trapa natans</i>

Єрики міста Вилково знаходяться в різному стані і ті з них, які не піддаються чищенню — замулюються, глибина їх може складати 10–15 см, а серед макрофітів з'являються зелені нитчасті водорості (напр. єрик по вул. Кутузова), водночас, ті, за якими доглядають, мають глибину 30–60 см (в залежності від пори року) і в них присутні лише вищі водяні рослини. Ширина їх зазвичай коливається від 3 до 5 м.

Видовий склад макрофітів єриків м. Вилкове нараховує 22 види ВВР та нитчасті водорості. Повний список їх представлений в додатку 3. Домінуючі види представлені в таблиці 7.2.3.

Таблиця 7.2.3

Види — домінанти єриків міста Вилково

Вул. на якій знаходиться єрик	Місце виду за часткою проективного покриття, %		
	Домінант	Субдомінант 1	Субдомінант 2
Вул.Толстого	<i>L. minor</i>	<i>E. canadensis</i> , <i>C. demersum</i> , <i>S. erectum</i>	<i>Ph. Australis</i>
Вул.Першо-травнева	<i>L. minor</i>	<i>E. canadensis</i>	<i>C. demersum</i>
Вул. Нікольська	<i>L. minor</i> , <i>W. Arrhiza</i>	<i>E. canadensis</i> , <i>Lemna gibba</i>	<i>A. caroliniana</i>
Пров. Толстого	<i>L. minor</i>	<i>C. demersum</i> , <i>S. polyrrhiza</i>	<i>E. canadensis</i> , <i>S. Natans</i>
Вул. Чехова	<i>L. minor</i>	<i>T. angustifolia</i>	<i>A. plantago-aquatica</i>
Вул. Виноградна	<i>Ph. australis</i> , <i>P. Natans</i>	<i>L. minor</i> , <i>E. canadensis</i>	-
Вул. Горького	<i>L. minor</i>	<i>C. demersum</i>	<i>E. Canadensis</i>
Вул. Шкільна	<i>L. minor</i>	<i>E. canadensis</i>	<i>C. demersum</i>
Вул. Кутузова	<i>L. minor</i>	<i>A. caroliniana</i>	<i>E. canadensis</i> , <i>C. Demersum</i>
Вул. Українських прикордонників	<i>L. minor</i>	<i>C. demersum</i>	<i>S. erectum</i>
вул. Айвова	<i>L. minor</i>	<i>E. canadensis</i>	-
Вул. Кірова	<i>L. minor</i>	<i>E. canadensis</i> , <i>C. Demersum</i>	<i>S. polyrrhiza</i>

Характерним є низька частка гелофітів, ймовірно, це обумовлено тим, що вони заважають доступу до єриків, тому прибираються місцевими жителями. Домінуючим видом для всіх досліджених єриків виступає *L. minor*, (лише в єрику по вул. Виноградній вона поступається відсотком домінування *Ph. australis* та *P. natans*). Іншими домінантами найчастіше виступають *C. demersum* та *E. canadensis* — всі ці види мають високу стійкість до надлишкового евтрофування, тож в межах міста вони

виконують переважно очисну та фільтраційну функцію і не видаляються місцевими жителями. Серед домінуючих видів тут також є адвентивні види – *Wolffia arrhiza* та *Azolla caroliniana*, хоча в природніх водотоках КДД їх домінування не було відмічене.

По берегах зростають гелофіти *Phragmites australis*, *Sparganium erectum*, *Butomus umbellatus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Typha angustifolia*, *Typha latifolia*, *Sagittaria sagittifolia*, *Glyceria maxima*, однак значних площ вони не займають, в самих ериках їх зустрічання також поодинокі [105]. Екологічна структура представлена на рис. 7.2.4.

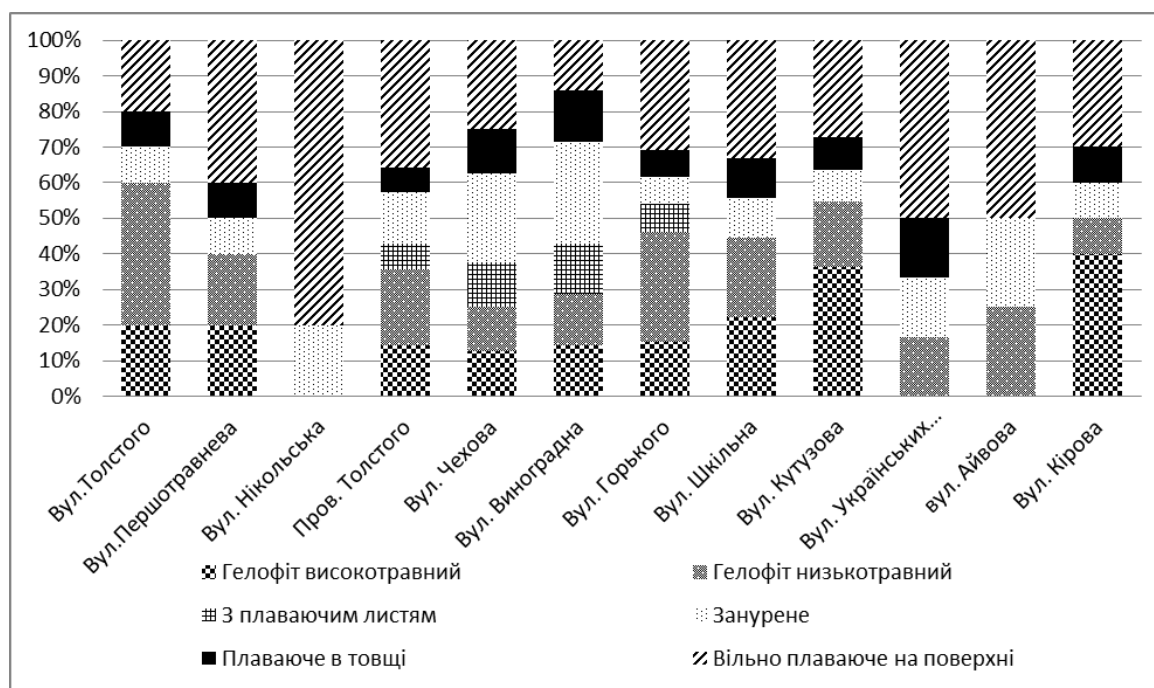


Рис 7.2.4. Екологічні групи макрофітів ериків міста Вилкове.

Найбільш представленою як за кількістю видів (7), так і за часткою проективного покриття є група ВП, представники якої зростали у всіх досліджених ериках. Серед гелофітів, низькотравні та високотравні представлені в однакових кількостях — по чотири види. Серед групи ПТ та ЗПЛ лише по одному виду, однак якщо перший зростає в десяти з 12 водотоків, то другий – трапляється лише в чотирьох. З групи З чотири види у водотоках зустрічалися тільки по одному або по двом.

7.3. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СТРУКТУРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАКРОФІТІВ У РІЗНОТИПНИХ ВОДОТОКАХ

7.3.1. КІЛІЙСЬКОЇ ДЕЛЬТИ ДУНАЮ

У наших попередніх дослідженнях кластерний аналіз був проведений за видовим складом макрофітів [106], однак подальше вивчення більшої кількості водотоків викликає необхідність використання більшої кількості параметрів для виділення груп.

Кластер I природні єрики КДД (I рис 3.2.2) характеризується середнім рівнем заростання (25–30%), видове багатство коливається від 11 до 15 видів, і в середньому складає 13 (рис 7.3.1), рослинність представлена трьома класами (Lemnetea, Potamogetonetea, Phragmiti-Magnocaricetea).

Кластер II штучні єрики м. Вилкове та КДД (II рис. 3.2.2) характеризуються найбільшим відсотком заростання (90%), кількість видів коливається від 2 до 13, і в середньому складає 9, в них зустрічаються угруповання лише одного класу рослинності (Lemnetea).

Кластер III складають рукави з середнім рівнем стоку (III рис 3.2.2), в ньому кількість видів коливається від 13 до 23, і в середньому налічує 18 видів, рослинність представлена трьома класами (Lemnetea, Potamogetonetea та Phragmiti-Magnocaricetea). Середнє заростання рукава складає близько 12%.

Кластер IV формують рукави з високим рівнем стоку (IV рис 3.2.2), видове багатство коливається від 8 до 12, в середньому складає 10 видів макрофітів, рослинність представлена двома класами – Potamogetonetea та Phragmiti-Magnocaricetea. Середнє заростання рукава не перевищує 4%.

Кластер V сформований рукавами з низьким або відсутнім рівнем стоку (V рис 3.2.2.). Вони мають по 19 видів макрофітів, рослинність представлена трьома класами – Lemnetea, Potamogetonetea та Phragmiti-Magnocaricetea. Середнє заростання дуже коливається – від 14% до 95%.

Було розраховано середнє значення видового багатства для рукавів кожного кластеру за допомогою медіани (рис 7.3.1). Результати статистичного аналізу методом Краскела–Уолліса свідчать, що утворені групи кластерів суттєво відрізняються між собою за середніми значеннями видового багатства на рівні $p = 0.01$.

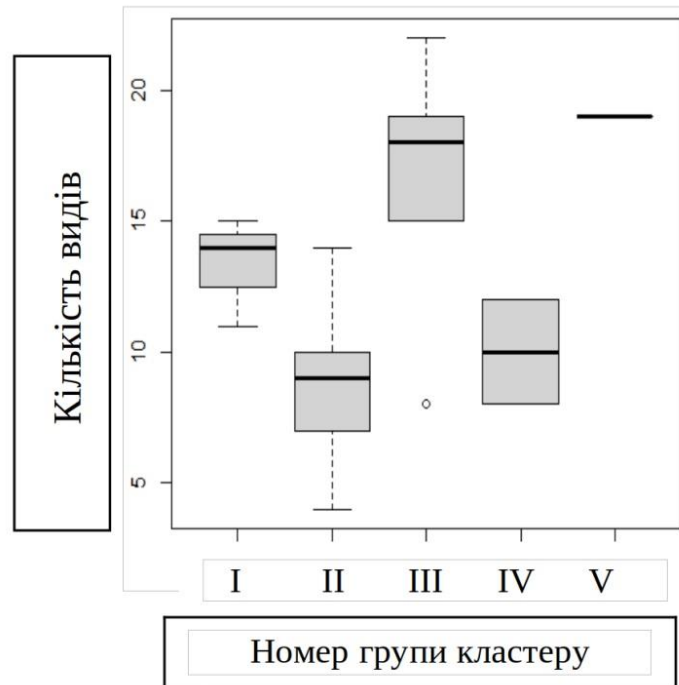


Рис 7.3.1. Кількість видів макрофітів у різних групах водотоків КДД.

Найменша кількість видів спостерігається в штучних єриках, які зазнають прямого та опосередкованого антропогенного втручання та у рукавах з високим рівнем стоку, де внаслідок високої швидкості течії та винесення алювіальних відкладів поза межі цих рукавів створюються несприятливі умови для розвитку макрофітів.

Найменша кількість видів спостерігається в штучних єриках, які зазнають прямого та опосередкованого антропогенного втручання та а рукавах з високим рівнем стоку, де внаслідок високої швидкості течії та винесення алювіальних відкладів поза межі цих рукавів створюються несприятливі умови для розвитку макрофітів.

Найбільша кількість видів притаманна групам кластерів «рукави з середнім рівнем стоку» та «рукави з низьким або відсутнім рівнем стоку», що обумовлено зменшенням швидкості течії, внаслідок чого створюються умови для формування

алювіальних відкладів та зростанні площі мілководь, що надає змогу розвиватися більшій кількості видів макрофітів.

Для виявлення суттєвих змін в розподілі кількості видів в екологічних групах в кожному з виділених п'яти кластерів, був використаний тест Хі-квадрат Пірсона. Згідно нульової гіпотези співвідношення між екологічними групами макрофітів є незалежним від того, до якого кластеру належить водоток. Альтернативною гіпотезою є наявність такої залежності. Оскільки в таблиці значень не повинно бути чисел, менших ніж 5, довелося збільшити категорії і всі види макрофітів були поділені на справжні водні та повітряно-водні види (табл. 7.3.1.)

Таблиця 7.3.1.

Екотипи макрофітів у водотоках КДД.

	Справжні водні види	Повітряно-водні види
Природні єрики	16	8
Штучні єрики	15	7
Рукави зі значним стоком	7	6
Рукави з середнім стоком	16	14
Рукави з низьким стоком	17	8

За результатами проведеного статистичного аналізу, встановлено, що розподіл екологічних груп не відрізняється в різних кластерах ($p \geq 0,05$). Загалом спостерігається тенденція до переважання кількості видів екологічної групи справжні водні рослини в два рази, порівняно до повітряно-водних рослин.

Незважаючи на схожість кластерів III та V за кількістю видів і класами рослинності, видове багатство на описових ділянках ($10 \times 10 \text{ м}^2$) суттєво відрізняється (рис. 7.3.2.).

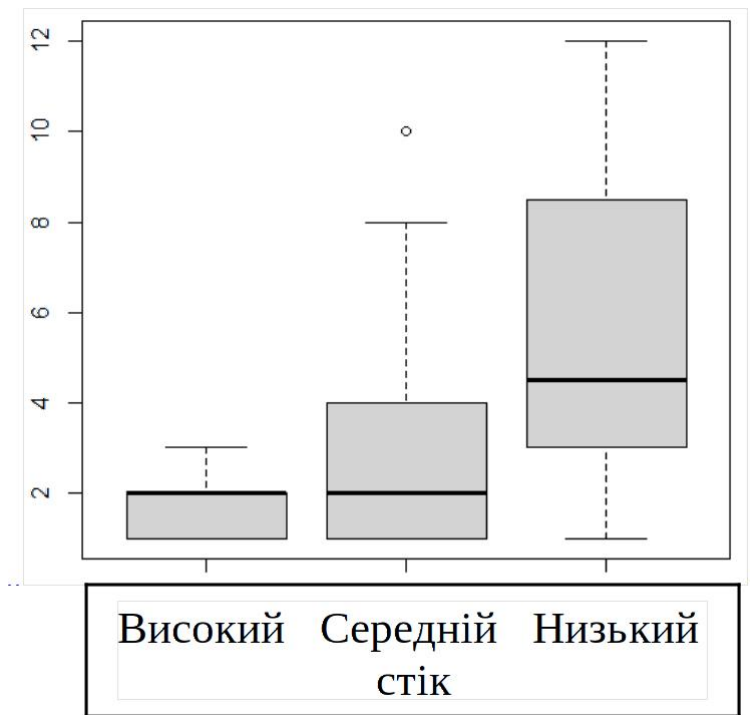


Рис. 7.3.2. Кількість видів на описових ділянках у рукавах КДД.

У рукавах з низьким та відсутнім стоком кількість видів макрофітів коливається від 1 до 11, в середньому складає 4 види. У рукавах з середнім рівнем стоку кількість видів коливається від 1 до 8, в середньому складає 2 види, у рукавах з високим рівнем стоку цей показник коливається від 1 до 3 і в середньому також складає 2. Розподіл є відмінним між цими трьома категоріями, що статистично доведено за допомогою методу Краскела-Уолліса ($p = 0,003$).

На рис 7.3.3. графічно представлено розподіл заростання макрофітами водотоків КДД в залежності від рівня стоку. Оскільки лінія не є рівномірною та присутнє значення заростання, що суттєво відрізняється від інших (заростання рукава Отножний) ми не можемо використати параметричний кореляційний аналіз Пірсона, тому для виявлення кореляційного зв'язку був використаний непараметричний метод кореляції Спірмена.

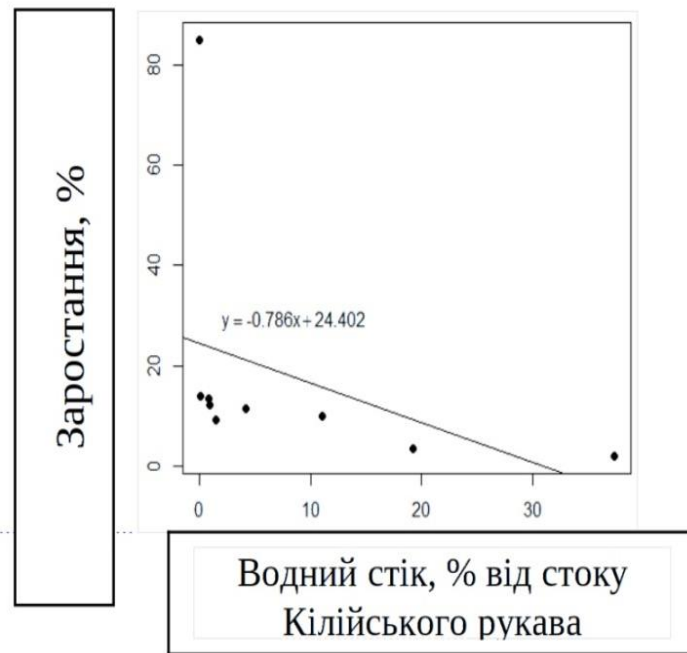


Рис 7.3.3 Заростання макрофітами рукавів КДД

Кореляційний аналіз показав, що відсоток заростання має сильну обернену кореляційну залежність від рівня водного стоку ($r = -0,95$, $p = 0,0004$).

Отже, проведені аналізи дозволили виділити п'ять типів водотоків у КДД, серед яких два типи єриків – природні та штучні (другі більш характерні для м. Вилково) та три типи рукавів – зі значним (понад 19% від стоку Кілійського рукава), середнім (близько 1 – 11%) та низьким (менше 0,5%) рівнем стоку.

Деякі характеристики макрофітів (розподіл екологічних груп, проєктивне покриття в заростях) не мають значимої залежності від проаналізованих гідроморфологічних та гідродинамічних чинників, за допомогою яких визначалися групи кластерів. Інші ж (загальна кількість видів у водотоках, кількість видів на описових майданчиках, відсоток заростання) мають статистично доведену залежність, що свідчить про вплив цих чинників на розподіл макрофітів у водотоках КДД та м. Вилково.

7.3.2. ІНШИХ ДЕЛЬТ

Дельти річок, і зокрема, дельти висування, є унікальними природними екосистемами з високим біотичним різноманіттям [74], тому вони мають підвищений інтерес з боку науковців. Тим не менш, нами практично не було знайдено робіт, присвячених особливостям розповсюдження макрофітів у водотоках дельт інших річок світу. Зазвичай вони присвячені макрофітам всієї річкової дельти, хоча існують роботи присвячені дельті Дунаю, виконані на території Румунії [167-169, 171].

Серед робіт, проведених в інших дельтах світу, розподілу макрофітів в залежності від умов середовища присвячена робота щодо водної рослинності іригаційних та дренажних каналів дельти Нілу [145]. Видовий склад макрофітів суттєво відрізняється від виявленого в Кілійській дельті, однак класи рослинності повністю співпадають за життєвими формами. Використовуючи метод TWINSpan їх було виявлено три: рослинність вільноплаваючих видів, занурених та гелофітів. Була виявлена залежність рослинності від ширини каналу: в найширших каналах домінували занурені види, у середніх – вільноплаваючі, а у вузьких – гелофіти. Вказана роль затінення: в каналах зі зростаючими по берегам деревам зменшувалася кількість занурених видів, хоча це практично не впливало на вільноплаваючі види та гелофіти. Також вказано, що для формування біорізноманітності макрофітів є важливими факторами коливання рівня води, прозорість та стік, однак детальне вивчення впливу цих факторів не проводилося. Для дельти Нілу види *Myriophyllum spicatum* та *Azolla filiculoides* є адвентивними, вказано, що перший є рідкісним для території дельти, а другий витісняє природні види *Lemna sp.* [145].

Щодо водотоків частини дельти Дунаю, яка є дельтою виповнення, то в рамках міжнародного співробітництва проводилися дослідження окремих водотоків. У рукавах та каналах дельти було виявлено 35-38 видів макрофітів, згідно різних джерел, з них два належать до зелених нитчастих водоростей, а решта – до вищих водних рослин. Було показано, що тільки два види траплялися в усіх досліджених водотоках – *Ceratophyllum demersum*, який має високу толерантність до евтрофних умов та *Butomus*

umbellatus, який є дуже пластичним. Виявлено, що більше видове багатство макрофітів припадає на канали дельти – максимальна кількість їх складала 28 видів, водночас, в рукавах кількість видів зменшується – найбільша кількість видів, які були виявлені, складала 11 [168]. Разом з тим, згідно наших досліджень, така кількість видів була притаманна тільки рукавам з високим рівнем стоку або з надмірним антропогенним навантаженням, за відсутності даних впливів, кількість видів в рукавах зростала до 19 та більше.

Також за допомогою ординаційного аналізу було виявлено, що видовий склад макрофітів суттєво відрізняється у водотоках, які належать безпосередньо до території дельти та позадельтових водотоках. В позадельтових водотоках було виявлено 26 видів, водночас, як в дельтових – 34 [168].

Також було перевірено унікальність видового складу окремих водотоків дельти Дунаю. Згідно проведеного аналізу, було виявлено, що видовий склад основних рукавів дельти суттєво відрізняється від впадаючих в них бічних рукавів, тоді як кожен з цих основних рукавів мав свій унікальний набір видів і суттєво відрізнявся від інших. За результатами даного аналізу рекомендовано розглядати рукави дельти як окремі водні об'єкти [169].

Отже, після проведеного порівняльного аналізу було виявлено, що характерною особливістю макрофітів у водотоках дельти висування є приналежність їх до одного з трьох класів рослинності, які включають в себе вільноплаваючі рослини, занурені види або повітряно-водні. При порівнянні з дельтою виконання виявлено більший видовий склад макрофітів (згідно літературних даних максимальна кількість видів – 38, за результатами наших досліджень – 41). Кожен з водотоків дельти виконання є унікальним за своїм видовим складом, окремо розрізняються тільки внутрішньодельтові та позадельтові водотоки. Водночас, за результатами наших досліджень, в дельті висування було виділено 5 типів водотоків (за результатами кластерного аналізу). Загалом видовий склад макрофітів дельти Дунаю в різних її частинах є подібним.

РОЗДІЛ 8.

ВИЗНАЧЕННЯ РЕФЕРЕНСНИХ УМОВ ТА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ МПВ

8.1. ОЦІНКА АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ РЕФЕРЕНЦІЙНИХ ЗНАЧЕНЬ

Сьогодні біоіндикація водних екосистем розвивається дуже інтенсивно, у гідробіології застосовують велику кількість методів, підходів, на основі яких запроваджено багато індексів. Гідробіонти утворюють угруповання, за видовим складом яких можна робити висновки щодо характеру забруднення вод органічними речовинами. Це визнається також ратифікованою в Україні Водною Рамковою Директивою 2000/60/ЕС [5], згідно якої макрофіти є однією з груп організмів, що підлягає обов'язковому моніторингу при визначенні екологічного стану поверхневих вод.

В Україні таких методів практикують декілька, вони базуються на визначенні кількості видів — індикаторів умов середовища (рівня евтрофікації або заболочення) на дослідній ділянці [1, 44, 68-69] або на зміні морфологічних показників видів в залежності від характеру змін умов середовища [154]. Підхід з використанням індексів використовується для інших біологічних елементів на території КДД, наприклад, для зоопланктону [103]. Європейські методи також переважно використовують види-індикатори, однак принцип їх використання базується переважно на математичних індексах, в яких на основі ординаційного або кореляційного аналізу цим видам надається певне бальне значення [137 – 138, 173] або ж для розрахунку індексів використовують інтегральний підхід [152]. У роботі проаналізуємо та порівняємо різні підходи та методи, що дозволить обрати підхід, який максимально врахує всі особливості досліджуваного МПВ.

Існує декілька підходів для виділення референційних ділянок, серед яких використання: мінімально порушеного стану (МПС) — можливий тільки в країнах, де певні річкові ділянки практично не зазнавали антропогенного впливу, неможливо

використати в умовах КДД, оскільки з початку формування дельти здійснювалося її господарське використання місцевим населенням; історичного стану (ІС) — за літературними та гербарними матеріалами, не є можливим, оскільки розвиток КДД спричиняє зміну кількості рукавів дельти, внаслідок чого ті рукави, які існують і активні нині суттєво відрізняються від тих, які були описані раніше; найменш порушеного стану (НПС) — використання ділянок в ландшафті, що мають найкращі доступні фізико-хімічні та біологічні умови, цей спосіб можливо використовувати для водотоків КДД; найкращої досяжної умови (НДУ) — очікуваний екологічний стан, якщо буде застосований найкращий менеджмент протягом певного часу, можливо використовувати для водотоків КДД, але потребує складного математичного моделювання [182].

Нами був обраний найбільш зручний та ефективний в умовах КДД підхід НПС. В рамках цього підходу було здійснено 20 описів макрофітів, однак деякі описи містили тільки один вид в своєму складі, внаслідок чого були виключені і подальший аналіз проходив на 16 описах. Оскільки всі водні річкові об'єкти КДД, згідно постанови Кабінету Міністрів України від 21 січня 2015 року № 32, якою затверджено методику встановлення масивів поверхневих вод, належать до МПВ UA_R_12_XL_1_Si — дуже велика річка на низовині в силікатних породах, описи на різних водотоках КДД можуть бути використані для визначення референційних значень для даного типу МПВ.

Критеріями відбору потенційних референсних ділянок у річках є гідроморфологічний та фізико-хімічний стан ділянки, землекористування, прибережна рослинність та властивості заплав наявність певного біологічного тиску тощо. Деякі з цих критеріїв практично не відрізняються в усіх водотоках, тому не враховувалися нами при оцінці антропогенного впливу. Тож для виявлення цих відмінностей нами були обрані наступні чинники (методика описана в розд. 2) (табл. 8.1.1): (1) наявність у прибережних смугах промислової, або житлової забудови; (2) штучна зміна гідроморфологічних характеристик водотоків; (3) зливовий стік промислової, житлової

забудови або садово — городних господарств; (4) рекреація; (5) рибальство; (6) судноходіння. Результати представлені в таблиці 8.1.1.

Таблиця 8.1.1.

Вплив антропогенних факторів на водотоки КДЦ

№ п/п	Назва рукава та його частини	1*	2	3	4	5	6	Загальна кількість
		Бали						
1	Очаківський — витік	1	0	1	1	1	0	4
	- середня частина	0	0	0	1	1	0	2
	- гирло	0	0	0	1	1	0	2
2	Білгородський — витік	1	0	1	1	1	0	4
	- середня частина	0	0	0	1	1	0	2
	- гирло	0	0	0	0	1	0	1
3	Анкудинів — витік	1	0	1	1	1	0	4
	- середня частина	0	0	0	0	1	0	1
	- гирло	0	0	0	0	1	0	1
4	Прорва — витік	0	1*	0	0	1	1	3
	- середня частина	0	1*	0	0	1	1	3
	- гирло	0	1*	0	0	1	0	2
5	Гнеушів — витік	0	0	0	1	1	0	2
	- середня частина	0	0	0	1	1	0	2
	- гирло	0	0	0	1	1	0	2
6	Отножний	0	0	0	0	0	0	0
7	Старостамбульський — витік	0	0	1	0	1	1	3
	- середня частина	0	0	1	0	1	1	3
	- гирло	0	0	0	0	1	0	1
8	Бистрий — витік	0	1	0	0	1	1	3
	- середня частина	0	1	0	0	1	1	3
	- гирло	0	1	0	0	1	1	3
9	Восточний — витік	1	0	0	1	1	0	3
	- середня частина	0	0	0	0	1	0	1
	- гирло	0	0	0	0	1	0	1
10	Циганський — витік	0	0	0	0	0	0	0
	- середня частина	0	0	0	0	0	0	0
	- гирло	0	0	0	0	0	0	0

* позначені фактори, вказані на с.112

Згідно використаної методики, максимальна бальна оцінка складає 9, оскільки деякі антропогенні чинники (такі як рибальство та рекреація) історично існували на території дельти з моменту її утворення і фактично вони стали певним регуляторним механізмом біоценозів дельти, то можна встановити, що найкращий доступний стан існує на ділянках з бальною оцінкою 0–2. Це ділянки середньої частини та вище за течією Очаківського, Гнеушева, Отножного, Восточного, Білгородського та Циганського, а також гирлові ділянки рукава Анкудинів. Найбільш антропогенно навантаженими є витoki Очаківського, Белгородського та Анкудинового рукавів.

Серед наших описів вісім знаходилися на ділянках, які відповідають вищеназваним критеріям. Для них розраховані значення індексів MIR (формула 2.3), MIR (формула 2.4), IBMR (формула 2.5), значення яких представлені нижче (табл. 8.1.2).

Індекси, які використовуються для оцінки екологічного стану, відрізняються бальною оцінкою проективного покриття (1 – 9 для індексів MIR, MTR; 1 - 5 для індексу IBMR), індикаторними значеннями та екологічною валентністю видів (для MIR та IBMR). Кількість індикаторних видів повинна становити не менше 4, інакше результати можуть бути невірними [118].

Таблиця 8.1.2.

Значення індексів для описаних ділянок

1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Очаківський	середина	2	9	8,30	8	24,60	7	31,80
2	Гнеушів	середина	2	8	7,90	7	16,70	7	25,70
3	Отножний	середина	1	12	9,00	11	24,40	12	36,90
4	Восточний	середина	1	4	9,00	5	36,00	4	33,30
5	Білгородський	гирло	2	4	9,20	5	28,80	4	36,20
6	Білгородський	середина	2	9	8,40	5	49,00	4	45,00
7	Восточний	гирло	1	6	8,90	8	31,20	7	32,90
8	Циганський	гирло	1	5	9,70	5	30,10	3	33,60
Кореляція між значеннями індексу та антропогенними чинниками									
					- 0,78		- 0,03		- 0,48

* цифрами позначені назви стовпчиків: 1 - № п/п, 2 – Назва рукава, 3 – частина рукава, 4 – загальна кількість балів впливу антропогенних факторів, 5 - кількість індикаторних видів для індексу IBMR, 6 – значення індексу IBMR, 7 – кількість індикаторних видів для індексу MTR, 8 – значення індексу MTR, 9 – кількість індикаторних видів для індексу MIR, 10 – значення індексу MIR

Кореляційний аналіз з використанням коефіцієнту Пірсона показав, що найбільший взаємозв'язок між антропогенним навантаженням на рукава та значенням індексу спостерігається для індексу IBMR ($r = -0,78$), для MIR вона менше ($r = -0,48$), для MTR – відсутня ($r = -0,03$) (рис 8.1.1.).

Обумовлено це як відповідністю індикаторних видів тим, що зростають в рукавах КДД, так і врахуванням екологічної валентності видів в індексах IBMR та MIR. Згідно літературних даних, він найкраще підходить для всіх річок в силікатних породах [160]. Цей індекс також включає себе найбільшу кількість видів, що мають індикаторне значення в КДД (26 з 34, що зустрічалися під час досліджень екологічного стану, індекси MIR та MTR мають індикаторне значення для 24 видів).

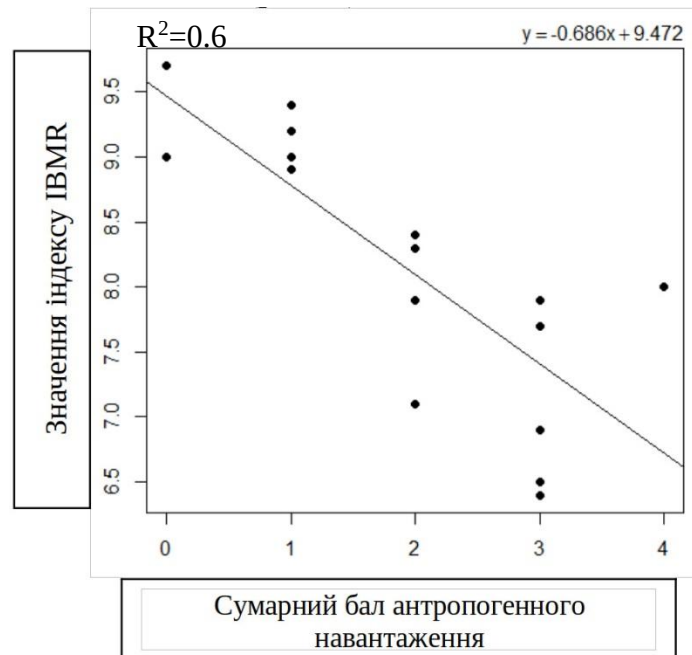


Рис 8.1.1. Значення індексу IBMR та загальної бальної оцінки антропогенного навантаження.

Для подальшого визначення референсних значень цього індексу був використаний метод медіани (даний статистичний метод рекомендується робочою групою, що встановлювала рекомендації з встановлення референційних значень [182]). Показники IBMR на семи референційних ділянках утворюють наступний ряд послідовних значень від найменшого до найбільшого: 7.9, 8.3, 8.4, 8.9, 9, 9, 9.2, 9.7

Медіаною даного ряду є показник — 9, отже референційне значення індексу встановлюється на його межі.

8.2. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЗА МАКРОФІТАМИ

Для встановлення меж класів екологічного стану можна використовувати статистичний підхід, або експертне судження. Значення вимірюваної характеристики порівнюється з референсним значенням шляхом ділення першого на друге (КЕЯ, формула 2.6).

Згідно Водної Рамкової Директиви, встановлюється п'ять класів екологічного стану «Відмінний», «Добрий», «Задовільний», «Поганий» та «Дуже поганий». Для кожного з цих класів встановлюється ранжування КЕЯ. Для різних біологічних елементів може бути прийняте різне ранжування КЕЯ для встановлення меж класів. Найчастіше вживається ранжування між класами з кроком 0.2, однак для значень індексу IBMR в межах обраного типу МПВ воно не є доцільним, оскільки референційне значення є доволі низьким внаслідок природних умов, що створюються в цьому типі МПВ. Використовуючи міжквартильну різницю в ряді референційних значень та експертне судження на основі проведених спостережень були використані наступні значення КЕЯ та показники індексу IBMR, що відповідають п'яти класам екологічного стану:

Границі класів екологічного стану для визначеного МПВ за індексом IBMR

	IBMR	КЕЯ
Відмінний	8,1 – >=9,1	0,9 — 1
Добрий	7,2 – 8,0	0,8 — 0,89
Задовільний	6,3 – 7,1	0,7 — 0,79

Поганий
Дуже поганий

5,4 – 6,2
<=4,5 – 5,3

0,6 — 0,69
< 0,59

Згідно отриманого ранжування проведена оцінка екологічного стану описаних ділянок. Результати представлені в таблиці 8.1.3.

Таблиця 8.1.3

Екологічний стан водотоків КДД

№ п/п	Назва рукава	Частина рукава	Бали антроп. впливу	К-сть індик. Видів	Знач. IBMR	КЕЯ	Екологічний стан
1	Старостам-бульський	витік	9	3	6,5	0,72	Задовільн.
2	Старостам-бульський	середина	8	3	6,4	0,71	Задов.
3	Очаківський	витік	5	11	8,0	0,89	Добр.
4	Анкудинів	середина	5	3	9,4	1,00	Відмін.
5	Прорва	витік	3	13	6,9	0,77	Задов.
6	Старостам-бульський	гирло	4	8	7,1	0,78	Задов.
7	Бистрий	гирло	4	6	7,9	0,89	Добр.

* виділені сірим кольором — мають занадто мало видів в описах, розрахунки можуть бути недостовірні.

Використання IBMR показало, що рукави КДД мають задовільний, добрий та відмінний стан, що в цілому узгоджується з результатами, отриманими під час міжнародної експедиції JDS 3 [178] за біологічними елементами макрофіти.

При порівнянні з національними стандартами визначення екологічного стану МПВ UA_R_12_XL_1_Si [69] виявлено, що для оцінки екологічного стану використовуються 16 видів макрофітів, які мають індикаторне значення (відносяться до екогрупа реофіли, лімнофіли або болотні). Співвідношення груп за референційних значень має бути наступним: реофіли – 30%, лімнофіли – 30%, болотні – 40%. Чим більше відхилення, тим гірший екологічний стан водотоку, наявність інвазивних видів також його погіршує.

Згідно отриманих даних, всі досліджені водотоки мають добрий та задовільний екологічний стан. Водночас, за результатами аналізу антропогенного тиску деякі МПВ мають отримати відмінний стан, що може бути обумовлено низькою кількістю індикаторних видів, внаслідок чого співвідношення сильно змінюється.

Таблиця 8.1.4

Визначення екологічного стану за співвідношенням екологічних груп та наявністю інвазивних видів

	1	2	3	4	5	6	7
Реофіли, %	38	0	11	33	33	33	20
Лімнофіли, %	38	33	33	33	33	50	40
Болотні, %	24	67	56	33	33	17	40
Інвазійні види			+				
Екологічний стан	добр.	задов.	задов.	добр.	добр.	задов.	добр.

* цифрами позначені наступні рукави: 1 – Очаківський, 2 – Гнеушів, 3 – Отножний, 4 – Восточний, 5 – Білгородський, 6 – Старостамбульський, 7 – Циганський

Отже, за результатами наших досліджень, для оцінки екологічного стану водотоків МПВ UA_R_12_XL_1_Si за біологічним елементом макрофіти найбільше підходить індекс IBMR, значення якого мають найбільшу кореляцію з рівнем антропогенного навантаження і який передбачає використання найбільшої кількості індикаторних видів.

ВИСНОВКИ

На підставі аналізу натурних даних багаторічних досліджень видового складу та розподілу макрофітів встановлено структура водної флори та синтаксономічний склад рослинності рукавів КДД, закономірності їх змін в окремому рукаві та рукавах різного типу.

1. Встановлено, що видове багатство макрофітів водотоків КДД нараховує 41 вид з 27 родів, 21 родини, 16 порядків, 4 класів та 3 відділів. За таксономічною структурою водна флора водотоків КДД є бідною. За кількістю видів домінує родина *Potamogetonaceae*, що характерно для водних флор України та інших Євразійських флор, проте не характерно для водної флори світу. В екологічній структурі флори переважають вільноплаваючі на поверхні види – 22 %, занурені вкорінені види складають 17%, високотравні, низькотравні гелофіти та гідрогелофіти – по 15%. За зональним поширенням переважають представники хорологічної плюризональної групи (44%), за регіональним – циркумполярної (44%), а за континентальністю-океанічністю – індиферентні (61%) види.

2. Угрупування макрофітів рукавів КДД відносяться до 10 асоціацій, які належать до 4 союзів, 3 порядків та 3 класів рослинності. В класі *Lemnetea* відзначена одна асоціація, *Potamogetonetea* та *Phragmiti-Magnocaricetea* – чотири і п'ять відповідно. Найбільш поширені ценози асоціацій *Phragmitetum australis* Savič 1926.

3. Виявлено, що макрофіти у діючих рукавах КДД просуваються до глибини 2,5 м. На максимальних глибинах відмічені високотравні гелофіти, інші види віддають перевагу глибинам 0,4 – 0,9 м, що пов'язано з низькою прозорістю води.

4. Визначено, що зміна видового різноманіття у межах окремих рукавів дельти має двонаправлений характер: зниження показників у середній частині водотоку та підвищення в прикінцевій ділянці, що пояснюється різницею екологічних умов та наявністю крайового ефекту. Проявом крайового ефекту пояснюється і зростання видового різноманіття в єриках, які сполучають лентичні та лотичні системи.

5. Показано, що в залежності від рівня стоку простежуються різні способи заростання рукава.

6. Показано, що за гідроморфологічними особливостями та рівнем стоку водотоки об'єднуються в п'ять груп кластерів: природні єрики КДД, штучні єрики м. Вилкове та КДД, рукави з високим, середнім та низьким або відсутнім рівнем стоку.

7. Визначено, що найбільшим видовим і синтаксономічним багатством та найменшим ступенем заростання характеризуються рукави дельти, найбільший ступінь заростання та найменший видовий і синтаксономічний склад відмічено у штучних єриках. Видове багатство рукавів найбільше за середнього та низького або відсутнього рівня стоку. При цьому кількість видів на описових майданчиках найбільша саме за низького або відсутнього рівня стоку.

8. Доведено, що з рівнем антропогенного навантаження у рукавах КДД найбільше корелює індекс IBMR, його референційне значення для масивів поверхневих вод UA_R_16_XL_1_Si становить 9,1. Більшість рукавів мають добрий та відмінний стан.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Афанасьєв С. О., Лєтицька О. М., Мантурова О. В., Погорєлова М. С. Методичні рекомендації зі встановлення референційних умов для масивів поверхневих вод України на прикладі басейну р. Тиси. К., 2019. 52 С.
2. Бабиченко В.Н., Барабаш М.Б., Логвинов К.Т. и др. Природа украинской ССР. Климат К.: Наук.думка, 1984. 232 с.
3. Біорізноманітність Дунайського біосферного заповідника, збереження та управління / ред. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Київ: Наукова думка, 1999. 704 с.
4. Борсукевич Л.М. Структурно-порівняльний аналіз вищої водної флори Східної Галичини. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2009, Т 5. № 1. С. 80 – 90.
5. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення: вид. офіційне. Київ: Твій формат, 2006. 240 с.
6. Геологическая карта основных структурных этажей Украинской ССР и Молдавской ССР. 1987 [Карты] / ред. А. И. Зарицкий. Киев : Укргеология, 1989. 1 к.
7. Гидрология устьевой части Дуная/ ред. Я.Д. Никифоров, К. Дьякон. Москва: Гидрометеиздат, 1963. 384 с.
8. Дворецкий Т.В. Изменение морфометрических параметров *Phragmites australis* под влиянием прямых антропогенных факторов в Килийском гирле дельты Дуная. V *Всероссийская конференция по водным растениям: Гидрботаника 2000*: тезисы докладов (г. Борок, 10 – 13 октября 2000). Борок, 2000. С. 128—129.
9. Дворецкий Т.В. Зміни ресурсних і морфометричних параметрів *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. болотних угруповань дельти Кілійського гирла Дунаю під впливом прямих антропогенних факторів. *Укр. ботан. журн.* 2003. Том 60, №5. с. 547—553.
10. Дідух Я.П. Основи біоіндикації. Киев: Наук. думка, 2012. 343 с.

11. Дубина Д.В., Протопопова В.В. Нові для флори СРСР види водяних папоротей з родини Azollaceae. *Укр. ботан. журн.* 1980. Том 37, №5. С. 20 – 26.
12. Дубина Д.В. Новий для УРСР вид роду *Sagittaria* L. — *Sagittaria latifolia* Willd. *Укр. ботан. журн.* 1982. Том 39, №5. с. 37 – 40.
13. Дубина Д.В., Протопопова В.В. Нові для флори СРСР вид ряски *Lemna minuscula* Hertner. *Укр. ботан. журн.* 1983. Том 40, №2. с. 51 – 54.
14. Дубина Д.В., Шеляг- Сосонко Ю.Р. Географічна структура флори водойм України. *Укр. ботан. журн.* 1984. Том 41, №6. с. 1 - 7.
15. Дубина Д.В., Протопопова В.В. Анализ адвентивной флоры заповедника «Дунайские плавни». *Биол. науки.* 1985. № 10. С.68—73.
16. Дубина Д.В., Шеляг- Сосонко Ю.Р. Плавни Причерноморья. Киев, 1989. 272 с.
17. Дубина Д.В. Структурно-порівняльний аналіз флори радянської території долини річки Дунаю. *Укр. ботан. журн.* 1990. Том 47, № 4. С. 16—20.
18. Дубина Д.В., Небесний В.Б., Прокопенко В.Ф. Геоботанічна та ресурсна характеристика *Phragmites australis* (Cav.) Trin ex. Steud. в гирловій області Дунаю. *Укр. ботан. журн.* 1992. Том 49, №1. с. 90—93.
19. Дубина Д.В., Дворецький Т.В., Дзюба Т.П., Жмуд О.І., Захарова Т.А., Тимошенко П.А. Рослинність дельти Кілійського гирла Дунаю. I. Водна рослинність. Клас *Lemnetae*. *Укр. фітоценотичний збірник.* Київ, 2000а. Сер. А, вип 1(16). С. 38 - 53.
20. Дубина Д.В., Дворецький Т.В., Дзюба Т.П., Жмуд О.І., Захарова Т.А., Тимошенко П.А. Рослинність Кілійського гирла Дунаю. II. Водна рослинність. Класи *Potametea*, *Ruppiaetea*, *Zosteretea*. *Укр. фітоценотичний збірник.* Київ, 2000б. Сер. А, вип. 1(16). С. 38 – 53.
21. Дубина Д.В., Дворецький Т.В., Дзюба Т.П., Жмуд О.І., Тимошенко П.А. Рослинність дельти Кілійського гирла Дунаю. III. Водна рослинність. Класи *Phragmati-Magnocaricetea*, *Bolboschoenetea* (повітряно-водні угруповання). *Укр. фітоцен. зб.* Київ, 2001. Сер. А, вип 1(17). С. 36 – 54.

22. Дубина Д.В., Шеляг-Сосонко Ю.Р., Жмуд О.І., Жмуд М.Є., Дворецкий Т.В., Дзюба Т.П., Тимошенко П.А. Дунайський біосферний заповідник. Рослинний світ. Київ: Фітосоціоцентр, 2003. 459 с.
23. Дубина Д.В., Дзюба Т.П., Ємельянова С.М., Тимошенко П.А. Порівняльно-структурний аналіз ценофлори класу *Phragmito-Magno-Caricetea* України. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2015. Том 11, №1. С. 37—50.
24. Дьяченко Т. Н. Синтаксономия макрофитной растительности Дунайской устьевой области в пределах Украины. *Укр. фітоцен. зб.* Київ, 1996 а. Сер. А, вип 2. С. 6 — 20.
25. Дьяченко Т.М. Формування вищої водної рослинності Дунайської гирлової області за сучасних екологічних умов: автореферат дис. канд. біол. наук: 03. 00. 05/ Інститут гідробіології. Київ, 1996 б. 23 с.
26. Дьяченко Т.Н. Разнообразие высшей водной растительности Дунайской устьевой области в пределах Украины *V Всероссийская конференция по водным растениям: Гидробиотаника 2000: тезисы докладов* (г. Борок, 10—13 октября 2000). Борок, 2000. С. 135—136.
27. Дьяченко Т.Н. Макрофиты заливов Кикийской дельты Дуная. Современное состояние. *Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: материалы III Международной конференции* (17 - 22 сентября, 2007 г.). Минск-Нарочь, 2007. С. 136—137.
28. Дьяченко Т.Н. Флористическое и ценотическое разнообразие высшей водной растительности заливов Кикийской дельты Дуная. *Современные проблемы гидробиологии. Перспективы, пути и методы решений: материалы международной научной конференции* (26—29 августа 2008 г.). Херсон, 2008. С. 145- 147.
29. Дьяченко Т.Н. Динамика высшей водной растительности водоемов Кикийской дельты Дуная в связи с антропогенным воздействием. *Гидробиологический журнал*. 2010. Том 46, № 5. С. 30—42.

30. Дьяченко Т.Н. Биологические и экологические особенности тростника южного (*Phragmites australis*) в аспекте оптимального использования его ресурсов. *Гидробиол. журн.* 2011. Том 47, №4. С. 23—33.
31. Дьяченко Т.Н. Макрофиты в водотоках дельты Дуная. *Інтегроване управління водними ресурсами: наук. збірник* / ред. В.І. Щербак. Київ: ДТА, 2013. С. 230 – 239.
32. Дьяченко Т.Н., Морозова А.А., Черткова М.С. Макрофиты водотоков Килийской дельты Дуная. *Гидрботаника 2015: материалы VIII Всероссийской конференции с международным участием по водным макрофитам* (г. Борок, 16 – 20 октября 2015 г.). Ярославль, 2015. С. 100-103.
33. Жмуд Е.И. Прошлое, настоящее и будущее водяного креха. *Проблеми ботаніки і мікології на порозі третього тисячоліття: матеріали X з'їзду Українського ботанічного товариства* (Полтава, 22 - 23 травня 1997 р.). Київ-Полтава, 1997а. С. 20 – 21.
34. Жмуд Е.И. Проблемы охраны водяного ореха плавающего (*Trapa natans* L.) в районе Природного заповедника «Дунайские плавни». *Проблеми ботаніки і мікології на порозі третього тисячоліття: матеріали X з'їзду Українського ботанічного товариства* (Полтава, 22 – 23 травня 1997 р.). Київ-Полтава, 1997б. С. 195 – 196.
35. Жмуд Е.И. Современное состояние и проблема охраны редких видов растений в районе природного заповедника «Дунайские плавни». *Проблеми ботаніки і мікології на порозі третього тисячоліття: матеріали X з'їзду Українського ботанічного товариства* (Полтава, 22—23 травня 1997 р.). Київ-Полтава, 1997в. С. 196 – 197.
36. Жмуд О. І. Сингенетичні зміни рослинного покриву Дунайського біосферного заповідника. *Укр. ботан. журн.* 2000. Том 57, №3. С. 272 – 277.

37. Жмуд О.І. Сингенетичні і екзогенні зміни рослинності Дунайського біосферного заповідника: автореферат дис. канд. біол. наук: 03.00.05. / НАН України. Нац. ботан. сад ім. М.М.Гришка. Київ, 2001. 21 с.
38. Жмуд Е. И. Высшая водная растительность Дунайского биосферного заповедника: современное состояние и вопросы охраны. *Гидробиотаника* 2010: материалы VII Международной конференции по водным макрофитам (г. Борок, 9 - 13 октября 2010 г.). Ярославль, 2010. С. 115 – 117.
39. Зелена книга України / ред. Я.П. Дідух. Київ: Альтерпрес, 2009. 448 с
40. Зеленецкий Н. Отчетъ о Ботаническихъ изслѣдованіяхъ Бендерскаго, Аккерманскаго и Измаильскаго уѣздовъ Бессарабской губерніи. Одесса, 1891. 95 с.
41. Зенкович В. П. Морфология и динамика советских берегов Черного моря. Москва: Изд-во АН СССР, 1960. 216 с.
42. Зеров К.К. Водная растительность Килийской дельты Дуная. *Дунай и придунайские водоемы в пределах СССР* : тр. ин-та гидробиологии АН УССР. Киев, 1961. Том 36. С. 37—48.
43. Иванов В.А., Миньковская Р.Я. Морские устья рек Украины и устьевые процессы. Ч.1. Севастополь, 2008. 448 с.
44. Карпова Г., Зуб Л., Мельничук В., Проців Г. Оцінка екологічного стану водойм методами біоіндикації. Перші кроки до оцінки якості води. Бережани, 2010. 32 с.
45. Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Ленинград: Наука, 1981. 187 с.
46. Клоков В.М. Матеріали до флори радянської ділянки долини Дунаю. *Укр. ботан. журн.* 1967. Том 24, № 1. С. 76—80.
47. Клоков В.М., Зимбалева Л.Н. Продуктивность высшей водной растительности и запасы фитофильных беспозвоночных в Килийской дельте Дуная. *Гидробиологический журнал*, 1974. том X, № 1. С. 74—77.

48. Клоков В.М. Экологическая характеристика ассоциаций водной растительности Килийской дельты Дуная. III Респ. Конф. Всесоюз. гидробиол. О-ва: материалы конф. Киев, 1975. С. 10—13.
49. Клоков В.М. Временные и пространственные смены водной растительности Килийской дельты Дуная. Первая Всес. конф. по высшим водным и прибрежноводным растениям: Тез. докл. Борок: Ин-т биологии вн. вод, 1977. С. 66 — 68.
50. Клоков В.М. Водная растительность и флористические особенности Килийской дельты Дуная: Автореферат дис. канд. биол. наук: 03.00.05. Киев, 1978. 20 с.
51. Клоков В.М., Козина С.Я., Карпова Т.А. и др. Прогноз состояния высшей водной растительности и ее влияние на формирование качества воды в водоемах канала Дунай-Днепр. *Круговорот вещества и энергии в водоемах*. 1981. Вып. 7. С. 87—97.
52. Клоков В. М. О Динамике высшей водной растительности Килийской дельты Дуная. *XX Международной конф. по изуч. Дуная*: Тез. Докл (г. Киев, сент 1978 г.). Киев: Наук. Думка, 1982. С. 157—158.
53. Клоков В.М. Растительность водоемов зоны влияния водохозяйственного комплекса Дунай-Днепр. *Гидробиология Дуная и лиманов северо-западного Причерноморья*. К.: Наук. Думка, 1986. С. 89—105.
54. Клоков В.М. Вопросы временной и пространственной динамики высшей водной растительности дельты Дуная. *Гидробиологические исследования Дуная и придунайских водоемов*. Киев: Наук. думка, 1987. С. 81— 97.
55. Клоков В.М., Дьяченко Т.Н. Пространственное распределение высшей водной растительности Килийской дельты Дуная. *Лимнологические доклады XXIX- е совещание МАД*: краткие научные рефераты (г. Киев, 16—22 сентября 1991 г.). Киев, 1991. С. 85—88.
56. Клоков В.М., Дьяченко Т.Н., Козина С.Я. Динамические процессы высшей водной растительности Килийской дельты Дуная. *Лимнологические доклады XXIX- е*

- совещание МАД: краткие научные рефераты* (г. Киев, 16—22 сентября 1991 г.). Киев, 1991. С. 88—91.
57. Клоков В.М., Дьяченко Т.Н. Высшая водная растительность. *Гидроэкология украинского участка Дуная и сопредельных водоемов*. Киев: Наук. Думка, 1993. С. 41—77.
58. Комплексні експедиційні дослідження екологічного стану водних об'єктів басейну р. Уди (суббасейну р. Сіверський Донець) / О.Г. Васенко та ін. Харків:Райдер, 2006. 156 с.
59. Конвенція з охорони та використання транскордонних водотоків та міжнародних озер. *Верховна Рада України*: офіц. веб сайт. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_273#Text (дата звернення: 10.01.2020)
60. Конвенція про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення, головним чином як середовище існування водоплавних птахів. *Верховна Рада України*: офіц. веб сайт. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_031#Text (дата звернення: 10.01.2020)
61. Конвенція про охорону дикої флори та фауни і природних середовищ існування в Європі. *Верховна Рада України*: офіц. веб сайт. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_032#Text (дата звернення: 10.01.2020)
62. Конвенція щодо співробітництва по охороні та сталому використанню ріки Дунай (Конвенція про охорону ріки Дунай). *Верховна Рада України*: офіц. веб сайт. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/998_800#Text (дата звернення: 10.01.2020)
63. Кравцова О.В., Щербак В. І. Методологія оцінки ступеню впливу антропогенних факторів на фітопланктон урбанізованих територій. *Гідробіологічний журнал*, 2020. Том 33. №3. С. 3 — 14.
64. Кроткевич П.Г. Результаты биолого-экологических исследований тростника и задачи по рациональному использованию его ресурсов в дельтах Днепра и Дуная. *Лимнологические исследования Дуная*. Киев: Наук. Думка, 1969. С. 389 — 393.

65. Куземко А.А., Чорней І.І., Токарюк А.І., Буджак В.В. Основи роботи в середовищі програм Turboveg та Juice. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2015. 60 с.
66. Липский В. Исследования о флоре Бессарабии. *Зап. Киев. О-ва естествоиспытателей*, 1889. 10 (2). с. 225 — 391.
67. Макрофиты – индикаторы природной среды: монография / Д.В. Дубына и др. К.:Наук. думка, 1993. 434 с.
68. Мальцев Г.І., Карпова Г.О., Зуб Л.М. Визначення якості води методами біоіндикації. Київ, 2011. 112 с.
69. Мантурова О. М., Серeda Т. М., Погорелова М. С., Білоус О. П., Дяченко Т. М. Розподіл і фізіономія рослинних *Управління транскордонним басейном Дністра: встановлення референційних показників для оцінки екологічного стану масивів поверхневих вод*. За ред. С. О. Афанасьєва, О. В. Мантурової. К.: Кафедра, 2019. – с 103-137 с.
70. Маринич О.М., Ланько А. І., Щербань М. І., Шищенко П.Г. Фізична географія Української РСР. Київ: Вища школа, 1982. 208 с.
71. Міронова Н.Г.. Вищі водні та прибережно-водні рослини техногенних озер Малого Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2012. Вип. 22.6. с. 63—67.
72. Михайлов В. Н., Вагин Н. Ф., Морозов В. Н. Основные закономерности гидрологического режима дельты Дуная и его антропогенных изменений. *Водные ресурсы*. 1981. № 6. С. 22—44.
73. Михайлов В. Н. Устья рек России и сопредельных стран: прошлое, настоящее и будущее. М.: ГЕОС, 1997. 413 с.
74. Михайлов В.Н., Морозов В.Н., Повалишникова Е.С. и др. Гидрология дельты Дуная. Москва:ГЕОС, 2004. 448 с.
75. Михайлова М.В. Баланс наносов в устье Дуная. *Водные ресурсы*. 2001. Т. 28, № 2. С. 203—207.
76. Михайлова М. В., Кравцова В. И., Морозов В. Н. Многолетние изменения морского края дельты Дуная. *Водные ресурсы*. 2019. Т. 46 (5). с. 474—484.

77. Офіційні переліки регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України: довідкове видання. / Укладачі: Т.Л. Андрієнко, М.М. Перегрим. Київ: Альтерпрес, 2012. 148 с.
78. Панченко П.С., Попова Е.Н. Дополнение к флоре заповедника «Дунайские плавни». *Ботан. журн.* 1990. Том 75, №1. С. 105—108.
79. Папченков В.Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль, 2001. 214 с.
80. Папченков В.Г. О классификации растений водоемов и водотоков. *Гидробиотаника: методология, методы: Материалы школы по гидробиотанике.* Рыбинск, 2003 С. 23—28.
81. Пачоский. Материалы о флоре Бессарабии. *Труды Бессараб. общ-ва естествоиспытателей.* Кишинев, 1911- 1912. Т. III. С. 1—91.
82. Пачоский И.К. Плавни Дуная. *Очерк растительности Бессарабии.* Кишинев: Изд-во Бессарабского губернского земства, 1914. С. 26—29.
83. Петреску И. Дельта Дуная. Москва: Изд-во иностр. лит., 1963. 278 с.
84. Погорелова М.С. Структура заростей макрофітів на різних глибинах водотоків дельтової ділянки річки (на прикладі Кілійської дельти Дунаю). *Водні екосистеми та збереження їх біорізноманіття: збірник наукових праць I Всеукраїнської науково-практичної конференції.* Житомир, 2018. С 77—80.
85. Погорелова М.С. Прояв крайового ефекту в структурі заростей макрофітів при зміні гідрологічного режиму. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.* 2020(а). № 3 – 4 (80). С. 84—90.
86. Погорелова М.С. Структура водної флори водотоків Кілійської дельти Дунаю. *Biodiversity, ecology and experimental biology.* 2020(б). № 2. С. 44—51.
87. Пономаренко И. Н. Барико-циркуляционный режим юга европейской территории СССР и некоторые особенности погодных условий сезонов. *Тр. УкрНИГМИ.* 1958. Вып. 12. С. 100—109.

88. Распопов И.М. Высшая водная растительность больших озер Северо-Запада СССР. Ленинград: Наука, 1985. 197 с.
89. Распопов И.М., Папченков В.Г., Соловьева В.В. Сравнительный анализ водной флоры России и мира. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2013. Т. 13, Вып. 1. С. 16—27.
90. Рокитянский А.Б., Гамуля Ю.Г.. Флора сосудистых водных растений Харьковской области (аннотированный список и основные параметры). *Фиторазнообразие Восточной Европы*. 2017. Том. X., Вып.1. С. 14—35.
91. Романенко В.Д. Первая международная комплексная экспедиция по изучению Дуная и ее задачи. *Первая международная комплексная экспедиция по изучению Дуная: материалы* (март 1988 г.). Киев, 1989. ч.2. С. 2—22.
92. Рослий И.М., Кошик Ю.А., Палиенко Э.Т. и др. Геоморфология Украинской ССР: Учебн. пособие / ред. И.М. Рослий. Киев: Вища шк., 1990. 287 с.
93. Рудеску Л. Водная и болотная макрофлора, растительность нижнего Дуная в естественном развитии и сформировавшаяся под влиянием антропогенных факторов. *XX Международной конф. по изуч. Дуная: тез. докл* (г. Киев, сент 1978 г.) Киев: Наук. Думка, 1982. С. 145—156.
94. Свириденко Б.Ф. Флора и растительность водоемов Северного Казахстана. Омск, 2000. 196 с.
95. Синтаксономія рослинності України. *Український геоботанічний сайт*: веб-сайт. URL: <http://geobot.org.ua/syntaxonomy/>
96. Срединский Н.К. Материалы для флоры Новороссийского края и Бессарабии: Предисловие. I Взгляд на состояние исследований Новороссийского края и Бессарабии с указанием пособий для ее изучения. *Записки Новороссийского общества естествоиспытателей*. Т.1., вып. 1. Одесса, 1872. С. 73—138.
97. Стародубцев В.М., Струк В.С. Дельта Дуная: погляд з космосу. Київ: Аграр Медіа Груп, 2013. 57 с.

98. Страздайте Ю. Ю., Стяпанавичене В. В. Хорологические группы видов водной растительности Литовской ССР. *Труды АН Лит. ССР. Сер. В.* Т. 4 (84), 1978. С. 3—8.
99. Тахтаджян А.Л. Система и филогения цветковых растений. Москва - Ленинград: Наука, 1966. 611 с.
100. Толмачев А.И. Методы сравнительной флористики и флорогенеза. Новосибирск:Наука, 1986. 196 с.
101. Федорчук І.В., Козак М.І.. Систематичний аналіз досліджених видів макрофітів-індикаторів основних водотоків Національного природного парку “Подільські Товтри”. *Вісник Черкаського університету. Серія «Біологічні науки»*. 2015. Т. 335, Вип 2. С. 116—120.
102. Физико-географическое районирование Украинской ССР./ ред. В. П. Попова, А. М. Маринича, А. И. Ланько. Киев: Изд-во Киевского университета, 1968. 683 с.
103. Харитоновна Ю. В. Аналіз перехідних вод українського шельфу Чорного моря за індикаторами зоопланктону (на прикладі Дельти Дунаю). *Вісник ОНУ. Біологія*. 2019. Т. 24, вип. 2(45). С. 88—96.
104. Черой О.І. Перерозподіл стоку по рукавах дельти Дунаю в умовах існування судноплавних каналів. *Український гідрометеорологічний журнал*, 2013. №13. С. 176—182.
105. Черткова М.С. Макрофіты ериков города Вилково. *Актуальні проблеми сучасної гідроекології: збірник матеріалів науково-практичної конференції, присвячені 95-річчю заснування Національної академії наук України*. Київ, 2013 р. С. 98—99.
106. Черткова М.С. Визначення трофічного статусу водотоків Кілійської дельти Дунаю за індексом МТР. *Сучасна гідроекологія: місце наукових досліджень у вирішенні актуальних проблем: збірник матеріалів науково-практичної конференції, присвяченої 75-річному ювілею Інституту гідробіології НАН України*. Київ, 2015. С. 71—72

107. Черткова М.С. Порівняльна характеристика водотоків Кілійської дельти Дунаю за судинними макрофітами. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.* 2015. № 3-4 (64). С. 713—717.
108. Черткова М.С. Угрупування судинних макрофітів водотоків Кілійської дельти Дунаю. *Сучасна гідроекологія: місце наукових досліджень у вирішенні актуальних проблем: матеріали III наук. практичної конф. для молодих вчених (м. Київ, 6-7 жовтня 2016 р.).* Київ, 2016. С 55—56.
109. Шеляг-Сосонко Ю.Р., Дубина Д.В. Государственный заповедник «Дунайские плавни.». Киев: Наук. думка, 1984. 288 с.
110. Шумська Н. Флора водойм м. Івано-Франківськ. *Вісник Прикарпатського університету. Біологія.* 2004. Вип. 4. С. 36—42.
111. Шуйский Ю. Д. О динамике морского края Килийской дельты Дуная. *Океанология (Москва).* 1968. Т. VIII, Вып. 5. С. 117—125.
112. Шуйский Ю.Д. Гидролого-морфологические черты формирования современной Килийской дельты Дуная. *Вестник Одесского национального университета им. И. И. Мечникова. Экология.* 2003. Т. 7, Вып. 2. С. 4—17.
113. Якубенко Б.Є., Попович С.Ю., Григорюк І.П., Мельничук М.Д. Геоботаніка: тлумачний словник: навчальний посібник. Київ.: Фітосоціоцентр, 2010. 420 с.
114. Якубовский К.Б., Клоков В.М., Мережко А.И. Запасы фитомассы высших водных растений в водоемах Килийской дельты Дуная и их биологическая характеристика. XX Международной конф. по изуч. Дуная: тез. докл (г. Киев, сент 1978 г.) Киев: Наук. Думка, 1982. С. 158—159.
115. Antipa G. Die Lebensbedingungen in den Gewässern Rumäniens und die Aufgaben der hydrobiologischen Foeschung. *Bull. Sec. Sci.* 1916—1917. N 5. P. 165 —211.
116. Braun-Blanquet J. Plant sociology: The study of plant communities. USA, 1932. 471 p.
117. BS EN 14184:2014. Water quality: guidance for the surveying of aquatic macrophytes in running waters. 2014. 28 p.

118. Budka A. How many indicator species are required to assess the ecological status of a river?. *Oceanological and Hydrobiological Studies*. 48 (1).2019. P. 1—12.
119. Cadenasso M. L, Pickett S.T. A, Weathers K.C., Jones C.G. A framework for a theory of ecological boundaries. *BioScience*. 2003. Vol. 53. P. 750—758.
120. Ciocârlan V., Sârbu I., Ștefan N., Tudor M. Elodea nutallii (Planchon) Saint John o specie nouă în flora României. *Buletiniul Grădinii Botanice "Anastase Fatu"*. Iași, 1998. Vol 6, N 1. P. 215—231.
121. Covaliov S., Doroftei M., Hanganu J. Danube Delta Biosphere Reserve (D.D.B.R.): reed dynamics within actual context. *AES Bioflux*. 2010, Vol. 2, Iss. 1. P. 69 — 80.
122. Cristofor S., Vadineanu A., Sarbu A., Postolache C., Dobre R., Adamescu M. Long-term changes of submerged macrophytes in the Lower Danube Wetland System. *Hydrobiologia*. 2003. 506–509. 625–634.
123. Dawson F.H., Newman J.R., Gravelle M.J., Rouen K.J., Henville P. Assesment of the Trophic Status of Rivers Using Macrophytes. Evaluation of the Mean Trophic Rank: Technical Report. Bristol: Environment Agency, 1999. 101 p.
124. Didukh Ya.P. The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in senphytoindication. Kyiv: Phytosociocentre, 2011. 176 p.
125. Dihoru G., Negrean G. Flora of the Danube Delta. *Peuce*. Tulcea: Muzeum Deltei Dunarii, 1976. T.V. P. 217—251.
126. Dejana D. M., Ljevnaić-Mašić B., Nikolić L. Vegetation of the Hydrochari-Lemnetea and Potametea Classes in the Danube-Tisza-Danube Hydrosystem. *Contemporary Problems of Ecology*. 2016, Vol. 9, №. 3. P. 329–341.
127. Doroftei M., Covaliov S. Comparative study of Sulina and Sfântu Gheorghe seaside flora. Scientific annals of the Danube Delta Institute. Tulcea, 2007, Vol.13. P. 13 — 18.
128. Ecological Systems: Selected Entries from the Encyclopedia of Sustainability Science and Technology / Ed. R. Leemans. 2013. P. 147—160.

129. Ellenberg H., Weber H.E., Düll R., Wirth V., Werner W. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Indicator values of plants in Central Europe. *Scripta Geobotanica*. Göttingen, 2001. Vol. 18. p 175—214.
130. Fletcher R.J., Koford R.R. Spatial responses of bobolinks (*Dolichonyx oryzivorus*) near different types of edges in northern Iowa. *The Auk*. 2003. Vol. 120. P. 799—810.
131. Franklina P., Dunbarb M., Whiteheada P. Flow controls on lowland river macrophytes: A review. *Science of the total environment*. 2008, vol. 4. p. 369—378
132. Gâstescu P. The Danube Delta Biosphere Reserve. Geography, biodiversity, protection, management. *Rom. Journ. Geogr.* 2009. Vol 53, N 2. p. 139–152.
133. Giosan L., Bokuniewicz H., Panin N., Postolache I. Longshore sediment transport pattern along Romanian Danube Delta Coast. *GEO-ECO-MARINA*. Buchares, 1997. Vol. 2. p. 11—23.
134. Hanganu J., Doroftei M., Stefan N. Assesment of ecological status of Danube delta lakes using indicator macrophytes species. *Biologie vegetală: Analele științifice ale Universității “Al. I. Cuza” Iași* Tomul LIV, fasc. 1, s. II a., 2008
135. Hanganu J., Mihail G., Coops H. Responses of ecotypes of *Phragmites australis* to increased seawater influence: a field study in the Danube Delta, Romania. *Aquatic Botany*. 1999. 64. P. 351—358.
136. Harper K.A., Macdonald S.E., Burton P.J. et al. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology*. 2005. Vol. 19, № 3. P. 768–782.
137. Haury J., Peltre M.C., Tre´molie`res M et al. A new method to assess water trophy and organic pollution – the Macrophyte Biological Index for Rivers (IBMR): its application to different types of river and pollution. *Hydrobiologia*. 2006. Vol. 570. p.153—158.
138. Holmes N.T.H., Newman J.R., Chadd S., Rouen K.J., Saint L., Dawson F.H. Mean Trophic Rank: a user’s manual. Technical Report. Bristol: Environment Agency, 1999. p. 156.

139. Hurghisiu J. Dynamics of organic and mineral substances in macrophytes (Danube delta and foredelta). *Hidrobiologia*. 1983. Vol. 18. p. 43—48
140. Horvat I., Glavac V., Ellenberg H.. Vegetation Südosteuropas. Stuttgart: Karte.Fischer, 1974. 768 pp. 1,.
141. Hydrobiocenoses of the transboundary sections of the Ukrainian and Romanian parts of the Danube delta: Гідробіоценози транскордонних ділянок української та румунської дельти Дунаю: монографія / ред. А. В. Ляшенка. Київ: Кафедра, 2018. 312 с.
142. Ivan D., Lucretia S., Ionescu-Tuculescu V., Ion C., Marin A. Aspecteprivind unele modificari ale compozitili si structurii asociitiilor vegetale sub influenta lucrarilor hidroo-meliorative din incinta Pardina-Delta Dunarii. *Hidrobiologia*. 1980. 16. P. 157—166.
143. Janauer G. A., Schmidt B. Greiter A. Macrophytes. *Joint Danube Survey 2: Final Scientific Report*. Vienna:ICPDR, 2008. p. 63—67.
144. Kingston S.R., Morris D.W. Voles looking for an edge: habitat selection across forest ecotones. *Canadian Journal of Zoology*. 2000. Vol. 78. P. 2174 — 2183.
145. Khedr A. H. A.,El-Demerdash, M. A. Distribution of aquatic plants in relation to environmental factors in the Nile Delta. *Aquatic Botany*.1997, 56(1), 75—86.
146. Krausch H. D. Vegetationskundliche Beobachtungen im Donaudelta. *Limnologica*. Berlin, 1965. 3(3). P. 271 – 313.
147. Literathy, P., Koller-Kreiml, V., Liska, I. (eds). Final report of the Joined Danube Survey 1. Technical Report of the International Commissionfor the Protection of the Danube River. Vienna: ICPDR,2002. 262 pp.
148. Liska L., Wagner F., Slobodnik, J. Joint Danube Survey 2. Final Report. Vienna: ICPDR, 2008. 235 pp.
149. Lyashenko A. V., Zorina-Sakharova K. Ye., Guleykova L. V., Pogoryelova M. S.. Peculiarities of the Structural and Functional Characteristics of Contact Hydrobiocenoses. *Hydrobiological Journal*. 2020. Vol 56,,No 1. P. 3—23.

150. Magnes V.M. Die Naturräume Rumäniens. *Carinthia II*. 1995. 185_105: 59 — 69.
151. "Manual de ... Delta Dunării" : ghid pentru personalul de teren al Administrației Rezervației Biosferei Delta Dunării și Gărzii de Mediu / ed.: Mihai Doroftei și Silviu Covaliov. Tulcea, 2013. p. 45—274
152. Meilinger P., Schneider S., Melzer A. The Reference Index Method for the Macrophyte-Based Assessment of Rivers — a Contribution to the Implementation of the European Water Framework Directive in Germany. *Internat. Rev. Hydrobiol.* 2005. 90, 3. P. 322—342
153. Meusel H., Jager E., Weinert E. Vergleichende Chorologie der zentral eutopaischen Flora. Jena: Fischer, 1965. Bd 1. 583 P., Bd. 2. 258 P.
154. Minicheva G. Use of the Macrophytes Morphofunctional Parameters to Assess Ecological Status Class in accordance with the EU WFD. *Marine Ecological Journal*. 2013. Vol. XII, № 3. P. 5—1.
155. Mosyakin S.L., Fedoronchuk M.M. Vascular Plants of Ukraine: A nomenclatural checklist. Kiev, 1999. 346 p.
156. Mucina L. et al. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science*. 2016. 19. P. 3—264.
157. Mueller-Dombois D., Ellenberg H. Aims and Methods of Vegetation ecology. John Wiley and Sons, New York, 1974 547 p.
158. Nevel B.E., Hanganu J., Curtice R. Griffin Reed harvesting in the Danube Delta, Romania: Is it sustainable? *Wildlife Society Bullerin*. 1997. 25(1). P. 117—124.
159. Otel V. The Red list of plant and animal species from the Danube Delta Biosphere Reserve. Romania: AVES, 2000. 132 p.
160. Szoszkiewicz K., Zbierska J., Jusik S., Zgoła T. Opracowanie podstaw metodycznych dla monitoringu biologicznego wód powierzchniowych w zakresie makrofitów i pilotowe ich zastosowanie dla części wód reprezentujących wybrane kategorie i typy. Etap II. Tom 1. Warszawa – Poznań – Olsztyn, 2006. 72 p.

161. Panin N. Danube Delta: Geology, Sedimentology, Evolution. Paris: Association des Sédimentologues Français, 1998. 64 pp.
162. Prodan I. Conceptul sociologic si sistematic al florei acvatice si palustre din Romania. *Bul. Acad. De Inalte studii agronomice din Cluj*. 4(1). 1933. P. 158—253.
163. Ries L., Fletcher R. J., Battin J., Sisk T. D. Ecological responses to habitat edges: Mechanisms, models, and variability explained. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 2004. Vol. 35. P. 491—522.
164. Roleček J., Tich L., Zleney D., Chytr M. Modified TWINSpan classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. *J. Veget. Sci.* 2009. 20. P. 596—602.
165. Rudescu L., Sanda V., Peicea I. Cercetari cenologice asupra vegetatiei acvatice si palustre din lunca Dunarii. *Hidrobiologia*. 1977. 15. P. 151—166.
166. Sanda V., Öllerer K., Burescu P. Fitocenozele din România. București, 2008. p.570.
167. Sârbu A. Inventory of aquatic plants in the Danube Delta: a pilot study in Romania. *Proceedings 36th International Conference of IAD. Austrian Committee DanubeResearch*. Vienna: IAD, 2006. 106. pp.
168. Sârbu A., Janauer G., Exler N., Filzmoser P. The aquatic vegetation of large Danube river branches in Romania. *Proceedings 36th International Conference of IAD. Austrian Committee DanubeResearch*. Vienna: IAD, 2006. P. 101—106.
169. Sârbu A., Janauer G., Schmidt-Mumm U., Filzmoser P., Smarandache D., Pascale G. Characterisation of the potamal Danube River and the Delta: connectivity determines indicative macrophyte assemblages. *Hydrobiologia*. 2011. 671. P. 75—93
170. Schneider-Binder E. Aquatic macrophytes and their use as ecological status indicators in restoration projects in the Danube Delta (Romania). *Romanian Journal of Aquatic Ecology*. 2011. 1.1
171. Schneider-Binder E. Aquatic macrophyte communities of the Gorgova-Isac-Uzlina area (Danube Delta, Romania). *Transylv. Rev. Syst. Ecol. Res.* 2018. Vol 20, N 3. P 39—56.

172. Schneider B, Cunha E.R, Marchese M., Thomaz S. M. Associations between macrophyte life forms and environmental and morphometric factors in a large sub-tropical floodplain. *Front. Plant Sci.* 2018. Vol 195, N 9. p. 1— 10.
173. Schneider, S., T. Krumpholz, A. Melzer,. Tropha eindikation in Fliessgewässern mit Hilfe des TIM (Tropha-e- Index Macrophyten). *Erprobung eines neu entwickelten Index im Inniger Bach. Acta Hydrochimica et Hydrobiologica.* 2000. Vol. 28. P. 241—249.
174. Simon T. Contribution a la connaissance de la vegetation du Delta de Danube. *Ann. Univ. Sci., Budap.* 1960. 3. P.307—337.
175. Szoszkiewicz K., Zgola T., Jusik S. Uncertainty of macrophyte-based monitoring for different types of lowland rivers. *Belgian Journal of Botany.* 2007. Vol. 140(1). P. 7—16.
176. Stanica A., Dan S., Ungureanu Gh.: Coastal changes at the Sulina mouth of the Danube River as a result of human activities. *Marine pollution bulletin.* Vol. 55, 2007. P. 555—563.
177. Stanica A., Panin N. Present evolution and future predictions for deltaic coastal zone between the Sulina and St. Gheorge Danube river mouths (Romania). *Geomorphology.* 2009. 107. p. 41—46.
178. Stanković I, Pall K, Janauer G. Macrophytes. *Joint Danube Survey 3: Final Scientific Report . A Comprehensive Analysis of Danube Water Quality.* Vienna:ICPDR, 2015. p. 110-118.
179. Tockner K., Uehlinger U., Robinson C. Rivers of Europe. Academic Press, 2009. 59 — 112 p.
180. Tarnavschi I.T., Nedelcu G.A. Contributia la studiul vegetatiei acvatice si palustre din Delta Dunarii. *Comun bot.* 1970. p. 142—150.
181. Van Kirk, R. W., and R. Martin. 2000. Interactions among aquatic vegetation, waterflow, flows, and the fishery below Island Park Dam. *Intermountain Journal of Sciences.* 6. 249–262.

182. Wallin, M., Wiederholm, T., Johnson, K.R., 2003. Guidance on establishing reference conditions and ecological status class boundaries for inland surface waters, version 7.0. CIS Working Group 2.3 — REFCOND.
183. Zhmud E.I. Reed management of the secondary delta of the Danube Kilian arm in the Danube Biosphere reserve. *International Conference on Phragmites-dominated wetlands, their structure and sustainable use* (April 18—23, 1999). Trebon, Czech Republic.

ДОДАТКИ

Додаток 1.

Список наукових праць, опублікованих за темою дисертації

Колективні монографії:

1. Мантурова О. М., Середа Т. М., **Погорєлова М. С.**, Білоус О. П., Дяченко Т. М. Розподіл і фізіономія рослинних угруповань. *Управління транскордонним басейном Дністра: встановлення референційних показників для оцінки екологічного стану масивів поверхневих вод*. За ред. С. О. Афанасьєва, О. В. Мантурової. К.: Кафедра, 2019. С. 103–137 с. (Відбір, обробка та аналіз натурних даних, участь у написанні розділу)

Статті у фахових наукових виданнях

2. **Черткова М.С. (Погорєлова М.С.)**. Порівняльна характеристика водотоків Кілійської дельти Дунаю за судинними макрофітами. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.* 2015. № 3–4 (64). С. 713–717.

3. Lyashenko A. V., Zorina-Sakharova K. Ye., Guleykova L. V., **Pogoryelova M. S.** Peculiarities of the Structural and Functional Characteristics of Contact Hydrobiocenoses. *Hydrobiological Journal*. 2020. Vol 56, No 1. P. 3 - 23. (Відбір, обробка та аналіз натурних даних, участь у написанні статті)

4. **Погорєлова М.С.** Прояв крайового ефекту в структурі заростей макрофітів при зміні гідрологічного режиму. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.* 2020. № 3–4. С. 84–90.

5. **Погорєлова М.С.** Структура водної флори водотоків Кілійської дельти Дунаю. *Biodiversity, ecology and experimental biology*. 2020. № 2. С. 44–51.

Тези та матеріали конференцій

6. **Черткова М.С.** Макрофиты ериков города Вилково. *Актуальні проблеми сучасної гідроекології: збірник матеріалів науково-практичної конференції, присвячені 95-річчю заснування Національної академії наук України*. Київ, 2013 р. С. 98–99.

7. Дьяченко Т.Н., Морозова А.А., **Черткова М.С.** Макрофиты водотоков Килийской дельты Дуная. *Гидробиотаника 2015*: материалы VIII Всероссийской конференции с международным участием по водным макрофитам (Борок, 16 – 20 октября 2015 г.). Ярославль, 2015. С. 100–103.

8. **Черткова М.С.** Визначення трофічного статусу водотоків Кілійської дельти Дунаю за індексом MTR. *Сучасна гідроекологія: місце наукових досліджень у вирішенні актуальних проблем*: збірник матеріалів науково-практичної конференції, присвяченої 75-річному ювілею Інституту гідробіології НАН України. Київ, 2015. С. 71–72

9. **Черткова М.С.** Угрупування судинних макрофітів водотоків Кілійської дельти Дунаю. *Сучасна гідроекологія: місце наукових досліджень у вирішенні актуальних проблем*: матеріали III наук. практичної конф. для молодих вчених. Київ, 2016. С. 55–56.

10. **Погорєлова М.С.** Структура заростей макрофітів на різних глибинах водотоків дельтової ділянки річки (на прикладі Кілійської дельти Дунаю). *Водні екосистеми та збереження їх біорізноманіття*: збірник наукових праць I Всеукраїнської науково-практичної конференції. Житомир, 2018. С. 77–80.

11. Афанасьєв С. О., Летицька О. М., Мантурова О. В., **Погорєлова М. С.** Методичні рекомендації зі встановлення референційних умов для масивів поверхневих вод України на прикладі басейну р. Тиси. К., 2019. 52 с.

Додаток 2

Анотований список вищих водних рослин рукавів КДД

Acorus calamus L. Гідрогелофіт (ГГ); арх., пд. та пд.-сх. походження; темп.-субмер., циркумп., індиф.

Alisma plantago-aquatica L. Низькотравний гелофіт (НГ); плюриз., євраз., індиф.

Azolla caroliniana Willd. Вільноплаваючий на поверхні води (ВП); кен. пн-америк. походження; субмер.-мерид., євро-північноамерик., євриок.

Azolla filiculoides Lamark. ВП, кен. пн.-америк. походження; субмер.-мерид., євро-північноамерик., євриок.

Bolboschoenus maritimus (L.) Palla. ГГ; бор.-мерид., циркумп., євриконт., глікогалофіт.

Butomus umbellatus L. НГ; бор.-мерид., євраз., індиф., реофіл.

Ceratophyllum demersum L. ВП; плюриз., космоп., індик., болотний, евтроф.

Eleocharis palustris (L.) Roem. Et Schult. ГГ; плюриз., циркум., індиф.

Elodea canadensis Michx. Занурений вкорінений (З); кен. пн-америк. походж.; плюриз., космоп., індиф., лімнофіл, мезотроф.

Equisetum fluviatile L. НГ; бор.-субмер., циркумп., індиф., мезотроф.

Glyceria maxima (C. Hartm.) Holmb. Високотравний гелофіт (ВГ); бор.-субмер., циркумп., євриок.

Hydrocharis morsus-ranae L. ВП; борео-меридіональний, євразійський, індіферентний; евтроф.

Iris pseudacorus L. ГГ; бор.-мерид., євросиб., індиф..

Lemna gibba L. ВП; температ.-троп., циркум., євриок.; нітрофіл.

Lemna minor L. ВП; плюриз., космоп., індиф.; болотний, нітрофіл, евтроф.

Lemna trisulca L. Вільно плаваючий в товщі води (ВТ); плюриз., циркумп., євриок., болотний, нітрофіл, мезо-евтроф.

Mentha aquatica L. ГГ; плюриз., космоп., індиф.

Myriophyllum spicatum L. З; плюриз., циркумп., індиф., лімнофіл, евтроф.
Najas marina L. З; темпер.-троп., циркумп., індиф.; глікогалофіт, мезо-евтроф.
Nymphoides peltata (S.G. Gmel) O. Kuntze. З плаваючим на воді листям (ЗПЛ);
 темп.-субмерид., євраз., індиф.
Oenanthe aquatica (L.) Poir. ГГ; плюриз., євраз., індиф.
Phragmites australis (Cav.) Trin. Ex Steud. ВГ; плюриз., косм., індиф., лімнофіл.
Potamogeton crispus L. З; плюриз., циркумп., євриок., реофіл, мезо-евтроф.
Potamogeton gramineus L. ЗПЛ; бор.-темп., циркумп., індиф, оліго-мезотр.
Potamogeton natans L. ЗПЛ; бор.-субмер., циркумп., індиф., лімнофіл.
Potamogeton nodosus Poir. ЗПЛ; плюриз., циркумп., євриок.
Potamogeton pectinatus L. З; плюриз., косм., індиф.; лімнофіл, евтроф.
Potamogeton perfoliatus L. З; плюриз., косм., індиф.; реофіл, мезотроф.
Sagittaria latifolia Willd. НГ; кен. пн.-америк. поход.; темпер.-субмер., євро-
 північноамерик., євриок.
Sagittaria sagittifolia L. НГ; плюриз., євраз., індиф., реофіл, мезотроф.
Salvinia natans (L.) All. ВП; темпер.-мерид., євраз., євриок., евтроф.
Scirpus lacustris L. ВГ; плюриз., євросиб., євриок.; реофіл, мезо-евтроф.
Sparganium erectum L. НГ; бор.-субмер., євросиб., індиф.; реофіл, мезотроф.
Spirodela polyrrhiza (L.) Schleid. ВП; плюриз., косм., індиф., болотний, евтроф.
Stratiotes aloides L. ВП; бор.-субмер., євросиб., індиф., болотний.
Trapa natans L.S.L. ЗПЛ; темпер.-субмер., циркумп., євриок., мезо-евтроф.
Typha angustifolia L. ВГ; темпер.-субмер., циркумп., євриок., лімнофіл.
Typha grossheimii Pobed. ВГ; субмер.-мерид., євраз., євриконт.
Typha latifolia L. ВГ; плюриз., циркумп., індиф., болотний, нітрофіл.
Vallisneria spiralis L. З; темпер.-троп., циркумп., євриок.
Wolffia arrhiza (L.) Horkel ex Wimm. ВП; темпер.-троп., циркумп., євриок.,
 евтроф.

Додаток 3
Макрофіти єриків м. Вилкове

№	Назва виду	Єрик в м. Вилкове*											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	<i>Glyceria maxima</i>	+	+							+			+
2	<i>Phragmites australis</i>	+	+		+		+	+	+	+			+
3	<i>Typha angustifolia</i>				+	+		+	+	+			+
4	<i>Typha latifolia</i>									+			+
5	<i>Ceratophyllum demersum</i>	+	+		+	+	+	+	+	+	+		+
6	<i>Azolla caroliniana</i>			+	+			+		+	+		
7	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>				+								
8	<i>Lemna gibba</i>			+						+			+
9	<i>Lemna minor</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10	<i>Salvinia natans</i>		+		+			+					
11	<i>Spirodela polyrrhiza</i>	+	+		+	+		+	+		+		+
12	<i>Wolffia arrhiza</i>		+	+					+			+	
13	<i>Potamogeton natans</i>					+	+	+					
14	<i>Trapa natans</i>				+								
15	<i>Elodea Canadensis</i>	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+
16	<i>Myriophyllum spicatum</i>					+							
17	<i>Potamogeton crispus</i>				+	+							
18	<i>Potamogeton perfoliatus</i>						+						
19	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	+	+		+	+		+		+		+	
20	<i>Butomus umbellatus</i>	+						+					+
21	<i>Sagittaria sagittifolia</i>	+			+			+	+				
22	<i>Sparganium erectum</i>	+	+		+		+	+	+	+	+		
23	<i>Нитчасті водорості</i>							+		+			

* 1 - Вул.Толстого, 2 - Вул.Першотравнева, 3 - Вул. Нікольська, 4 – пров. Толстого, 5 - Вул. Чехова, 6 - Вул. Виноградна, 7 - Вул. Горького, 8 - Вул. Шкільна, 9 - Вул. Кутузова, 10 - Вул. Українських прикордонників, 11 – вул. Айвова, 12 – вул. Кірова.

Додаток 4

Макрофіти в різних частинах водотоків

	Водотоки	Білгородськ.			Очаківський			Анкудинів			Старост.			Бистрий			Восточний		
	Види	Поч	Сер	Кін	Поч	Сер	Кін	Поч	Сер	Кін	Поч	Сер	Кін	Поч	Сер	Кін	Поч	Сер	Кін
1	<i>Azolla caroliniana</i>						+												
2	<i>Butomus umbellatus</i>				+		+				+						+		
3	<i>Ceratophyllum demersum</i>		+	+	+	+	+						+		+	+	+	+	+
4	<i>Elodea Canadensis</i>	+					+												
5	<i>Equisetum fluviale</i>		+														+		
6	<i>Glyceria maxima</i>			+						+		+	+					+	
7	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>		+			+	+											+	+
8	<i>Iris pseudoacorus</i>			+															
9	<i>Lemna minor</i>		+		+	+	+												
10	<i>Myriophyllum spicatum</i>		+			+													
11	<i>Phragmites australis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12	<i>Potamogeton nodosus</i>				+														
13	<i>Potamogeton pectinatus</i>					+	+			+	+	+		+	+	+			
14	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	+			+	+	+			+	+				+	+			
15	<i>Sagittaria saggitifolia</i>									+									
16	<i>Salvinia natans</i>		+		+		+						+				+		+
17	<i>Solanum dulcamara</i>		+	+				+										+	+
18	<i>Sparganium erectum</i>		+	+			+		+	+					+				
19	<i>Spirodella polyrrhiza</i>		+		+	+	+												+
20	<i>Trapa natans</i>				+	+	+		+		+								
21	<i>Typha angustifolia</i>		+		+	+	+			+	+			+	+		+		
22	<i>Typha latifolia</i>			+	+	+					+	+							
23	<i>Vallisneria spiralis</i>		+																
24	<i>Humчacmi водорослi</i>											+	+		+	+		+	

Додаток 5

Макрофіти в системах рукав – єрик – водойма

	Системи	Білгородський-Бадика			Білгородський-Солоний			Восточний-Ананькин		
	Види	Водоток	Єрик	Водойма	Водоток	Єрик	Водойма	Водоток	Єрик	Водойма
1	<i>Azolla caroliniana</i>		+			+				
2	<i>Ceratophyllum demersum</i>	+			+	+	+	+	+	+
3	<i>Elodea canadensis</i>					+				
4	<i>Glyceria maxima</i>	+			+					
5	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>							+	+	+
6	<i>Iris pseudoacorus</i>	+			+					
7	<i>Lemna minor</i>		+	+		+	+		+	+
8	<i>Myriophyllum spicatum</i>					+				
9	<i>Najas marina</i>					+				
10	<i>Nymphaea alba</i>									+
11	<i>Nymphoides peltata</i>								+	
12	<i>Phragmites australis</i>	+	+		+	+		+	+	+
13	<i>Potamogeton nodosus</i>		+	+		+				
14	<i>Potamogeton pectinatus</i>					+				
15	<i>Potamogeton perfoliatus</i>					+				
16	<i>Salvinia natans</i>		+	+		+	+	+	+	
17	<i>Schoenoplectus lacustris</i>		+							
18	<i>Solanum dulcamara</i>	+			+			+	+	
19	<i>Sparganium erectum</i>	+			+	+				
20	<i>Spirodella polyrrhiza</i>						+	+	+	+
21	<i>Trapa natans</i>		+	+		+	+		+	+
22	<i>Typha angustifolia</i>		+				+			+
23	<i>Typha latifolia</i>	+	+		+					