

ОЦІНЮВАННЯ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА Р. УНАВА ЗА ПОКАЗНИКАМИ САПРОБНОСТІ

Строкаль В.П., Гаць А.К.

Національний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15, 03041, м. Київ
vita.strokal@gmail.com, strocal_v@nubip.edu.ua

Актуальність теми полягає в тому, що малі річки України перебувають під загрозою зникнення. Основними причинами цієї проблеми є сільськогосподарська діяльність (постійне розорювання берегів річки, внесення стоками поживних речовин), зміна клімату (підвищення рівня температур, зменшення опадів та водозабезпечення). Все більш нагальними стають питання оцінки екологічного стану малих річок та знаходження шляхів збереження.

Мета наукової роботи полягала у визначенні токсичності водойми р. Унава за макрофітами для встановлення трофічного статусу водойми, та проведенні комплексного оцінювання якісного стану річки за показниками сапробності. В якості методології був використаний комплексний підхід, який передбачав синтез даних за показниками якісного стану води та наявністю макрофітів-індикаторів в водоймі р. Унава.

За результатами дослідження обґрунтовано, що на прогнозовано на якісний стан водойми р. Унава вплив точкових джерел забруднення складає до 25% (стічні води від житлово-комунальних господарств та промисловості, основний район впливу це м. Фастів), дифузних джерел забруднення складає до 75% (сільське господарства). Зроблений аналіз за показниками сапробності водного середовища (прозорість води, процентне насичення води киснем, вміст біологічного споживання кисню за 5 діб) дозволив нам встановити, що водойма відноситься до «брудної» води з класами сапробності від полі- до гіперсапробних. За результатами візуального обстеження надводного ярусу водойми та прибережної території р. Унава на наявність макрофітів-індикаторів, можна сказати, що водойма за трофічним статусом відноситься до мезотрофної, мезоевтрофної та евтрофної; за типом забруднення – від помірно забрудненої до забрудненої. *Ключові слова:* сапробність, річка, забруднення, якісний стан води, зміна клімату, сільськогосподарська діяльність, водно-болотні угіддя.

Environmental assessment of Unava River based on indicators of water saprobity. Strokal V., Hatz A.

The topic is relevant because small rivers in Ukraine are threatened with extinction. The main causes of this problem are agricultural activities (devastation of fields near coastal rivers, agricultural runoff from lands) and climate change (increasing temperatures, decreasing precipitation). Assessing the ecological state of small rivers and finding approaches to preserve them are becoming increasingly urgent.

The scientific work aimed to determine the toxicity of the Unava River by macrophytes, establish its trophic status, and conduct a comprehensive assessment of its qualitative state using saprobity indicators. This work included three tasks: (1) to identify the impacts of the main point and diffuse sources of pollution on the water quality of the Unava River; (2) to analyze water quality parameters to assess the water saprobity of the river; (3) to determine existing macrophytes-indicators near the river to classify water pollution of Unava River.

A comprehensive approach was used as a methodology, which involved synthesizing data on water quality indicators and the presence of indicator macrophytes in the Unava River.

The study was conducted in October-November 2024 at ten observation points (water samplings) that cover the entire Unava River basin (point 1 – the village of Horodyshe, Zhytomyr region) to the mouth of the river where it flows into the Irpin River (point 10 – southwest of the village of Pereviz, Kyiv region). Water samplings were analyzed in a certified chemical laboratory of “UkrChemAnalysis Ltd” (contract No. 14357 dated 04.11.2024).

Since the Unava River belongs to “stagnant” reservoirs, we selected macrophytes to assess the toxicity of the aquatic environment since they are sensitive indicators of the state of surface water ecosystems. Observations of macrophyte indicator groups were carried out from the shore. The river bank was surveyed at a distance of 100 m. The above-water vegetation layer and the water surface were examined up to 50 m from the river bank. The survey was carried out visually, taking notes in a field diary. Doubtful or unfamiliar species were collected in a plastic bag with a label for further study.

According to the results, it was predicted that 25% of point sources (wastewater from domestic and industries) and 75% of diffuse sources (agricultural activities) contributed to river pollution of the Unava River. Analyzing the saprobity indicators of the water environment (water transparency, percentage saturation of water with oxygen, biological oxygen demand) allowed us to establish that the river belongs to “dirty” water with saprobity classes from poly- to hypersaprobic. According to the results of a visual inspection of the surface water and coastal rivers of the Unava River for the presence of macrophytes-indicators, we can say that the river by trophic status belongs to mesotrophic, mesoeutrophic and eutrophic; by type of pollution – from moderately polluted to polluted. *Key words:* saprobity, river, pollution, water quality, climate change, agricultural activity, wetlands.

Постановка проблеми. Якість водних ресурсів в Україні поступово погіршується, що засвідчують дані у Водній стратегії України до 2050 року [7]. Найбільш страждають малі та середні річки країни, оскільки зазнають постійного впливу від

сільськогосподарської діяльності [1]. Внаслідок розораності берегів річок та неналежної практики сільськогосподарського виробництва, гідрологічний режим особливо малих річок змінюється [10], прискорюються процеси заболочування та евтро-

фікації, і як наслідок малі річки починають висихати [8-9].

Актуальність дослідження. Сапробність водойми є важливим індикатором за допомогою якого можна визначити вплив особливо дифузних джерел забруднення на якісний стан води [3]. Зростання сапробності водойми є свідченням порушення процесів саморегуляції та самоочищення, що у свою чергу змінює стан всієї водної екосистеми. Сапробність, це здатність водних організмів жити у водному середовищі, що насичена органічними речовинами [5]. Варто зазначити, що лабораторні методи дослідження дають змогу оцінити стан водойми на момент відбору проб води. Проте сапробність водойми, як один із біоіндикаційних методів дослідження – дозволяє надати достовірну інформацію впливу стану середовища на тест-об'єкт в системі «водне середовище – біота», оцінити токсичність водного середовища [6].

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями полягає у вивченні токсичності водойми р. Унава за макрофітами для встановлення трофічного статусу водойми, який буде використаний для комплексного оцінювання якісного стану басейну р. Унава, що є притокою р. Ірпінь.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями оцінювання малих річок України займалися вчені Середа К., Сердюк С. (водогосподарське використання малих річок та їхнє значення) [2], Берьозкіна Л. (седиментальні процеси в гирлах малих річок) [11], Царик Л., Царик П., Вітенко І. (геоекологічні проблеми малих річок) [12] та інші. Вивчення річок за індикаторними показниками досліджували Давидов О., Григор'єва Г. (індикаторні еколого-санітарні показники мікрофітобентосу річкової ділянки Канівського водосховища) [13], Луценко Д. (фітопланктон – як біоіндикатор якості води різнотипних гідроекосистем пониззя Дунаю) [14] та інші.

Новизна наукової роботи полягає, що авторами вперше визначено токсичність водойми р. Унава за макрофітами для встановлення трофічного статусу водойми р. Унава, що є притокою р. Ірпінь.

Методологічне та загальнонаукове значення. Основна мета роботи полягала у дослідженні якості води р. Унава за показниками сапробності та встановленні відповідних взаємозв'язків між показниками якості води та макрофітами-індикаторами трофічного стану водойми. Для досягнення поставленої мети були виконані наступні завдання: обґрунтувати вплив точкових та дифузних джерел забруднення на стан водойми р. Унава, зробити аналіз якісного стану води р. Унава за показниками сапробності водного середовища, визначити наявність макрофітів-індикаторів забруднення та трофічного стану водойми.

Для виконання даних завдань був використаний комплексний підхід, який передбачав синтез даних за показниками якісного стану води та наяв-

ністю макрофітів-індикаторів в водоймі р. Унава. Поєднання двох методів оцінювання сапробності води р. Унава дозволила більш точно дати характеристику водойми щодо рівня забруднення.

Дослідження проводили у жовтні-листопаді 2024 року в 10 пунктах спостереження, що охопили весь басейн р. Унава від витoku річки (пункт 1 – с. Городище Житомирської обл.) до гирла річки, де впадає вона в водойму р. Ірпінь (пункт 10 – на південний захід від с. Перевіз Київської обл.). Аналіз показників якості води робили в сертифікованій хімічній лабораторії ТОВ «УкрХімАналіз» (договір № 14357 від 04.11.2024 р.).

Оскільки р. Унава відноситься до «застійних» водойм, нами для оцінки токсичності водного середовища були обрані макрофіти, оскільки вони є чутливими індикаторами стану водних екосистем [6]. Обстеження на групи макрофітів-індикаторів проводили як з берегу так і з водойми. Обстежували берег річки на відстані 100 м. Досліджували надводний ярус рослинності та власне поверхню води відстанню до 50 м від берегу річки. Огляд здійснювали візуально, занотовуючи у польовий щоденник. Види, що викликали сумніви або були не знайомі, збирали у поліетиленовий мішечок з етикетною для подальшого вивчення.

Виклад основного матеріалу. Сапробність водного середовища є одним із індикаторів, які показують ступінь насичення води органічними речовинами. Врахування даного індикатора якості води є доречним для проведення оцінювання екологічного стану природних вод. Існують методики, які дозволяють провести оцінку сапробності водного середовища за наявністю у ній набору груп індикаторних організмів-сапробіонтів [4], а також за показниками сапробності водного середовища як прозорість води, процентне насичення води киснем, біологічне споживання кисню у воді [3]. В наших дослідженнях були використані вище зазначені показники якості води для встановлення сапробності водного середовища, та зроблений аналіз на наявність макрофітів, як індикаторів забрудненості води (індекс Майєра) й трофічного стану водойми р. Унава (класифікація за Карпова).

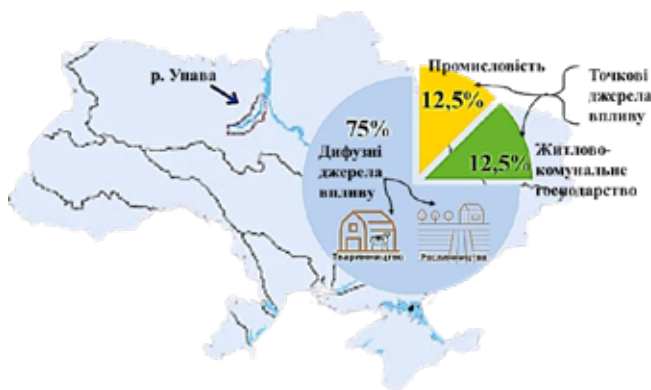
Згідно із поставленим першим завданням, нами було досліджено прогнозовані точкові та дифузні джерела впливу на якісний стан водойми р. Унава (рис. 1). Варто зазначити, що р. Унава, довжиною 87 км, загальною площею водозбірною басейну 680 км², входить до території Житомирської та Київської областей, є в структурі басейну р. Ірпінь (рис. 1Б). Водойма р. Унава відноситься до категорії «малих» річок [1]. Малі річки мають важливе господарське та екологічне значення, підтримуючи загальну водність річкової системи країни та забезпечуючи аграрну галузь водопостачанням [2].

Вітик р. Унава (рис. 1В) починається із с. Городище (Андрушівський р-н Житомирської

обл.) і має гирло в р. Ірпінь (південний захід від с. Перевіз Київської обл.). Більшу частину району річки охоплюють сільськогосподарські господарства та приватні присадибні ділянки (до 75%), що є дифузними джерелами забруднення природних водойм. Житлово-комунальні господарства та підприємства, як індикатори точкового забруднення, знаходяться в районі м. Фастів та в його околицях,

їхні стічні води можуть мати вплив на якісний стан водойми р. Унава в пунктах відбору проб води № 8-9 (рис. 1А,В).

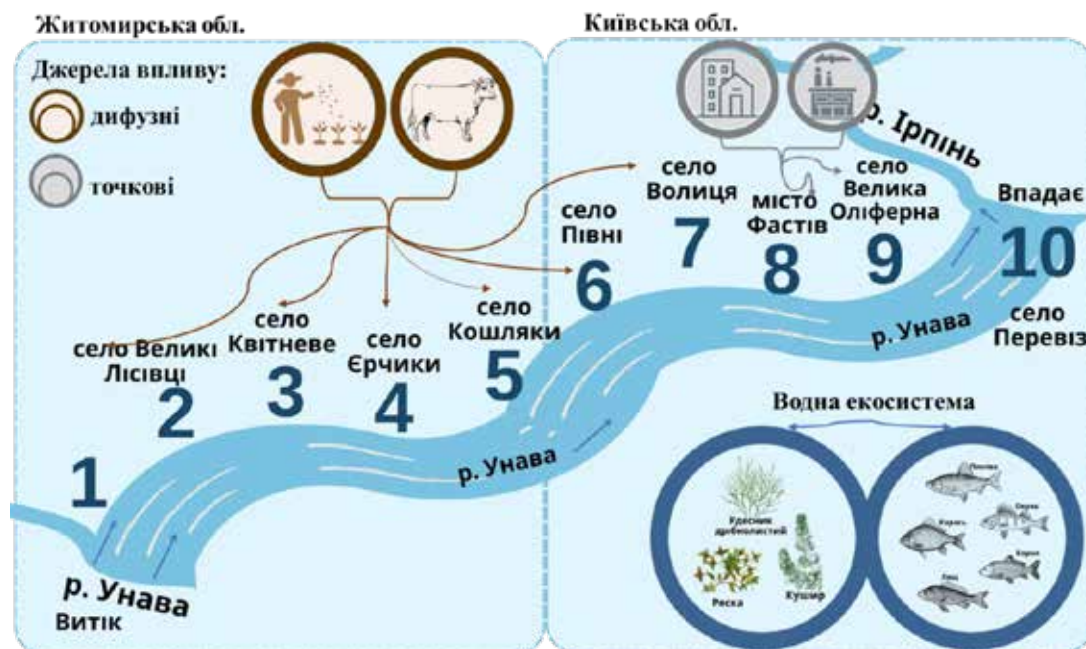
Ще одним фактором впливу на якісний стан води є наявність розорених сільськогосподарських полів, які розташовані буквально за 15-20 м від берегів водойми р. Унава. Наприклад в пунктах відбору проб води 1 (с. Городище), 4 (с. Єрчики), 5 (с. Кошляки),



Річка Унава:

- регіони – Київська (Фастівський р-н) та Житомирська (Андрушівський, Попільнянський р-ни) області;
- довжина – 87 км;
- площа водозбірної басейну – 680 км²;
- ширина – до 4 км;
- глибина – до 30 м;
- гідрологічний пост – м. Фастів;
- витік – с. Городище;
- гирло – р. Ірпінь; басейн р. Ірпінь;
- притоки – Лозинка, Бернова, Шахрайка, Плиська, Кривенька

А) Джерела впливу на якісний стан водойми Б) Коротка характеристика водойми



В) Пункти відбору проб води з водойми та прогнозовані джерела впливу

Рис. 1. Характеристика водойми р. Унава, пункти дослідження та прогнозовані джерела впливу на якісний стан водойми

б (с. Півні) сільськогосподарські розорені поля знаходяться на відстані 10-25 м від берегів р. Унава, а приватні присадибні ділянки з власним господарством на відстані 50-150 м від берегів р. Унава. В цих пунктах практично берег річки є розореним. Вплив приватного господарства візуально підтверджений тим, що худоба випасалася біля водойми, спостерігали поверхневий стік і змив верхнього шару ґрунту від будинків до берегу річки. Варто зазначити, що сільськогосподарська діяльність є одним із основних дифузних джерел забруднення водойми р. Унава.

В процесі відбору проб води, візуального огляду досліджуваних ділянок та спілкування з рибачками, нами було визначено, що у водній екосистемі річки мешкають такі види риб як карась, короп, окунь, лящ та плотва. Також досліджувані ділянки були досить вкриті густою трав'янистістю, деревними чагарниками та очеретом. Місцевість водойми річки в деяких місцях була заболоченою, водойма містила багато рослинності, та деякі місця були без води, а ті ділянки, які були наповненні водою – прозорість була мінімальною (від 8 до 17 см). Саме ці візуально виявлені факти стали підґрунтям для проведення екологічної оцінки стану водойми за сапробіологічними показниками.

Відповідно до другого завдання, нами була проведена оцінка стану водойми р. Унава за показниками сапробності водного середовища з визначенням класу сапробності. Вона включала показники, як концентрація розчиненого кисню у відсотках насичення ($O_2, \%$), прозорість води (м), біологічне споживання кисню (БСК₅, мг/дм³).

Для визначення класу сапробності води, спочатку проводимо розрахунки за визначенням процентного насичення водойми киснем ($O_2, \%$). Вихідні дані представлені у таблицях 1-2. Варто зазначити, що O_2 (% насичення) певної водойми відповідає певному температурному режиму повітря під час відбору відповідних проб води з водойми.

Процентне насичення киснем водойми ($O_2, \%$) визначали розрахунково, за формулою:

$$O_2, \% = \frac{C_x \times 100}{C_o}, \text{ де}$$

C_x – фактична концентрація кисню у воді, мг O_2 /дм³;
 C_o – Нормальна концентрація кисню за певної температури та атмосферного тиску (760 мм рт.ст.), виміряної під час взяття проб води, мг O_2 /дм³.

Насичення водойми киснем є важливим індикатором якісного стану води, особливо для водної екосистеми в цілому та для риборозведення. Цей індикатор показує ступінь насичення води органічними та біогенними речовинами, які є джерелом надходження забруднюючих речовин від точкових та дифузних джерел забруднення.

Виходячи з розрахунків, що наведені у таблицях 1-2, можна сказати, що процентне насичення водойми киснем суттєво відрізняється в пунктах спостереження, від 35 до 44% в пунктах відбору води 1-3, 66-83% – 4-8, 53-54% – 9-10. Високий процент насичення киснем в 4-8 пунктах відбору проб води з одного боку дозволяє віднести воду до класу як бета- та оліго-сапробні, з іншого боку – під час відбору проб води ми спостерігали інтенсивні виділення вуглекислого газу та декілька мертвих риб (така ситуація була і в 2022 та 2023 роках). Підтвердженням наших припущень щодо наявності органічного та біогенного забруднення водойми є показники прозорості та концентрації БСК₅ у відібраних пробах води.

За результатами дослідження сапробності водного середовища (табл. 3) водойми р. Унава, спостерігаємо що за величиною прозорості водойма відноситься до брудної води з класами сапробності від полі- до гіперсапробних; за вмістом БСК₅ – до брудної води з полісапробним класом.

Варто зазначити, що глибина річки сягала до 2,5 м (пункти відбору проб води 1-2, 5-7, 9-10), а в районі водосховищ – до 5,0 м. (пункти відбору проб води –

Таблиця 1

Вихідні дані для розрахунку $O_2, \%$

Пункт відбору проб води	C_x	C_o	t повітря на момент відбору проб води, °C	Атмосферний тиск на момент відбору проб води	$O_2, \%$ насичення води киснем
1	4,41	12,46	6,0	771	35,39
2	5,51	12,46	6,0	760	44,22
3	4,81	12,14	7,0	762	39,62
4	8,25	12,46	6,0	770	66,21
5	9,51	12,46	6,0	770	76,32
6	10,35	12,46	6,0	769	83,07
7	9,12	12,46	6,0	765	73,19
8	8,93	12,46	6,0	768	71,70
9	6,81	12,79	5,0	760	53,24
10	6,89	12,79	5,0	772	53,87

Таблиця 2

Розрахунок O_2 , %

для 1 пункту: $O_2, \% = \frac{4,41 \times 100}{12,46} = 35,39$	для 6 пункту: $O_2, \% = \frac{10,35 \times 100}{12,46} = 83,07$
для 2 пункту: $O_2, \% = \frac{5,51 \times 100}{12,46} = 44,22$	для 7 пункту: $O_2, \% = \frac{9,12 \times 100}{12,46} = 73,19$
для 3 пункту: $O_2, \% = \frac{4,81 \times 100}{12,14} = 39,62$	для 8 пункту: $O_2, \% = \frac{8,93 \times 100}{12,46} = 71,70$
для 4 пункту: $O_2, \% = \frac{8,25 \times 100}{12,46} = 66,21$	для 9 пункту: $O_2, \% = \frac{6,81 \times 100}{12,79} = 53,24$
для 5 пункту: $O_2, \% = \frac{9,51 \times 100}{12,46} = 76,32$	для 10 пункту: $O_2, \% = \frac{6,89 \times 100}{12,79} = 53,87$

Таблиця 3

Характеристика водойми р. Унава за класами сапробності водного середовища

Пункт відбору проб води	Прозорість води, м		O_2 , % насичення води		БСК ₅ , мг/дм ³	
	величина	клас сапробності	величина	клас сапробності	величина	клас сапробності
1	0,15	Полісапробні	35,39	Альфа-сапробні	12,8	Полі-сапробні
2	0,08	Гіперсапробні	44,22		12,8	
3	0,12	Полісапробні	39,62		18,9	
4	0,11		66,21	20,1		
5	0,08	Гіперсапробні	76,32	Бета-сапробні	17,6	
6	0,09		83,07	Оліго-сапробні	32,8	
7	0,10	Полісапробні	73,19	Бета-сапробні	19,6	
8	0,13		71,70		22,4	
9	0,11		53,24	Альфа-сапробні	15,1	
10	0,17		53,87		20,4	

3-4, 8). Також швидкість течії була надзвичайно малою, її не можливо було виміряти, лише в районі водосховищ нами була змога виміряти швидкість течії і вона становила до 1,5 сек/год. Більшість району р. Унава є заболоченою. Нами також був виявлений «застій води», який впливає на накопичення органічних та біогенних речовин, що у свою чергу підсилює процеси забруднення та відповідно й евтрофікації.

З метою підтвердження вищенаведених припущень, нами була проведена оцінка на наявність у водоймі макрофітів-індикаторів забруднення, які також є індикаторами трофічного стану водойми (третє поставлене завдання).

За результатами візуального обстеження надводного ярусу водойми та прибережної території, нами було визначено наступні макрофіти-індикатори (табл. 4): рдесник дрібнолистий (індикатор помірного забруднення водойм), рдесник гребінчастий

(індикатор забруднених водойм), кушир занурений (індикатор забруднених водойм), ряска мала (індикатор забруднених водойм), очерет звичайний (індикатор забруднених водойм), водяний горіх (індикатор помірного забруднення водойм).

Слід відмітити, що трофічний статус водойми може змінюватися під час перебігу природних процесів або під впливом діяльності людини, як сільськогосподарська діяльність. Мезо-евтрофні водойми також мають статус перехідних, тобто якість водойми погіршується і може знаходитися в межах статусів мезотрофного та евтрофного (від середнього вмісту органіки у воді до високого вмісту). Даний статус водойми свідчить про масовий розвиток мікроскопічних водоростей (явище «цвітіння» води). Це явище також можемо підтвердити наявністю специфічного запаху (прілий, гнильний, болотний) та кольору (світло-жовтий, жовтий, зеле-

Макрофіти-індикатори стану водойми

Пункт відбору проб води	Індикатори трофічного статусу водойми (Карпова, 2010)		Індикатори забрудненості водойми (за модифікованим індексом Майєра)	
	Макрофіти	Статус водойми	Макрофіти	Тип забруднення
1	Кушир напівзанурений	Мезотрофний	Рдесник дрібнолистий	Помірно забруднені
	Водяний горіх плаваючий	Мезо-евтрофний	Водяний горіх плаваючий	
2	Кушир занурений, ряска мала	Евтрофний	Кушир занурений, ряска мала, очерет звичайний	Забруднені
3	Кушир занурений, ряска мала	Евтрофний	Кушир занурений, ряска мала, очерет звичайний	Забруднені
4	Кушир занурений, ряска мала	Евтрофний	Кушир занурений, ряска мала, очерет звичайний	Забруднені
	Водяний горіх плаваючий	Мезо-евтрофний	Водяний горіх плаваючий	Помірно забруднені
5	Кушир занурений, ряска мала	Евтрофний	Кушир занурений, ряска мала, очерет звичайний	Забруднені
	Водяний горіх плаваючий	Мезо-евтрофний	Водяний горіх плаваючий	Помірно забруднені
	Кушир напівзанурений	Мезотрофний	Рдесник дрібнолистий	Помірно забруднені
6	Кушир занурений, ряска мала	Евтрофний	Кушир занурений, ряска мала, очерет звичайний	Забруднені
	Водяний горіх плаваючий	Мезо-евтрофний	Водяний горіх плаваючий	Помірно забруднені
	Кушир напівзанурений	Мезотрофний	Рдесник дрібнолистий	Помірно забруднені
7	Кушир занурений, ряска мала, рдесник гребінчастий	Евтрофний	Кушир занурений, ряска мала, очерет звичайний, рдесник гребінчастий	Забруднені
	Водяний горіх плаваючий	Мезо-евтрофний	Рдесник дрібнолистий, водяний горіх плаваючий	Помірно забруднені
8	Кушир занурений, ряска мала, рдесник гребінчастий	Евтрофний	Кушир занурений, ряска мала, очерет звичайний, рдесник гребінчастий	Забруднені
	Водяний горіх плаваючий	Мезо-евтрофний	Рдесник дрібнолистий, водяний горіх плаваючий	Помірно забруднені
9	Кушир занурений, ряска мала	Евтрофний	Кушир занурений, ряска мала, очерет звичайний	Забруднені
	Водяний горіх плаваючий	Мезо-евтрофний	Водяний горіх плаваючий	Помірно забруднені
	Кушир напівзанурений	Мезотрофний	Рдесник дрібнолистий	Помірно забруднені
10	Кушир занурений, ряска мала, рдесник гребінчастий	Евтрофний	Кушир занурений, ряска мала, очерет звичайний, рдесник гребінчастий	Забруднені

ний, землянистий) води під час відбору проб води. Якість води у таких водоймах значно погіршена, потребує додаткових досліджень на наявність біогенних та органічних речовин.

Головні висновки. В ході проведених досліджень встановлено, що водойма р. Унава має переважачий евтрофний трофічний статус з типом забруднення від помірно забруднених до забруднених (категорії В і С за модифікованим індексом

Майєра), за величиною прозорості – відноситься до брудної води з класами сапробності від полі- до гіперсапробних, за вмістом БСК₅ – до брудної води з полісапробним класом.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати дослідження можуть бути використанні для подальшого оцінювання екологічного стану водойми р. Унава, а також для моніторингових досліджень водних ресурсів басейну р. Ірпінь.

