

УДК 504:574:581.9

К. Л. Савицкая

Государственное научное учреждение «Институт экспериментальной ботаники
имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси», ул. Академическая, 27, 220072 Минск,
Республика Беларусь, karina_savv@mail.ru

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАЧИМОСТИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ РАЗНООБРАЗИЯ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ

Под влиянием природных и антропогенных факторов в каждом водоеме и водотоке формируется свой, часто уникальный видовой состав растений. Для территорий, большинство водных объектов которых не изучались во флористическом отношении, бывает важно оценить вклад одного из них в поддержание разнообразия водных растений всего региона. С этой целью создана методика определения ценности водных объектов для сохранения видового разнообразия водных растений. Разработан интегральный индекс с использованием метода рангов, основанный на флористических (число гидрофитов, наличие и количество охраняемых, регионально редких видов растений, созологически ценных сообществ) и иных (генезис водного объекта, его принадлежность к редким или типичным биотопам) критериях. Выполнена апробация методики на 349 водоемах и водотоках Пуховичской равнины, которые дифференцированы по природоохранному значению. Высокий и очень высокий статусы присвоены 23 водным объектам, занимающим менее 1 % площади равнины и содержащим 78,9 % видового состава растений водных объектов региона. К ним относится участок р. Неман с притоками Лоша, Уздянка, находящиеся на западе равнины, и участок реки Птичь ниже деревни Поречье на юго-востоке, а также 4 водохранилища (Левки, Рудня, Лошанское, Узденское), 2 озера (Синее, Безодница), 2 пруда (на реки Нижняя Весейка, в окрестностях деревни Вежи) и обводненный карьер на месте торфоразработок, сообщающийся с озером Сергеевичское. Новая методика может использоваться при проведении оценки антропогенного воздействия на окружающую среду (в частности на водные объекты).

Ключевые слова: гидрофиты; индекс природоохранной значимости водного объекта; созологически ценные фитоценозы; редкие биотопы; охраняемые и регионально редкие виды растений.

Рис. 1. Табл. 2. Библиогр.: 19 назв.

К. L. Savitskaya

The State Scientific Institution "V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus", 27 Akademicheskaya str., 220072 Minsk, the Republic of Belarus, karina_savv@mail.ru

A NEW METHOD FOR ASSESSMENT OF THE SIGNIFICANCE OF WATER BODIES FOR THE CONSERVATION OF AQUATIC PLANTS

Species composition of plants in waterbodies and watercourses is often unique because of influence of various natural and anthropogenic factors. For the territories where most of the water bodies have not been studied floristically, it may be important to assess the contribution of one of them to maintaining the diversity of aquatic plants in the entire region. Therefore a new method for assessment of the role of different water bodies in maintaining aquatic plant biodiversity is presented. An integral index has been developed with the use of the rank method, based on floristic (the number of hydrophytes, the presence and number of protected, regionally rare plant species, sozoologically valuable communities) and other criteria (genesis of a water body, its belonging to rare or typical biotopes). The method was tested on 349 water bodies of the Pukhovichy Plain, which were classified according to their conservation value. High and very high status have been assigned to 23 water bodies, occupying less than 1 % of the plain area and containing 78.9 % of the total plant species composition. These include stretch of the Neman River with the tributaries Losha, Uzdyanka in the west of the plain, and a stretch of the Ptich River below Porechye Village in the southeast, 4 reservoirs (the Levki, the Rudnya, the Loshanskoye, the Uzdenskoye), 2 lakes (the Sinee, the Bezodnitsa), 2 ponds (on the Nizhnyaya Veseyka River, near Vezhi Village) and flooded quarry, connected with Lake Sergeevichskoye. The new method can be used to assess the anthropogenic impact on the environment (on water bodies, in particular).

Key words: hydrophytes; index of conservation significance of a water body; sozoologically valuable phytocenoses; rare biotopes; protected and regionally rare plant species

Fig. 1. Table 2. Ref.: 19 titles.

Введение. В настоящее время более половины водных объектов Европы подвержены антропогенному эвтрофированию, а также искусственному изменению гидрологических и морфологических параметров [1—3]. Водные растения считаются чувствительными биоиндикаторами перечисленных типов нарушений водоемов и водотоков, реагирующими на них изменением видового состава и обилия видов в фитоценозах [1]. Однако до недавнего времени гораздо более востребованными в целях биоиндикации эвтрофирования водоемов и их загрязнения определенными веществами были фито-, зоопланктон, фитоперифитон и зообентос (фиксировалось временное изменение численности и видового состава водорослей, структуры популяций организмов зоопланктона и зообентоса) [4]. Так, в Национальной системе мониторинга окружающей среды Республики Беларусь традиционно для классификации качества воды в поверхностных водных объектах по гидробиологическим показателям рассчитываются индексы сапробности по Пантле и Букку (в модификации Сладечека), индекс Гуднайта—Уитлея, биотический индекс по Вудивиссу [5]. Активная разработка новых методов оценки качества вод началась после опубликования Водной рамочной директивы Европейского союза (2000), где рекомендовано применение водных растений в качестве биоиндикаторов [6]. В разных странах мира появились как отдельные индексы (RI, TIM, MTR, IBMR и др.) [7], основанные, как правило, на учете обилия и индикаторной значимости разных видов водных растений, так и более сложные интегральные системы оценки экологического статуса водоемов и водотоков, одним из компонентов которых являлись растения. В то же время известно, что видовое богатство водных растений определяется и природными особенностями среды конкретной водной экосистемы (ее физико-химическими характеристиками, гидрологическим режимом, размерами, количеством различных микроразнообразий и т. д.). В результате сочетанного действия естественных и антропогенных факторов в каждом водоеме и водотоке складывается свой, часто уникальный состав водных растений и их сообществ. Поэтому разные водные объекты (даже подверженные сходной по характеру и величине антропогенной нагрузке, которую можно оценить с помощью вышеперечисленных и иных подходов) могут вносить очень неодинаковый вклад в поддержание биоразнообразия водных растений определенных территорий. В Беларуси большинство водоемов и водотоков слабо изучены во флористическом отношении, при этом часто при проведении оценки антропогенного воздействия на окружающую среду (в частности на водные объекты), выделении особо охраняемых природных территорий, исследовании популяций охраняемых видов растений необходимо определить положение одного или нескольких изучаемых водных объектов в гидрографической сети региона (когда ее полное обследование не планируется, требует больших финансовых затрат и т. д.) по их значимости в поддержании ее биоразнообразия. Для этой цели была создана методика определения ценности водных объектов для сохранения видового разнообразия водных растений.

Материалы и методы исследования. Индекс, положенный в основу новой системы оценки природоохранной ценности водных объектов, разрабатывался по методу рангов [8]. Методика оценки апробирована на 349 водных объектах Пуховичской равнины, включающей 8 административных районов (2 — полностью, 6 — частично) Минской области и 1 — Могилевской. Данные по видовому составу растений водных объектов получены при специальном изучении флоры данного региона по методу сеточного картирования с 2018 по 2023 год [9]. Классификация водных объектов соответствует приведенной в Водном кодексе Республики Беларусь [10], их дальнейшее разделение по уровню антропогенной трансформации принято по [11]. Определения терминов «водные растения», «заходящие в воду береговые растения», «гидрофиты» содержатся в работах [12; 13]. В состав гидрофитов включены харовые водоросли [13]. Названия таксонов приводятся согласно мировой базе данных [14]. Для определения статуса и категории охраны видов растений использовалось действующее издание Красной книги Республики Беларусь [15], соэкологическая ценность фитоценозов устанавливалась по критериям, приведенным в [16].

Результаты исследования и их обсуждение. Интегральный индекс природоохранной значимости водного объекта D_v вычисляется по формуле $D_v = \sum_{i=1}^n \left(\frac{H_i R_i}{K_i} \right)$, где n — количество показателей, H_i — вес i -го показателя (определен по методу экспертных оценок); R_i — ранг i -го показателя; K_i — нормирующий коэффициент (максимальное значение шкалы рангов для i -го показателя) (таблица 1).

Т а б л и ц а 1. — Критерии природоохранной значимости водоемов и водотоков

Т а б л е 1. — Criteria for the conservation significance of waterbodies and watercourses

Номер показателя	Показатель	Значения	Ранг (R_i)	Вес (H_i)
I	Генезис водного объекта (природный, антропогенно измененный, антропогенно образованный)	Реки и их участки с естественным руслом, озера (в том числе старицы)	3	0,1
		Водохранилища, пруды, обводненные карьеры (только сообщающиеся с озерами), канализированные участки рек	2	
		Мелиоративные каналы, пруды-копани, обводненные карьеры, технологические водные объекты (каналы и пруды рыбоводных хозяйств)	1	
II	Наличие охраняемых видов водных и заходящих в воду береговых растений	2 и более охраняемых (I—IV категорий охраны) видов (в том числе харовых водорослей), или 1 охраняемый вид и неохраняемые виды харовых водорослей, или 1 охраняемый вид и виды профилактической охраны	3	0,3
		1 охраняемый вид	2	
		1 и более видов профилактической охраны	1	
III	Наличие неохраняемых регионально редких дикорастущих видов водных и заходящих в воду береговых растений	3 и более видов высших растений	2	0,1
		1—2 вида высших растений или 1 и более видов харовых водорослей	1	
IV	Наличие растительных сообществ с высоким обилием охраняемых или регионально редких видов водных и заходящих в воду береговых растений	Охраняемый вид или вид профилактической охраны является доминантом или субдоминантом хотя бы одного фитоценоза в водном объекте	2	0,2
		Присутствует фитоценоз с доминированием или содоминированием регионально редкого вида	1	
V	Общее число видов гидрофитов	16 и более	4	0,2
		11—15	3	
		6—10	2	
		1—5	1	
VI	Принадлежность водного объекта к редким или типичным биотопам	Редкие или типичные биотопы группы 2 — биотопы пресноводных водотоков и водоемов или группы 5 — биотопы болот (ТКП 17.12-06-2021 (33140)) [17], а также встречающиеся в Беларуси биотопы перечня European Red List of Habitats (группа — пресноводные местообитания категории VU (Vulnerable)) [18]	1	0,1

Ниже подробно описаны критерии, используемые при расчете индекса, сопровождаемые дополнительными данными о тех или иных категориях водных растений.

1. *Генезис водного объекта.* Из-за повсеместного снижения видового разнообразия водных растений как природные, так и антропогенно измененные или антропогенно образованные водные объекты могут быть важны для сохранения популяций тех или иных видов. Но в случае одинакового числа набранных баллов естественным и искусственным водным объектом предпочтение должно быть отдано первому, что регулируется через их ранги.

2. *Наличие охраняемых видов водных и заходящих в воду береговых растений.* Созологически значимые виды растений — важнейший компонент флоры водных объектов Пуховичской равнины, причем на долю гидрофитов приходится 17,8 % видов водного ядра флоры. Пять охраняемых видов водных и заходящих в воду береговых растений значатся в основном списке Красной книги Республики Беларусь, принадлежат к III категории охраны (*Berula erecta* (Huds.) Coville, *Najas major* All., *Drosera intermedia* Hayne, *Chara fragilis* Desv., *Nitellopsis obtusa* (Desvaux A. N.) Groves J.). Один вид относится к IV категории охраны (*Salvinia natans* (L.) All.). Видов, подлежащих профилактической охране, — шесть (*Potamogeton trichoides* Cham. et Schtdl., *P. acutifolius* Link, *Utricularia minor* L., *U. australis* R. Br., *Persicaria bistorta* Samp., *Galium trifidum* L.).

Установлено, что *Berula erecta* встречается довольно редко (в 15,0 % квадратов сетки) в юго-восточной части Пуховичской равнины в среднем и нижнем течении реки Птичь практически непрерывно, занимая прибрежные биотопы естественных участков русла этого водотока. Воспроизводство ценопопуляций вида преимущественно вегетативное, генеративные побеги образуются изредка.

Большинство локалитетов *Najas major* в пределах Пуховичской равнины приурочено к искусственным водоемам (водохранилищам, копаням на месте торфоразработок) с прозрачной водой и илисто-торфянистыми донными отложениями. При этом часть локалитетов связана непосредственно с озером Сергеевичское и его водосбором. Несмотря на наблюдаемое в настоящее время расширение ареала вида в северном направлении, которому способствует изменение климата, *N. major* остается уязвимым видом, лимитируемым в распространении низкой прозрачностью вод, их минеральным составом, накоплением ила в водоемах, конкуренцией с многолетними гидрофитами и иными факторами [15]. Согласно шкале встречаемости, *N. major*, отмеченная в 5,0 % ячеек сетки, относится к редким видам региона.

Drosera intermedia зарегистрирована в единственном локалитете — сплаvine вокруг озера Синее в пределах торфомассива Сергеевский, занятой сообществом с доминированием очеретника белого и сфагновых мхов, на переувлажненном торфянистом грунте. Стенотопный вид [15] заходящих в воду береговых растений.

Nitellopsis obtusa отмечался только в водохранилищах Левки, Рудня, Узденском и достигал высокого проективного покрытия в сообществах гидрофитов.

Salvinia natans также известна из одного местонахождения — водохранилища Рудня, где приурочена к слабо антропогенно измененному микроэкотопу (мелководье вблизи естественного берега, мало посещаемого людьми, граничащего с лесом) с прозрачной водой и торфянистыми донными отложениями.

Включение *Chara fragilis* в Красную книгу Республики Беларусь вызывает некоторые сомнения, поскольку доказана его толерантность к эвтрофированию водоемов, способность к быстрой колонизации нарушенных участков и широкое распространение в умеренной зоне Европы.

При этом предполагается, что чем большее число различных видов охраняемых растений содержит водный объект, тем экологически стабильнее и разнообразнее по микроэкотопам эта водная экосистема, что и учтено через соответствующие ранги.

3. *Наличие неохраняемых регионально редких дикорастущих видов водных и заходящих в воду береговых растений.* К неохраняемым регионально редким дикорастущим видам, часть из которых можно считать индикаторами естественных, слабо антропогенно трансфор-

мированных водных экотопов, относили те водные и заходящие в воду береговые растения, для которых известно наименьшее число местонахождений в регионе (категорий встречаемости «очень редкие» и «редкие», отмеченные не более чем в 14,9 % квадратов сетки). Гибриды включали в данный список в случае их редкости или если хотя бы один из родительских видов являлся редким. В качестве критерия отнесения растений к регионально редким рассматривалась также естественность произрастания видов — культивируемые виды не вошли в перечень.

Перечень регионально редких дикорастущих видов водных и заходящих в воду береговых растений, учитываемых при расчете индекса D_v

1. *Achillea salicifolia* Besser ex DC.
 2. *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla × *Bolboschoenus planiculmis* (F. Schmidt)
- T. V. Egorova
3. *Bolboschoenus planiculmis* (F. Schmidt) T. V. Egorova
 4. *Catabrosa aquatica* (L.) P. Beauv.
 5. *Catabrosa kneuckeri* Tzvelev
 6. *Ceratophyllum submersum* L.
 7. *Eleocharis mamillata* (H. Lindb.) H. Lindb.
 8. *Eleocharis uniglumis* (Link) Schult.
 9. *Eleocharis palustris* subsp. *waltersii* Bureš et Danihelka (*Eleocharis vulgaris* Á. Löve et D. Löve)
 10. *Galium palustre* L. × *Galium uliginosum* L.
 11. *Jacobaea paludosa* (L.) G. Gaertn., B. Mey. et Scherb.
 12. *Juncus inflexus* L.
 13. *Juncus ranarius* Songeon et E. P. Perrier
 14. *Leersia oryzoides* (L.) Sw.
 15. *Potamogeton acutifolius* Link × *Potamogeton compressus* L.
 16. *Potamogeton alpinus* Balb.
 17. *Potamogeton berchtoldii* Fieber
 18. *Potamogeton* × *confinis* Hagstr. (*P. friesii* Rupr. × *P. pusillus* L.)
 19. *Potamogeton* × *fluitans* Roth (*P. lucens* L. × *P. natans* L.)
 20. *Potamogeton* × *franconicus* G. Fisch. (*P. berchtoldii* Fieber × *P. trichoides* Cham. et Schtdl.)
 21. *Potamogeton friesii* Rupr. × *Potamogeton berchtoldii* Fieber
 22. *Potamogeton* × *grovesii* Dandy et G. Taylor (*P. pusillus* L. × *P. trichoides* Cham. et Schtdl.)
 23. *Potamogeton obtusifolius* Mert. et W. D. J. Koch
 24. *Potamogeton* × *olivaceus* Baagøe ex G. Fisch. (*P. alpinus* Balb. × *P. crispus* L.)
 25. *Potamogeton pusillus* L.
 26. *Potamogeton* × *semifructus* A. Benn. (*P. friesii* Rupr. × *P. obtusifolius* Mert. et W. D. J. Koch)
 27. *Ranunculus trichophyllus* Chaix
 28. *Rumex aquaticus* L.
 29. *Scheuchzeria palustris* L.
 30. *Scrophularia oblongifolia* Loisel. (*Scrophularia umbrosa* Dumort.)
 31. *Sparganium* × *longifolium* Turcz. ex Ledeb. (*Sparganium gramineum* Georgi × *Sparganium emersum* Rehmman)
 32. *Triglochin palustris* L.
 33. *Typha* × *glaucula* Godr. (*T. angustifolia* L. × *T. latifolia* L.)

Поскольку все виды харовых водорослей, отмеченные в пределах Пуховичской равнины, редки для исследуемой территории и, согласно литературным сведениям, весьма чувствительны к антропогенной трансформации водных экосистем, они также являются индикаторами высокого качества вод и учитываются с наивысшим рангом по рассматриваемому показателю.

4. *Наличие растительных сообществ с высоким обилием охраняемых или регионально редких видов водных и заходящих в воду береговых растений.* Наиболее соэкологически ценными для изучаемой территории являются фитоценозы с высоким обилием (доминированием) охраняемых (I—IV категории охраны) или регионально редких видов водных и заходящих в воду береговых растений. Данное утверждение лежит в рамках концепции (принципов) создания Зеленой книги Республики Беларусь и сопредельных территорий.

5. *Общее число видов гидрофитов.* Критерий введен, поскольку разнообразие гидрофитов Пуховичской равнины снижено (в некоторых прудах-копанях и каналах они и вовсе отсутствовали) и стремится к таковому на урбанизированных территориях [9; 19]. Соответственно, даже максимальное (из всех наблюдаемых) количество видов гидрофитов (23) в водном объекте не является подтверждением усиления антропогенного эвтрофирования водоема. Напротив, водоемы, поддерживающие прохождение жизненных циклов гидрофитов, имеют сравнительно высокую природоохранную ценность. Они не менее значимы, чем содержащие соэкологически ценные фитоценозы (показатель IV в таблице 1) (присвоен такой же весовой коэффициент — 0,2), так как сокращение количества видов «водного ядра» ввиду загрязнения и преобразования человеком их мест произрастания — повсеместное явление [3].

6. *Принадлежность водного объекта к редким или типичным биотопам.* Наряду с критерием 1 (вес — 0,1) является дополнительным и необходимым для уточнения уже определенного по иным параметрам статуса водных объектов. Устанавливается согласно ТКП 17.12-06-2021 (33140) [17] и European Red List of Habitats [18] (пресноводные местообитания из категории VU (Vulnerable), представленные на территории Беларуси). Водные объекты без водных растений (например, дистрофные водоемы биотопа 5.1 или мелиоративные каналы биотопа 5.2) нельзя назвать значимыми для сохранения видового разнообразия растений — таким объектам присваивается ранг 0 по данному показателю.

Значения индекса D_v могут изменяться от 0 до 1. Оценка природоохранной значимости водного объекта производится на основании следующей шкалы значений D_v : очень низкая — 0,00—0,19, низкая — 0,20—0,39, средняя — 0,40—0,59, высокая — 0,60—0,79, очень высокая — 0,80—1,00. D_v рассчитан для 349 обследованных водоемов и водотоков (их участков). Результаты отражены на рисунке 1.

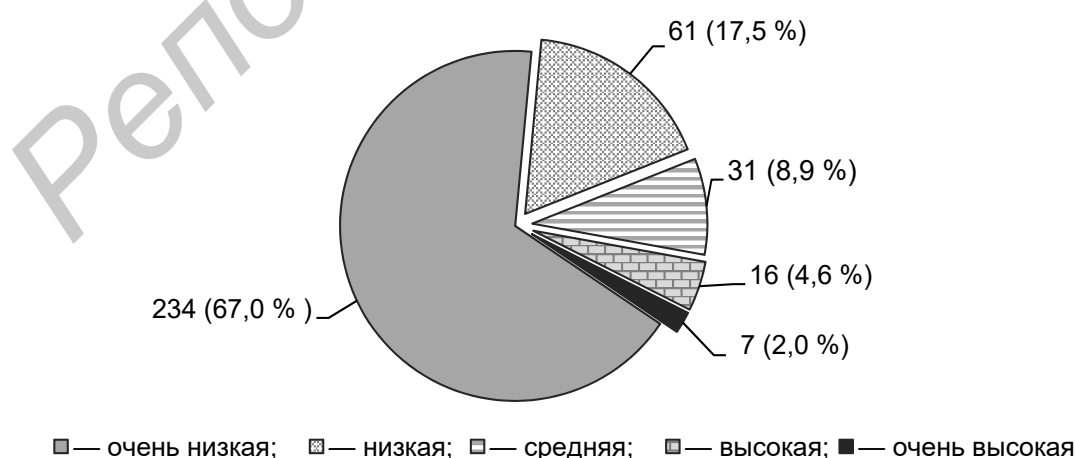


Рисунок 1. — Соотношение числа водоемов и водотоков с различной природоохранной значимостью на территории Пуховичской равнины

Figure 1. — The ratio of the number of waterbodies and watercourses with different conservation value on the territory of the Pukhovichy Plain

В пределах Пуховичской равнины преобладают водоемы и водотоки с очень низкой и низкой природоохранной значимостью (84,5 %), только 4,6 % водных объектов имеют высокую, а 2,0 % — очень высокую значимость для сохранения разнообразия водных растений этой территории (таблица 2).

Таким образом, наибольшее значение для сохранения разнообразия водных растений Пуховичской равнины имеют две речные сети: участок реки Неман с притоками Лоша, Уздянка в нижнем течении, находящиеся на западе исследуемой территории, и участок реки Птичь ниже деревни Поречье на юго-востоке равнины, а также несколько водохранилищ (Левки, Рудня, Узденское, Лошанское), два озера (Синее, Безодница), два пруда (на реке Нижняя Весейка, в окрестности деревни Вежи) и один обводненный карьер на месте торфоразработок, сообщающийся с озером Сергеевичское.

Т а б л и ц а 2. — Наиболее значимые с природоохранной точки зрения водные объекты Пуховичской равнины

T a b l e 2. — The most significant water bodies of the Pukhovichy Plain in terms of biodiversity conservation

Водный объект	D_v	Природо-охранная значимость
Р. Неман (Узденский р-н, восточная окрестность (< 1 км) д. Костеши)	1,00	Очень высокая
Водохранилище Левки (Стародорожский р-н, 5,8 км юго-восточнее д. Щитковичи)	0,92	
Водохранилище Рудня (Слуцкий р-н, северная окрестность д. Рудня)	0,92	
Р. Неман (Узденский р-н, северо-восточная окрестность аг. Могильно)	0,85	
Р. Уздянка (Узденский р-н, западная окрестность д. Сымончицы)	0,85	
Р. Птичь (Пуховичский р-н, северная окрестность д. Выемка)	0,80	
Р. Птичь (Пуховичский р-н, южная окрестность д. Клетное)	0,80	Высокая
Водохранилище Лошанское (Узденский р-н, юго-западная окрестность д. Костюки)	0,77	
Обводненный карьер на месте торфоразработок (Пуховичский р-н, 1,8 км юго-восточнее д. Сергеевичи)	0,77	
Р. Лоша (Узденский р-н, юго-западная окрестность д. Рачица)	0,77	
Р. Птичь (Пуховичский р-н, восточная окрестность д. Поречье)	0,75	
Р. Птичь (Осиповичский р-н, 1,5 км восточнее д. Житин)	0,75	
Р. Птичь (Осиповичский р-н, д. Крынка)	0,75	
Р. Птичь (Осиповичский р-н, северная окрестность д. Дричин)	0,75	
Водохранилище Узденское (Узденский р-н, г. Узда)	0,72	
Р. Уздянка (Узденский р-н, восточная окрестность д. Зеньковичи)	0,72	
Р. Птичь (Пуховичский р-н, юго-восточная окрестность д. Мельница)	0,70	
Пруд (Слуцкий р-н, западная окрестность д. Вежи)	0,67	
Р. Лоша (Копыльский р-н, северная окрестность д. Луговая)	0,67	
Оз. Безодница (Дзержинский р-н, д. Безодница)	0,65	
Оз. Синее (Пуховичский р-н, 4 км северо-западнее д. Волосач)	0,65	
Пруд на р. Нижняя Весейка (Слуцкий р-н, д. Омговичи)	0,62	
Р. Неман (Копыльский р-н, д. Песочное)	0,60	

Заключение. Показана возможность использования разработанного интегрального индекса природоохранной значимости водных объектов (D_v), основанного на флористических и иных критериях, для дифференциации водоемов и водотоков по их ценности для сохранения биоразнообразия водных растений различных территорий. Полнота и комплексность оценки водных объектов достигается через использование параметров трех уровней: видового, фитоценологического, экосистемного.

Водоемы и участки водотоков с высокой и очень высокой природоохранной значимостью занимают менее 1,0 % территории Пуховичской равнины и содержат 78,9 % всего видового состава водных растений региона.

Список цитируемых источников

1. Plants in aquatic ecosystems: current trends and future directions / M. T. O'Hare, F. C. Aguiar, T. Asaeda [et al.] // *Hydrobiologia*. — 2018. — Vol. 812. — P. 1—11. — DOI: 10.1007/s10750-017-3190-7.
2. European Waters: Assessment of Status and Pressures. EEA Report № 8/2012. — Luxembourg : Office for Official Publications of the European Union, 2012. — 96 p. — DOI: 10.2800/63266.
3. *Garcia-Murillo, P.* Decline of aquatic plants in an iconic European protected natural area / P. Garcia-Murillo, C. Díaz-Paniagua, R. Fernández-Zamudio // *Journal for Nature Conservation*. — 2025. — Vol. 84. — P. 1—12. — DOI: 10.1016/j.jnc.2024.126814.
4. Биоиндикация и биотестирование в пресноводных экосистемах : учеб. пособие для высш. учеб. заведений / Н. В. Зуева, Д. К. Алексеев, А. Ю. Кумыенко [и др.]. — СПб. : РГГМУ, 2019. — 140 с.
5. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2010. / под общ. ред. С. И. Кузьмина, В. В. Савченко. — Минск : БелНИЦ «Экология», 2011. — С. 35—96.
6. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy // *Official Journal L 327*. — 2000. — P. 1—73.
7. Report on the Central Baltic River GIG Macrophyte Intercalibration Exercise / S. Birk, N. Willby, C. Chauvin [et al.]. — Essen : University Duisburg-Essen, 2007. — 82 p.
8. *Тюсов, А. В.* Оценка природоохранного статуса территорий путем пространственного анализа распространения редких биологических видов (на примере Тверской области) : автореф. ... дис. канд. биол. наук : 25.00.23. — Пермь, 2008. — 17 с.
9. *Савицкая, К. Л.* Структура флоры водоемов и водотоков Пуховичской равнины / К. Л. Савицкая // *Ботаника (исследования) : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси*. — Минск, 2024. — Вып. 53. — С. 28—37.
10. Водный кодекс Республики Беларусь : 30 апр. 2014 г. № 149-3. — URL: <https://etalonline.by/document/?regnum=Нк1400149> (дата обращения: 23.01.2025).
11. *Капитонова, О. А.* Флора макрофитов Вятско-Камского Предуралья : монография / О. А. Капитонова. — Ярославль : Филигрань, 2021. — 568 с.
12. *Папченков, В. Г.* Основные гидрботанические понятия и сопутствующие им термины : проект / В. Г. Папченков, А. В. Щербаков, А. Г. Лапиров. — Рязань : Сервис, 2003. — 21 с.
13. *Папченков, В. Г.* О классификации растений водоемов и водотоков / В. Г. Папченков // *Гидрботаника: методология, методы : материалы школы по гидрботанике*, Борок, 8—12 апр. 2003 г. / науч. ред.: В. Г. Папченков [и др.]; Ин-т биол. внутр. вод им. И. Д. Папанина РАН. — Рыбинск, 2003. — С. 23—26.
14. WFO (2024): World Flora Online. — URL: <http://www.worldfloraonline.org> (date of access: 11.11.2024).
15. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол.: И. М. Качановский (предс.), М. Е. Никифоров [и др.]. — 4-е изд. — Минск : Беларус. энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. — 448 с.
16. *Сцепановіч, І. М.* Прынцыпы, метады і крытэры сазалагічнай ацэнкі раслінных супольніцтваў / І. М. Сцепановіч // *Природные ресурсы*. — 2016. — № 1. — С. 34—47.
17. Охрана окружающей среды и природопользование. Территории. Растительный мир. Правила выявления типичных и (или) редких биотопов, типичных и (или) редких природных ландшафтов, оформления их паспортов и охранных обязательств : ТКП 17.12-06-2021 (33140). — Минск : Минприроды, 2021. — 85 с.
18. European Red List of Habitats. / J. A. M. Janssen, J. S. Rodwell, M. García Criado [et al.]. — Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2016. — Part 2, Terrestrial and freshwater habitats. — 38 p. — DOI: 10.2779/091372.
19. *Капитонова, О. А.* Гидрофильная флора урбанизированных территорий Вятско-Камского Предуралья (на примере городов Удмуртской республики) / О. А. Капитонова // *Труды Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН*. — 2021. — Вып. 93, № 96. — С. 7—25. — DOI: 10.47021/0320-3557-2021-7-25.

References

1. O'Hare M. T., Aguiar F. C., Asaeda T. et al. Plants in aquatic ecosystems: current trends and future directions. *Hydrobiologia*, 2018, vol. 812, pp. 1—11. DOI: 10.1007/s10750-017-3190-7
2. European Waters: Assessment of Status and Pressures. EEA Report № 8/2012. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Union, 2012. 96 p. DOI: 10.2800/63266
3. Garcia-Murillo P., Díaz-Paniagua C., Fernández-Zamudio R. Decline of aquatic plants in an iconic European protected natural area. *Journal for Nature Conservation*, 2025, vol. 84, pp. 1—12. DOI: 10.1016/j.jnc.2024.126814
4. Zueva N. V., Alekseev D. K., Kulichenko A. Yu. et al. [Bioindication and biotesting in freshwater ecosystems: a textbook for higher educational institutions]. Saint Petersburg, RGGMU Publ., 2019, 140 p. (in Russian)
5. [National Environmental Monitoring System in the Republic of Belarus: observation results, 2010]. Eds. S. I. Kuz'min, V. V. Savchenko Minsk, BelNITs "Ekologiya" Publ., 2011, pp. 35—96. (in Russian)
6. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal L 327*, 2000, pp. 1—73.
7. Birk S., Willby N., Chauvin C. et al. Report on the Central Baltic River GIG Macrophyte Intercalibration Exercise. Essen, University Duisburg-Essen, 2007, 82 p.
8. Tyusov A. V. [Assessment of the environmental status of territories through spatial analysis of the distribution of rare biological species (using the example of the Tver Region)]. Abstract of Ph. D. thesis Perm, 2008, 17 p. (in Russian)
9. Savitskaya K. L. [Flora structure of the Pukhovichy plain waterbodies and waterflows]. *Botanika (issledovaniya). Sbornik nauchnykh trudov*, 2024, no. 53, pp. 28—37. (in Russian)
10. Vodnyi kodeks Respubliki Belarus'. 30 aprelya 2014 g. № 149-Z [Water Code of the Republic of Belarus. April 30, 2014 No. 149-Z]. Available at: <https://etalonline.by/document/?regnum=Hk1400149> (accessed 23 January 2025).
11. Kapitonova O. A. [Flora of macrophytes of the Vyatka-Kama Cis-Urals: monograph]. Yaroslavl, Filigran' Publ., 2021, 568 p. (in Russian)
12. Papchenkov V. G., Shcherbakov A. V., Lapirova A. G. [Basic hydrobotanical concepts and accompanying terms: Project]. Ryazan, Service Publ., 2003, 21 p. (in Russian)
13. Papchenkov V. G. [About the classification of plants of waterbodies and watercourses]. *Gidrobotanika: metodologiya, metody. Materialy shkoly po gidrobotanike*. Rybinsk, 2003, pp. 23—26. (in Russian)
14. WFO: World Flora Online (2024). Available at: <http://www.worldfloraonline.org> (accessed November 11, 2024).
15. [Red Book of the Republic of Belarus. Plants: rare and endangered species of wild plants]. 4th ed. Minsk, Belaruskaja jencyklapedyja imja P. Browki Publ., 2015, 448 p. (in Russian)
16. Scepanovich I. M. [Principles, methods and criteria of zoological assessment of plant communities]. *Natural resources*, 2016, no. 1, pp. 34—47. (in Belarusian)
17. [Technical Code of Practice 17.12-06-2021 (33140). Environmental protection and nature use Territories. Vegetation world. Rules of detection of typical and (or) rare biotopes, typical and (or) rare natural landscapes, registration of their passports and protective obligations]. ТКР 17.12-06-2021 (33140). Minsk, Minprirody Publ., 2021, 85 p. (in Russian)
18. Janssen J. A. M., Rodwell J. S., García Criado M. et al. European Red List of Habitats. Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2016, Part 2. Terrestrial and freshwater habitats, 38 p. DOI: 10.2779/091372
19. Kapitonova O. A. [Hydrophilic flora of urbanized territories of the Vyatka-Kama Cis-Urals (on the example of cities of the Udmurt Republic)]. *Transactions of Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS*, 2021, iss. 93, no. 96, pp. 7—25. (in Russian). DOI: 10.47021/0320-3557-2021-7-25

Поступила в редакцию 12.01.2025.