

Мониторинг популяции прибрежницы одноцветковой и среды её произрастания в озере Свитязь (Республика Беларусь)

© 2026. И. П. Вознячук, к. б. н., в. н. с.,
Н. Д. Грищенкова, к. г. н., в. н. с.,
Н. Л. Вознячук, н. с.,

Государственное научное учреждение «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси»,
220072, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Академическая, д. 27,
e-mail: nhrysh@gmail.com

На основании многолетних исследований (2000–2023 гг.) проведена оценка состояния популяции исключительно редкого для Беларуси, исчезающего, охраняемого вида – прибрежницы одноцветковой (*Littorella uniflora* (L.) Aschers.), и среды её произрастания в единственно известном местонахождении в Беларуси – озере Свитязь. Выявлена ценотическая роль вида в сообществе, его динамика в зависимости от биотопических, экотопических и антропогенных факторов. Установлены границы распространения вида в пределах озера, проведена оценка изменений характера зарастания водоёма и физико-химических показателей воды. Выявлены основные угрозы и предложены меры по восстановлению среды обитания *L. uniflora*. Обнаружены признаки прогрессирующего эвтрофирования: снижение содержания соединений азота и отсутствие фосфатов в поверхностном слое воды за счёт более активного развития фитопланктона; формирование сероводородной зоны в гипolimнионе; снижение содержания растворённого кислорода и прозрачности воды до 2–3 м; «цветение» воды; рост протяжённости тростниковых зарослей (до 52 % длины береговой линии) и увеличение их плотности; стремительная деградация пояса гидрофитной растительности (глубина максимального произрастания подводных растений сократилась с 7,0 до 2,5 м за 40-летний период). Анализ видового состава высшей водной растительности показал его сокращение с 14 до 8 видов за счёт выпадения ряда видов погружённых растений, что свидетельствует о структурной перестройке растительных сообществ в сторону гелофитной растительности и ухудшении качества воды. В подводных сообществах *L. uniflora* сохраняет доминирующие позиции, однако её обилие снижается. Основной причиной деградации озера и популяции *L. uniflora* являются чрезмерная рекреационная нагрузка и изменение гидрологического режима. Предложены мероприятия по регулированию рекреационной нагрузки, улучшению санитарного состояния побережья и ряд внутренних мер. Рекомендации направлены на стабилизацию экологического состояния озера, поддержание устойчивости его экосистемы и охрану уникальной популяции *L. uniflora*.

Ключевые слова: прибрежница одноцветковая, *Littorella uniflora* (L.) Aschers., озеро Свитязь, водная растительность, мониторинг, рекреационная нагрузка, эвтрофирование, восстановление.

Monitoring of the *Littorella uniflora* population and its habitat in Lake Svityaz (Republic of Belarus)

© 2026. I. P. Voznyachuk ORCID: 0009-0005-1427-1025[†]
N. D. Hryshchankava ORCID: 0000-0003-2116-8462[†]
N. L. Voznyachuk ORCID: 0009-0007-4328-636X[†]

The State Scientific Institution “V. F. Kuprevich Institute of Experimental Botany of the National Academy of Sciences of Belarus”,
27, Akademicheskaya St., Minsk, Republic of Belarus, 220072,
e-mail: nhrysh@gmail.com

We assessed the status of *Littorella uniflora* (L.) Aschers. population and its habitat based on long-term studies (2000–2023). It is an extremely rare, endangered, protected species for Belarus. Lake Svityaz is the only known location of *L. uniflora* habitat in Belarus. The species cenotic role in the community, its dynamics depending on biotopic, ecotopic and anthropogenic factors were revealed. The boundaries of the species distribution within the lake were determined. We assessed the changes in lake overgrowth and physicochemical indicators of the water over the long-term observation period. Major threats have been identified and measures to restore the *L. uniflora* habitat are proposed. Signs of progressive eutrophication are detected: decreased nitrogen compounds and the absence of phosphates in the surface water layer due to the phytoplankton active development; hydrosulphuric zone in the hypolimnion; a decrease in the dissolved oxygen content and transparency of water to 2–3 m; water “blooming”; an increase in the reed beds’ density and extent (up to

52 % of the coastline); rapid degradation of the hydrophytic vegetation belt (the depth of maximum growth of submerged plants decreased from 7.0 to 2.5 m over a 40-year period). Analysis of the higher aquatic vegetation species composition showed its reduction from 14 to 8 species due to the loss of a number of submerged plant species. The above indicates a structural restructuring of plant communities towards helophytic vegetation and deterioration in water quality. *Littorella uniflora* dominates in underwater communities, but its abundance is declining. Excessive recreational load and changes in hydrological regime degrade the Lake Svityaz and the *L. uniflora* population. We proposed some measures to regulate recreational load, improve the sanitary condition of the coast and a number of internal measures. The recommendations are aimed to stabilize the lake ecological status, to conserve the sustainability of its ecosystem and to protect the *L. uniflora* unique population.

Keywords: *Littorella uniflora* (L.) Aschers., Lake Svityaz, aquatic vegetation, monitoring, recreational load, eutrophication, restoration.

Приоритетным направлением в охране редких видов является сохранение их в природных ареалах путём поддержания оптимальных условий среды обитания с учётом экологических и биологических характеристик вида.

Прибрежница одноцветковая (*Littorella uniflora* (L.) Aschers.) представляет собой крайне редкий, исчезающий вид для территории Беларуси (категория I (CR) национальной природоохранной значимости согласно постановлению Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 14.03.2025 № 10). В соседних странах (Латвия [1], Польша [2], Россия (приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 23.05.2023 № 320)) этот вид также находится под охраной. Основной ареал *L. uniflora* охватывает европейский регион: Скандинавию, Атлантическую, Среднюю и Восточную Европу (включая страны Прибалтики и западные, северо-западные области России), а также западные районы Средиземноморья [3]. На территории Беларуси достоверно известно лишь одно место – озеро Свитязь (Новогрудский район, Гродненская область), расположенное на юго-восточной окраине ареала вида.

По данным гербарных коллекций, *L. uniflora* присутствует в этом водоёме не менее двух столетий: в гербарии Вильнюсского университета (WI) хранятся образцы, собранные А. Мельцером в 1826 г., а также Я. Колодичеком и Я. Некрашем в 1908 г. [4]. Более поздние гербарные образцы датируются 1964 г. (Гербарий ИЭБ НАН Беларуси (MSK), коллектор А.Б. Моисеева). На протяжении последующих десятилетий наличие вида в оз. Свитязь неоднократно подтверждалось флористами страны. В 1830 г. вид указывался Эйхвальдом (Eichwald) также для оз. Колдычевское, расположенного в 21 км к юго-востоку от оз. Свитязь [5]. Однако последующие исследования не подтвердили присутствия вида в этом водоёме. В рамках

исследований 2013 г. было установлено, что из-за торфоразработок и изменений гидрологического режима в районе оз. Колдычевское произошли сукцессионные изменения, приведшие к полной перестройке состава высшей водной растительности.

Озеро Свитязь входит в состав республиканского ландшафтного заказника «Свитязянский», созданного в 1970 г., и является местобитанием ещё двух редких водных растений: *Lobelia dortmanna* L. – вид, находящийся на грани исчезновения (I категория (CR) национальной природоохранной значимости) и *Isoetes lacustris* L. – исчезающий вид (II категория (EN)). Несмотря на статус особо охраняемой природной территории, оз. Свитязь подвергается значительному рекреационному воздействию, интенсивность которого постепенно возрастает. Это связано с несколькими факторами: отсутствием в непосредственной близости природных водоёмов с сопоставимым уровнем привлекательности (наличие удобных береговых участков и выраженная песчаная литораль, близость транспортного сообщения). Дополнительно, в последние десятилетия наблюдается тенденция к росту летних температур и увеличению количества жарких дней, что способствует более длительному и массовому посещению озера в тёплый сезон. В совокупности эти факторы формируют высокую социально-рекреационную значимость озера, оказывающую давление на его экосистему и, как следствие, способствуют ускорению процессов эвтрофикации, что негативно сказывается и на состоянии популяции *L. uniflora* и других редких видов. Без принятия более жёстких мер по охране и восстановлению экосистемы озера уникальность этого природного объекта может быть утрачена в ближайшем будущем.

Цель исследования – оценить тенденции динамики состояния популяции *L. uniflora* и характеристики среды её произрастания в озере Свитязь, предложить меры по их охране и восстановлению.

Объекты и методы исследования

Исходными данными для проведения исследований послужили результаты натуральных наблюдений в рамках мониторинга растительного мира Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь (далее – НСМОС) в 2000 г. [6], справочные материалы [7], а также собственные полевые исследования авторов, выполненные в 2007, 2013, 2023 гг.

При выполнении геоботанических описаний использовались следующие методы:

- маршрутный, основанный на серии временных пунктов наблюдений (далее – ВПН) размером 10×20 м, заложенных последовательно вдоль всей береговой линии (всего 226 ВПН), а также подводной съёмки путём оплыва озера дайверами по линии распространения *L. uniflora* (рис. 1);

- метод пробных площадок (30 площадок размером 1×1 м), применяемый на постоянном пункте наблюдения (далее – ППН), расположенном в наиболее репрезентативной части озера (рис. 1, см. цв. вкладку V), для выполнения программы мониторинга охраняемых видов растений НСМОС в отношении *L. uniflora*. ППН включён в сеть НСМОС Республики Беларусь с 2007 г.

Все показатели высшей водной растительности, включая охраняемые виды, оценивались по единой методике мониторинга в соответствии с [8, 9]. Для анализа изменения обилия видов применялась шкала Друде с сопоставлением данных на ВПН за 2013 и 2023 гг. Жизнеспособность популяции *L. uniflora* изучалась на ППН в 2007, 2013 и 2023 гг. Полевые наблюдения проводились в период максимального развития биомассы и цветения – с июля по август.

Определение границы распространения *L. uniflora* в глубине озера осуществлялось с использованием GPS-приёмника с привлечением дайверов. В прибрежной зоне граница определялась при маршрутном обходе береговой линии методом учёта растений на ВПН.

Батиметрическая съёмка проводилась с помощью эхолота-картплоттера Garmin GPSMAP. На основе полученных данных съёмки в программе Google Earth Pro построены батиметрическая схема и 3D-модель рельефа дна озера. Картограмма зарастания озера выполнена в программе QGIS Desktop v. 3.40.

Отбор проб воды и анализ физико-химических параметров (прозрачность, со-

держание биогенных элементов и основных ионов минерального состава, рН, цветность) выполнялись согласно общепринятым методикам [10, 11].

Анализ динамики состояния и распространения *L. uniflora*, а также среды её произрастания, базировался на сравнении с результатами, полученными ранее другими исследователями [12–14], что позволило сделать выводы о существующих трендах.

Результаты и обсуждение

По итогам обобщённого анализа оригинальных наблюдений и литературных данных [3, 12, 15, 16] вид *L. uniflora* можно охарактеризовать следующими морфологическими и эколого-биологическими признаками: это небольшой водный многолетник высотой от 2 до 15 см с ползучими побегами, укореняющимися в узлах, образующий розетки из 3–9 мясистых прикорневых листьев (рис. 2а, см. цв. вкладку V); растёт преимущественно на дне, где не цветёт, используя в основном вегетативное размножение [12]; массовое цветение наземных форм отмечается при падении уровня воды [12] в засушливый период на побегах, оторвавшихся от дна и укоренившихся в обнажённой части литорали (рис. 2б, см. цв. вкладку V) и/или на прошлогодних плавающих стеблях тростника; цветёт в мае-июле; плоды образуются крайне редко [16] в августе-сентябре [3]; относится к полусветовым растениям, способным развиваться как при полном освещении, так и в условиях частичного затенения [15]; чувствителен к качеству воды, особенно к её прозрачности [16]; обладает высокой конкурентоспособностью, образуя местами подводные «луга» (рис. 2г, см. цв. вкладку V); плохо переносит вытаптывание, образуя оголённые от растительности участки в местах активного отдыха; глубина произрастания зависит от прозрачности воды. Это декоративное водное растение, культивирование которого возможно в аквариумах и оранжереях [16]. Литературные данные о культивировании вида в Беларуси отсутствуют.

Озеро Свитязь располагается в западной части Беларуси, в бассейне р. Неман. По положению в гидрографической сети, характеру питания и стока озеро принадлежало к сточным водоёмам: ранее на востоке из озера вытекал р. Своротва. Однако в связи со снижением уровня воды в 2023 г. сток из озера отсутствовал. Зарастание русла реки растительностью свидетельствует о продолжительном периоде

И. П. Вознячук, Н. Д. Грищенко, Н. Л. Вознячук
 «Мониторинг популяции прибрежницы одноцветковой и среды её произрастания в озере Свитязь (Республика Беларусь)». С. 217.

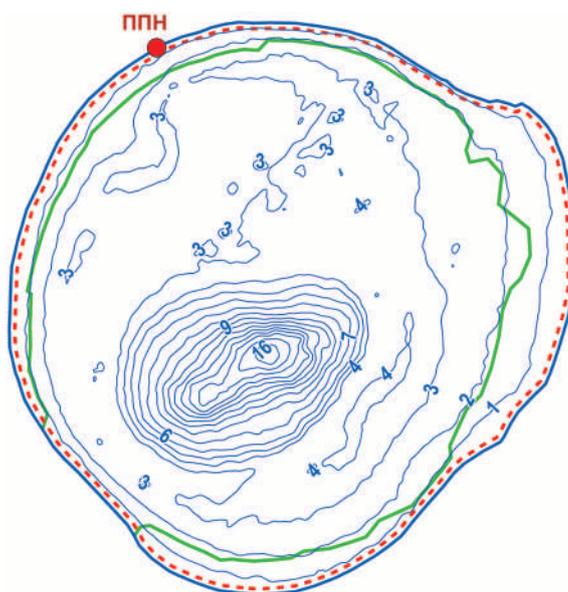


Рис. 1. Батиметрическая схема оз. Свитязь. Красная пунктирная линия – серия временных пунктов наблюдений, зелёная линия – маршрут подводной съёмки по границе распространения *L. uniflora*
 Fig. 1. Bathymetric chart of Lake Svityaz. Red dotted line indicates a series of observations points, green line – underwater survey route along the *L. uniflora* distribution boundary

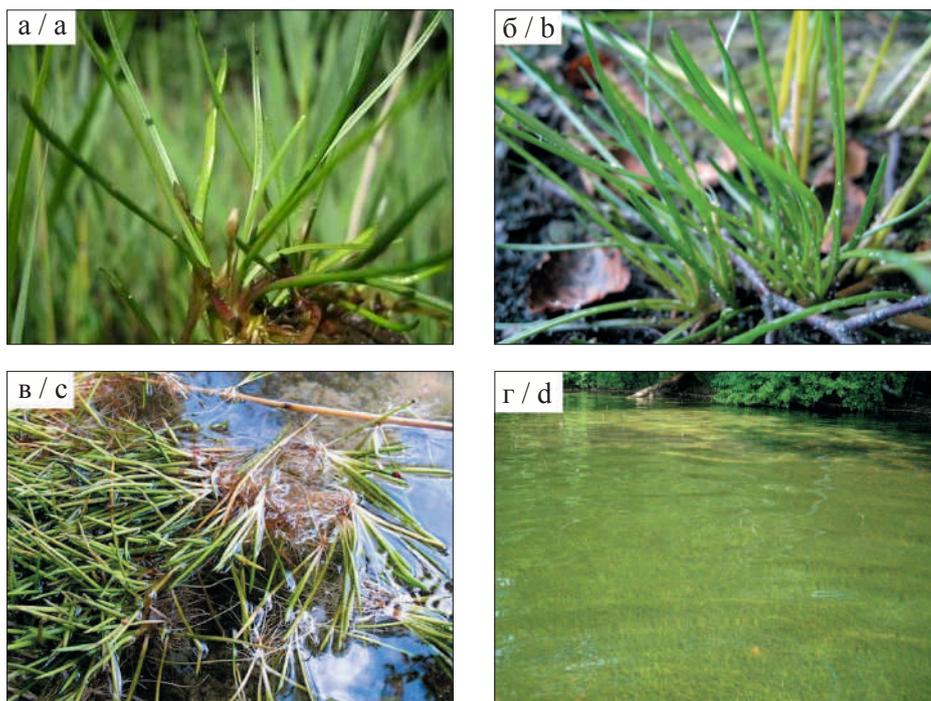


Рис. 2. *Littorella uniflora* в естественной среде произрастания (оз. Свитязь): а – в стадии цветения; б – в обнажённой части прибрежной линии; в – особи, выброшенные волной; г – подводные «луга»
 Fig. 2. *Littorella uniflora* in the natural environment (Lake Svityaz): a – in the blossom; b – in the exposed part of the coastal line; c – individuals ejected by the wave; d – underwater “meadows”

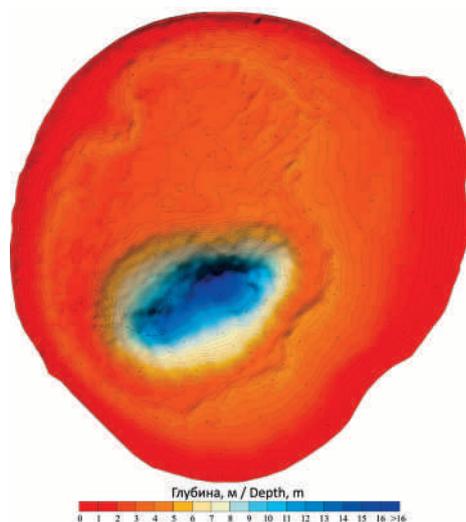


Рис. 3. 3D-модель рельефа дна озера Свитязь
Fig. 3. 3D-model of Lake Svityaz bottom relief

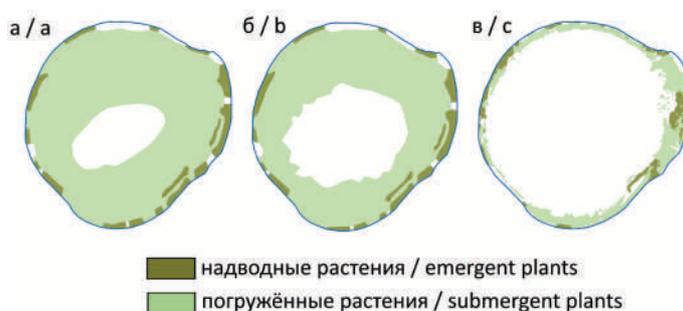


Рис. 7. Динамика изменения зарастания озера Свитязь:
а) в 1981 г. [21], б) в 2000 г. [13, 21], в) в 2023 г.
Fig. 7. Dynamics of overgrowing change in Lake Svityaz:
a) in 1981 [21], b) in 2000 [13, 21], c) in 2023

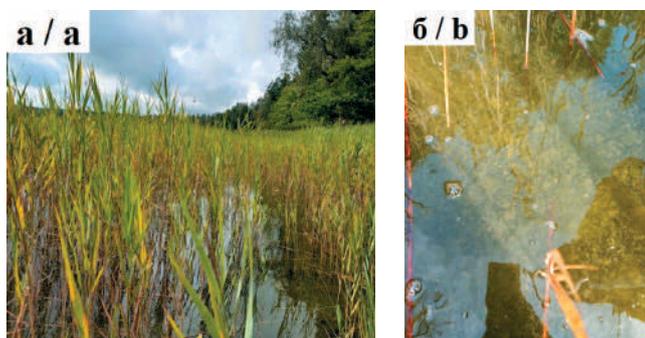


Рис. 8. Последствия эвтрофирования озера Свитязь: а – зарастание литорали тростником,
б – «цветение» воды у кемпинга на северо-западном берегу
Fig. 8. Eutrophication consequences in Lake Svityaz: a – littoral overgrowth with reeds,
b – water “blooming” at the campsite on the northwest shore

отсутствия стока. Впадающие водотоки отсутствуют. Основными составляющими водного баланса являются осадки, выпадающие на зеркало водоёма, подземный приток и сток, испарение. Площадь водосбора (без площади озера) составляет 2,77 км² [7]. Практически всю его территорию занимает лес.

Площадь озера – 1,76 км², объём воды – 6,1 млн. м³ [7]. Береговая линия плавная, длиной 4,8 км. Берега на всём протяжении низкие, сложены песком, покрыты лесом, на отдельных участках заняты пляжами. Котловина озера суффозионно-карстового происхождения имеет округлую форму. Подводная её часть отличается простым воронкообразным строением с хорошо выраженными морфологическими элементами (рис. 3, см. цв. вкладку VI). По всему периметру озера отчётливо выражена пологая песчаная литораль (прибрежное мелководье до глубины 2 м) (рис. 1), занимающая около 25 % площади озера. Литораль сменяется пологим сублиторальным склоном, сложенным опесчаненным илом. Профун-

даль озера мелководная, в центральной части осложнена воронкообразным понижением, к которому приурочена максимальная глубина – 16,3 м (по данным эхолокационной съёмки 2023 г.). Средняя глубина составляет 3,5 м. Согласно классификации О.Ф. Якушко [17], оз. Свитязь относится к мезотрофным, среднеглубоким водоёмам.

Важным параметром, характеризующим водную экосистему, является удельная водообменность (отношение объёма водной массы в озере к объёму годового притока). Этот показатель приближённо указывает, за сколько лет происходит полный обмен водной массы в озере. Озеро Свитязь отличается замедленным водообменом (примерно 10 лет) [7] и автохтонностью процессов водного режима.

По ряду гидрохимических признаков (низкая минерализация воды, кислая реакция среды) озеро можно отнести к редкому для Беларуси ацидотрофному типу. По данным трёх циклов мониторинга и литературных

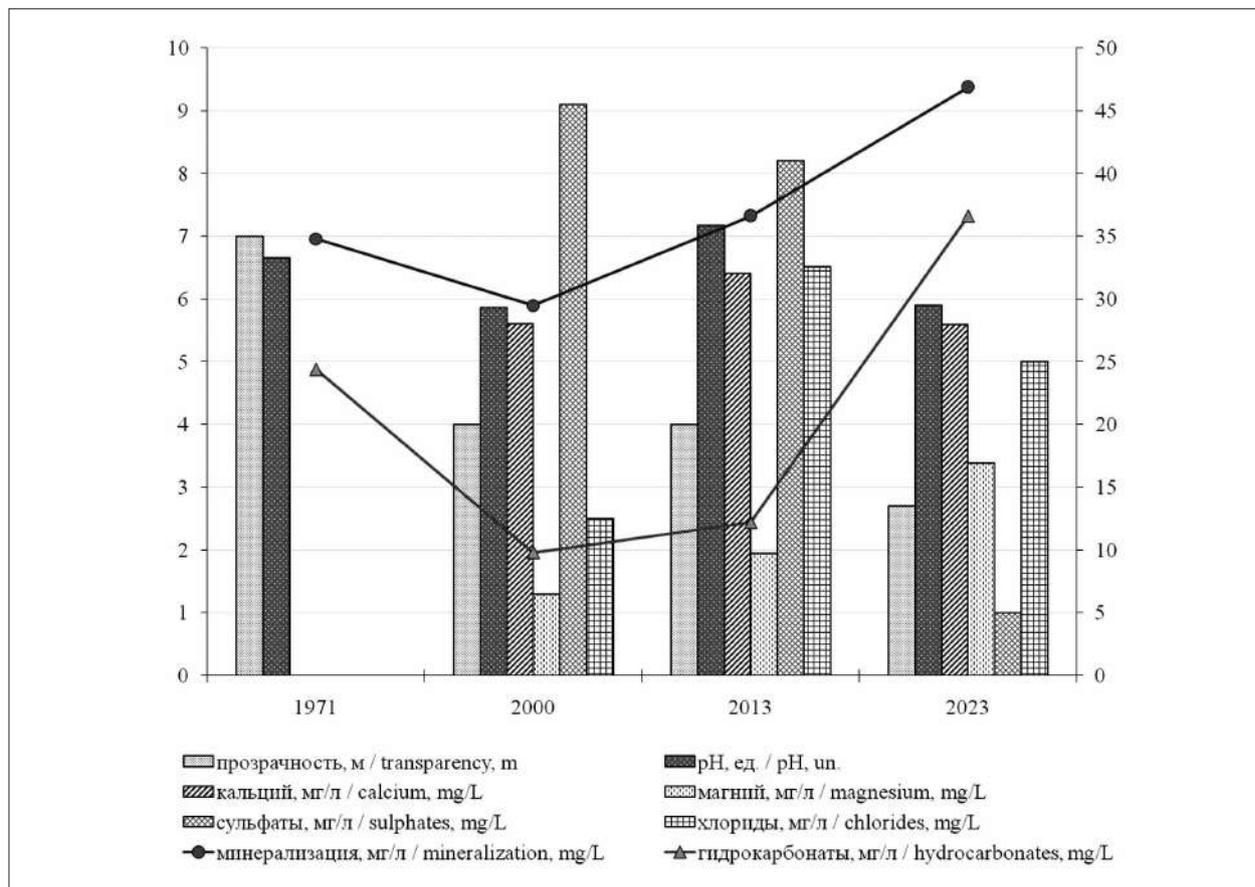


Рис. 4. Динамика показателей водной массы озера Свитязь: значения столбцов – по левой оси, значения линий – по правой оси.
 Примечание: в 1971 г. содержание кальция, магния, сульфатов, хлоридов не определялось
Fig. 4. Dynamics of water mass parameters of Lake Svityaz: column values – on the left axis, line values – on the right axis.
 Note: the content of calcium, magnesium, sulfates, and chlorides was not determined in 1971

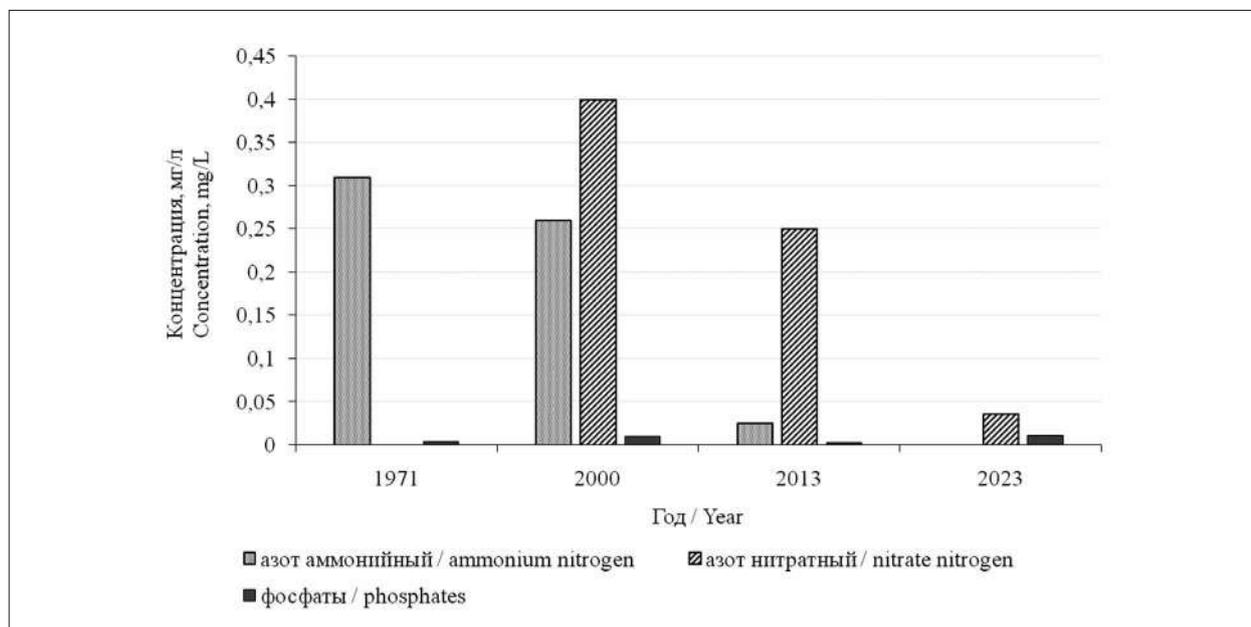


Рис. 5. Динамика содержания биогенных элементов в поверхностном слое воды озера Свитязь.

Примечание: в 1971 г. содержание азота нитратного не определялось

Fig. 5. Dynamics of biogenic elements content in the surface water of Lake Svityaz.

Note: nitrate nitrogen content was not determined in 1971

источников [7, 18, 19] отмечены изменения состава воды в озере, которые свидетельствуют об ухудшении его экологического состояния. Так, общая минерализация за последние 23 года увеличилась в 1,5 раза (рис. 4). При этом, рост произошёл в первую очередь за счёт зонального для гумидной зоны умеренного пояса гидрокарбонат-иона, произошла трансформация класса вод из сульфатного в гидрокарбонатный. Причиной может являться в том числе ухудшение кислородного режима: вследствие недостатка растворённого кислорода сульфаты перешли в сульфидную форму, сформировалась сероводородная зона в гипolimнионе [18, 19].

В многолетнем разрезе прослеживается тенденция к снижению содержания биогенных элементов в поверхностном слое воды (рис. 5). Причиной, очевидно, является более массовое развитие фитопланктона, что подтверждается полным отсутствием аммонийной формы азота и крайне низкими концентрациями азота нитратного и фосфатов при последнем обследовании. Процессы стремительного эвтрофирования выражаются и в значительном сокращении прозрачности воды с 7,0 м в 1971 г. до 2,7 м в 2023 г., что соответствует её величине в эвтрофных озёрах.

Подтверждением ухудшающегося состояния озера является и тот факт, что в июле 2024 г. в озере был введён запрет на купание [20]: лабораторные исследования

воды, проведённые Новоградским зональным центром гигиены и эпидемиологии, показали несоответствие гигиеническим нормативам по индикаторному микробиологическому показателю – кишечная палочка *E.coli*.

Для озёр ацидотрофного типа характерно слабое развитие гидробионтов: видовой состав беден, а продукция низкая. Тем не менее, такие водоёмы являются местами обитания редких и охраняемых видов флоры и фауны. Преобладает в них полностью погружённая растительность, заросли надводных растений как правило разреженные. В оз. Свитязь основной ценозообразователь полосы надводных растений – *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. (табл. 1) – образует прерывистую полосу шириной 20–30 м (до 100 м вдоль восточного берега). Заросли *P. australis*, как правило, негустые, с динамикой увеличения плотности к моменту последнего обследования. Средняя высота растений составляет 1,7 м, в отдельных местах достигает 2,5 м. Растения с плавающими листьями (*Potamogeton natans* L., *Polygonum amphibium* L.) встречаются фрагментарно, отдельной полосы зарастания не образуют.

Учёт на ВПН, проведённый в 2013 и 2023 гг. при обходе озера по периметру, выявил общий тренд снижения обилия всех охраняемых видов растений в прибрежной части литорали (шириной 10 м от береговой линии) и увеличения доли других видов (*Eleocharis palustris*

Таблица 1 / Table 1

Встречаемость видов водных растений в озере Свитязь
Aquatic plant species occurrence in Lake Svityaz

Виды / Species	Встречаемость / Occurrence		
	2000 [13]	2013	2023
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. & Schult.	++	++	+++
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	++++	++	–
<i>Isoëtes lacustris</i> L.*	++	++	++
<i>Littorella uniflora</i> (L.) Aschers.*	++++	++++	++++
<i>Lobelia dortmanna</i> L.*	+++	+++	+++
<i>Nitella gracilis</i> (J.E. Smith) C.Agardh*	+	–	–
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	++++	++++	++++
<i>Polygonum amphibium</i> L.	+	+	++
<i>Potamogeton compressus</i> L.	++	–	–
<i>Potamogeton crispus</i> L.	+	–	–
<i>Potamogeton lucens</i> L.	++	++	–
<i>Potamogeton natans</i> L.	+	+	++
<i>Potamogeton praelongus</i> Wulfen	+++	++	–
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	+	+	++

Примечание: * – виды, включённые в Красную книгу Республики Беларусь (постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 14.03.2025 № 10). Встречаемость: +++++ доминирует, +++ часто, ++ редко, + единично, – отсутствует.

Note: * – species in the Red Data Book of the Republic of Belarus (decree No. 10 of the Ministry of natural resources and environmental protection of the Republic of Belarus, 14 March 2025). Occurrence: +++++ dominant, +++ common, ++ rare, + single, – none.

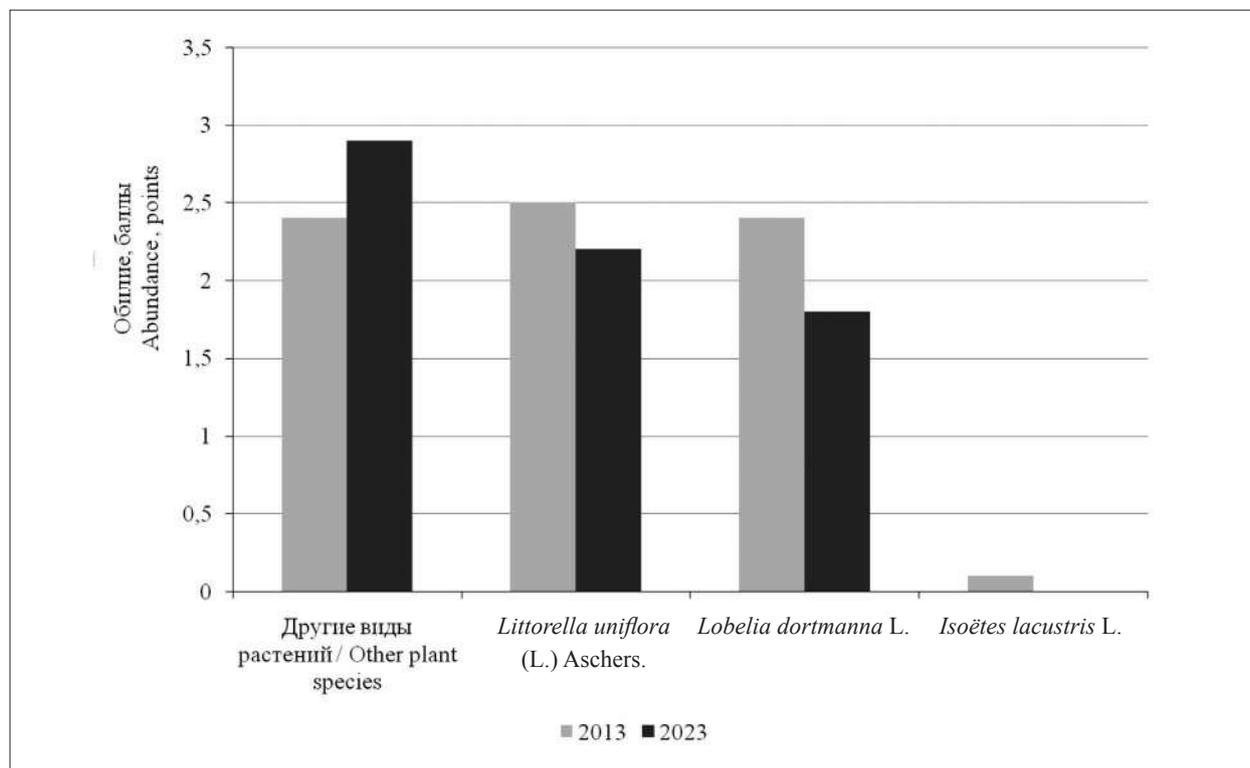


Рис. 6. Динамика показателей обилия (1–6 баллов по шкале Друде) охраняемых и других видов высших водных растений в прибрежной зоне озера Свитязь
Fig. 6. Dynamics of abundance indicators (1–6 points on the Drude scale) of protected and other species of aquatic plants in the near-shore zone of Lake Svityaz

(L.) Roem. & Schult., *P. amphibium* и *P. natans*) (рис. 6).

Внутренняя граница распространения растений *L. uniflora*, установленная с помощью GPS-приёмника по линии их распространения в глубине озера при двух циклах мониторинга, колеблется в пределах погрешности измерений и, в основном, проходит по 2-метровой изобате (см. рис. 1), с разрывами в районах организации пляжей и плотных зарослей *P. australis*.

Сравнительный анализ полученных данных с литературными [12, 13, 17, 21] показал, что в целом глубина максимального произрастания погружённых растений сократилась с 7,0 до 2,5 м (рис. 7, см. цв. вкладку VI). Сокращение произошло за счёт выпадения из подводного растительного покрова водного мха *Fontinalis antipyretica* Hedw., произраставшего по данным исследований 1980-х гг. на глубинах до 7,0 м [17], а также *E. canadensis* и рдестов на глубинах 2,0–4,5 м, по данным 2000 г. [13]; не подтверждено произрастание охраняемых видов – *Caulinia flexilis* Willd. и *Hydrilla verticillata* (L. f.) Royle, которые упоминались при обследовании озера в 1990-х гг. [13] и 2015–2016 гг. (только *C. flexilis*) [14]; сократился ареал произрастания *I. lacustris*, а полоса *L. uniflora* подверглась фрагментации. По результатам наблюдений в 2023 г. прогрессирует зарастание литоральной части озера *P. australis*, наблюдается массовое развитие фитопланктона (с преобладанием зелёных водорослей) и нитчатых водорослей-обрастателей в местах, примыкающих к туристическим стоянкам (рис. 8, см. цв. вкладку VI).

Ранее основная продукционно-деструкционная функция в экосистеме водоёма принадлежала полностью погружённым растениям, степень развития которых определяла качество воды в озере [13]. Изменения гидрохимических показателей, снижение

прозрачности воды, заиление грунта способствуют зарастанию литоральной части водоёма тростником, структурной перестройке в видовом составе растительных сообществ в сторону гелофитной растительности, пояс же гидрофитной растительности стремительно деградирует. Так, ещё в 2000 г. озеро относилось к рдестовому подтипу гидрофитного типа зарастания [13], в 2013 г. – к полушниковому подтипу, в скором времени не исключён переход в гело-гидрофитный тип зарастания.

Непосредственный анализ состояния популяции *L. uniflora*, проведённый на ППН в 2007, 2013 и 2023 гг., демонстрирует высокие показатели жизнеспособности популяции в части её численности, занимаемой площади, способов размножения и мощности особей. Однако, при этом выявлено, что проективное покрытие вида в 2023 г. составило всего 44,7 %, что на 13,6 % меньше по сравнению с данными 2007 г. (табл. 2). В то же время проективное покрытие других видов на этих же площадках увеличилось на 32,7 %. Снижение проективного покрытия *L. uniflora* на ППН связывается с активным разрастанием таких видов, как *Schoenoplectus lacustris* (сор3, обилие по Друде), *E. palustris* (сор2), *P. natans* (сор2) и *P. australis* (сор1).

Такая динамика частично объясняется значительным понижением уровня воды в озере: если в 2007 г. граница распространения вида на ППН находилась в 6 м от береговой линии, то в 2023 г. она сместилась до 14 м, при снижении уровня воды с 46,0 до 25,7 см на учётных площадках. По сравнению с предыдущими данными, высота особей увеличилась на 1,8 см, а количество листьев в розетке уменьшилось примерно на один лист. Увеличение высоты растений на 25 % можно объяснить снижением прозрачности воды, что стимулирует их вытягиваться к свету для повышения фотосинтетической активности.

Основной причиной ухудшения состояния популяции *L. uniflora* и деградации экологи-

Таблица 2 / Table 2

Основные показатели жизнеспособности популяции *L. uniflora* на ППН мониторинга
L. uniflora population vitality indicators at the regular monitoring observation point

Показатели, ед. / Indicators, units	Год / Year		
	2007	2013	2023
Проективное покрытие вида, % / Species projective cover, %	58,3	28,0	44,7
Общее проективное покрытие водных растений, % General projective cover by water plants, %	23,6	26,5	56,3
Высота побегов, см / количество листьев, шт. Shoots height, cm / leaves amount, pieces	7,3 / 5,8	11,1 / 5,0	9,1 / 4,9
Повреждённость растений, балл / Plant damage, point	0	0	0
Средняя высота воды на ППН, см / Average height of water, cm	46,0	42,5	25,7

ческого состояния озера в целом является усиление рекреационной нагрузки. Между двумя циклами мониторинга отмечено существенное увеличение антропогенного давления на участок оборудованного пляжа, расположенного со стороны автомобильной дороги, где зона прямого воздействия охватывает 340 м длины береговой линии. Кроме того, наблюдается активное привлечение большого количества отдыхающих в кемпинг в северо-западной части прибрежной зоны. Помимо прямого поступления биогенных веществ от купающихся, недостаточный уровень экологического просвещения населения приводит к тому, что мытьё посуды и гигиенические процедуры с использованием синтетических поверхностно-активных веществ часто осуществляются непосредственно в водоёме, несмотря на наличие туалетов и душевых, расположенных в соответствии с нормативами на расстоянии 50 м от берега вглубь территории. В целом, протяжённость мест захода в воду вдоль всей береговой линии за 10-летний период увеличилась вдвое: на момент исследования их общая длина достигла 1166 м (табл. 3), что составляет около 24 % от общей протяжённости береговой линии.

Спад уровня воды в озере и изменения её химического состава, обусловленные биогенной нагрузкой, проявились в удвоении протяжённости тростниковых зарослей, которые теперь занимают 52 % береговой линии. Также наблюдается появление «цветения» воды, что не фиксировалось в предыдущие периоды мониторинга. Ранее также не регистрировалось наличие пластиковой посуды, которая в 2023 г. единично или небольшими скоплениями отмечена в наиболее густых тростниковых зарослях на участке 20 ВПН, что в совокупности охватывает 400 м береговой линии (табл. 3). Кроме этого, вдоль 200-метрового участка литоральной зоны экологическая ситуация усугубляется массовым валежом деревьев, вызванным деятельностью бобров, здесь формируются застойные участки и выражены признаки «цветения» воды.

Для сохранения *L. uniflora* в естественной среде произрастания первоочередной задачей является оптимизация условий произрастания вида в оз. Связь путём снижения рекреационной нагрузки. Предлагаемые меры:

- определение лимита по допуску неорганизованных отдыхающих в соответствии с расчётной допустимой фосфорной нагрузкой на озеро, обеспечивающей сохранение его экологического статуса согласно модели Р. Фолленвайдера [22, 23]. В соответствии с этим предложены следующие ограничения по посещению озера: 1) не более 150 человек в сутки в период с июня по август, либо 2) до 500 человек в сутки при допуске исключительно в выходные дни в летний период (июнь-август). Общее количество посетителей за сезон не должно превышать 13 000 человек.

Согласно данным систематических наблюдений (дважды в неделю с июля 2018 г. по январь 2019 г., включая выходные дни), полученным С. А. Стенько [24], среднее количество отдыхающих в день составляло около 6000 человек в июле и 4000 человек в августе. При этом, максимальная рекреационная нагрузка, рассчитанная на основе вместимости двух автомобильных парковок у озера (1450 машино-мест), оценивается в 7250 человек [24].

Регулирование количества отдыхающих может осуществляться путём организации пунктов регистрации и контроля их количества, разработки системы выдачи путёвок, учёта и регулирования туристического потока, установки шлагбаумов на подъездах к озеру и др.;

- оборудование мест скопления отдыхающих достаточным количеством мусорных контейнеров и биотуалетов;
- перемещение зоны кемпинга на северо-западном берегу ближе к стационарным санитарным узлам (туалетам и душевым), удалив её на расстояние 50 м от берега, вглубь лесного массива;
- установка информационных щитов, содержащих предостережения о недопустимости

Таблица 3 / Table 3

Основные показатели, отражающие степень нагрузки на озеро Свитязь
Key indicators identifying the load degree on Lake Svityaz

Год Year	Протяжённость вдоль береговой линии, м / Length along the coastline, m				
	пляж beach	тростник reed	захламлённость валежником fallen trees	бытовой мусор waste	«цветение» воды water “blooming”
2013	571	1240	нет / not found	нет / not found	нет / not found
2023	1166	2500	200	400	780

загрязнения водоёма, запрете на мытьё посуды и использование моющих средств;

- проведение периодического выкашивания зарослей тростника с целью снижения содержания биогенных веществ в воде и донных отложениях, улучшения кислородного режима, предотвращения процессов заиления и образования застойных участков;

- своевременная уборка поваленных деревьев и предотвращение захламления литоральной зоны валежником и её заиления в результате деятельности бобров путём их переселения;

- проведение ежегодного мониторинга качества воды для своевременной корректировки мероприятий по восстановлению оз. Свитязь.

Заключение

В настоящее время состояние оз. Свитязь характеризуется признаками деградации, снижением биологического разнообразия и ухудшением условий произрастания водных растений. Анализ данных за последнее десятилетие, подтверждённый двумя циклами мониторинга и сопоставленный с ранними исследованиями, свидетельствует о выраженном эвтрофировании водоёма, деградации полосы погружённой растительности и снижении обилия *L. uniflora*.

Показатели минерализации воды увеличились в 1,5 раза. Зафиксирован дефицит растворённого кислорода, а в гипolimнионе сформировалась сероводородная зона. Вследствие активного развития фитопланктона наблюдается тенденция к снижению концентрации биогенных элементов в поверхностных слоях воды. Прозрачность воды значительно уменьшилась – с 7 м (до 1990 г.) до 2,7 м в 2023 г. В прибрежных зонах, прилегающих к кемпингу, отмечается сильное «цветение» воды.

Видовой состав водной растительности беден и сокращается с каждым циклом мониторинга: если в 2000 г. он включал 14 видов, в 2013 г. – 11, то в 2023 г. – всего 8 видов. Основные изменения связаны с перестройкой растительных сообществ в сторону гелофитной растительности: протяжённость тростниковых зарослей за 10 лет увеличилась вдвое и сейчас составляет 52 % общей длины береговой линии; при этом возросла их плотность, а роль полностью погружённых растений значительно снизилась.

В подводном растительном покрове сохраняется преобладание *L. uniflora* как в виде чистых сообществ на глубинах 1–2 м, так и

смешанных с *L. dortmanna* на глубинах до 1 м. При этом отмечается общий тренд снижения численности охраняемых видов, сопровождаемый увеличением доли таких видов, как *E. palustris*, *P. amphibium* и *P. natans*.

Внутренняя граница распространения *L. uniflora* за два цикла мониторинга (2013 и 2023 гг.) колебалась в пределах погрешности измерений и в основном проходит по 2-метровой изобате с проективным покрытием от 20 до 100 %, за исключением участков с пляжами и плотными зарослями *P. australis*.

За период наблюдений максимальная глубина произрастания водных растений снизилась с 7,0 до 2,5 м за счёт выпадения из подводного растительного покрова *F. antipyretica* Hedw., *E. canadensis* и рдестов, сокращения ареала произрастания *I. lacustris*, фрагментации полосы *L. uniflora*.

Основными причинами негативных трендов являются, прежде всего, чрезмерные рекреационные нагрузки на фоне понижения уровня воды, обусловленного метеоусловиями последних десятилетий. Между двумя циклами мониторинга (2013 и 2023 гг.) отмечено существенное увеличение антропогенной нагрузки: на участке оборудованного пляжа зона прямого влияния охватывает 340 м береговой линии, в северо-западной части озера организован крупный кемпинг. В целом количество мест захода в воду возросло вдвое, достигнув 24 % протяжённости береговой линии. Кроме этого, вдоль 200-метрового участка литоральной зоны экологическая ситуация усугубляется массовым валежом деревьев, вызванным деятельностью бобров.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о необходимости внедрения комплексных мер по охране и восстановлению экосистемы озера, снижению антропогенного воздействия и повышению экологической осведомлённости заинтересованных сторон. Только системный подход позволит стабилизировать состояние водоёма и обеспечить сохранение его биоразнообразия и экологической устойчивости.

Работа выполнена в рамках задания 4 подпрограммы «Устойчивое использование природных ресурсов и охрана окружающей среды с учётом изменения климата» государственной научно-технической программы «Зелёные технологии ресурсопользования и экобезопасности» на 2021–2025 годы.

Авторы выражают искреннюю благодарность участникам экспедиций 2013 и 2023 гг., усилиями которых стало возможным получение

текущих данных о состоянии озера и объектов растительного мира – сотрудников Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси А.Н. Скуратовича, С.С. Савчука, А.В. Судника, Р.М. Голушко, сотрудников ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам» Ю.Г. Лигиняка, О.И. Бородина, Е.В. Корзуна, А.Ю. Карнаеву и дайверов дайвинг-центра «Морской пегас» под руководством А.С. Лихачёва.

References

1. Red data Book of Latvia. Vascular plants / Ed. G. Andrušaitis. Riga: University of Latvia Institute of Biology, 2003. 689 p. (in Latvian).
2. Polish Red Data Book of Plants. Pteridophytes and flowering plants / Eds. R. Kaźmierczakowa, K. Zarzycki, Z. Mirek. Krakow: Instytut Ochrony Przyrody PAN, 2014. 896 p. (in Polish).
3. Red Data Book of the Republic of Belarus. Plants: rare and endangered species of wild plants / Ed. I.M. Kachanovskii. Minsk: Belarusskaya entsyklopediya imya P. Brouki, 2015. 448 p. (in Russian).
4. Dubovik D.V., Skuratovich A.N., Savchuk S.S. Protected plant species in old herbarium collections of Vilnius University // Red Data Book of the Republic of Belarus: status, problems, prospects: materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. Vitebsk: VGU imeni P.M. Masherova, 2011. P. 51–54 (in Russian).
5. Pachoskii I.K. Flora of the Polesie and surrounding areas. St. Peterburg: V. Demakov tipographiya, 1899. V. 29. No. 3. 260 p. (in Russian).
6. Vlasov B.P., Hryshchankava N.D., Rudakovskiy I.A. Aquatic vegetation monitoring database: special scientific data set. Registration Certificate: 1341001037, 02.09.2010 [Internet resource] <https://xn----ctbjlqxdiff1ap0a4fi.xn--90ais/register-information-resources/detail/5803/> (Accessed: 04.03.2026) (in Russian).
7. Vlasov B.P., Yakushko O.F., Gigevich G.S., Rachevskiy A.N., Loginova E.V. Lakes of Belarus: handbook. Minsk: Minsktipproekt, 2004. 284 p. (in Russian).
8. Methodology of vegetation monitoring within the National Environmental Monitoring System of the Republic of Belarus / Ed. A.V. Pugachevskiy. Minsk: Pravo i ekonomika, 2011. 165 p. (in Russian).
9. Katanskaya V.M. Methodology for the study of higher aquatic vegetation // Life of fresh waters of the USSR / Eds. E.N. Pavlovskiy, V.I. Zhadin. Moskva, Leningrad: Akademiya nauk SSSR, 1956. V. 4. Part 1. P. 160–182 (in Russian).
10. Methodological guidelines on the principles of organizing a system of monitoring and control of water quality in water bodies and streams on the Goskomhydromet network within OGSNK. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1984. 40 p. (in Russian).
11. Manual of chemical analysis of land surface waters / Ed. A.D. Semenov. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1977. 292 p. (in Russian).
12. Vynaev G.V., Gigevich G.S., Dubovik D.V. New and controlled locations of rare species of higher aquatic plants in Belarus // Red Book of the Republic of Belarus: status, problems, prospects: materialy Respublikanskoy nauchnoy konferentsii. Vitebsk: VGU imeni P.M. Masherova, 2002. P. 64–65 (in Russian).
13. Gigevich G.S., Vlasov B.P., Vynaev G.V. Higher aquatic plants in Belarus: ecological and biological characteristics, use and protection. Minsk: BGU, 2001. 231 p. (in Russian).
14. Grummo D.G., Zelenkevich N.A., Sozinov O.V., Moiseichik E.V. Vegetation of the republican landscape reserve “Svityazyansky” // Vestnik Hrodzenskaha Dziarzhavnaha Universiteta Imia Ianki Kupaly. Seryia 5. Ekanomika. Satsyalohiia. Biialohiia. 2021. V. 11. No. 3. P. 99–115 (in Russian).
15. Ellenberg H., Weber H. E., Düll R. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2 Auflage // Scripta Geobotanica. 1992. Bd. 18. 258 p. (in German).
16. Red Data Book of the Russian Federation (plants and fungi) / Ed. Yu.P. Trutnev. Moskva: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2008. 855 p. (in Russian).
17. Yakushko O.F., Myslivets I.A., Rachevskiy A.N. Lakes of Belarus. Minsk: Uradzhai, 1988. 214 p. (in Russian).
18. Sukhovilo N.Yu., Moroz A.I., Zankevich D.L. Hydrochemical regime of the Lake Svityaz in conditions of climate change and anthropogenic load // Climate change and “green” technologies in landscape environment: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Groznyi: Izdatelstvo FGBOU VO “Chechenskii gosudarstvennyi universitet im. A.A. Kadyrova”, 2022. P. 136–142 (in Russian). doi: 10.36684/72-1-2022-136-142
19. Sukhovilo N.Yu., Maroz A.I., Novik A.A., Vlasova D.B. Hydrochemical regime of Belarus acidotrophic lakes under conditions of climatic changes and anthropogenic load // Journal of the Belarusian State University. Geography and Geology. 2023. No. 2. P. 58–69 (in Russian).
20. On the suspension of swimming for children and adults in the waters of Lake Svityaz and the reservoir along Drozdovich Street [Internet resource] <https://novge.by/обучреждении/новости-учреждения/document-9593.html> (Accessed: 18.04.2025) (in Russian).
21. Monitoring of flora in the Republic of Belarus: results and prospects / Eds. A.V. Pugachevskiy, A.V. Sudnik. Minsk: Belaruskaya navuka, 2019. 491 p. (in Russian).
22. Vollenweider R.A. Input–output model // Schweiz. Z. Hydrologie. 1975. V. 37. No. 1. P. 53–84. doi: 10.1007/BF02505178
23. Vlasov B.P., Vitchenko A.N., Gagina N.V., Hryshchankava N.D. Geoecological assessment of the natural resource potential of anthropogenically disturbed lake basins: methodological recommendations. Minsk: BGU, 2015. 44 p. (in Russian).
24. Stenko S.A., Kopitsya V.N. Calculation of the permissible recreational load on the territory of the landscape reserve of republican significance “Svityaz” // Sakharov readings 2019: environmental problems of the XXI century: materialy 19 Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Minsk: IVTs Minfina, 2019. V. 3. P. 90–93 (in Russian).