

УДК 504

ТРОФИЧЕСКИЙ СТАТУС ОЗЕРА ИЛЬМЕНЬ (ПО ДАННЫМ 2003–2020 ГОДОВ)

Г. Т. Фрумин^{1*}, О. В. Терещенко²

¹ *Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена (наб. р. Мойки, 48, Санкт-Петербург, Россия, 191186), *gfrumin@mail.ru*

² *Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого (ул. Большая Санкт-Петербургская, 41, Великий Новгород, Россия, 173003)*

Выполнена оценка трофического состояния озера Ильмень, одного из наиболее продуктивных в Северо-Западном регионе европейской части России, за период 2003–2020 гг. на основе двух различных показателей. Первый из них – индекс трофического состояния (ITS). Расчет этого индекса базируется на двух гидрохимических параметрах: величине рН и проценте насыщения воды кислородом. Другой использованный индикатор трофического статуса – среднегодовая концентрация фосфора общего. Проведен расчет межгодовых значений ITS в указанный период. Для расчетов использованы первичные данные мониторинга озера, регулярно осуществляемого Северо-Западным управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Установлено, что в 2003–2020 гг. трофическое состояние озера Ильмень определялось в основном как эвтрофное, за исключением 2006, 2008, 2017 и 2019 гг., когда водоем характеризовался как мезотрофный. По концентрации фосфора общего в 2003 г. трофическое состояние озера определено как гипертрофное, в 2018 г. оно было мезотрофным, в остальные годы – эвтрофным. Результаты исследования целесообразно применить для принятия эффективных управленческих решений о снижении фосфорной антропогенной нагрузки на озеро.

Ключевые слова: озеро; эвтрофирование; индекс трофического состояния; концентрация фосфора общего; классификация трофических состояний

Для цитирования: Фрумин Г. Т., Терещенко О. В. Трофический статус озера Ильмень (по данным 2003–2020 годов) // Труды Карельского научного центра РАН. 2022. № 6. С. 50–57. doi: 10.17076/lim1555

Финансирование. Работа выполнена в Российском государственном педагогическом университете им. А. И. Герцена в рамках государственного задания при финансовой поддержке Минпросвещения России (проект № FSN-2020-0016).

G. T. Frumin^{1*}, O. V. Tereshchenko². TROPHIC STATUS OF LAKE ILMEN (2003–2020)

¹ *Herzen State Pedagogical University of Russia (48 Nab. R. Moiki, 191186 St. Petersburg, Russia), *gfrumin@mail.ru*

² *Yaroslav-the-Wise Novgorod State University (41 Bolshaya Sankt-Peterburgskaya St., 173003 Veliky Novgorod, Russia)*

Lake Ilmen is one of the most productive lakes in the northwestern part of European Russia. The purpose of the study was to assess the trophic status of the Ilmen in the period 2003–2020 based on two different indicators. The trophic status index (ITS) is calculated from two hydrochemical indicators: the pH value and the percentage of water saturation with oxygen. The other indicator of the trophic status is the average annual concentration of total phosphorus. Interannual ITS values for the period from 2003 to 2020 were determined. The input for the calculations was data from lake monitoring regularly conducted by the North-Western Department of Hydrometeorology and Environmental Monitoring. It has been established that the trophic status of Lake Ilmen in the specified period was mainly characterized as eutrophic except for years 2006, 2008, 2017, and 2019, when it was mesotrophic. According to the concentration of total phosphorus in 2003, the trophic status of the lake was characterized as hypertrophic, in 2018 as mesotrophic, while in other years it was eutrophic. It is advisable to apply the results of the study in decision-making for reducing the anthropogenic phosphorus loading on the lake.

Keywords: lake; eutrophication; trophic state index; total phosphorus concentration; classification of trophic states

For citation: Frumin G. T., Tereshchenko O. V. Trophic status of Lake Ilmen (2003–2020). *Trudy Kareli'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2022. No. 6. P. 50–57. doi: 10.17076/lim1555

Funding. The study was performed at the Herzen State Pedagogical University of Russia under state assignment with financial support from the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (project # FSZN-2020-0016).

Введение

Озеро Ильмень является одним из наиболее продуктивных озер Северо-Западного региона европейской части России [Смирнова, 1974; Бойцов и др., 1997; Кузьмина, Кузнецова, 2014; Несветова, Бойцов, 2018]. «Сток из Ильменя осуществляется через реку Волхов, в истоке которой расположен г. Великий Новгород. Для города озеро является одним из главных источников пресной воды, обостряющийся дефицит которой занимает особое место в числе глобальных экологических проблем» [Кузьмина и др., 2011].

«Среди современных проблем водной экологии центральное место занимает проблема эвтрофирования» [Хендерсон-Селлерс, Марклэнд, 1990]. Эвтрофирование – повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов под действием антропогенных и естественных (природных) факторов. Среди биогенных элементов, влияющих на процесс эвтрофирования, для водоемов умеренной зоны решающую роль играет фосфор [Россоломо, 1977].

Развитие процесса антропогенного эвтрофирования приводит ко многим неблагоприятным последствиям с точки зрения водопользования и водопотребления (развитие «цветения» и ухудшение качества воды, появление анаэробных зон, нарушение структуры биоценозов

и исчезновение многих видов гидробионтов, в том числе ценных промысловых рыб) [Батян и др., 2009]. Типичная причина эвтрофирования водоемов – увеличение биогенной нагрузки, а типичное последствие – бурное «цветение» цианобактерий с последующим отмиранием их избыточной биомассы, выделением токсинов, нарушением кислородного режима и т. д. [Фрумин, Хуан, 2012]. Как национальную проблему рассматривают токсичные цветения озер в Англии, Финляндии, Норвегии. В литературе описаны наблюдения токсигенных цианобактерий в ряде озер Карелии и в Невской губе восточной части Финского залива. Токсины могут вызывать цирроз печени, дерматиты у людей, отравление и гибель животных [Громов, 1996].

Поскольку эвтрофирование водоемов стало серьезной глобальной экологической проблемой, по линии ЮНЕСКО начаты работы по мониторингу внутренних вод, контролю за эвтрофированием водоемов земного шара [Дмитриев, Фрумин, 2004; Фрумин, 2008; Фрумин, Гильдеева, 2013].

Проблема эвтрофирования озера Ильмень была [Дмитриев и др., 1989; Дмитриев, 1995] и остается актуальной до настоящего времени. К сожалению, в доступных авторам данной статьи литературных источниках не удалось найти публикаций, посвященных оценке трофического статуса этого озера. Актуальность проведенного исследования обусловлена необходимостью оценки трофического статуса озера Ильмень

для последующего обоснования природоохранными организациями управленческих решений о необходимом снижении антропогенной биогенной нагрузки со стоком рек и с водосбора.

Цель исследования – оценка трофического состояния озера Ильмень за период 2003–2020 гг. на основе двух различных показателей трофического статуса.

Материалы и методы

Для оценки трофического состояния озера Ильмень применены два показателя: индекс трофического состояния – ITS (Index of trophical state) и среднегодовая концентрация фосфора общего.

Метод расчета величин ITS подробно описан [Временные..., 1991; Способ..., 1995; Цветкова и др., 2001; Булгаков, Шишкин, 2008; Неверова-Дзиопик, Цветкова, 2020; Фрумин, Мурадлы, 2020].

Оценка трофического состояния озера проведена по классификации, приведенной в табл. 1.

Согласно OECD (Организация экономического сотрудничества и развития), при концентрации фосфора общего < 4 мг/дм³ трофический статус характеризуется как ультраолиготрофный, при < 10 мг/дм³ – как олиготрофный, в интервале 10–35 мг/дм³ – как мезотрофный, в интервале 35–100 мг/дм³ – как эвтрофный и при > 100 мг/дм³ – как гипертрофный [Фрумин, Хуан, 2012].

В работе использован пакет прикладных программ Excel и данные среднегодового гидрохимического мониторинга озера с 2003 по 2020 г. Первичные данные для расчетов заимствованы из ежегодников СЗ УГМС. Гидрохимические анализы проведены в аттестованной лаборатории Новгородского областного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Таблица 1. Классификация трофических состояний водного объекта [Алексеев и др., 2007]

Table 1. Classification of trophic states of a water body [Alekseev et al., 2007]

Продукционно-деструкционный баланс Production-destructive balance	Трофическое состояние Trophic state	ITS
Отрицательный, $P < D$ Negative, $P < D$	Дистрофное Dystrophic	$< 5,7 \pm 0,3$
	Ультраолиготрофное Ultraoligotrophic	$6,3 \pm 0,3$
Нулевой, $P = D$ Zero, $P = D$	Олиготрофное Oligotrophic	$7,0 \pm 0,3$
Положительный, $P > D$ Positive, $P > D$	Мезотрофное Mesotrophic	$7,7 \pm 0,3$
	Эвтрофное Eutrophic	$> 8,3 \pm 0,3$

Расположение вертикалей отбора проб воды представлено на рис. 1. Пробы отбирались из различных субакваторий озера, что позволило провести корректную оценку трофического статуса в целом по озеру. Наименьшее количество проб (24) было отобрано в 2011 г., а наибольшее (56) – в период 2013–2020 гг.

Результаты и обсуждение

Результаты математико-статистической обработки первичных данных мониторинга представлены на рис. 2 и 3. Данные, приведенные на рис. 2, показывают трофический статус озера в 2006, 2008, 2017 и 2019 гг. как мезотрофный, в остальные годы водоем был эвтрофным.

Для качественной оценки трендов использована шкала Чеддока [Макарова, Трофимец, 2002]. Шкала Чеддока, как качественная статистическая характеристика, успешно применяется в медицине, экономике, маркетинге, социологии и других науках. На рис. 2 и 3 представлены линии трендов и коэффициенты корреляции (r). По шкале Чеддока эти данные можно интерпретировать следующим образом: для ITS и концентраций фосфора общего тренды умеренные отрицательные.

Следуя данным рис. 2, можно предположить, что в перспективе уровень трофии озера будет снижаться с переходом от эвтрофного статуса к мезотрофному. Это предположение следует рассматривать как сугубо ориентировочное.

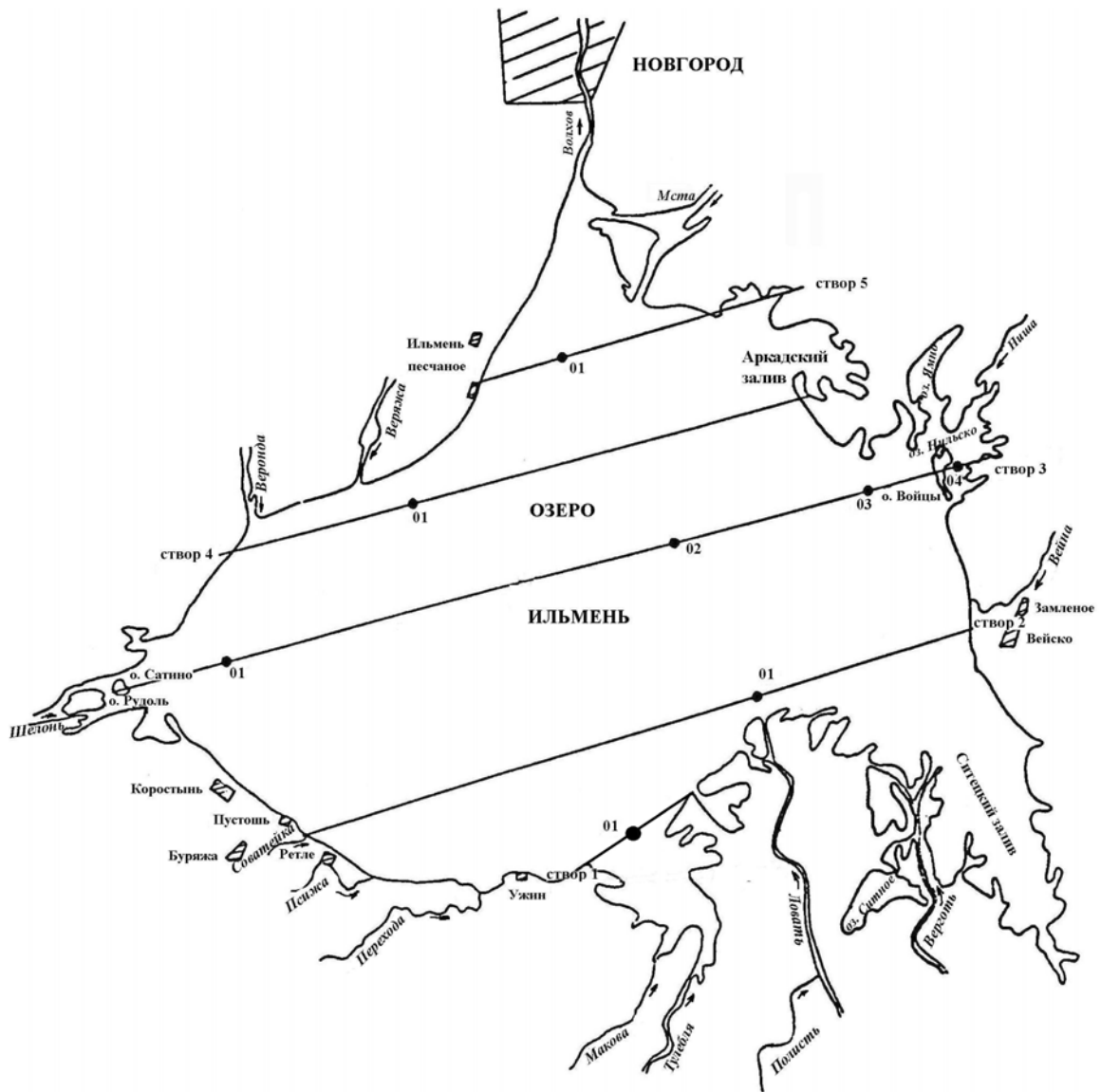


Рис. 1. Схема расположения вертикалей отбора проб на озере Ильмень

Fig. 1. The layout of sampling verticals on Lake Ilmen

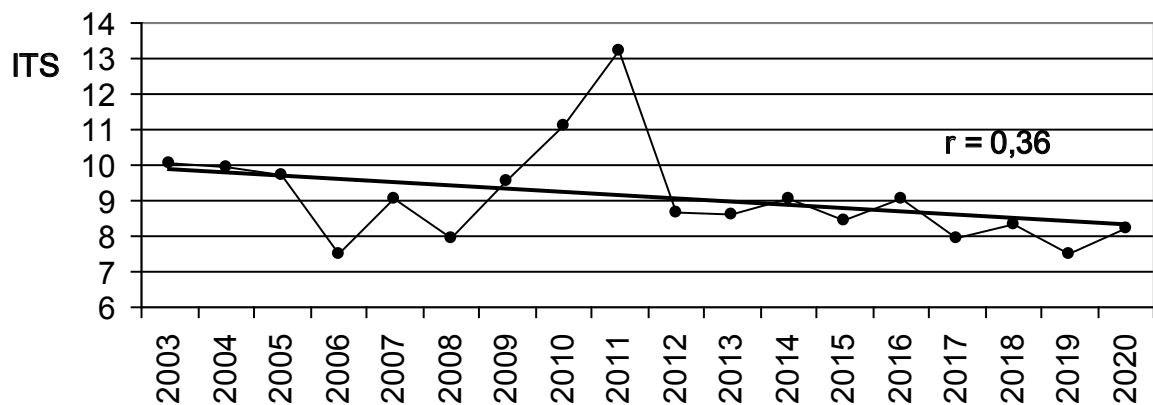


Рис. 2. Динамика индекса трофического состояния (статуса) озера Ильмень

Fig. 2. Dynamics of the trophic state (status) index of Lake Ilmen

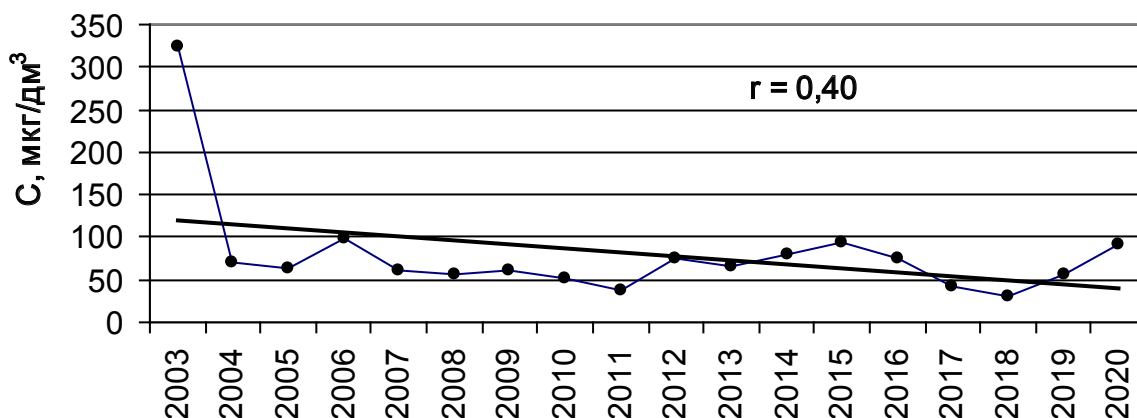


Рис. 3. Динамика концентраций фосфора общего в озере Ильмень

Fig. 3. Dynamics of total phosphorus concentrations in Lake Ilmen

Соотношение между величинами ITS и концентрациями фосфора общего статистически незначимо (коэффициент корреляции $r = 0,05$ при объеме выборки $n = 18$) [Макарова, Трофимец, 2002]. При исключении из массива данных «аномально» высокого

значения концентрации фосфора общего в 2003 г. (325 мкг/дм³) соотношение между ITS и концентрациями фосфора общего характеризуется коэффициентом корреляции $r = 0,37$ («умеренная» теснота связи между переменными) (рис. 4).

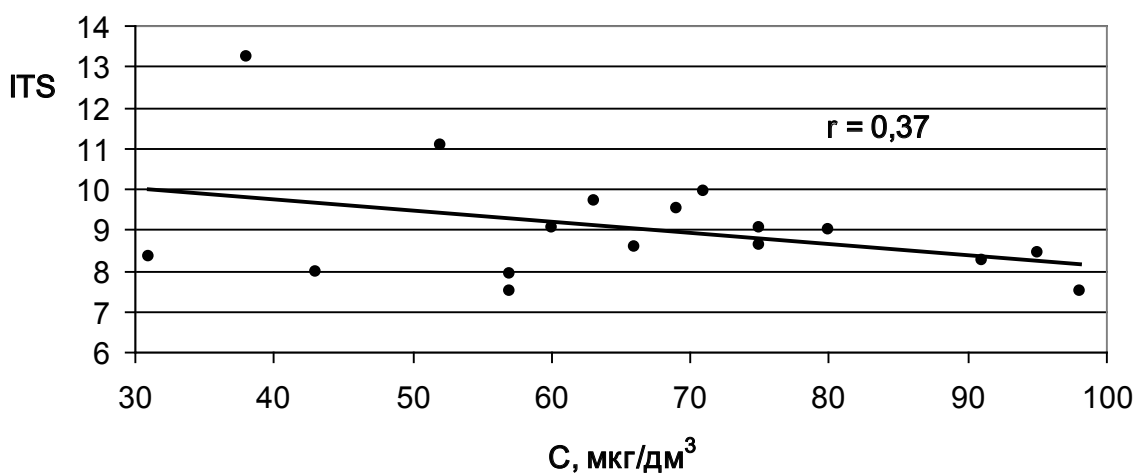


Рис. 4. Соотношение между концентрациями фосфора общего и величинами ITS

Fig. 4. Relationship between total phosphorus concentrations and ITS values

Высокое содержание фосфора общего в озере Ильмень обусловлено несколькими факторами: речным стоком, диффузным поступлением с водосборной территории и др. «Иногда наблюдаемый в водоеме уровень содержания биогенных элементов может быть следствием продукционных процессов, а не их причиной» [Несветова, Бойцов, 2018].

В обобщенном виде результаты проведенного анализа представлены в табл. 2.

По данным этой таблицы в подавляющем числе случаев трофический статус озера Ильмень характеризуется как эвтрофный. Такое состояние водоема за восемнадцатилетний период наблюдений определяется в течение четырнадцати лет при использовании в качестве индикатора ITS, что составляет 77,8 %, а при оценке по содержанию фосфора общего – 88,9 %.

Аналогичный результат оценки трофического состояния озера Ильмень приведен в ранее

Таблица 2. Трофический статус озера Ильмень

Table 2. Trophic status of Lake Ilmen

Год Year	Показатель Index	Трофический статус Trophic status	Показатель Index	Трофический статус Trophic status
	ITS		С, мкг/дм ³ С, µg/dm ³	
2003	10,03	эвтрофный eutrophic	325	гипертрофный hypertrophic
2004	9,93	«	71	эвтрофный eutrophic
2005	9,72	«	63	«
2006	7,49	мезотрофный mesotrophic	98	«
2007	9,05	эвтрофный eutrophic	60	«
2008	7,94	мезотрофный mesotrophic	57	«
2009	9,54	эвтрофный eutrophic	61	«
2010	11,1	«	52	«
2011	13,25	«	38	«
2012	8,65	«	75	«
2013	8,59	«	66	«
2014	9,03	«	80	«
2015	8,45	«	95	«
2016	9,06	«	75	«
2017	7,97	мезотрофный mesotrophic	43	«
2018	8,33	эвтрофный eutrophic	31	мезотрофный mesotrophic
2019	7,49	мезотрофный mesotrophic	57	эвтрофный eutrophic
2020	8,25	эвтрофный eutrophic	91	«

опубликованной монографии [Неверова-Дзиопик, Цветкова, 2020]. В этой работе представлены величины ITS за период 2003–2009 гг., из которого лишь в 2006 г. озеро характеризовалось как мезотрофное, в остальные годы трофическое состояние указанного водоема было эвтрофным.

Высокий трофический статус озера Ильмень обусловлен в основном высоким содержанием фосфора общего (растворенного). Средняя его концентрация за период 2003–2020 гг. была 80 (43–117) мкг/дм³.

Выводы

1. За период 2003–2020 гг. трофический статус озера Ильмень, оцениваемый индексами трофического состояния (ITS) и среднегодовыми концентрациями фосфора общего, характеризуется в основном как эвтрофный.

2. Эвтрофный трофический статус озера Ильмень обусловлен высоким содержанием в воде

озера фосфора общего (средняя концентрация за исследованный период 80 (43–117 мкг/дм³).

3. Для деэвтрофирования озера Ильмень необходимо снизить антропогенную фосфорную нагрузку со стоком из впадающих в него рек и с водосбора.

Литература

Алексеев М. И., Цветкова Л. И., Копина Г. И. Методика расчетов региональных нормативов экологического благополучия водных объектов (Невской губы и восточной части Финского залива). СПб.: СПбГАСУ, 2007. 36 с.

Батян А. Н., Фрумин Г. Т., Базылев В. Н. Основы общей и экологической токсикологии: учебное пособие. СПб.: СпецЛит, 2009. 352 с.

Бойцов А. В., Васильев В. Ю., Горбовская А. Д. Экосистема озера Ильмень и его поймы. СПб.: Изд-во СПб ун-та, 1997. 247 с.

Булгаков И. П., Шишкин А. И. Применение нового показателя трофического состояния водоема для решения инженерных задач // День Балтийского

моря: Сб. тезисов IX Международного экологического форума. СПб.: Диалог, 2008. С. 495–496.

Временные методические рекомендации по определению экологически допустимых концентраций (ЭДК) фосфора в воде водоемов для расчета экологически допустимых сбросов (ЭДС) фосфора со сточными водами в целях предотвращения эвтрофирования. Л.: ЛИСИ, 1991. 37 с.

Громов Б. В. Цианобактерии в биосфере // Соросовский образовательный журнал. 1996. № 9. С. 33–39.

Дмитриев В. В., Третьяков В. Ю., Васильев В. Ю. Моделирование годового цикла функционирования водной экосистемы озера Ильмень // Сб. научных трудов ГосНИОРХ. 1989. Вып. 302. С. 85–92.

Дмитриев В. В. Диагностика и моделирование водных экосистем. СПб.: Изд-во СПб ун-та, 1995. 216 с.

Дмитриев В. В., Фрумин Г. Т. Экологическое нормирование и устойчивость природных систем. СПб.: СПбГУ, РГГМУ, 2004. 294 с.

Кузьмина И. А., Кузнецова О. В., Асанова Т. А. Гидрологическая, геохимическая и биоиндикационная характеристика озера Ильмень // Известия Самарского научного центра РАН. 2011. №1(6). С. 1438–1442.

Кузьмина И. А., Кузнецова О. В. Анализ результатов гидро- и геохимического мониторинга озера Ильмень // Вестник Новгородского государственного университета. 2014. № 76. С. 69–73.

Макарова Н. В., Трофимец В. Я. Статистика в Excel. СПб.: Финансы и статистика, 2002. 368 с.

Неверова-Дзюпик Е., Цветкова Л. И. Оценка трофического состояния поверхностных вод. СПб.: СПбГАСУ, 2020. 176 с.

Несветова Г. И., Бойцов В. Д. Гидрохимическая характеристика озера Ильмень // Ученые записки РГГМУ. 2018. № 50. С. 66–80.

Россолимо Л. Л. Изменение лимнических экосистем под воздействием антропогенного фактора. М.: Наука, 1977. 144 с.

Способ определения экологического состояния пресноводных водоемов. Патент РФ № 2050128 от 20 декабря 1995 г., патентообладатели Л. И. Цветкова, В. Н. Пономарева, Т. И. Копина, Е. В. Неверова-Дзюпик.

Смирнова Л. Ф. Гидрологический и гидрохимический режимы озера Ильмень // Известия ГосНИОРХ. 1974. Т. 86. С. 3–11.

Фрумин Г. Т. Экологические проблемы гидросферы // Современные проблемы экологии. СПб.; Киев: Крисмас+, 2008. С. 192–230.

Фрумин Г. Т., Хуан Ж.-Ж. Вероятностная оценка трофического статуса водных объектов. Методическое пособие. СПб.: РГГМУ, 2012. 28 с.

Фрумин Г. Т., Гильдеева И. М. Эвтрофирование водоемов – глобальная экологическая проблема // Экологическая химия. 2013. Т. 22(4). С. 191–197.

Фрумин Г. Т., Мурадлы М. А. Динамика трофического статуса Нарвского водохранилища (по данным 2011–2019 гг.) // Труды Карельского научного центра РАН. 2020. № 9. С. 65–71. doi: 10.17076/1300

Хендерсон-Селлерс Б., Маркленд Х. Р. Умирающие озера. Причины и контроль антропогенного эвтрофирования. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 280 с.

Цветкова Л. И., Алексеев М. И., Кармазинов Ф. В., Неверова-Дзюпик Е. В., Усанов Б. П., Жукова Л. И. Экология: Учебник для технических вузов / Под ред. Л. И. Цветковой. М.: АСВ; СПб.: Химиздат, 2001. 552 с.

References

Alekseev M. I., Tsvetkova L. I., Kopina G. I. A method for calculating regional standards for the ecological well-being of water bodies (Neva Bay and the eastern part of the Gulf of Finland): St. Petersburg: SPbGASU; 2007. 36 p.

Batyán A. N., Frumin G. T., Bazylev V. N. Fundamentals of general and environmental toxicology: A study guide. St. Petersburg: SpetsLit; 2009. 352 p. (In Russ.)

Boitsov A. V., Vasil'ev V. Yu., Gorbovskaya A. D. Ecosystem of Lake Ilmen and its floodplain. St. Petersburg: St. Petersburg Univ.; 1997. 247 p. (In Russ.)

Bulgakov I. P., Shishkin A. I. Application of a new indicator of the trophic state of a reservoir for solving engineering problems. *Den' Baltiiskogo morya: Sb. tez. IX Mezhdunar. ekol. foruma = Baltic Sea Day: Proceed. IX international environ. forum.* St. Petersburg: Dialog; 2008. P. 495–496. (In Russ.)

Dmitriev V. V., Tret'yakov V. Yu., Vasil'ev V. Yu. Modeling of the annual cycle of the aquatic ecosystem functioning of Lake Ilmen. *Sb. nauch. trudov GosNIORKh = Proceed. National Research Institute of Lake and River Fisheries.* 1989;302:85–92. (In Russ.)

Dmitriev V. V. Diagnostics and modeling of aquatic ecosystems. St. Petersburg: St. Petersburg Univ.; 1995. 216 p. (In Russ.)

Dmitriev V. V., Frumin G. T. Ecological regulation and sustainability of natural systems. St. Petersburg: SPbSU, RSHU; 2004. 294 p. (In Russ.)

Frumin G. T. Environmental problems of the hydrosphere. *Sovremennye problemy ekologiyeny = Current Problems of Environmental Hygiene.* St. Petersburg; Kiev: Krimas+; 2008. P. 192–230. (In Russ.)

Frumin G. T., Khuan Zh.-Zh. Probabilistic assessment of the trophic status of water bodies. A toolkit. St. Petersburg: RSHU; 2012. 28 p. (In Russ.)

Frumin G. T., Gil'deeva I. M. Eutrophication of water bodies is a global environmental problem. *Ekologicheskaya khimiya = Ecological Chemistry.* 2013;22(4): 191–197. (In Russ.)

Frumin G. T., Muradly M. A. Dynamics of the trophic status of the Narva storage reservoir (2011–2019). *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre of RAS.* 2020;9:65–71. doi: 10.17076/1300 (In Russ.)

Gromov B. V. Cyanobacteria in the biosphere. *Sorosovskii obrazovatel'nyi zhurnal = Soros Educational Journal.* 1996;9:33–39. (In Russ.)

Khenderson-Sellers B., Marklend Kh. R. Dying lakes. The causes and control of anthropogenic eutrophication. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1990. 280 p. (In Russ.)

Kuz'mina I. A., Kuznetsova O. V., Asanova T. A. Hydrological, geochemical and bioindicative characteristics of Lake Ilmen. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2011;1(6): 1438–1442. (In Russ.)

Kuz'mina I. A., Kuznetsova O. V. Analysis of the results of hydro- and geochemical monitoring of Lake Ilmen. *Vestnik Novgorodskogo gos. universiteta = Vestnik NovSU*. 2014;76:69–73. (In Russ.)

Makarova N. V., Trofimets V. Ya. *Statistics in Excel*. St. Petersburg: Finance and statistics; 2002. 368 p. (In Russ.)

Neverova-Dziopik E., Tsvetkova L. I. Assessment of the trophic state of surface waters. St. Petersburg: SPbGASU; 2020. 176 p. (In Russ.)

Nesvetova G. I., Boitsov V. D. Hydrochemical characteristics of Lake Ilmen. *Uchenye zapiski RGGMU = Proceed. of RSHU*. 2018;50:66–80. (In Russ.)

Rossolimo L. L. Changes in limnic ecosystems under anthropogenic impact. Moscow: Nauka, 1977. 144 p.

Smirnova L. F. Hydrological and hydrochemical regimes of Lake Ilmen. *Izvestiya GosNIORKh (National Research Institute of Lake and River Fisheries)*. 1974;86:3–11. (In Russ.)

Temporary guidelines for determining environmentally acceptable concentrations (EDC) of phosphorus in the reservoirs water for the calculation of environmentally acceptable discharges (EMF) of phosphorus with wastewater in order to prevent eutrophication. Leningrad: LISI; 1991. 37 p. (In Russ.)

Tsvetkova L. I., Alekseev M. I., Karmazinov F. V., Neverova-Dziopik E. V., Usanov B. P., Zhukova L. I. *Ecology: A textbook for technical universities*. Moscow: IZD-VO ASV; St. Petersburg: Khimizdat; 2001. 552 p. (In Russ.)

Tsvetkova L. I., Ponomareva V. N., Kopina T. I., Neverova-Dziopik E. V. A method for determining the ecological state of freshwater bodies. RF patent No. 2050128 dated 20.12.1995. (In Russ.)

Поступила в редакцию / received: 05.03.2022; принята к публикации / accepted: 23.05.2022.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Фрумин Григорий Тевелевич

д-р хим. наук, профессор, ведущий научный сотрудник

e-mail: gfrumin@mail.ru

Терещенко Оксана Викторовна

старший преподаватель кафедры экологии, географии и природопользования

e-mail: otereschenko@yandex.ru

CONTRIBUTORS:

Frumin, Grigory

Dr. Sci. (Chem.), Professor, Leading Researcher

Tereshchenko, Oksana

Senior Lecturer, Department of Ecology, Geography, and Natural Resource Management