

НИКОЛАЙ ВИКТОРОВИЧ ИЛЬМАСТ

доктор биологических наук, заведующий лабораторией экологии рыб и водных беспозвоночных, Институт биологии Карельского научного центра РАН, профессор кафедры зоотехники, рыбоводства и агрономии Института биологии, экологии и агротехнологий, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)

ilmast@petrsu.karelia.ru

ЯРОСЛАВ АЛЕКСАНДРОВИЧ КУЧКО

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии рыб и водных беспозвоночных, Институт биологии Карельского научного центра РАН (Петрозаводск, Российская Федерация)

y-kuchko@mail.ru

ТАМАРА ЮРЬЕВНА КУЧКО

кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и экологии Института биологии, экологии и агротехнологий, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)

kuchko@petrsu.karelia.ru

ДЕНИС СЕРГЕЕВИЧ БЕЛЯЕВ

руководитель, Северо-Западное территориальное управление Федерального агентства по рыболовству (Санкт-Петербург, Российская Федерация)

belyaev@sztufar.ru

НИКОЛАЙ ПЕТРОВИЧ МИЛЯНЧУК

аспирант лаборатории экологии рыб и водных беспозвоночных, Институт биологии Карельского научного центра РАН (Петрозаводск, Российская Федерация)

milyanchuk90@mail.ru

МОНИТОРИНГ ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА ГИМОЛЬСКОЕ (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)*

Представлены результаты комплексной оценки современного состояния экосистемы озера Гимольское (западная Карелия). По гидробиологическим показателям водоем относится к мезотрофному типу с повышенным уровнем развития планктона и бентоса в заливах и губах. Рыбное население представлено 16 видами. Основными объектами любительского рыболовства являются ряпушка, лещ и щука. Недоиспользуются запасы плотвы и окуня. Озеро относится к высшей рыбохозяйственной категории водных объектов, так как в нем обитают такие ценные виды рыб, как сиг, судак и ряпушка.

Ключевые слова: мониторинг, пресноводная экосистема, планктон, бентос, ихтиофауна, трофический статус

ВВЕДЕНИЕ

Проблема сохранения биологических ресурсов и биоразнообразия стала особенно актуальной в последние годы в связи с резким сокращением числа видов и разрушением экосистем [1], [13]. Современный период характеризуется мощным отрицательным влиянием результатов хозяйственной деятельности на пресноводные экосистемы [2], [5], [11], [14], [17]. Поэтому весьма актуальным становится проведение мониторинговых исследований их состояния. Важную роль в сохранении разнообразия гидробионтов пресноводных экосистем играют заповедники, национальные парки и другие особо охраняемые природные территории (ООПТ).

Работы проводились в рамках проекта «Интеллектуальное управление ресурсами Зеленого пояса Фенноскандии» (IntellGreenBelt) (2013–2014

годы) с целью развития сети ООПТ, рыболовства, разнообразных форм туризма.

Целью исследования являлась оценка современного состояния гидробиоценозов озера Гимольское, расположенного на территории Зеленого пояса Фенноскандии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для данной работы являются результаты комплексных гидробиологических и ихтиологических исследований, проведенных в 2013–2014 годах на озере Гимольское (западная Карелия).

Озеро Гимольское принадлежит к бассейну Балтийского моря, расположено в верхней части водосбора р. Суны – притока Онежского озера. Площадь водной поверхности 80,5 км². Наибольшая длина 25,3 км, ширина 5,6 км. На озере

83 острова общей площадью 9,7 км². Площадь водосбора составляет 2590 км². В озеро впадает ряд рек: Торосозерка, Чеба, Вотто и др., вытекает р. Суна. Озеро мелководное, наибольшая глубина 30 м, средняя 3,3 м. Прозрачность воды 1,8 м. Воды озера характеризуются слабокислой реакцией (рН 6,8). По гидрохимическим показателям они относятся к гидрокарбонатному классу группы Са (общая минерализация составляет около 9 мг/л). Озеро используется децентрализованно для нужд местного населения и любительского рыболовства [9].

Для отбора проб фито- и зоопланктона применялся батометр Рутнера. Камеральная обработка проводилась по общепринятым методикам гидробиологического мониторинга [6], [7], [12].

Интегрированные пробы фитопланктона (поверхность – дно с интервалом в 1 м и объемом 1 л/литр) фиксировали 40 % формалином. Индексы сапробности рассчитывали по методу Пантле и Букк в модификации Сладечека [18]. Зоопланктон оценивался по видовому составу, численности, биомассе, индексу Шеннона, рассчитанному по численности и индексу доминирования Бергер-а – Паркера. Трофический статус водоема оценивали по шкале трофности С. П. Китаева [4]. При определении планктонных ракообразных и коловраток использовался ряд руководств [10], [19].

Количественные пробы макрообентоса отбирались в осенний период, использовался дно-черпатель ДАК-250 (модификация Экмана – Берджа с площадью захвата 1/40 м²) с последующей промывкой грунта через сите № 19 (ячей 0,5 мм) и фиксацией 8 % раствором формальдегида. Обработку материала проводили в лаборатории по общепринятым методикам [12].

Материал по ихтиофауне водоема собран из сетных уловов (сети с ячейй 15–60 мм). Сетные порядки выставлялись в разных участках озера (литораль, пелагиаль) и на различных глубинах. Обработку ихтиологических проб проводили по общепринятым методикам [3], [16]. Рыб измеряли, взвешивали, устанавливали пол, степень зрелости половых гонад. Возраст рыб определяли по чешуе, жаберным крышкам и отолитам.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Фитопланктон. В фитопланктоне обнаружено 30 видов водорослей из 5 систематических отделов: диатомовые (*Bacillariophyta*) – 16 (53 %), золотистые (*Chrysophyta*) – 4 (13 %), зеленые (*Chlorophyta*) – 3 (10 %), эвгленовые (*Euglenophyta*) – 5 (17 %), динофитовые (*Dinophyta*) – 2 (7 %). Наиболее разнообразны в планктоне озера диатомовые, эвгленовые и золотистые водоросли. Наибольшее видовое разнообразие водорослей отмечено в литоральной зоне озера.

Значения численности и биомассы фитопланктона в озере составляют 110,0 тыс. кл/л и 0,13 г/м³ в центральной части и 420,5 тыс. кл/л и 1,4 г/м³ в литорали (табл. 1). Диатомовые водоросли формируют основу численности водорослей в водоеме (90 % в центральной части и 93 % в литорали).

Оценка качества воды по индексу сапробности индикаторных видов ($S = 1,94$) показала, что качество воды в центральной части водоема оценивается уровнем третьего класса («удовлетворительная чистота»), что соответствует β' -мезосапробным условиям. В то время как в литорали озера значение индекса сапробности ($S = 2,15$) указывает на более высокую степень их органического загрязнения.

Зоопланктон. В составе планктонной фауны отмечено 37 видов коловраток и ракообразных, из них *Rotifera* – 7 видов, *Cladocera* – 22 вида, *Copepoda* – 8 видов.

Видовое разнообразие планктонной фауны озера Гимольское создается главным образом за счет ветвистоусых ракообразных *Cladocera*, что является обычным явлением для водоемов Карелии. Наличие развитой высшей водной растительности вдоль побережья и в заливах способствует распространению зарослевого планктонного комплекса. В таких локациях создаются благоприятные кормовые условия для гидробионтов других трофических уровней, в первую очередь молоди рыб.

Ряд наиболее информативных структурных показателей сообщества зоопланктона озера Гимольское приводится в табл. 2. В пелагиали водоема по численности отмечается незначительное преобладание кладоцер, в литоральной

Численность и биомасса фитопланктона (П – пелагиаль, Л – литораль)

Таблица 1

Отделы	Показатель							
	Численность, тыс. кл/л		%		Биомасса, г/м ³		%	
	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л
Диатомовые	99,0	392,0	90	93	0,09946	0,78463	75	56
Золотистые	–	4,0	–	1	–	0,00448	–	0,5
Зеленые	3,0	11,0	3	3	0,00772	0,51632	5	37
Эвгленовые	8,0	7,0	7	2	0,02598	0,02886	20	1,5
Динофитовые	–	6,5	–	6,5	–	0,06757	–	5
Всего	110,0	420,5	100	100	0,13316	1,40186	100	100

Таблица 2

Структурные показатели сообщества зоопланктона оз. Гимольское		
Показатель	Пелагиаль	Литораль
$N_{Rot} \cdot N_{Clad} \cdot N_{Cop}$, %	28:40:32	14:33:53
$B_{Rot} \cdot B_{Clad} \cdot B_{Cop}$, %	8:63:29	3:72:25
Число видов	25	29
Численность, тыс. экз./м ³	47,58	53,96
Биомасса, г/м ³	1,353	2,403
Средняя индивидуальная масса особи, мг	0,028	0,044
$B_{Crust} \cdot B_{Rot}$	12,1	33,8
$N_{Clad} \cdot N_{Cop}$	1,2	0,6
$B_{Cycl} \cdot B_{Cal}$	6,0	15,3
Индекс Шеннона по численности, бит/экз.	2,3	2,1
Индекс сапробности	1,40	1,45
Ценозообразующие виды	<i>D. cristata</i> , <i>Bosmina spp.</i> , <i>H. gibberum</i> , <i>A. priodonta</i>	<i>S. crystallina</i> , <i>M. leuckarti</i> , <i>Th. oithonoides</i> , <i>Bosmina spp.</i>
Типизация водоема	α-мезотрофный, олигосапробный	β-мезотрофный, олигосапробный

зоне – копепод. Показатели общей численности и биомассы позволяют характеризовать озеро Гимольское как мезотрофный водоем с повышенным уровнем развития зоопланктона в заливах и губах.

Макрообентос. Фауна донных животных представлена главным образом личинками хирономид, моллюсками, личинками ручейников и малощетинковыми червями. Средняя численность бентоса составляет около 550 экз./м² при биомассе 1,9 г/м². Около 28 % биомассы составляют поденки, хирономиды 15 %, моллюски 17 %, олигохеты 11 %, личинки стрекоз около 11 %, а ручейников не менее 5 %. Наиболее значительные показатели биомассы приходятся на верхнюю литораль.

Ихтиофауна озера Гимольское представлена 16 видами: ряпушка, сиг, щука, корюшка, плотва, язь, елец, гольян, уклейка, густера, лещ, окунь, судак, ерш, налим, подкаменщик. Основными промысловыми рыбами являются ряпушка, щука, лещ, окунь.

Рыбы озера Гимольское (16 видов, 7 семейств), по Г. В. Никольскому [8], относятся к 5 фаунистическим комплексам. По числу видов доминируют рыбы бореального равнинного комплекса (окунь *Perca fluviatilis*, ерш *Gymnocephalus cernuus*, плотва *Rutilus rutilus*, щука *Esox lucius*, язь *Leuciscus idus*) – 31 %, на долю арктического пресноводного (сиг *Coregonus lavaretus*, ряпушка *Coregonus albus*, налим *Lota lota*) приходится 25 %, на долю бореального предгорного (гольян *Phoxinus phoxinus*, елец *Leuciscus leuciscus*, подкаменщик *Cottus gobio*) и pontического пресноводного (уклейка *Alburnus alburnus*, лещ *Aramis brama*, густера *Blicca bjoerkna*) комплексов приходится по 19 %, на амфиборельный равнинный (судак *Sander lucioperca*) – 6 %. По биомассе в водоеме также доминируют рыбы бореального равнинного комплекса (50 %). В целом по озеру по числу видов преобладают рыбы семейства карповых.

Сиговые рыбы в озере Гимольское представлены европейской ряпушкой и сигом. Ряпушка широко распространена, придерживается главным образом пелагической части и имеет высокую численность. Это короткоциклический вид, в период исследований уловы ряпушки были представлены тремя возрастными группами, доминировали трехлетки. Ряпушка в условиях озера Гимольское созревает на втором году жизни (1+) при длине 11 см и массе тела 16 г, что свойственно большинству популяций мелкой ряпушки озер Карелии. Длина (ас) ряпушки в уловах колебалась от 11 до 18 см, масса от 14 до 35 г. По темпу роста ряпушка озера Гимольское близка мелкой форме ряпушки из других водоемов Карелии.

В водоеме обитают две экологические формы малотычинкового сига: озерная и озерно-речная. Озерно-речная форма немногочисленна (нерестится в нижнем течении рек Торосозерка и Воттозерка).

Щука – одна из наиболее распространенных рыб в озере, встречается повсеместно. Возрастной состав опытных уловов был представлен особями от 3 до 8 лет. Длина выловленных рыб (ад) варьировала от 38 до 68 см, масса – от 563 до 3800 кг. Рост хищных рыб весьма изменчив, поэтому особи одного возраста часто различаются по длине и массе. Половой зрелости щука достигает в возрасте 3–5 лет, самцы при длине 30–35 см, самки – 40–45 см. Анализ питания показал, что пищевой спектр щуки включает 5 видов рыб, основу питания составляют наиболее многочисленные виды – окунь, ряпушка, плотва. Ведущее место занимает окунь – более 30 % по численности.

Плотва – широко распространенный и многочисленный вид. В озере предпочитает прибрежные мелководные участки, богатые водной растительностью. Возрастной состав уловов был представлен особями от 4 до 10 лет, доминировали пяти-шестилетки (около 70 %). Половое

созревание рыб наступает в 5–6 лет при длине 15 см и массе 70 г. Линейные показатели (ad) колебались от 12,0 до 25 см, масса тела – от 35 до 350 г. Спектр питания разнообразен и включает зоопланктон, различные бентосные организмы (личинки ручейников, хирономид, по-денок, моллюски и др.), детрит, растительные остатки.

С целью улучшения качественного состава ихтиофауны и повышения промысловой продуктивности на озере Гимольское проводились рыбоводно-акклиматизационные работы. В водоем было выпущено 1200 тыс. икринок (1961 год), 579 тыс. личинок (1962 год) и 17,41 тыс. разновозрастных особей судака (1964–1978 годы). Анализ уловов и опрос местных жителей показали, что данный вид в водоеме натурализовался, однако численность его невысока.

*Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания № 0221-2014-0038, программы Президиума РАН № 21 «Биоразнообразие природных систем. Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга» (проект № 0221-2015-0003).

ВЫВОДЫ

Таким образом, оценка современного состояния озера Гимольское по совокупности показателей обилия фито-, зоопланктона и бентоса позволяет отнести исследуемый водоем к мезотрофному типу. Ихтиофауна представлена 16 видами (7 семейств). В составе рыбного населения доминируют рыбы бореального равнинного комплекса, по числу видов преобладают рыбы семейства карповых. Озеро можно отнести к высшей рыбохозяйственной категории водных объектов, так как в нем обитают такие ценные виды рыб, как сиг и судак. В настоящее время на водоеме развит любительский лов, основными промысловыми видами являются ряпушка, лещ и щука. Недоиспользуются запасы окуня и плотвы. Рыбопродуктивность озера составляет около 5 кг/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимов А.Ф., Ленченко В.Ф., Старобогатов Я.И. Биоразнообразие, его охрана и мониторинг биоразнообразия. М.: Ин-т проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, 1997. С. 16–25.
2. Дебуадзе Ю.Ю. Национальная стратегия, состояние, тенденции, исследования, управление и приоритеты в отношении инвазий чужеродных видов на территории России // Инвазии чужеродных видов в Голарктике: Материалы II междунар. симпозиума. Борок, 2003. С. 26–34.
3. Дебуадзе Ю.Ю., Чернова О.Ф. Чешуя костистых рыб как диагностическая и регистрирующая структура. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. 315 с.
4. Китайев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 390 с.
5. Криксунов Е.А., Бобров А.Е., Бурменский В.А. Обеспеченность ресурсами и ее роль в развитии инвазионных процессов // Журнал общей биологии. 2010. Т. 71. № 5. С. 436–451.
6. Кучко Я.А., Ильмас Н.В., Кучко Т.Ю. Методы сбора и обработки проб зоопланктона на пресноводных водоемах: Учебное пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2016. 26 с.
7. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, 1984. 33 с.
8. Никольский Г.В. Структура вида и закономерности изменчивости рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1980. 182 с.
9. Озера Карелии: Справочник / Под ред. Н.Н. Филатова, В.И. Кухарева. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. 464 с.
10. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон / Под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 495 с.
11. Павлов Д.С., Стригнова Б.Р. Биологические ресурсы России и основные направления фундаментальных исследований // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами: Сборник научных статей. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. С. 4–20.
12. Практическая гидробиология. Пресноводные экосистемы / Под ред. В.Д. Федорова, В.И. Капкова. М.: ПИМ, 2006. 367 с.
13. Решетников Ю.С. Биологическое разнообразие и изменение экосистем // Биоразнообразие. Степень таксономической изученности. М.: Наука, 1994. С. 77–85.
14. Решетников Ю.С., Попова О.А., Стерлигова О.П. и др. Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого водоема. М.: Наука, 1982. 248 с.
15. Рылов В.М. Cyclopoida пресных вод. Ракообразные. М.; Л.: АН СССР, 1948. Вып. 3. Т. 3. 319 с.
16. Сидоров Г.П., Решетников Ю.А. Лососеобразные рыбы водоемов Европейского Северо-Востока. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 346 с.
17. Стерлигова О.П., Павлов В.Н., Ильмас Н.В. и др. Экосистема Сямозера. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2002. 120 с.
18. Sladecek V. System of water quality from the biological point of view // Arch. 17. Hydrobiol. Beih. Ergeb. Limnol. 1973. № 7. P. 1–18.
19. Radwan S., Bielanska-Grajner I., Ejsmont-Karabin J. Wrotki (Rotifera) / Stanislaw Radwan (red.). Lodz: Oficina Wydawnicza Tercja, 2004. 447 p.

Ilmast N. V., Institute of Biology of Karelian Research Centre of RAS, Petrozavodsk State University
(Petrozavodsk, Russian Federation)

Kuchko Ya. A., Institute of Biology of Karelian Research Centre of RAS
(Petrozavodsk, Russian Federation)

Kuchko T. Yu., Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)

Belyaev D. S., North-West Territorial Administration of the Federal Agency for Fisheries
(St. Petersburg, Russian Federation)

Milyanchuk N. P., Institute of Biology of Karelian Research Centre of RAS
(Petrozavodsk, Russian Federation)

MONITORING OF THE GIMOLY LAKE ECOSYSTEM, REPUBLIC OF KARELIA

Research results of the integrated assessment of the current state of the Gimoly Lake ecosystem, western Karelia, are reported. The hydrobiological indices of the Lake Gimoly show that it is a mesotrophic water body with elevated plankton and benthos evolution levels in bays. Its fish population consists of 16 species. The main targets of amateur fishing are vendace, bream and pike. The roach and perch resources are not completely used. Lake Gimoly is a water body of the highest commercial fishing category because it is inhabited by some valuable fish species such as whitefish, pike-perch and vendace.

Key words: monitoring, freshwater ecosystem, plankton, benthos, ichthyofauna, trophic status

REFERENCES

1. Alimov A. F., Lenchenko V. F., Starobogatov Ya. I. Bbiodiversity, its protection and monitoring [Bioraznoobrazie, ego okhrana i monitoring]. *Monitoring bioraznoobraziya*. Moscow, 1997. P. 16–25.
2. Dgebuadze Yu. Yu. National strategy, state, tendencies, research, management and priorities for invasions of alien species of territories of Russia [Natsional'naya strategiya, sostoyanie, tendentsii, issledovaniya, upravlenie i prioritety v otnoshenii invazii chuzherodnykh vidov na territorii Rossii]. *Invazii chuzherodnykh vidov v Golkartike: Materialy II mezhdunar. simp.* Borok, 2003. P. 26–34.
3. Dgebuadze Yu. Yu., Chernova O. F. *Cheshuya kostistykh ryb kak diagnosticheskaya i registriruyushchaya struktura* [Scales of bony fish as the diagnostic and registering structure]. Moscow, 2009. 315 p.
4. Kitayev S. P. *Osnovy limnologii dlya gidrobiologov i ikhtiyologov* [Fundamentals of limnology for hydrobiologists and ichthyologists]. Petrozavodsk, 2007. 390 p.
5. Krikunov E. A., Bobrev A. E., Burmensky V. A. Resources endow and its role in the development of invasive processes [Obespechennost' resursami i ee rol' v razvitii invazionnykh protsessov]. *Zurnal obshchey biologii* [Biology Bulletin Reviews]. 2010. Vol. 71. № 5. P. 436–451.
6. Kuchko Ya. A., Ilmast N. V., Kuchko T. Yu. *Metody sbora i obrabotki prob zooplanktona na presnovodnykh vododemakh: Uchebnoe posobie* [Methods of collecting and processing samples of zooplankton in fresh-water reservoirs: Work-book]. Petrozavodsk, 2016. 26 p.
7. *Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh na presnovodnykh vododemakh. Zooplankton i ego produktsiya* [Methodical recommendations about collecting and processing of materials at hydrobiological research on fresh-water reservoirs. Zooplankton and its production]. Leningrad, 1984. 33 p.
8. Nikolsky G. V. *Struktura vida i zakonomernosti izmenchivosti ryb* [Species structure and regularity of variability of fishes]. Moscow, 1980. 182 p.
9. *Ozera Karelii: Spravochnik* [Lakes of Karelia. Reference book]. Petrozavodsk, 2013. 464 p.
10. *Opredelitel' zooplanktona i zoobenthosa presnykh vod Evropeyskoy Rossii. T. 1. Zooplankton* [Identification guide of zooplankton and zoobenthos of fresh waters of the European Russia. Vol. 1. Zooplankton] / V. R. Alekseeva, S. Ja. Calolihina (red.). Moscow, 2010. 495 p.
11. Pavlov D. S., Striganova B. R. Biological resources of Russia and main directions of basic research [Biologicheskie resursy Rossii i osnovnye napravleniya fundamental'nykh issledovaniy]. *Fundamental'nye osnovy upravleniya biologicheskimi resursami: Sbornik nauchnykh statey*. Moscow, 2005. P. 4–20.
12. *Prakticheskaya hidrobiologiya. Presnovodnye ekosistemy* [Practical hydrobiology. Fresh-water ecosystems] / V. D. Fedorova, V. I. Kapkova (red.). Moscow, 2006. 367 p.
13. Reshetnikov Yu. S. Biological diversity and change of ecosystems [Biologicheskoe raznoobrazie i izmenenie ekosistem]. *Bioraznoobrazie. Stepen' taksonomicheskoy izuchenosti*. Moscow, 1994. P. 77–85.
14. Reshetnikov Yu. S., Popova O. A., Sterligova O. P. i dr. *Izmenenie struktury rybnogo naseleniya evtrofizuemogo vodoema* [Change of structure of the fish population of an eutrophy reservoir]. Moscow, 1982. 248 p.
15. Rylov V. M. *Cyclopoida presnykh vod. Rakoobraznye* [Cyclopoida of fresh waters. Crustacea]. Moscow, Leningrad, 1948. Issue 3. Vol. 3. 319 p.
16. Sidorov G. P., Reshetnikov Ju. A. *Lososeobraznye ryby vodoemov Evropeyskogo Severo-Vostoka* [Salmonid fishes of reservoirs of the European Northeast]. Moscow, 2014. 346 p.
17. Sterligova O. P., Pavlov V. N., Ilmast N. V. i dr. *Ekosistema Syamozero* [Ecosystem of Lake Syamozero]. Petrozavodsk, 2002. 120 p.
18. Sladeck V. System of water quality from the biological point of view // Arch. 17. Hydrobiol. Beih. Ergeb. Limnol. 1973. № 7. P. 1–18.
19. Radwan S., Bielanska-Grainer I., Ejsmont-Karabin J. Wrotki (Rotifera) / S. Radwan (red.). Lodz: Oficina Wydawnicza Tercja, 2004. 447 p.