

ЭКОЛОГИЯ

ECOLOGY

УДК 597.5. 591

Евгения Павловна Горлачева¹,
научный сотрудник,
Институт природных ресурсов, экологии и криологии
Сибирского отделения Российской академии наук
(672014, Россия, г. Чита, ул. Недорезова, 16а),
e-mail: gorl_ iht@mail.ru

Алексей Владимирович Афонин²,
ведущий инженер,
Институт природных ресурсов экологии и криологии
Сибирского отделения Российской академии наук
(672014, Россия, г. Чита, ул. Недорезова, 16а),
e-mail: AlexAAV@yandex.ru

Серебряный карась *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) как индикатор состояния экосистемы озера Кенон³

Оценка экологического состояния водоёмов, расположенных вблизи городов, относится к одной из важных задач мониторинга. Одним из объектов являются рыбы, которые могут быстро реагировать на антропогенное загрязнение среды обитания. В озере Кенон обитают 12 видов рыб. Наибольший интерес вызывает карась серебряный *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782), ведущий придонный образ жизни, который одним из первых среди рыб реагирует на изменения, происходящие в экосистеме озера Кенон. Кроме того, серебряный карась обитает как в самом озере, так и в сопутствующих ему водоёмах. Рыбы могут быстро реагировать на антропогенное загрязнение среды обитания. Серебряный карась, являясь одним из многочисленных видов, обитающих в озере Кенон, может служить тест-объектом для оценки состояния экосистемы озера. Многолетний период изучения ихтиофауны позволил выявить различные изменения морфологических показателей, которые, скорее всего, обусловлены сменой экологических условий, сложившихся под влиянием антропогенных факторов, дополнительного сброса тепла, изменения гидрологического и гидрохимического режима. В работе приведены материалы по исследованию аномалий в строении внешних и внутренних органов карася серебряного некоторых водных объектов бассейна озера Кенон. Содержится список зарегистрированных аномалий, из которых более часто отмечались аномалии в развитии плавников, хвостового стебля, гонад, чешуи. Изменения экологической обстановки в водоёме накладывают отпечаток на изменение линейно-веса роста у популяции карася серебряного. Приводятся сравнительные материалы по росту карася серебряного в водоёмах с разной степенью антропогенной нагрузки.

Ключевые слова: озеро Кенон, подпорный пруд, карась серебряный, морфологические аномалии, плавники, чешуя

¹ Е. П. Горлачева – основной автор: обработка, анализ и обобщение полученных данных.

² А. В. Афонин – сбор полевого материала и обобщение данных.

³ Работа выполнена в рамках проекта ФНИ IX. 137.1.1.

Yevgeniya P. Gorlacheva¹,

Researcher,

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology,

Siberian Branch, Russian Academy of Sciences

(16a Nedorezova st., Chita, 672014, Russia),

e-mail: gorl_icht@mail.ru

Alexey V. Afonin²,

Leading Engineer

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology,

Siberian Branch, Russian Academy of Sciences

(16a Nedorezova st., Chita, 672014, Russia),

e-mail: AlexAAV@yandex.ru

Silver Crucian Carp *Carassius Auratus Gibelio* (Bloch, 1782) as an Indicator of Ecosystem Health in Lake Kenon³

Assessment of water bodies located near the cities is one of the important tasks of monitoring. This is connected with great interest to the study of populations of silver crucian in Lake Kenon. Fish may quickly respond to anthropogenic pollution of the environment. Silver carp as one of the many species living in Lake Kenon can serve as a test-object for assessment of the lake ecosystem. A long-term study of the fish fauna allowed us to reveal various changes of morphological indicators, which are likely caused by the change of environmental conditions formed under the influence of anthropogenic factors, additional heat relief, changes in the hydrological and hydrochemical regime. We investigated abnormalities in the structure of the external and internal organs of crucian carp in some water bodies in the basin of Lake Kenon. The paper provides a list of registered anomalies. Abnormalities of the fins, caudal peduncle, gonads, scales were common. Changes in the environmental situation have effect on the population of silver crucian carp, change in the linear and weight growth naturally occurs. In this connection, the comparative materials on the growth of crucian carp in ponds with different degree of anthropogenic load are very important.

Keywords: Lake Kenon, retaining pond, silver carp, morphological abnormalities, fins, scales

Введение. В связи с усилением антропогенной нагрузки на водные экосистемы, в последнее время огромное внимание уделяется исследованиям морфологических патологий и аномалий развития у рыб [2; 3; 5; 6]. Воздействие на водоёмы, расположенные на урбанизированных территориях, с сильной антропогенной нагрузкой, приводит к нарушению природных водных объектов. Рыбы широко используются в качестве биоиндикаторов, что объясняется быстрой ответной реакцией организма рыб на изменения окружающей среды.

Особую озабоченность вызывает состояние озера Кенон, имеющего большое рыбохозяйственное и рекреационное значение. Однако за последние годы качество вод озера значительно ухудшилось [12; 14; 16]. Целью статьи является обобщение данных изучения морфологических аномалий и их частоты встречаемости у карася серебряного *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782), обитающего как в самом озере, так и в водоёмах, расположенных на его водосборной территории (подпорный пруд, золошлакоотвал).

Характеристика водоёмов

Озеро Кенон расположено на северо-западной окраине г. Чита в пределах Читинской котловины и используется как источник технического водоснабжения и водоём-охладитель Читинской ТЭЦ-1. Озеро имеет полуэллипсоидальную форму с максимальными глубинами до 7 м (рис. 1). Площадь озера – 16 км². В связи с воздействием Читинской ТЭЦ-1 естественный температурный режим изменился, вследствие поступления подогретых вод [13]. Озеро окружено жилыми застройками, промышленными предприятиями, здесь проходит Транссибирская железнодорожная магистраль. Кроме того, озеро используется в рекреационных целях и является объектом для любительского лова рыб.

¹ Ye. P. Gorlacheva – the main author: processing, analyzing and summarizing the data.

² A. V. Afonin – collection of field data and compilation of the data.

³ The work is done in the framework of the project, Foundation for Basic Research IX. 137.1.1.

Двухсекционный гидрозолоотвал (ГЗО) станции расположен в 3 км к северо-западу от площадки ТЭЦ-1. Он имеет ёмкость 10 млн м³ и эксплуатируется с 1973 г. [9]. Его площадь составляет 115 га. Золоотвал размещён в естественном понижении холмисто-увалистой поверхности дна Читино-Ингодинской котловины. Для наращивания объёма по периметру гидрозолоотвала сооружена дамба. В одну из секций по кольцевому пульпопроводу сбрасывается золошлаковая пульпа, а в другой происходит дальнейшее отстаивание воды от взвешенного материала, после чего осветлённая вода снова подаётся в систему гидрозолоудаления. На сегодняшний день гидрозолоотвал близок к заполнению своего объёма отходами. В ряду технологических сооружений ТЭЦ-1 гидрозолоотвал относится к числу объектов, оказывающих наиболее значимое экологическое воздействие на окружающую среду.

Подпорный пруд расположен выше по рельефу от ГЗО за полотном федеральной автодороги М-55. Он имеет длину основания около 2,2 м и высоту 1,3 м. Глубина пруда в центре составляет около 4 м, у полотна дороги достигает 5–6 м. Сброс золы в него отсутствует. Дренажный сток ГЗО частично поступает в пруд [10].

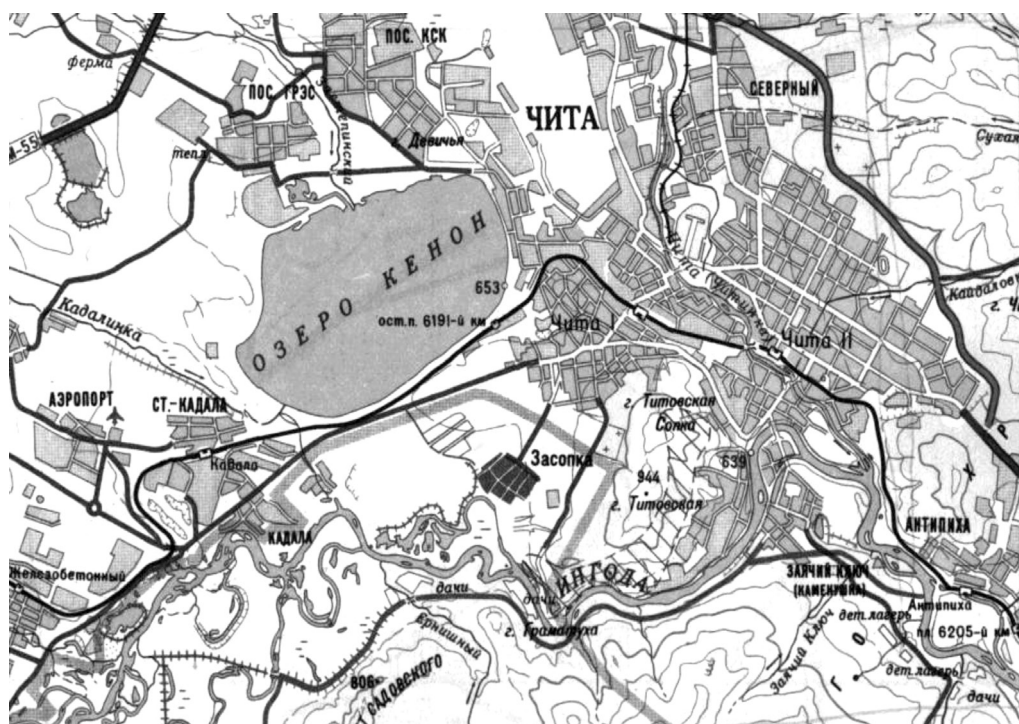


Рис. 1. Карта-схема озера Кенон

Fig. 1. Map scheme of Lake Kenon

Материалы и методы исследования. Оценка состояния рыб проводилась путём патолого-анатомического анализа внешних и внутренних органов рыб. Выявление аномалий у карася серебряного проводилось на свежем материале. Обследовались внешние покровы карася, при этом отмечались изменения чешуйного покрова, аномалии в развитии плавников и патологические изменения тканей. При изучении внутренних органов обращалось внимание на цвет, размеры, форму печени, сердца и других органов. Одновременно определялось состояние мышечной ткани и количество жира в брюшной полости. Всего было исследовано 100 экз. рыб из ГЗО и пруда-отстойника, а также 50 экз. рыб из озера Кенон.

Результаты и их обсуждение. Наблюдения за рыбным сообществом озера Кенон и близко расположенных водоёмов, проведённые в сентябре 2002 г. и сентябре 2016 г., показали, что в них отмечены нарушения функционирования рыбного населения. У рыб регистрируются признаки деградации на различных уровнях организации: омоложение популяции рыб, снижение продолжительности жизни, неравномерность возрастной структуры, более раннее половое созревание особей, резорбция икры, изменения трофической структуры, темпов роста [15].

Анализ полученных данных по весовому и линейному росту показал, что условия для роста карася серебряного в золоотвале и дренажном пруду хуже, чем в озере Кенон [1]. На рис. 2 представлен весовой рост карася серебряного из разных водоёмов.

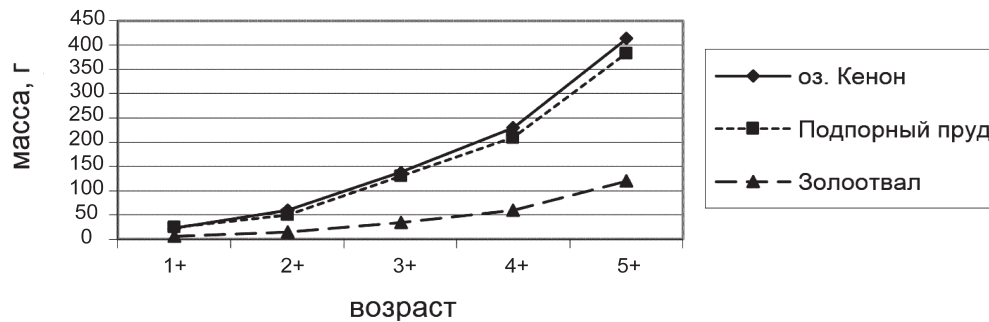


Рис. 2. Весовой рост карася серебряного в озере Кенон и некоторых водоёмах

Fig. 2. The weight growth of crucian carp in Lake Kenon and other water bodies

Внешний осмотр рыб выявил, что у 50 % рыб из гидрозолоотвала жабры были сильно заилены серым комковатым веществом и имели тёмную окраску. Отмечены особи с недоразвитыми гонадами и увеличенными размерами печени. У единичных особей обнаружены короткие грудные и анальные плавники, хвостовой стебель, по сравнению с основной частью популяции карася серебряного, обитающего в гидрозолоотвале (рис. 3).

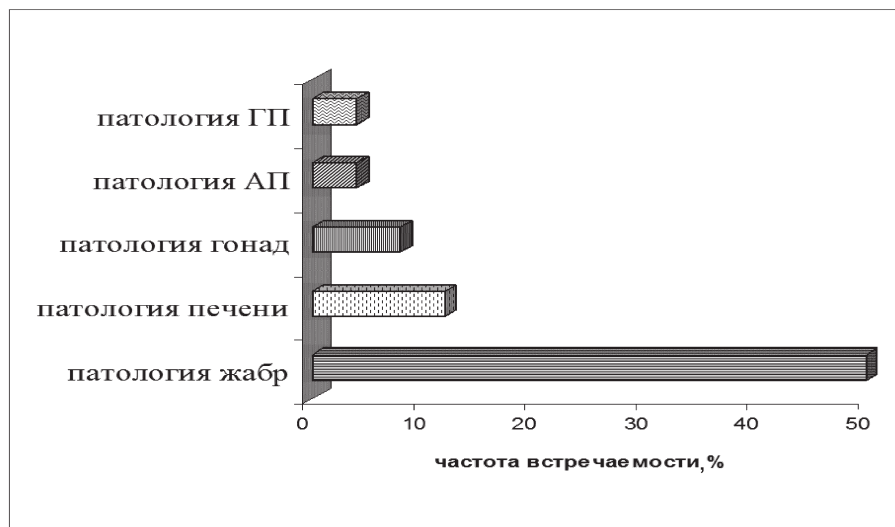


Рис. 3. Встречаемость патологий карася серебряного золошлакоотвала: ГП – укороченные грудные плавники; АП – укороченные анальные плавники

Fig. 3. Occurrence of carp silver pathologies in an ash dump: GP – shortened pectoral fins; AP – shorter anal fins

Встречаемость особей с аномалиями в развитии других органов (плавники, гонады) в исследуемых водоёмах составила 16,6 %, что значительно выше показателей, полученных по Саратовскому водохранилищу. В водохранилище процент морфологических аномалий колебался в пределах 2 %. Отмеченные в водохранилище изменения у рыб выражались в отсутствии одного брюшного плавника, недоразвитости брюшных плавников, хвостового отдела туловища, искривлении позвоночника, пигментных образованиях на голове, изменениях в чешуе, искривлении нижней челюсти, нарушении боковой линии [4]. Для подпрудного пруда характерно наличие более тёмной окраски тела у рыб, что связано с цветностью воды и отло-

жением на дне чёрных илов. Кроме того, были зарегистрированы рыбы с нарушением половой системы (отсутствие одной гонады). Известно, что увеличение встречаемости рыб с аномалиями развития половой системы в загрязнённых водоёмах приводит к снижению индивидуальной и популяционной плодовитости рыб [7; 8; 11]. Как отмечается, выявленные у карася серебряного уродства косвенным образом указывают на влияние токсичных веществ, которые накапливаются в ГЗО и пруду.

В озере Кенон доля карася серебряного с различными аномалиями составила 50 %. В основном отмечались следующие отклонения от нормы: наличие второй боковой линии, обратное расположение чешуи, новообразования на теле карася, изменения хвостового плавника, укороченный хвостовой стебель, изогнутый неветвистый луч в спинном плавнике (рис. 4). Среди внутренних патологий отмечается увеличенное количества жира на кишечнике и гипертрофия печени.

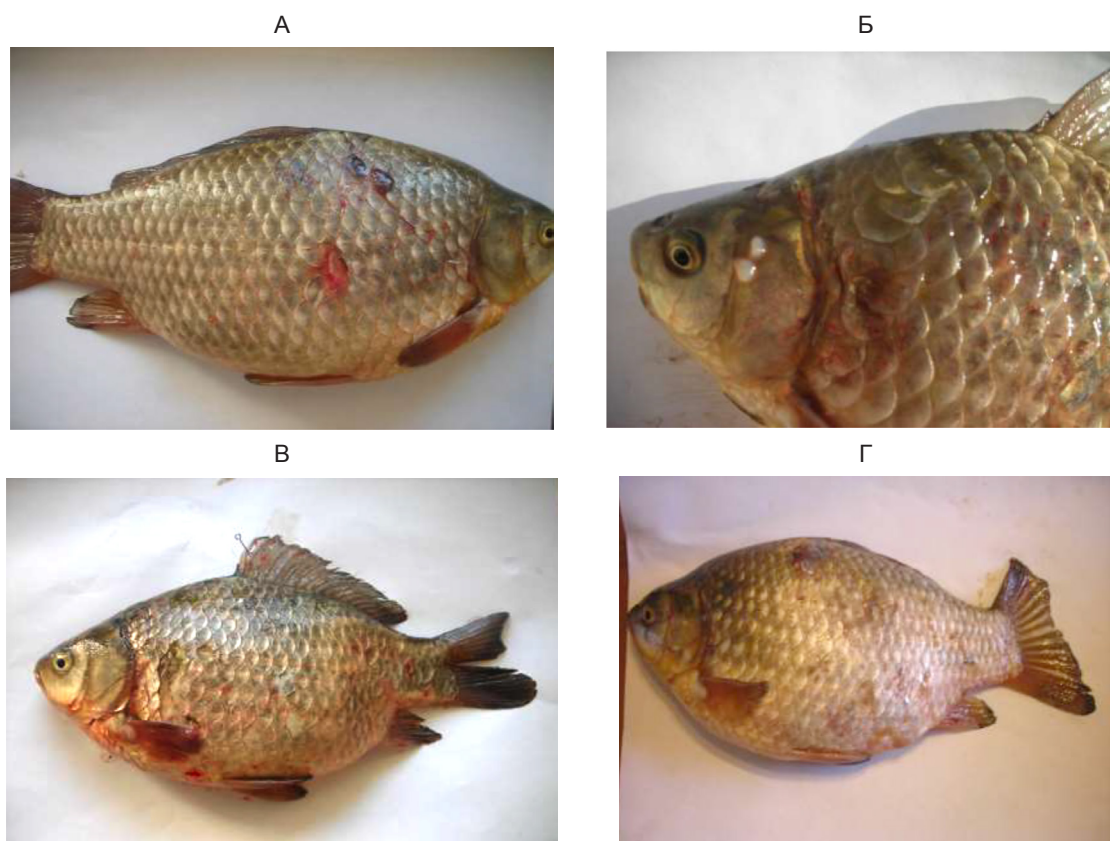


Рис. 4. Аномалии у карася серебряного озера Кенон: А – выявленные новообразования; Б – обратное расположение чешуи; В – искривления неветвистого луча спинного плавника; Г – нарушения в развитии хвостового плавника

Fig. 4. Anomalies of carp silver in Lake Kenon: А – detected tumors; В – inverted scales; V – warp not branched ray of the dorsal fin; G – violations in the development of the caudal fin

Анализ полученных материалов позволил выявить аномалии у карася серебряного озера Кенон, зарегистрированные в скелетных элементах (плавники, позвонки, хвостовой стебель), а также чешуе и половой системе (аномалии в строении гонад, нарушение сроков нереста, снижение плодовитости), внутренних органах (поражение печени, жабр, изменение жировых накоплений).

Сравнение выявленных аномалий показало, что в золошлакоотвале они касаются, в большей степени, внутренних органов, а непосредственно в озере – внешних изменений.

Заключение. Таким образом, Читинская ТЭЦ-1 и её гидротехнические сооружения являются мощными источниками загрязнения водных объектов химическими элементами, тя-

жёлтыми металлами, тонкодисперсной золой. Попадая по трофической цепи в организмы гидробионтов и рыб, они вызывают аномалии в развитии тех или иных органов рыб и их гибель. Вследствие этого происходит снижение видового разнообразия, темпов роста рыб, а также перестройка ихтиоценозов. Следовательно, карась серебряный, будучи конечным звеном в трофической цепи водных экосистем, может использоваться для целей биоиндикации, отражая степень изменений, происходящих в озере Кенон. Таким образом, необходимо проведение дальнейших работ в данном направлении с использованием гистологических, гематологических, биохимических методов.

Список литературы

1. Горлачева Е. П., Афонин А. В. Экологические последствия воздействия гидротехнических сооружений ТЭЦ-1 на ихтиофауну // Инженерная экология. 2010. № 5. С. 30–36.
2. Госькова О. А., Мельниченко И. П., Богданов В. Д. Морфологические аномалии и травмы у пеляди в период нерестовой миграции в Уральских притоках Оби // Вестн. АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. 2014. № 4. С. 7–15.
3. Кашин Н. А., Терентьев П. Я., Кашин А. Н. Рыбы пресных вод субарктики как биоиндикаторы // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем. СПб.: Изд-во Любевич, 2011. С. 218–224.
4. Минеев А. К. Встречаемость морфологических аномалий у взрослых рыб Саратовского водохранилища // Экологические проблемы бассейнов крупных рек: тез. докл. междунар. и молодежн. конф. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. С. 175.
5. Моисеенко Т. И. Изменение некоторых биологических показателей рыб как экологический мониторинг // Состояние природной среды и прогноз её изменений. Апатиты: Изд-во Кольского филиала АН СССР, 1982. С. 48–58.
6. Моисеенко Т. И. Изменение стратегии жизненного цикла рыб под воздействием хронического загрязнения вод // Экология. 2002. № 1. С. 50–60.
7. Овен Л. С., Руднева И. И., Шевченко Н. Ф. Ответные реакции морского ерша на антропогенное воздействие // Вопр. ихтиологии. 2000. Т. 40, № 1. С. 75–78.
8. Соколов Л. И., Соколова Е. Л., Пегасов В. А., Шатуновский М. И., Кистенев А. Н. Ихтиофауна реки Москвы в черте г. Москвы и некоторые данные о её состоянии // Вопр. ихтиологии. 1994. Т. 34, № 5. С. 634–641.
9. Татауров С. Б., Пешкова И. Н., Лапкин Г. И. Экологические проблемы и пути их решения при реконструкции гидротехнических сооружений ТЭЦ-1 в г. Чита // Забайкалье в геополитике России: материалы междунар. конф. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ, 2003. С. 156–158.
10. Усманова Л. И., Усманов М. Т. Влияние золоотвала Читинской ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2 на природные воды прилегающих территорий // Вестн. Камчат. регион. организации. Учебно-научный центр. Сер. Науки о Земле. 2010. № 16. С. 167–168.
11. Чеботарева Ю. В., Савоскул С. П., Саввоитова К. А. Аномалии в воспроизводительной системе самок рыб Норило-Пясинских водоёмов Таймыра // Вопр. ихтиологии. 1997. Т. 37, № 2. С. 217–223.
12. Ташлыкова Н. А., Афонина Е. Ю., Итигилова М. Ц. Оценка качества вод озера Кенон по состоянию планктона (Забайкальский край) // Вестн. АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. 2013. № 1. С. 100–105.
13. Шишкин Б. А. Физико-географическая характеристика озера Кенон // Зап. Забайкал. Филиала ГО СССР. Вып. 62. Чита, 1972. С. 3–5.
14. Экология городского водоёма. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1998. 260 с.
15. Gorlacheva E. P. Ichthyocenoses caratterizzazione trofici alcuni laghi Chitines-Ingodinsky depression // Italian Science Review. 2015. № 8. PP. 40–49.
16. Kuklin A. P., Tsybekmitova G. T., Gorlacheva E. P., Bazarova B. B., Afonin A. V. The Ecosystem of Lake Kenon: Past and Present (Transbaikal Territory, Russia) // Chinese Journal of Oceanology and Limnology. 2016. V. 34, № 3. PP. 507–516.

References

1. Gorlacheva E. P., Afonin A. V. Ekologicheskie posledstviya vozdeistviya gidrotekhnicheskikh sooruzhenii TETs-1 na ikhtiofaunu // Inzhenernaya ekologiya. 2010. № 5. S. 30–36.
2. Gos'kova O. A., Mel'nichenko I. P., Bogdanov V. D. Morfologicheskie anomalii i travmy u pelyadi v period nerestovoi migratsii v Ural'skikh pritokakh Obi // Vestn. AGTU. Ser. Rybnoe khozyaistvo. 2014. № 4. S. 7–15.
3. Kashin N. A., Terent'ev P. Ya., Kashin A. N. Ryby presnykh vod subarktiki kak bioindikatory // Bioindikatsiya v monitoringe presnovodnykh ekosistem. SPb.: Izd-vo Lyubevich, 2011. S. 218–224.
4. Mineev A. K. Vstrechaemost' morfologicheskikh anomalii u vzroslykh ryb Saratovskogo vodokhranilishcha // Ekologicheskie problemy basseinov krupnykh rek: tez. dokl. mezhdunar. i molodezhn. konf. Tol'yatti: IEVB RAN, 2003. S. 175.
5. Moiseenko T. I. Izmenenie nekotorykh biologicheskikh pokazatelei ryb kak ekologicheskii monitoring // Sostoyanie prirodnoi sredy i prognoz ee izmenenii. Apatity: Izd-vo Kol'skogo filiala AN SSSR, 1982. S. 48–58.
6. Moiseenko T. I. Izmenenie strategii zhiznennogo tsikla ryb pod vozdeistviem khronicheskogo zagryazneniya vod // Ekologiya. 2002. № 1. S. 50–60.
7. Oven L. S., Rudneva I. I., Shevchenko N. F. Otvetnye reaktsii morskogo ersha na antropogennoe vozdeistvie // Vopr. ikhtiologii. 2000. T. 40, № 1. S. 75–78.
8. Sokolov L. I., Sokolova E. L., Pegasov V. A., Shatunovskii M. I., Kistenev A. N. Ikhtiofauna reki Moskvy v cherte g. Moskvy i nekotorye dannye o ee sostoyanii // Vopr. ikhtiologii. 1994. T. 34, № 5. S. 634–641.
9. Tataurov S. B., Peshkova I. N., Lapkin G. I. Ekologicheskie problemy i puti ikh resheniya pri rekonstruktsii gidrotekhnicheskikh sooruzhenii TETs-1 v g. Chita // Zabaikal'e v geopolitike Rossii: materialy mezhdunar. konf. Ulan-Ude: Izd-vo BNTs, 2003. S. 156–158.

10. Usmanova L. I., Usmanov M. T. Vliyaniye zolootvala Chitinskoi TETs-1 i TETs-2 na prirodnye vody prilegayushchikh territorii // Vestn. Kamchat. region. organizatsii. Uchebno-nauchnyi tsentr. Ser. Nauki o Zemle. 2010. № 16. S. 167–168.
11. Chebotareva Yu. V., Savoskul S. P., Savvoitova K. A. Anomalii v vosproizvoditel'noi sisteme samok ryb Norilo-Pyasinских vodoemov Taimyra // Vopr. ikhtiologii. 1997. T. 37, № 2. S. 217–223.
12. Tashlykova N. A., Afonina E.Yu., Itgilova M.Ts. Otsenka kachestva vod ozera Kenon po sostoyaniyu planktona (Zabaikal'skii kraj) // Vestn. AGTU. Ser. Rybnoe khozyaistvo. 2013. № 1. S. 100–105.
13. Shishkin B. A. Fiziko-geograficheskaya kharakteristika ozera Kenon // Zap. Zabaikal. Filiala GO SSSR. Vyp. 62. Chita, 1972. S. 3–5.
14. Ekologiya gorodskogo vodoema. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 1998. 260 s.
15. Gorlacheva E. P. Ichthyocenoses caratterizzazione trofici alcuni laghi Chitines-Ingodinsky depression // Italian Science Review. 2015. № 8. PP. 40–49.
16. Kuklin A. P., Tsybekmitova G..T., Gorlacheva E. P., Bazarova B. B., Afonin A. V. The Ecosystem of Lake Kenon: Past and Present (Transbaikal Territory, Russia) // Chinese Journal of Oceanology and Limnology. 2016. V. 34, № 3. PP. 507–516.

Статья поступила в редакцию 12.12.2016; принята к публикации 14.01.2017

Received: December 12, 2016; accepted for publication: January 14, 2017

Библиографическое описание статьи

Горлачева Е. П., Афонин А. В. Серебряный карась *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) как индикатор состояния экосистемы озера Кенон // Ученые записки ЗабГУ. Сер. Биологические науки. 2017. Т. 12, № 1. С. 6–12.

Reference to the article

Gorlacheva Ye. P., Afonin A. V. Silver Crucian Carp *Carassius Auratus Gibelio* (Bloch, 1782) as an Indicator of Ecosystem Health in Lake Kenon // Scholarly Notes of Transbaikal State University. Series Biological sciences. 2017. Vol. 12, No. 1. PP. 6–12.