



Краткие сообщения / Brief reports
Оригинальная статья / Original article
УДК 502/504
DOI: 10.18470/1992-1098-2018-3-150-158

ИЗУЧЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПОВЕРХНОСТИ НОВОТРОИЦКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И ОЦЕНКА ЕГО ВЛИЯНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РЫБ

¹Евгений Г. Мишвелов*, ¹Иван А. Бакуменко,
²Анатолий Ф. Шевхужев, ²Владимир А. Погодаев
¹Северо-Кавказский федеральный университет,
Ставрополь, Россия, mishvelov@mail.ru
²ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»,
Михайловск, Россия

Резюме. Цель. Проанализировать и выявить особенности температурного режима поверхности Новотроицкого водохранилища по данным дистанционного зондирования. Установить влияние температурного режима поверхности Новотроицкого водохранилища на экологическое состояние водоема. Определить площади зон поверхности акватории Новотроицкого водохранилища с оптимальными и неблагоприятными для рыб температурными условиями. **Методы.** Значения температуры земной поверхности (акватории) были рассчитаны по общепринятой методике. Её суть заключается в том, что расчёт температуры земной поверхности производится после радиометрической калибровки снимков и компенсации влияния оптической плотности атмосферы с учётом излучательной способности различных объектов земной поверхности. Расчёты выполнялись отдельно для 10 и 11 каналов снимков со спутника Landsat 8, затем усреднялись. **Результаты.** Установлены количественные характеристики неоднородности температурных полей поверхности Новотроицкого водохранилища в летний период, обусловленные сбросами подогретых вод Ставропольской ГРЭС. Выявлены особенности пространственной изменчивости температурных полей поверхности Новотроицкого водохранилища в летний период. Показано, что использование Новотроицкого водохранилища в качестве водоема-охладителя потенциально сопровождается развитием процессов эвтрофикации и созданием рисков для хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного использования. В таблице приведены данные, которые демонстрируют температурный режим поверхности акватории Новотроицкого водохранилища. На рисунке показаны температурные поля поверхности акватории Новотроицкого водохранилища. **Заключение.** До половины акватории Новотроицкого водохранилища в летний период, может быть отнесено к зонам оптимальных для молоди судака температур. Выявлены периоды, когда водоем становится практически непригодным для роста и развития молоди оксифильных рыб. Установлено сверхнормативное превышение летней температуры воды в соответствии с СанПиН 2.1.5.980-00.2.1.5. достигает 13-16% площади всей акватории.

Ключевые слова: оптимальная, сублетальная и летальная температура, молодь рыб, водоем-охладитель, космоснимки.

Формат цитирования: Мишвелов Е.Г., Бакуменко И.А., Шевхужев А.Ф., Погодаев В.А. Изучение температурного режима поверхности Новотроицкого водохранилища по данным дистанционного зондирования и оценка его влияния на рост и развитие рыб // Юг России: экология, развитие. 2018. Т.13, N3. С.150-158. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-3-150-158



STUDY OF THE TEMPERATURE CONDITION OF SURFACE WATERS OF NOVOTROITSKY RESERVOIR BASED ON REMOTE SENSING DATA AND EVALUATION OF ITS IMPACT ON FISH GROWTH AND DEVELOPMENT

¹*Evgeniy G. Mishvelov**, ¹*Ivan A. Bakumenko*,

²*Anatoliy F. Shevkhuzhev*, ²*Vladimir A. Pogodaev*

¹*North-Caucasian Federal University, Stavropol, Russia, mishvelov@mail.ru*

²*FSBSI North Caucasus Federal Scientific Agro-Engineering Center, Mikhailovsk, Russia*

Abstract. Aim. The aim of the study is to analyze and reveal the features of the temperature regime of the Novotroitsky water reservoir surface based on remote sensing data; to determine the influence of the temperature regime of the surface waters of Novotroitsky reservoir on the ecological state of the reservoir, as well as to determine the areas of the surface water zones of the Novotroitsky reservoir with optimal and unfavorable temperature conditions for fish. **Methods.** The temperature values of the earth's surface (water area) were calculated according to the generally accepted methodology. Its essence lies in the fact that the calculation of the earth's surface temperature is performed after radiometric calibration of the images and compensation of the effect of the optical density of the atmosphere taking into account the emissivity of various objects on the earth's surface. The calculations were performed separately for the 10 and 11 channels of images from the Landsat 8 satellite, and then averaged. **Results.** Were established the quantitative characteristics of the inhomogeneity of the temperature fields of the water surface of Novotroitsky reservoir during the summer period due to discharges of the heated waters of the Stavropol GRES power plant. The peculiarities of the spatial variability of the temperature fields of the Novotroitsky water reservoir surface in summer season were revealed. It is shown that the use of the Novotroitsky water reservoir as a reservoir-cooler is potentially accompanied by the development of eutrophication processes and creation of risks for drinking purposes, as well as cultural, household and fishery use. The table shows the data demonstrating the temperature condition of the Novotroitsky reservoir water surface. The figure shows the temperature fields of the surface of the Novotroitsky water reservoir. **Conclusions.** In summer period, half of the water area of the Novotroitsky water reservoir can be attributed to the zones of optimum temperatures for the juvenile pikeperch. Were revealed the periods when the reservoir becomes practically unsuitable for growth and development of juveniles of oxyphilic fish. Excessive rise of water temperature in summer was established in accordance with SanPiN (Sanitary Rules and Regulations) 2.1.5.980-00.2.1.5. Such an increase in temperature is observed in 13-16% of the whole water area

Keywords: optimal, sublethal and lethal temperature, young fish, water-cooler, space images.

For citation: Mishvelov E.G., Bakumenko I.A., Shevkhuzhev A.F., Pogodaev V.A. Study of the temperature condition of surface waters of Novotroitsky reservoir based on remote sensing data and evaluation of its impact on fish growth and development. *South of Russia: ecology, development*. 2018, vol. 13, no. 3, pp. 150-158. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2018-3-150-158

ВВЕДЕНИЕ

Водоемы-охладители являются существенной частью современной мировой энергетики. Новотроицкое водохранилище на р. Егорлык, построенное в 1953 г., сегодня используется для охлаждения энергоблоков Ставропольской ГРЭС, для целей орошения и обводнения засушливых районов Ставропольского края, Ростовской области и Республики Калмыкии, обеспечивает

перерегулирование кубанской воды, подаваемой из Невинномысского канала в р. Егорлык, далее в водохранилища на р. Маныч. Только в Ставропольском крае Новотроицкое водохранилище емкостью 132 млн. м³ обеспечивает питьевой водой 300 тыс. человек, позволяет осуществлять забор воды на орошение 100 тыс. га и обводнение шести



северо-западных районов, используется для рекреации и рыбозаведения.

За десятилетия эксплуатации экологическое состояние зарегулированного Егорлыка и водохранилища претерпело существенные изменения. Жидкий сток реки увеличился до 10 раз, а твердый сток за счет русловых процессов – в 20 раз. Эрозия охватила более двух третей длины зарегулированного русла. Основной причиной неуклонного ухудшения экологического состояния Новотроицкого водохранилища признано его заиление с уменьшением объема, площади и глубин водохранилища, температурное загрязнение ГРЭС и, как следствие заиления, – зарастание водной растительностью, ухудшение гидрохимиче-

ского и температурного режимов [1]. Исследователи отмечают высокую степень эвтрофикации водоема: увеличилось общее количество микроорганизмов, гетеротрофных бактерий, число видов фитопланктона резко сократилось до 50 против 124 видов в 1974 г., превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) отмечаются для меди (3–5 ПДК) и нефтепродуктов (1,6–4,8 ПДК).

В настоящей работе рассматривается ряд вопросов температурного режима Новотроицкого водохранилища в связи с его нарастающей эвтрофикацией, последствия которой создают угрозы не только бесперебойной работе предприятия энергетики, но и элементам биоразнообразия и устойчивости водной экосистемы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Прием и обработка (многолетних и сезонных) материалов дистанционного зондирования акватории водных объектов (космоснимков, в т.ч. температурных каналов), проводились по данным спутника Landsat 8, находящихся в свободный доступе на сайте Геологической службы США. Значения температуры земной поверхности (акватории) были рассчитаны по общепринятой методике [2]. Её суть заключается в том, что расчёт температуры земной поверхности производится после радиометрической калибровки снимков и компенсации влияния оптической плотности атмосферы с учётом излучательной способности различных объектов земной поверхности. Расчёты выполнялись отдельно для 10 и 11 каналов снимков со спутника Landsat 8, затем усреднялись.

В настоящей работе использован подход к анализу летних аномальных температур для водоема-охладителя, декларируемый в СанПиН 2.1.5.980-00. 2.1.5. [3]. Для расчета среднемесячной температуры воды самого жаркого месяца года нами брался период в 13 лет с 2001 по 2013 гг., в нашем случае значение температуры воды на входе Егорлыка в

водохранилище (фоновое) составило 23,7°C, а превышением, соответственно, считались температуры $\geq 27^\circ\text{C}$. Зоны поверхности акватории с различными значениями температуры с точностью до 0,1°C выделялись полигонами на космоснимках, далее определялась их площадь с точностью до 0,9 га.

Для характеристики влияния различных диапазонов температурного фактора на рыб (молодь судака) использовали дефиниции – оптимальная, сублетальная и летальная температура, окончательно избираемые температуры воды (ОИТ).

В ходе исследования выполнялось определение площади зон поверхности акватории Новотроицкого водохранилища с оптимальными и неблагоприятными для рыб температурными условиями – сублетальными и летальными, рассчитывались средневзвешенные температуры.

Оптимальными для роста молоди судака считались температуры воды 22-24°C [4]. Верхними летальными для судака приняты температуры воды $\geq 30^\circ\text{C}$ [5], при этом учитывалось что верхние сублетальные температуры меньше летальных примерно на 2°C [6].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Температура как один из ведущих экологических факторов, определяющих жизнедеятельность пойкилотермных организмов, в т.ч. гидробионтов, всегда привлекала внимание исследователей [7-13].

Значение температуры заключается в том, что она изменяет скорость протекания

физико-химических процессов в клетках, отражающихся на всей жизнедеятельности организмов, влияет на анатомо-морфологические особенности организмов, ход физиологических процессов, их рост, развитие, поведение, определяет распространение растений и животных. При характеристике температурного



фактора весьма важным представляются не только величина оптимума, но и его крайние показатели, продолжительность их действия, повторяемость. Находящиеся в пределах песимумов и тем более выходящие за пределы термотолерантности изменения температуры в местах обитания организмов приводят к ограничению жизнедеятельности и их гибели.

Одной из особенностей температуры является ее возможность выступать как фактор острого и хронического воздействия на рыб. В этом случае характер проявления термоустойчивости организма может изменяться. Для ряда видов карповых и окуневых в экспериментах показано, что с быстрым ростом скорости нагрева воды вначале происходит снижение значений верхних летальных температур до минимального значения и только при хронических воздействиях (порядка $1^{\circ}\text{Cсут}^{-1}$) вследствие адаптационных процессов, протекающих у рыб, наблюдается достижение максимальных значений верхних летальных температур [14].

Температурный режим акватории Новотроицкого водохранилища зависит от ряда ведущих факторов: в первую очередь, это сезонная динамика температуры поступающей воды р. Егорлык и взаимодействие поверхности акватории с атмосферным воздухом, во вторую очередь, это антропогенный забор «холодных» и сброс подогретых вод Ставропольской ГРЭС (до 7 млн³ в год), сбросы из водохранилища. Особым фактором формирования температурного режима является залив, в который впадает р. Русская и устьевой участок р. Егорлык при впадении в водохранилище. Процессы заиливания устьевого участка Егорлыка привели к снижению его глубин, частичной фрагментации с образованием изолятов, зарастанию макрофитами [15], что приводит к временным затруднениям для водообмена части устьевого участка с основной акваторией.

Анализ данных летних (июнь – август) космоснимков Landsat поверхности акватории Новотроицкого водохранилища за 2013 – 2016 гг. выявил неоднородность температурного режима различных участков, в течение летнего сезона колебания значений температуры достигали 15°C (от 20° до 35°C). Температура воздуха изменялась от 26° до 32°C .

Средняя величина зон сверхнормативного превышения температуры воды выше фоновой для водоема-охладителя в соответ-

ствии с СанПиН 2.1.5.980-00.2.1.5. [3] (в наших расчетах $\geq 27^{\circ}\text{C}$) за одиннадцать учтенных летних дат 2014, 2015 и 2016 гг. составила 8% площади Новотроицкого водохранилища, в отдельные даты превышение достигало 13-16% акватории. Главным образом, подобное превышение связано с заливом, принимающим сбросные подогретые воды ГРЭС, прилегающими к нему акваториями и мелководными прибрежными зонами водохранилища (рис. 1, 2).

В табл. 1. приведены результаты расчета средневзвешенной температуры поверхности акватории летнего периода по данным космоснимков. Сравнение средневзвешенной с фоновой температурой (устьевой участок р. Егорлык) для конкретных дат свидетельствует о ее превышении для водоема на $0,1-0,7^{\circ}\text{C}$.

Для Новотроицкого водохранилища по данным температурных каналов космоснимков Landsat также определены площади акватории с сублетальной ($\geq 28^{\circ}\text{C}$) и летальной, т.е. $\geq 30^{\circ}\text{C}$ для судака (а также обитающих в водоеме ерша и пескаря) температурой поверхностного слоя. Доли акватории с сублетальными и летальными температурами лишь 28.06.2016 г. достигали 9%, для остальных десяти летних дат 2013-2016 гг. они составляли доли процента или 2-4%. Данное суждение относится только к воздействию самой температуры, но не учитывает последствий эмерджентного характера для гидробионтов, связанные, например, с особенностями снижения растворимости кислорода в воде при повышении температуры, штилях, действия других абиотических факторов водной среды, а тем более к их системному негативному влиянию. Учитывая вышеотмеченную значительную степень эвтрофикации водохранилища, подобные негативные сценарии весьма вероятны.

Неблагоприятным для рыб водоема является и фактор одномоментного градиента температур воды различных участков поверхности: для ряда дат неоднородность температурных полей акватории на снимке достигала $10-12^{\circ}\text{C}$ (рис. 2), такие перепады, связанные с режимами сброса подогретых вод ГРЭС, снижают возможности адаптационного потенциала не только судака, но и всех гидробионтов, негативно влияют на их рост и развитие.

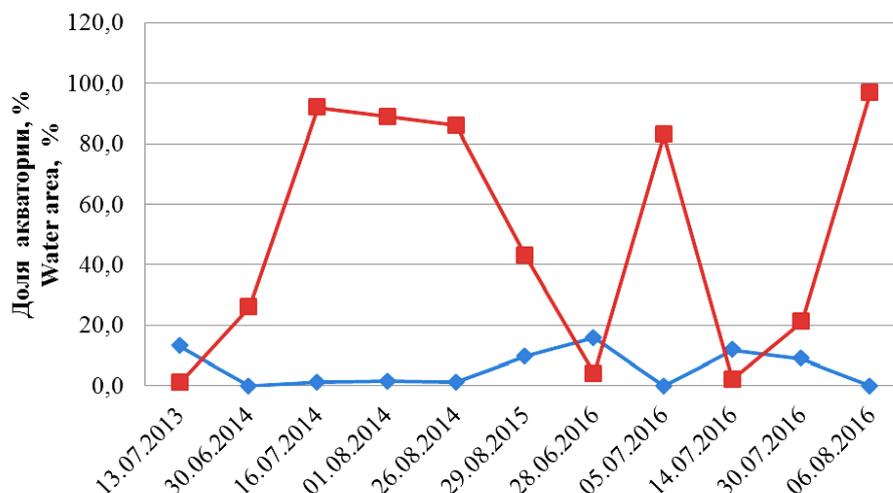


Рис.1. Доля акватории (в % от площади всего водоема) Новотроицкого водохранилища с температурой воды оптимальной для роста молоди судака (верхний график) и сверхнормативного превышения температуры воды в соответствии с СанПиН 2.1.5.980-00.2.1.5. (нижний график)

Fig.1. The share of the water area (% of the total reservoir area) of the Novotroitsky water reservoir with optimal water temperature for pike perch (upper graph) and excessive rise of water temperature in accordance with SanPiN 2.1.5.980-00. 2.1.5. (lower graph)

Таблица 1

Температурный режим поверхности акватории Новотроицкого водохранилища

Table 1

Temperature regime of the surface of the water area of the Novotroitsky reservoir

Дата Date	Температура воды акватории устьевого участка р. Егорлык, °С Water temperature in the mouth of the Egorlyk river, °С	Средневзвешенная температура воды акватории водохранилища, °С Average water temperature in the area of the reservoir, °С
13.07.2013	25,5	25,6
30.06.2014	21,0	21,4
16.07.2014	22,4	22,9
01.08.2014	22,1	22,7
26.08.2014	23,2	23,8
29.08.2015	24,5	25,0
28.06.2016	25,2	25,7
05.07.2016	23,7	24,1
14.07.2016	24,9	25,5
30.07.2016	24,6	25,1
06.08.2016	22,6	23,1

Средняя величина сверхнормативно-го превышения летней температуры воды в соответствии с СанПиН 2.1.5.980-00.2.1.5. [3] по данным температурных каналов космоснимков Landsat за 11 дат 2014, 2015 и 2016 гг. составила 8% площади Новотроицкого водохранилища, в отдельные даты пре-

вышение фиксировалось для 13-16% акватории. Главным образом, подобное превышение связано с заливом, принимающим сбросные подогретые воды ГРЭС, прилегающими к заливу акваториями и мелководными прибрежными зонами водохранилища (рис. 2).

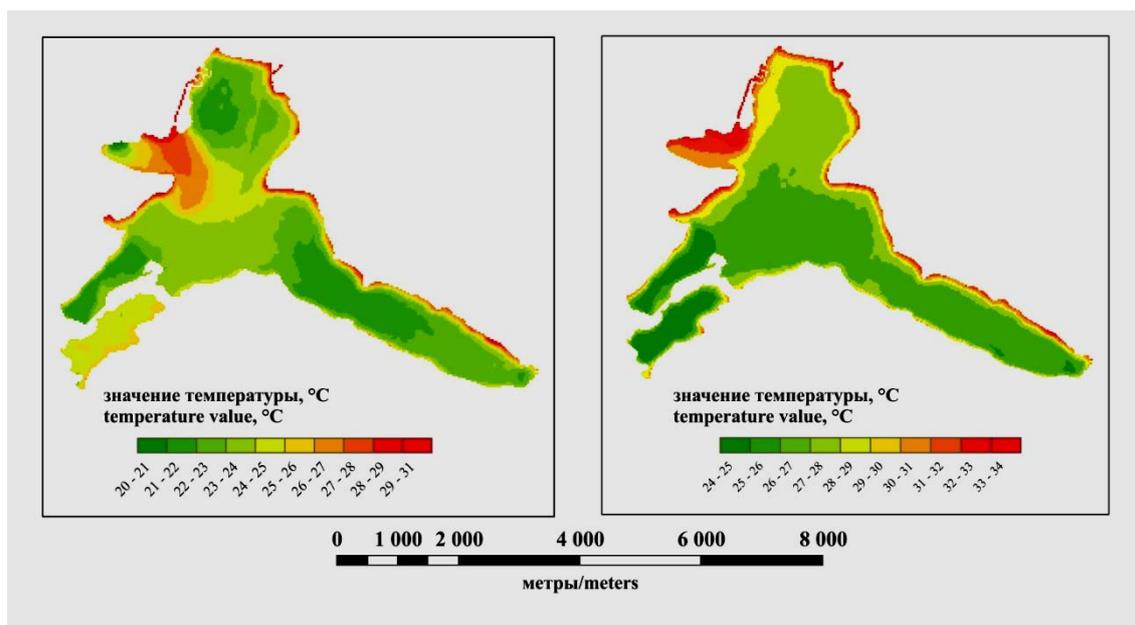


Рис.2. Температурные поля поверхности акватории Новотроицкого водохранилища (даты космоснимков: слева – 13.07.2013, справа – 30.07.2016)
Fig.2. Temperature fields of the surface of the water area of the Novotroitsky reservoir (dates of space images: left – July 13, 2013, right – July 30, 2013)

Доля акватории Новотроицкого водохранилища с температурой воды оптимальной для роста молоди судака, т.е. 22-24°C для проанализированных 11 дат летнего периода 2013-2016 гг. изменялась от 1 до 92% площади всего водоема. Среднее значение доли акватории Новотроицкого водохранилища с летней температурой воды оптимальной для роста молоди судака всего вышеотмеченного периода составило 49,5%. Минимальное значение доли акватории с оптимальными температурами зафиксировано трижды: для 13.07.2013 г., 28.06.2016 и 14.07.2016 – 1, 4 и 2% площади водоема, соответственно. При этом установлен высокий уровень обратной зависимости между оптимальными для роста рыб температурами и сверхнормативным превышением температуры воды в соответствии с СанПиН 2.1.5.980-00.2.1.5. [3], ко-

эффициент корреляции составил – 0,84. В остальные 8 дат наблюдений оптимальные для роста температуры фиксировались в среднем для 67% акватории. Следует учесть, что между оптимальными для роста и окончательно избираемыми температурами воды существует высокая корреляционная зависимость, коэффициент корреляции >0,937 [16]; данное обстоятельство представляется важным при прогнозировании распределения рыб в водоеме при неблагоприятных повышениях температуры, например, для вышеотмеченных дат – 13.07.2013 г., 28.06.2016 и 14.07.2016, т.е., по сути, молодь судака должна покидать в эти дни водохранилище в поисках зон ОИТ, подобные миграции для молоди маловероятны, а их рост и развитие не будут оптимальными.

ВЫВОДЫ

Характеризуя неоднородности температурных полей Новотроицкого водохранилища в летний период, следует отметить, что до половины акватории может быть отнесено к зонам оптимальных для молоди судака температур. Выявлены периоды, когда доля таких зон уменьшается до 1-4%, т.е.

водоем становится практически неблагоприятным для роста и развития оксифильных рыб, в эти периоды доля зон с сублетальными и летальными температурами увеличивается до 4-9%, а сверхнормативное превышение летней температуры воды в



соответствие с СанПиН 2.1.5.980-00.2.1.5. достигает 13-16% площади всей акватории.

Установлен высокий уровень обратной зависимости между оптимальными для роста рыб температурами и сверхнормативным превышением температуры воды в соответствие с СанПиН 2.1.5.980-00.2.1.5., коэффициент корреляции составил – 0,84.

Выявлены особенности летнего градиента температур воды различных участков поверхности: для ряда дат неоднородность температурных полей акватории достигала 10-12°C, такие перепады, связанные с режимами сброса подогретых вод ГРЭС, снижают возможности адаптационного потенциала не только судака, но и всех гидробионтов, негативно влияя на их рост и развитие.

Выполненное температурное зонирование поверхностных слоев водного объекта-охладителя позволяет на основе использования ряда физиологических показателей (сублетальные, летальные и температуры оптимума роста) прогнозировать распределение молоди рыб как всего водоема, так и в зонах сброса подогретых вод с учетом сезонности технологических режимов функционирования предприятия энергетики. Материалы исследований могут быть использованы при оптимизации рыбохозяйственной и рекреационной деятельности на водоеме, уточнении режимов сброса подогретых вод и водопотребления, корректировке мер по сохранению экосистемы регионального заказника.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Деревягин Е.В., Сухов Д.В., Кондюрина Т.А., Гутенев В.В. Хозяйственная деятельность и экологическое состояние Новотроицкого водохранилища // Проблемы региональной экологии. 2007. N 4. С. 98-100.
2. U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey: Landsat Missions: Using the USGS Landsat 8 Product // Официальный сайт Геологической службы США. URL: http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php / (дата обращения: 15.03.2018)
3. «СанПиН 2.1.5.980-00. 2.1.5. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарные правила и нормы» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 22.06.2000) (с изм. от 04.02.2011, с изм. от 25.09.2014). URL: <http://legalacts.ru/doc/sanpin-215980-00-215-vodootvedenie-naselennykh-mest-sanitarnaja/> (дата обращения: 20.03.2018)
4. Голованов В.К. Температурные адаптации пресноводных рыб. Теоретические и практические аспекты // Материалы Международной научно-практической конференции «Экология, эволюция и систематика животных», Рязань, 13-16 ноября, 2012. С. 223-225.
5. Васильков Г.В., Грищенко Л.И., Енгашев В.Г. и др., под ред. Осетрова В.С. Болезни рыб: Справочник. М.: ВО Агропромиздат, 1989. 288 с.
6. Капшай Д.С., Голованов В.К. Верхняя летальная температура у молоди теплолюбивых видов рыб в зависимости от температуры акклимации // Труды Карельского научного центра РАН. 2013. N 3. С. 185-189.
7. Ивлев В.С. Эколого-физиологический анализ распределения рыб в градиентных условиях среды // Тр. Совещ. Ихтиол. Комиссии. М.: Изд-во АН СССР, 1958. С. 288-296.
8. Константинов А.С. Общая гидробиология. 4-е изд. М.: Высшая школа, 1986. 472 с.
9. Shelford V.E. Animal communities in temperate America, as illustrated in the Chicago Region; a study in animal ecology // Bull. Geogr. Soc. Chicago. 1913. N 5. 362 p. doi: 10.5962/bhl.title.34437. URL: https://openlibrary.org/books/OL7199673M/Animal_communities_in_temperate_America (дата обращения: 13.03.2018).
10. Brett J.R. Some lethal temperature relations of Algonquin Park fishes // Univ. Toronto Studies in Biol., Series No.52, Publ. Ont. Fish. Res. Lab. 1944. N63. P. 1-49.
11. Moss B., Leah R.T. Changes in the ecosystem of a guantrophic and brackish shallow lake in eastern England: potential problems in its restoration // International Review Gesamten Hydrobiology. 1982. Vol. 67. P. 625-659.
12. Wurtsbagh W.A., Neverman D. Post-feeding thermotaxis and daily vertical migration in a larval fish // Nature. 1988. V. 333. N 6176. P. 846-848. DOI: 10.1038/333846a0
13. Sterner R.W., Schulz K.L. Zooplankton nutrition: recent progress and a reality check // Aquatic Ecol. 1998. V. 32. Iss. 4. P. 261-279.
14. Смирнов А.К., Голованов В.К. Сравнение термоустойчивости молоди некоторых видов рыб Рыбинского водохранилища // Вопросы ихтиологии. 2005. Т. 45. N 3. С. 430-432.
15. Бурый Ю.В., Скрипчинский А.В. Мониторинг водохранилищ Кубань-Егорлыкской обводнительной системы по данным дистанционного зондирования земли //



Естественные и технические науки, 2015. N 3. С. 101-104.
16. Jobling M. Temperature tolerance and the final preferendum – rapid methods for the assessment of

optimum growth temperature // J. Fish. Biol. 1981. Vol. 19. Iss. 4. pp. 439-455. Doi: 10.1111/j.1095-8649.1981.tb05847.x

REFERENCES

1. Derevyagin E.V., Sukhov D.V., Kondyurina T.A., Gutenev V.V. Economic activities and ecological condition Novotroizk reservoir. *Problemy regional'noi ekologii* [Regional Environmental Issues]. 2007, no. 4, pp. 98-100. (In Russian)
2. U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey: Landsat Missions: Using the USGS Landsat 8 Product. Available at: http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php (accessed: 03.15.2018)
3. «SanPiN 2.1.5.980-00. 2.1.5. Vodootvedenie naseleennykh mest, sanitarnaya okhrana vodnykh ob'ektov. Gigienicheskie trebovaniya k okhrane poverkhnostnykh vod. Sanitarnye pravila i normy» (utverzhdeno Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom RF 22.06.2000) (s izmeneniyami ot 04.02.2011, s izmeneniyami ot 25.09.2014) [SanPiN 2.1.5.980-00. 2.1.5. Drainage of populated areas, sanitary protection of water bodies. Hygienic requirements for the protection of surface waters. Sanitary rules and regulations (approved by the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation on June 22, 2000) (as amended on 04.02.2011, as amended on September 25, 2014)]. (In Russian) Available at: <http://legalacts.ru/doc/sanpin-215980-00-215-vodootvedenie-naseleennykh-mest-sanitamaj/> (accessed 20.03.2018)
4. Golovanov V.K. Temperaturnye adaptatsii presnovodnykh ryb. *Teoreticheskie i prakticheskie aspekty* [Temperature adaptation of freshwater fish. Theoretical and practical aspects]. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Ekologiya, evolyutsiya i sistematika zivotnykh»*, Ryazan', 13-16 noyabrya 2012 [Materials of the International Scientific and Practical Conference "Ecology, Evolution and Systematics of Animals", Ryazan, 13-16 November 2012]. Ryazan, 2012. pp. 223-225. (In Russian)
5. Vasil'kov G.V., Grishhenko L.I., Engashev V.G. *Bolezni ryb: Spravochnik* [Fish Diseases: Handbook]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1989, 288 p. (In Russian)
6. Kapshaj D.S., Golovanov V.K. Upper lethal temperature in the young of thermophilic fish depending on the acclimation temperature. *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN* [Proceedings of the Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences]. 2013, no. 3. pp. 185-189. (In Russian)
7. Ivlev B.S. Ecological and physiological analysis of fish distribution in gradient conditions of the environment. In: *Trudy soveshchaniy Ikhtologicheskoi komissii* [Proceedings of the Ichthyological Commission meetings]. Moscow, ANSSSR Publ., 1958. 288-296 p. (In Russian)
8. Konstantinov A.S. *Obshchaya gidrobiologiya* [General Hydrobiology]. Moscow, Vysshaya shkola Publ, 4th ed., 1986, 472 p. (In Russian)
9. Shelford V.E. Animal communities in temperate America, as illustrated in the Chicago Region; a study in animal ecology. *Bull. Geogr. Soc. Chicago*, 1913, no 5, 362 p. Available at: https://openlibrary.org/books/OL7199673M/Animal_communities_in_temperate_America (accessed: 13.03.2018)
10. Brett J.R. Some lethal temperature relations of Algonquin Park fishes. *Univ. Toronto Studies in Biol., Series.52, Publ. Ont. Fish. Res. Lab.* 1944. no. 63. pp. 1-49.
11. Moss B., Leah R.T. Changes in the ecosystem of a euanotrophic and brackish shallow lake in eastern England. *International Review Gesamten Hydrobiologie*. 1982, vol. 67, pp. 625-659.
12. Wurtsbagh W.A., Neverman D. Post-feeding thermotaxis and daily vertical migration in a larval fish. *Nature*, 1988, vol. 333, no. 6176, pp. 846-848. DOI: 10.1038/333846a0
13. Sterner R.W., Schulz K.L. Zooplankton nutrition: recent progress and a reality check. *Aquatic Ecol.* 1998, vol. 32, iss. 4, pp. 261-279.
14. Smirnov A.K., Golovanov V.K. Comparing the Temperature Tolerance of Juveniles of Some Rybinsk Reservoir Fish. *Voprosy ikhtologii* [Journal of Ichthyology]. 2005, vol. 45, no. 3, pp. 430-432. (In Russian)
15. Buryum Yu.V., Skripchinskii A.V. Monitoring of reservoirs of the Kuban-Egorlyk water supply system based on remote sensing data of the earth. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Natural and technical sciences]. 2015, no. 3, pp. 101-104. (In Russian)
16. Jobling M. Temperature tolerance and the final preferendum – rapid methods for the assessment of optimum growth temperature. *J. Fish. Biol.* 1981, vol. 19, iss. 4, pp. 439-455. Doi: 10.1111/j.1095-8649.1981.tb05847.x



СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Евгений Г. Мишвелов* – доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и природопользования, Институт математики и естественных наук Северо-Кавказского федерального университета, тел. 8 (8652)33-02-85, 355009, ул. Пушкина, 1, ауд. 327, г. Ставрополь, Россия, e-mail: mishvelov@mail.ru

Иван А. Бакуменко – аспирант кафедры экологии и природопользования, Институт математики и естественных наук Северо-Кавказского федерального университета, г. Ставрополь, Россия, e-mail: vanya.bakumenko@yandex.ru

Анатолий Ф. Шевхужев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», г. Михайловск, Россия.

Владимир А. Погодаев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник ВНИИОК – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», г. Ставрополь, Россия.

Критерии авторства

Евгений Г. Мишвелов осуществлял общее руководство по написанию статьи и её рубрикации; Иван А. Бакуменко осуществлял прием и обработку (многолетних и сезонных) материалов дистанционного зондирования акватории водных объектов; Анатолий Ф. Шевхужев выявил особенности пространственной изменчивости температурных полей поверхности Новотроицкого водохранилища; Владимир А. Погодаев проанализировал данные всех соавторов. Все авторы в равной степени несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 20.06.2018

Принята в печать 16.07.2018

AUTHORS INFORMATION

Affiliations

Evgeniy G. Mishvelov* – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Ecology and Nature Management, Institute of Mathematics and Natural Sciences of the North Caucasus Federal University, phone 8 (8652) 33-02-85, 355009, str. Pushkin, 1, lecture hall 327, Stavropol, Russia, e-mail: mishvelov@mail.ru

Ivan A. Bakumenko – postgraduate student of the Department of Ecology and Nature Management, Institute of Mathematics and Natural Sciences of the North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia, e-mail: vanya.bakumenko@yandex.ru

Anatoliy F. Shevkhuzhev – doctor of agricultural Sciences, Professor, chief researcher, FEDERAL state scientific institution «North-Caucasian FNAC», Mikhailovsk, Russia.

Vladimir A. Pogodaev – doctor of agricultural Sciences, Professor, chief researcher of VNIIOK – branch of FEDERAL state scientific institution «North-Caucasian FNAC», Stavropol, Russia.

Contribution

Evgeniy G. Mishvelov provided general guidance on writing the article and its classification; Ivan A. Bakumenko carried out processing (long-term and seasonal) of remote sensing materials of surface area of the body of water; Anatoliy F. Shevkhuzhev identified some peculiarities of the spatial variability of the temperature fields of the surface of the Novotroitsky water reservoir; Vladimir A. Pogodaev carried out an analysis of the data provided by all co-authors. All authors are equally responsible for avoiding the plagiarism and self-plagiarism.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 20.06.2018

Accepted for publication 16.07.2018