УДК 556.5 *https://doi.org/10.35567/19994508-2025-3-50-63*

Влияние климатического снижения весеннего стока и гидротехнического регулирования на условия воспроизводства рыб Азово-Донского рыбохозяйственного района

(на примере участка поймы у станицы Раздорской)

А.А. Семенова[1], А.В. Гончаров[1], А.Г. Георгиади[2], И.П. Милюкова[2]

sem.nut2013@yandex.ru

[1]*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши, Москва, Россия*
[2]*Институт географии РАН, Москва, Россия*

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Рыбное хозяйство Нижнего Дона находится в кризисном состоянии. Основная причина – нарушение процессов естественного воспроизводства рыб, вызванное отсутствием обводнения пойменных нерестилищ вследствие снижения объемов весеннего стока р. Дон. Причиной этого, по мнению многих исследователей, является создание Цимлянского водохранилища, ежегодно изымающего значительную часть весеннего стока, а также отмечаемый в современный период маловодный цикл водности р. Дон. Цель исследования – оценить роль гидротехнического регулирования, а также климатического снижения весеннего стока р. Дон и степень его влияния на воспроизводство рыб Азово-Донского рыбохозяйственного района. **Методы.** Применен методологический подход, позволивший впервые отдельно оценить влияние Цимлянского гидроузла на воспроизводство рыб на Нижнем Дону, с одной стороны, и климатического снижения весеннего стока – с другой. Основой этого метода является расчет площадей пойменных нерестилищ в районе гидрологического поста Раздорская при рассмотрении гипотетического сценария, предполагающего отсутствие Цимлянского гидроузла. **Результаты** показали, что влияние климата меньше, чем влияние водохранилища, но сопоставимо с ним. Площади пойменных нерестилищ (в районе исследования) под воздействием водохранилища уменьшаются в 2,9 раза, а под влиянием климатического снижения весеннего стока – в 2,1 раза.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Нижний Дон, Цимлянское водохранилище, снижение весеннего стока, пойменные нерестилища, сеголетки леща, нерест рыб, снижение уловов.

Финансирование: Исследование проведено в рамках госзадания НИР кафедры гидрологии суши географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова (№ ЦИТИС: 121051400038-1). Анализ климатических изменений выполнен при поддержке Междисциплинарной научно-образовательной школы МГУ им. М.В. Ломоносова «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды». Восстановление стока р. Дон производилось в рамках госзадания Института географии РАН FMWS-2024-0007 «Биотические, географо-гидрологические и ландшафтные оценки окружающей среды для создания основ рационального природопользования».

Для цитирования: Семенова А.А., Гончаров А.В., Георгиади А.Г., Милюкова И.П. Влияние климатического снижения весеннего стока и гидротехнического регулирования на условия воспроизводства рыб Азово-Донского рыбохозяйственного района (на примере участка поймы у станицы Раздорской) // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2025. № 3. С. 50–63. https://doi.org/10.35567/19994508-2025-3-50-63, EDN: NWNWDS

© Семенова А.А., Гончаров А.В., Георгиади А.Г., Милюкова И.П., 2025

The spring runoff climatic decrease and hydraulic engineering regulation influence on the fish reproduction conditions in the Azov-Don fishery area

(the floodplain area near the village of Razdorskaya as a study case)

Anna A. Semenova[1] ✉, **Alexander V. Goncharov**[1], **Alexander G. Georgiadi**[2], **Irina P. Milyukova**[2]

✉ sem.nut2013@yandex.ru

[1]*Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Land Hydrology, Moscow, Russia*
[2]*Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

ABSTRACT

Relevance. The Lower Don is an important water body in Russia in terms of fisheries, but the fisheries of this region are in a depressed state. The main reason is considered to be a violation of fish reproduction due to reduced spring runoff, which results in insufficient (and in many recent years, even no) flooding of floodplain spawning grounds and their degradation. Most scientists believe that the main factor in this violation is the Tsimlyansk reservoir. Much less importance is attached to reducing spring runoff due to climatic factors. **Methods.** This article uses a method that made it possible for the first time to assess separately the impact of the Tsimlyansk reservoir and the climatic decrease in spring runoff on fish spawning. The method is based on the calculation of the areas of floodplain spawning grounds for a hypothetical variant when the Tsimlyansk hydroelectric complex is absent. **Results.** We have demostrated that the influence of the climate is less than the influence of the reservoir, but comparable to it. The areas of floodplain spawning grounds decrease by 2.9 times under the influence of the reservoir, and by 2.1 times under the influence of climate. This article also presents proposals for the restoration of floodplain spawning grounds of the Lower Don.

KEYWORDS: the Lower Don, Tsimlyansk reservoir, lowering of the spring runoff, floodplain spawning grounds, bream this year small fish, fish spawning, catch reducing

Financing: The research has been conducted within the framework of R&D governmental assignment for Lomonosov Moscow University Geographic Department Chair of Inland Hydrology (No. TsITIS: 121051400038-1). Analysis of climatic changes has been made with assistance of Lomonosov Moscow University Inter-disciplinary scientific-educational school "Future of the Planet and global changes of environment". Restoration of the Don River runoff was made within the framework of governmental assignment for RAS Institute of Geography FMWS-2024-0007 "Biotic, geographic/hydrological and landscape assessments of environment in order to establish the basis for rational nature use".

For citation: Semenova A.A., Goncharov A.V., Georgiadi A.G., Milyukova I.P. The spring runoff climatic decrease and hydraulic engineering regulation impact on the fish reproduction conditions in the Azov-Don fishery area (the floodplain area near the village of Razdorskaya as a study case). *Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management.* 2025. No. 3. P. 50–63. https://doi.org/10.35567/19994508-2025-3-50-63, EDN: NWNWDS

ВВЕДЕНИЕ

Пойма Нижнего Дона всегда играла ключевую роль в процессах воспроизводства рыбных ресурсов, особенно в период весеннего половодья, когда на свежезалитой растительности происходит нерест полупроходных фитофильных видов рыб [1]. Эти виды (лещ, сазан, судак, тарань) ранней весной поднимаются из Таганрогского залива Азовского моря и откладывают икру в реке на заливаемой весной растительности в пойме. Икра некоторое время инкубируется, из нее выводятся личинки, они подрастают и в этом же году скатываются по реке в море; производители возвращаются в море еще раньше.

Сейчас рыбное хозяйство Нижнего Дона находится в упадке: нарушены процессы естественного воспроизводства рыб, в несколько десятков раз сократились уловы ценных промысловых видов, сократились площади пойменных нерестилищ [1–4].

Деградация рыбного хозяйства на Нижнем Дону обусловлена рядом факторов, включая браконьерство, изменение физико-химических параметров Азовского моря [5], необратимые процессы застройки поймы [4, 6]. Но большинство ученых сходится во мнении, что основная причина заключается в снижении эффективности нереста рыб из-за того, что в результате строительства Цимлянского гидроузла стали значительно реже заливаться пойменные нерестилища в весеннее время [1–4, 6, 7].

В начале 1970-х годов, помимо воздействия Цимлянского водохранилища, добавился еще один негативный, но малоизученный фактор – снижение весеннего стока, вызванное изменением климата в бассейне Дона [8, 9].

Целью данного исследования является раздельная оценка влияния Цимлянского гидроузла и климатических изменений на состояние пойменных нерестилищ Нижнего Дона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Район исследования

В качестве района исследования площадей пойменных нерестилищ (рис. 1) выбран участок в районе гидрологического поста (ГП) р. Дон – станица Раздорская.

Протяженность участка от населенного пункта Донские Зори до г. Семикаракорска составляет 15 км. Данная территория выбрана из-за наибольшей освещенности гидрологическими данными водомерного поста Раздорская, где расположена часть нерестилищ фитофильных видов рыб.

Исходные данные

В исследовании использованы данные по ежедневным расходам воды на ГП Раздорская за период 1936–2018 гг, опубликованные в Гидрологических ежегодниках[1], и с сайта АИС ГМВО[2].

[1] Гидрологические ежегодники (за 1936–1987 гг.). Т. 2. Бассейны Черного и Азовского морей (без Кавказа). Вып. 7–9. Бассейн р. Дон. Л.: Гидрометеоиздат.

[2] Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО). Режим доступа: https://gmvo.skniivh.ru/ (дата обращения: 24.10.2024)

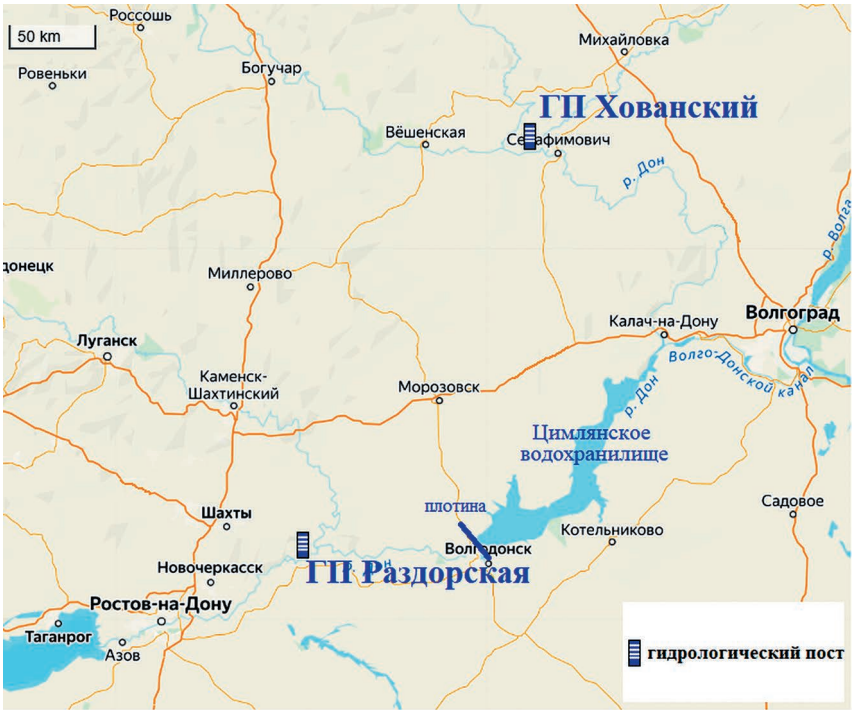


Рис. 1. Схема района исследования.
Fig. 1. The scheme of the research area.

По ежедневным расходам и уровням воды за маловодные 2008–2018 гг. и многоводные 1963, 1964, 1979 гг. были восстановлены значения уровней воды за нерестовый (март – июнь) период 1936–2018 гг. (рис. 2).

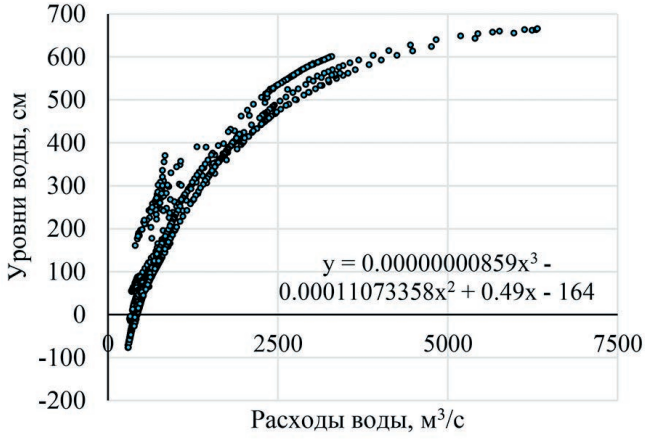


Рис. 2. Связь уровней и расходов воды (с марта по июнь) р. Дон на ГП Раздорская.
Fig. 2. Relationship of water levels and flow rates (from march to june)
of the Don River at the Razdorskaya hydrological post.

Определение площадей залития Нижнего Дона в районе гидрологического поста Раздорская

С помощью топографических карт Государственного ГИС Центра (ГГЦ) масштаба 1:25000 и программы ArcMap были получены площади залития поймы на рассматриваемом участке р. Дон при разных уровнях воды.

После нахождения связи между площадями залития поймы и уровнями воды определялись площади залития поймы за каждый год с 1936-го по 2018-й в месяцы весеннего нереста (март – июнь). При этом учитывались дни с температурой воды больше 8 °С, благоприятные для нереста фитофильных рыб (на примере леща).

Связь между численностью сеголеток леща и расходами воды Нижнего Дона

Из работы И.Н. Иванченко [4] заимствованы данные по численности сеголеток леща за период 1953–1998 гг. Лещ выбран в качестве модельного объекта исследования как наиболее хорошо изученный фитофильный вид, имеющий большое значение в рыбном промысле Нижнего Дона. Была получена зависимость между стоком воды в створе ГП р. Дон – станица Раздорская и численностью сеголеток (коэффициент корреляции по Спирмену равен 0,52) (рис. 3).

Данную связь можно улучшить (r = 0,76), если рассматривать только благоприятные для нереста рыб годы (когда вода выходит на пойму при температуре воды больше 8 °С) (рис. 4).

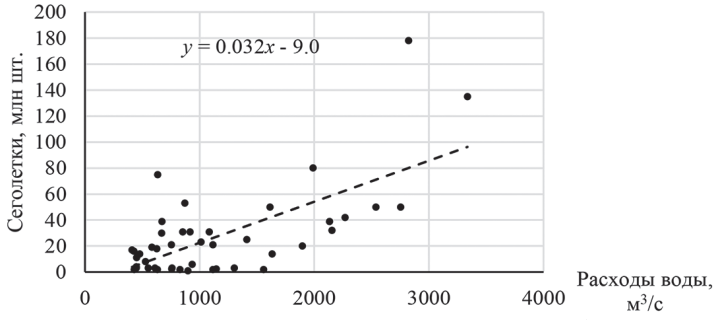


Рис. 3. Связь между численностью сеголеток леща Нижнего Дона и весенними расходами воды (за месяцы с апреля по май) в створе ГП р. Дон – станица Раздорская.
Fig. 3. Relationship between the number of fingerlings of the Lower Don bream and spring water consumption (for the months from April to May) of the Don River – Razdorskaya village.

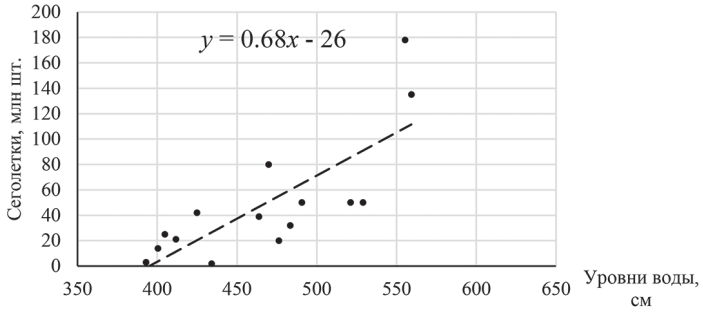


Рис. 4. Связь между уровнем воды и численностью сеголеток леща при выходе воды (с температурой > 8 °С) на пойму р. Дон (ГП Раздорская).
Fig. 4. The relationship between the water level and the number of bream fingerlings at the water outlet to the floodplain of the Don and rivers temperature > 8 °C (Razdorskaya hydrological post).

Определение расходов воды для гипотетической ситуации отсутствия Цимлянского водохранилища

Восстановление условно-естественного (ежедневного) стока р. Дон на ГП Раздорская производилось по гидрологическому посту Хованский, расположенному на 650 км выше по течению (рис. 1). Был применен метод Г.П. Калинина и П.И. Милюкова [10–12]. При этом исходили из того, что в пойме реки отсутствуют результаты хозяйственной деятельности, появившиеся после создания Цимлянского гидроузла (сельскохозяйственные угодья, различные строения). Они не могли появиться в пойме, которая практически ежегодно заливалась водами весеннего половодья.

Согласно этому методу, расход воды в створе ГП Раздорская рассчитывается по интегралу

$$Q(t) = \int_0^t q(t)\, P(t - \tau)\, d\tau,$$

где $Q(t)$ – расход в замыкающем створе в момент времени t; $q(t)$ – расход на входе расчетного участка (т. е. расход воды на гидрологическом посту Хованский); $P(t)$ – функция влияния (кривая добегания).

$$P(t) = \frac{1}{\tau(n-1)!}\left(\frac{t}{\tau}\right)^{n-1} e^{-\left(\frac{t}{\tau}\right)},$$

где n – количество характерных участков с одинаковым временем добегания, равным τ.

Для определения параметров функции влияния использовались среднесуточные расходы воды в створе ГП Хованский за период 1938–1950 гг. (т. е. за период времени, когда антропогенное воздействие на сток р. Дона фактически отсутствовало).

Параметры n и τ определялись методом подбора. При этом допускалось равенство объемов воды во входном (ГП Хованский) и выходном (ГП Раздорская) створах с учетом бокового притока на участке между верхним и нижним створами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Карты залития участка поймы Нижнего Дона при разных уровнях воды в районе гидрологического поста Раздорская

На рис. 5 представлено изменение площадей пойменных нерестилищ при различных уровнях воды.

При достижении уровнем воды отметки 390 см над нулем графика поста (на 20 см превышающей уровень бровки) уже возможен нерест фитофильных рыб. Однако площадь залития поймы еще сравнительно невелика и составляет всего 8 км^2 в пределах рассматриваемого района.

Площади залития сильно увеличиваются лишь после достижения уровнем воды отметки 470 см. Это обусловлено ландшафтными особенностями формирования поймы (крутыми берегами прирусловых участков Нижнего Дона и его пологой поймой).

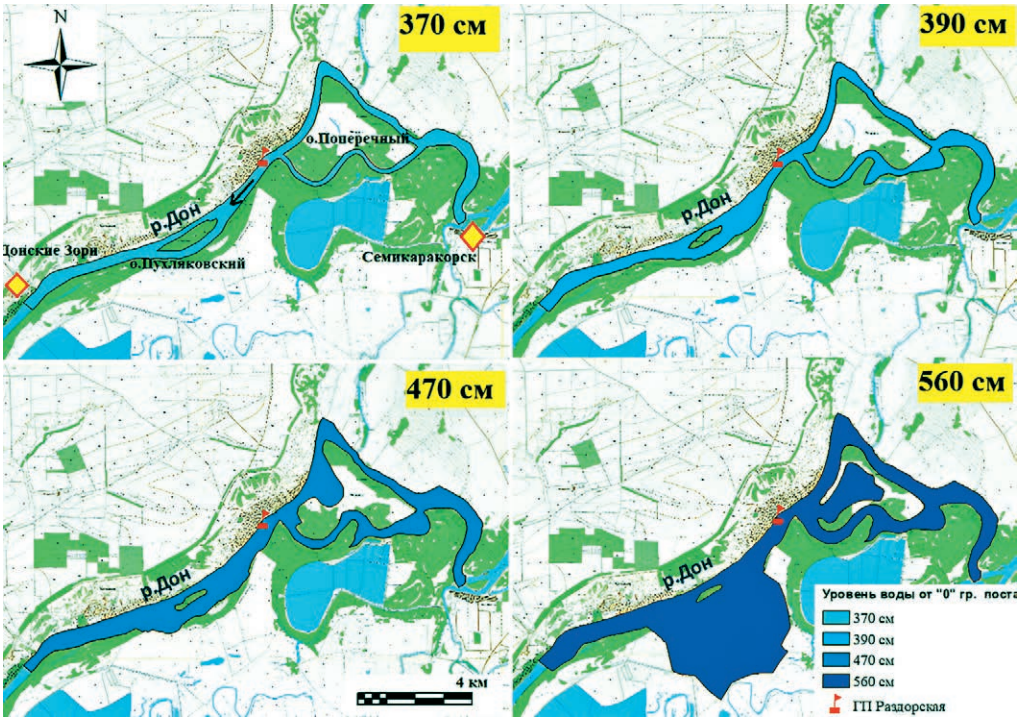


Рис. 5. Карты залития поймы р. Дон при разных уровнях воды на участке поймы в районе ГП Раздорская.
Fig. 5. Maps of floodplain flooding of the Don River at different water levels in the floodplain area in the area of the hydrological post of the Razdorskaya village.

Важно отметить, что на Нижнем Дону существует серьезная проблема застройки пойменных нерестилищ, за счет чего существенно уменьшаются их площади, нарушается режим обводнения и снижается эффективность нереста.

Так, в [6] показано, что в последнее время из-за того, что весенние разливы на Дону крайне редки, пойменные земли стали активно осваиваться, в особенности сельскохозяйственной и строительной отраслями (распашкой пойменных земель, промышленным и гражданским строительством). В соответствии с [4], в 2020 г. 42 % всей поймы было распахано; площадь хозяйственной застройки составила 4 %. В исследовании [13] с помощью ретроспективного численного моделирования выявлено значительное изменение в режиме уровней воды, вызванное интенсивным хозяйственным использованием поймы.

Связь между уровнем воды и площадями залития поймы Нижнего Дона в районе гидрологического поста Раздорская

В ходе данного исследования построен график связи между площадью залития поймы и уровнем воды на ГП Раздорская, r = 0,97 (рис. 6).

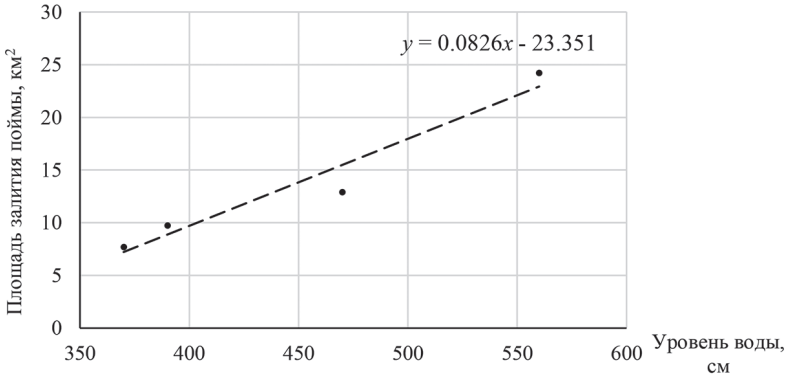


Рис. 6. Зависимость между уровнем воды и площадью залития поймы (в районе ГП Раздорская).
Fig. 6. The relationship between the floodplain level and floodplain area (in the area of the Razdorskaya hydrological post).

Зависимость между расходами воды, заливаемой площадью в районе гидрологического поста Раздорская и численностью сеголеток леща Нижнего Дона

В ходе данного исследования выявлено, что изменения площади залития поймы в районе ГП Раздорская и площади залития всей поймы Нижнего Дона [1] сильно скоррелированы (r = 0,95). Это говорит о том, что результаты, полученные на небольшом участке у Раздорской, хорошо отражают ситуацию на всей пойме Нижнего Дона.

Результаты исследования показали (рис. 3), что при расходе воды до 2 820 м^3/с (обеспеченности стока до 25 %) и площади нерестилищ у Раздорской около 26 км^2 численность сеголеток леща Нижнего Дона составляет в среднем 60 млн шт. (с максимумом 178 млн шт.). При расходе воды до 670 м^3/с (обеспеченности стока от 25 до 50 %) численность сеголеток леща составляет в среднем 40 млн шт. (с максимумом 75 млн шт.). При расходе воды до 580 м^3/с (обеспеченности стока от 50 до 75 %) численность сеголеток леща составляет в среднем 20 млн шт. (с максимумом 53 млн шт.). При расходе воды 410 м^3/с (обеспеченности стока от 75 до 95 %) и площади нерестилищ 10 км^2 численность сеголеток леща составляет в среднем 7 млн шт. (с максимумом 17 млн шт.).

По данным о численности сеголеток леща и площадям залития поймы на исследуемом участке (в районе ГП Раздорская) построен график связи (рис. 7), из которого видно, что при увеличении площади нерестилищ численность сеголеток увеличивается (r = 0,78).

Расходы воды реки Дон (гидрологический пост Раздорская) фактические и восстановленные (с Цимлянским водохранилищем и без него)

Анализируя изменения измеренных весенних расходов воды в створе ГП р. Дон – станица Раздорская за 1936–2018 гг. и их разностную интегральную кривую, можно сказать, что в целом наблюдается тенденция к снижению водности.

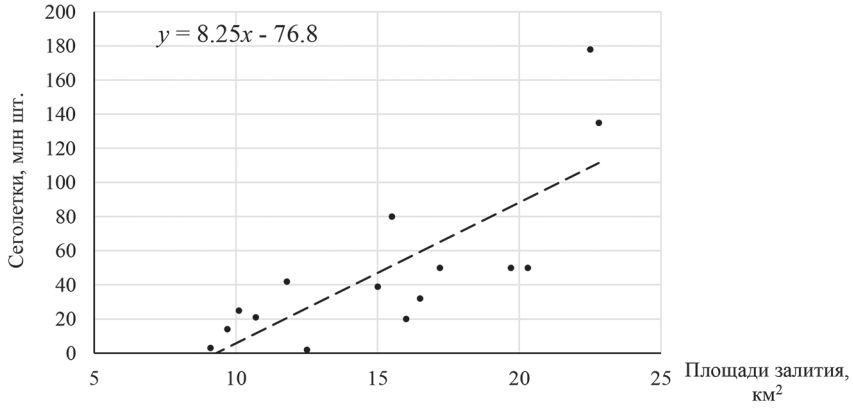


Рис. 7. Связь между площадью залития поймы в районе ГП Раздорская и численностью сеголеток леща (сеголетки из [3]).
Fig. 7. The relationship between the floodplain area near the Razdorskaya hydrological post and the number of bream fingerling youngsters (from [3]).

На рис. 8 видно, что весь временной ряд может быть условно разделен на два периода: многоводный, предшествовавший строительству Цимлянского водохранилища в 1952 году, и маловодный, наступивший после его создания.

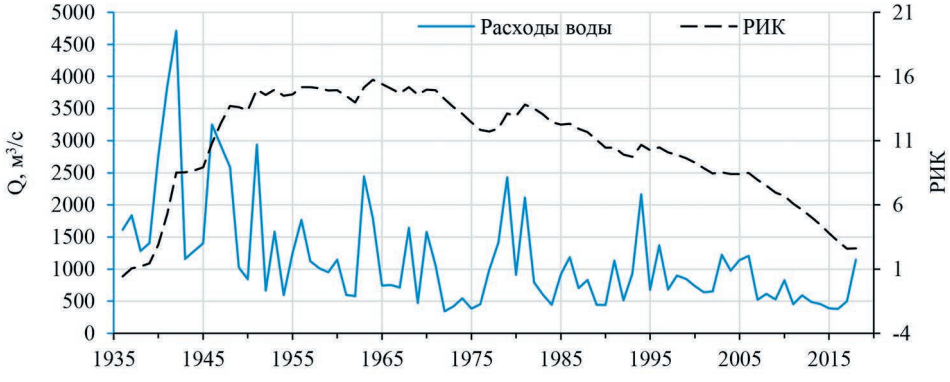


Рис. 8. Наблюденные расходы воды р. Дон на гидрологическом посту Раздорская весной (март – июнь) за 1936–2018 гг.
Fig. 8. Observed water consumption of the Don River at the Razdorskaya hydrological site in the spring (March – June) for 1936–2018.

В каждом периоде можно выделить отдельные короткие фазы. Многоводные: с 1936 по 1952 г., с 1977 по 1982 г.; маловодные: с 1971 по 1976 г. (данная фаза выделена также в [16] и [17]), с 1983 по 2018 г.

Глобальное маловодье, начавшееся в 1970-х годах (рис. 8), связано с глобальным потеплением климата [17]. Наиболее многоводными за весь рассматриваемый период годами являлись 1942 (с расходом воды 4 711 м³/с), 1946 (3 252), 1951 (2 938), 1963 (2 442), 1979 (2 429), 1981 (2 113), 1994-й (2 164) (рис. 8). Наиболее маловодными были годы: 1952 (с расходом воды 666 м³/с), 1954 (597), 1962 (580), 1969 (471), 1972 (343), 1984 (444), 2016-й (379) (рис. 8).

В период 1952–2018 гг. работа Цимлянского гидроузла привела к снижению расходов воды в весеннее время в среднем в 1,7 раза по сравнению с периодом 1936–1951 гг.

На рис. 9 представлены восстановленные расходы воды (станица Раздорская) и построенная на их основе РИК (разностно-интегральная кривая). По этим графикам можно выделить 2 периода: многоводный (1936–1971 гг.) и маловодный (1972–2018 гг.). Этот рисунок наглядно показывает климатические изменения, раннее выявленные в исследованиях [8, 12] и произошедшие в бассейне Дона. Расходы воды в маловодный период (1972–2017 гг.) по сравнению с многоводным (1936–1971 гг.) уменьшились в среднем в 1,6 раза.

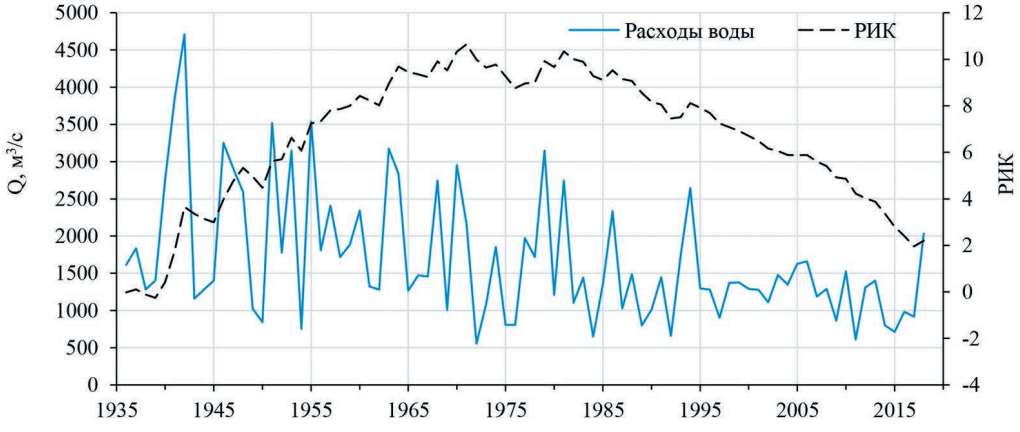


Рис. 9. Восстановленные расходы воды (рассчитанные по гипотетическому сценарию при отсутствии Цимлянского водохранилища) р. Дон на ГП Раздорская весной (март – июнь) за 1936–2018 гг.

Fig. 9. Restored water consumption (that is, the water consumption that would have been in the absence of the Tsimlyansk reservoir) of the Don River at the Razdorskaya hydrological site in spring (March – June) for 1936–2018.

Многолетние изменения площади залития поймы Нижнего Дона в районе гидрологического поста Раздорская с Цимлянским водохранилищем и без него

На рис. 10 представлена диаграмма многолетних изменений площадей залития пойменных нерестилищ Нижнего Дона в створе ГП Раздорская. Как следует из рис. 10, в случае восстановленного стока площади залития пойменных нерестилищ на изучаемом участке в отдельные годы были намного больше, чем при реальной ситуации (с Цимлянским водохранилищем), в 6,2 раза в 1952 г., в 16,4 раза – в 1965 г., в 8,1 – в 1977 г., в 9,4 – в 1999 г., в 9,5 – в 2010 г. Под влиянием климатических изменений площади пойменных нерестилищ сократились в 2,1 раза, т. е. если в период 1936–1971 гг. они составляли 16,1 км^2, то в период 1972–2018 гг. стали составлять 7,8 км^2.

Деградация площадей пойменных нерестилищ на изученном участке является наглядным примером того, что в сложившихся критических условиях необходимо срочно принять меры: регулировать попуски воды с Цимлянско-

го гидроузла весной с учетом требований рыбной отрасли для обеспечения процессов естественного воспроизводства рыб [2, 16–18]; предотвратить использование нерестовых территорий для застройки и других хозяйственных целей [4, 19]; повысить эффективность искусственного воспроизводства рыб.

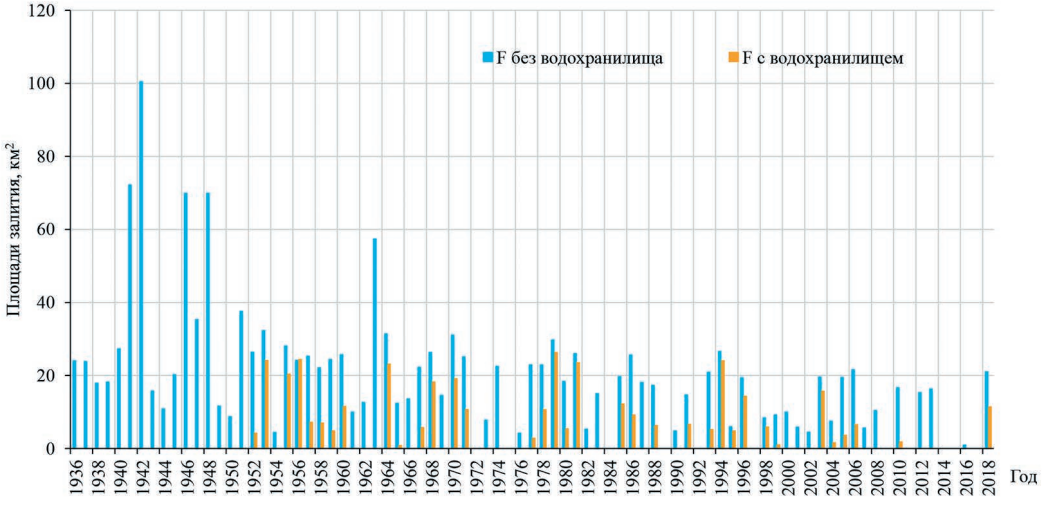


Рис. 10. Площади залития Нижнего Дона в районе ГП Раздорская с Цимлянским водохранилищем и без него (1952-й – год создания плотины Цимлянского водохранилища).
Fig. 10. Areas of the Lower Don with and without the Tsimlyansk reservoir (1952 was the year of the creation of the Tsimlyansk reservoir dam).

ВЫВОДЫ

Показано, что работа Цимлянского гидроузла в период 1952–2018 гг. привела к снижению расходов воды в весеннее время в среднем в 1,7 раза. Расходы воды в результате изменения климата уменьшились в среднем в 1,6 раза.

Под воздействием Цимлянского водохранилища площади пойменных нерестилищ уменьшились в 2,9 раза, а под влиянием климатических изменений – в 2,1 раза. Изменение площадей пойменных нерестилищ напрямую отражается на изменении численности сеголеток полупроходного леща. Коэффициент корреляции между этими показателями составляет 0,78.

В сложившейся ситуации деградации пойменных нерестилищ необходимо: регулировать рыбохозяйственные попуски; запретить использование нерестовых территорий в хозяйственных целях, наладить искусственное воспроизводство рыб.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
CONFLICT OF INTERESTS
The authors declares no relevant conflict of interests.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дубинина В.Г. Требования рыбного хозяйства при управлении режимами водохранилищ // Экосистемы: экология и динамика. 2019. Т. 3. № 1. С. 67–97.
2. Дубинина В.Г. Гидрологический режим поймы нижнего Дона и проблемы рыбохозяйственного использования водных ресурсов реки: автореф. дис. канд. геогр. наук. Ростов-на-Дону: РГУ, 1969. 31 с.
3. Иванченко И.Н. Формирование запасов донской популяции леща в условиях антропогенных преобразований Азовского моря: автореф. дис. канд. биол. наук. Ростов-на-Дону, 2004. 26 с.
4. Шинкаренко С.С., Васильченко А.А. Современное состояние нерестилищ нижнего Дона по данным дистанционного зондирования // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2023. Т. 78. № 1. С. 16–27.
5. Воловик Г.С., Воловик С.П., Косолапов А.Е. Водные и биологические ресурсы Нижнего Дона: состояние и проблемы управления: монография. Новочеркасск: СевКавНИИВХ, 2009. 301 с.
6. Белоусов В.Н. Последний рубеж естественного воспроизводства в Азово-Донском районе // Рыбное хозяйство. 2016. № 4. С. 14–19.
7. Жердев Н.А., Власенко Е.С., Гуськова О.С. Распределение молоди тарани rutilus rutilus, леща abramis brama, рыбца vimba vimba, судака sander lucioperca в Нижнем Дону в маловодный 2017 год // Водные биоресурсы и среда обитания. 2020. Т. 3. № 1. С. 42–53.
8. Георгиади А.Г., Милюкова И.П., Кашутина Е.А. Современные и сценарные изменения речного стока в бассейне Дона // Водные ресурсы. 2020. Т. 47. № 6. С. 651–662.
9. Blöschl G., Hall J., Viglione A. et al. Changing climate both increases and decreases European river floods // Nature. 2019. 573. P. 108–111. https://doi.org/10.1038/s41586-019-1495-6.
10. Калинин Г.П., Милюков П.И. Приближенный расчет неустановившегося движения водных масс // Труды ЦИП. Вып. 66. Л.: Гидрометеоиздат. 1958. 72 с.
11. Георгиади А.Г., Милюкова И.П., Барабанова Е.А., Алентьев Ю.Ю. Особенности длительных фаз повышенного/пониженного стока Енисея (до впадения Ангары) // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2024. Т. 3. № 393. С. 124–141.
12. Георгиади А.Г., Милюкова И.П. Особенности долговременных фаз повышенной и пониженной водности Дона и Лены в XIX-XXI веках // Метеорология и гидрология. 2023. № 12. С. 104–114.
13. Беликов В. В., Алексюк А. И., Борисова Н. М., Глотко А. В., Румянцев А. Б. Оценка изменения уровней затопления поймы Нижнего Дона под влиянием хозяйственной деятельности. Ретроспективное гидродинамическое моделирование // Водные ресурсы. 2022. Т. 49. № 6. С. 68–690.
14. Жукова С. В. Обеспеченность водными ресурсами рыбного хозяйства Нижнего Дона // Водные биоресурсы и среда обитания. 2020. Т. 3. № 1. С. 7–19.
15. Георгиади А.Г., Коронкевич Н.И., Милюкова И.П., Барабанова Е.А., Кашутина Е.А. Современные и сценарные изменения стока Волги и Дона // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2017. № 3. С. 6–23. DOI: 10.35567/19994508-2017-3-6-23.
16. Дубинина В.Г., Лукин А.А., Мартынов А.С., Евланов И.А., Розенберг Г.С., Селезнев В.А. Пленарное заседание научного консультативного совета по комплексному использованию водных ресурсов и охране водных экосистем при участии тематического сообщества по проблемам больших плотин по вопросу: «Оценка влияния строительства и эксплуатации плотин на состояние, сохранение и воспроизводство водных биоресурсов» (25 февраля 2010 г., Москва) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 1. С. 296–302.
17. Дубинина В.Г. Рациональное использование водных ресурсов Дона с учетом рыбохозяйственных требований // Водные ресурсы. 1978. № 3. С. 67–82.
18. Дубинина В.Г., Баскакова Т.Е. Обоснование требований рыбного хозяйства к объему, режиму и частоте попусков в нижний бьеф Цимлянского гидроузла // Отчет о НИР АзНИИРХ. Инв. № 7720. Ростов-на-Дону. 1989. 31 с.
19. Дубинина В.Г. Требования рыбного хозяйства при управлении режимами водохранилищ // Экосистемы: экология и динамика. 2019. Т. 3. № 1. С. 67–97.

REFERENCES

1. Dubinina V.G. Requirements of fisheries management in the management of reservoir regimes Ekosistemy: ekologia i dinamika [Ecosystems: ecology and dynamics]. 2019. Vol. 3. No. 1. P. 67–97.
2. Dubinina V.G. Hydrological regime of the floodplain of the lower Don and problems of fishery use of river water resources: abstract of the thesis of the Candidate of Geographical Sciences. Rostov-on-Don: Rostov State University. 1969. 31 p.
3. Ivanchenko I.N. The formation of stocks of the Don bream population in the conditions of anthropogenic transformations of the Sea of Azov: abstract of the thesis of the Candidate of Biological Sciences. Rostov-on-Don. 2004. 26 p.
4. Shinkarenko S.S., Vasilchenko A.A. The current state of the spawning grounds of the Lower Don according to remote sensing data. Vestnik Moskovskogo universiteta [Bulletin of the Moscow University]. Series 5. Geography. 2023. Vol. 78. No. 1. P. 16–27.
5. Volovik G.S., Volovik S.P., Kosolapov A.E. Water and biological resources of the Lower Don: state and problems of management: monograph. Novocherkassk: Sevkavniivkh, 2009. 301 p.
6. Belousov V.N. The last frontier of natural reproduction in the Azov-Don region. Rybnoye khozyaystvo. [Fishery sector]. 2016. No. 4. P. 14–19.
7. Zherdev N.A., Vlasenko E.S., Guskova O.S. Distribution of juvenile taran rutilus rutilus, bream abramis brama, vimba vimba, walleye sander lucioperca in the Lower Don in the low-water year 2017. Vodniye bioresursy i sreda obitaniya [Aquatic bio/resources and habitat]/ 2020. Vol. 3. No. 1. P. 42–53.
8. Georgiadi A.G., Milyukova I.P., Kashutina E.A. Modern and scenario changes in river flow in the Don basin. Vodniye resursy [Water resources]. 2020. Vol. 47. No. 6. P. 651–662.
9. Blöschl G., Hall J., Viglione A. et al. Changing climate both increases and decreases European river floods. Nature. 2019. 573. P. 108–111. https://doi.org/10.1038/s41586-019-1495-6.
10. Kalinin G.P., Milyukov P.I. Approximate calculation of the unsteady movement of water masses. Trudy TsIP [Proceedings of the Central Institute of Forecasts]. Iss. 66. L.: Hydromegeoizdat. 1958. 72 p.
11. Georgiadi A.G., Milyukova I.P., Barabanova E.A., Alentyev Y.Y. Special features of the Yenisei River increased/decreased runoff prolonged phases (upstream the Angara River inflow) Gidrometeorologicheskiye issledovaniya i prognozy [Hydro/meteorological researches and forecasts]. 2024. Vol. 3. No. 393. P 124–141.
12. Georgiadi A.G., Milyukova I.P. Special features of the Don River and the Lena River long-term phases of increased and decreased water content in XIX-XXI centuries. Meteorologia i gidrologia [Meteorology and hydrology]. 2023. No. 12. P. 104–114.
13. Belikov V.V., Aleksyuk A.I., Borisova N.M., Glotko A.V., Rumyantsev A.B. Assessment of changes in flood levels of the Lower Don floodplain under the influence of economic activity. Retrospective hydrodynamic modeling. Vodniye resursy [Water resources]. 2022. Vol. 49. No. 6. P. 68–690.
14. Zhukova S.V. Ecological problems and the state of the aquatic. Aquatic bioresources and habitat. 2020. Vol. 3. No. 1. P. 7–19.
15. Georgiadi A.G., Koronkevich N.I., Milyukova I.P., Barabanova E.A., Kashutina E.A. Modern and scenario changes in the flow of the Volga and Don. Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management. 2017. No. 3. P. 6–23. DOI: 10.35567/19994508-2017-3-6-23.
16. Dubinina V.G., Lukin A.A., Martynov A.S., Evlanov I.A., Rosenberg G.S., Seleznev V.A. Plenary meeting of the Scientific Advisory Council on Integrated use of water resources and protection of aquatic ecosystems with the participation of the thematic community on the problems of large dams on the issue: "Assessment of the impact of dam construction and operation on the condition, conservation and reproduction of aquatic biological resources" (February 25, 2010, Moscow). Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2012. Vol. 14. No. 1. P. 296–302.
17. Dubinina V.G. Rational use of Don water resources taking into account fishery requirements. Vodniye resursy [Water resources]. 1978. No. 3. P. 67–82.
18. Dubinina V.G., Baskakova T.E. Justification of the requirements of fisheries for the volume, regime and frequency of releases into the lower reaches of the Tsimlyansk hydroelectric complex. Research report of AzNIIRH. Inv. No. 7720. Rostov-on-Don. 1989. 31 p.

19. Dubinina V.G. Requirements of fisheries management in the management of reservoir regimes. Ecosystems: ecology and dynamics. 2019. Vol. 3. No. 1. P. 67–97.

Сведения об авторах:

Семенова Анна Александровна, аспирант, кафедра гидрологии суши, географический факультет, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1; ORCID: 0000-0001-5954-2099; e-mail: sem.nut2013@yandex.ru

Гончаров Александр Валентинович, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник, кафедра гидрологии суши, географический факультет, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1; ORCID: 0000-0001-8737-7625; e-mail: mama15333@mail.ru

Георгиади Александр Георгиевич, канд. геогр. наук, ведущий научный сотрудник, лаборатория гидрологии, ФГБУН «Институт географии РАН», 119017, Москва, Старомонетный переулок, д. 29, стр. 4; ORCID: 0000-0002-6692-0630; e-mail: georgiadi@igras.ru

Милюкова Ирина Павловна, канд. геогр. наук, старший научный сотрудник, лаборатория гидрологии, ФГБУН «Институт географии РАН», 119017, Москва, Старомонетный переулок, д. 29, стр. 4; ORCID: 0000-0001-8403-3114; e-mail: milukova@igras.ru

About the authors:

Anna A. Semenova, Postgraduate student, Department of Land Hydrology, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, 1 Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia; ORCID: 0000-0001-5954-2099; e-mail: sem.nut2013@yandex.ru

Alexander V. Goncharov, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher, Department of Land Hydrology, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, 1 Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia; ORCID: 0000-0001-8737-7625; e-mail: mama15333@mail.ru

Alexander G. Georgiadi, Candidate of Geographical Sciences, Leading Researcher at the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Laboratory of Hydrology, 119017, Moscow, Staromonetny lane, 29, p. 4; ORCID: 0000-0002-6692-0630; e-mail: georgiadi@igras.ru

Irina P. Milyukova, Candidate of Geographical Sciences, Senior Researcher at the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Laboratory of Hydrology, 119017, Moscow, Staromonetny lane, 29, p. 4; ORCID: 0000-0001-8403-3114; e-mail: milukova@igras.ru

Поступила в редакцию / Received 11.11.2024.
Поступила после рецензирования / Revised 06.03.2025.
Принята к публикации / Accepted 30.05.2025.