



## Рыбоходно-нерестовые каналы, как средство улучшения условий воспроизводства рыб на Нижнем Дону

DOI

Кандидат технических наук, профессор **В.Н. Шкура** – ведущий научный сотрудник;

аспирант **А. В. Шевченко** – младший научный сотрудник гидротехнического отдела Российского научно-исследовательского института проблем мелиорации, г. Новочеркасск, Российская Федерация

@ VNShkura@yandex.ru,  
<https://orcid.org/0000-0002-4639-6448>  
rigge111@mail.ru,  
<https://orcid.org/0000-0003-4839-6377>

**Ключевые слова:** водные экосистемы, нерестовые миграции рыб, рыбоходно-нерестовые каналы, воспроизводство рыбных запасов, рыбохозяйственные сооружения

**Keywords:** aquatic ecosystems, spawning migrations of fish, fish-spawning channels, reproduction of fish stocks, fisheries facilities

### SPAWNING CHANNELS AS A MEANS OF IMPROVING FISH REPRODUCTION CONDITIONS ON THE LOWER DON

Candidate of Technical Sciences, Professor **V.N. Shkura** – Leading researcher; Postgraduate student **A.V. Shevchenko** – Junior Researcher – Hydrotechnical Department of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems, Novocherkassk, Russian Federation

**Objective:** To substantiate the feasibility of construction and reconstruction of fish-spawning channels on the cascade of low-pressure Lower-Don hydroelectric power plants. **Materials and methods.** The factual basis of the study was the materials of surveys and studies of existing fish-spawning channels at the Nikolaevsky and Konstantinovsky hydroelectric power plants and their design solutions at the Bagaevsky and Kochetovsky hydroelectric power plants. **Results.** The description of the advantages and disadvantages of near-hydro-node fish-spawning channels, the conditions of their functioning, their purpose and layout and design features is given. The general information about the conditions of natural reproduction of passing and semi-passing fish on the Lower Don is given, and the justification of the possibility and expediency of using near-nodal fish-spawning channels for their improvement is given. The general characteristics of existing and projected structures are given. Proposals have been formulated for the reconstruction of the channels at the Nikolayev and Konstantinovsky and for improving their design solutions at the Bagaevsky and Kochetovsky waterworks. **Conclusions.** 1. A proposal has been made for the construction and reconstruction of Bagaevsky, Kochetovsky, Konstantinovsky and Nikolaevsky fish-spawning channels. 2. The requirements for the layout and design solutions of hydro-nodal fish-spawning channels arranged as part of river low-pressure waterworks are determined.

#### ВВЕДЕНИЕ

Одной из актуальных проблем современного водопользования и речного гидростроительства является обеспечение охраны водных биоресурсов (ихтиофауны) и создание условий для естественного воспроизводства популяций особо ценных в промысловом

и продукционном отношении проходных и полупроходных видов рыб. Особую актуальность указанная проблема приобретает на Нижнем Дону. Построенные ранее Кочетовский (1919), Цимлянский (1953), Николаевский (1975), Константиновский (1982) гидроузлы и строящийся

Багаевский гидроузел кардинально изменили экологические условия водного биотопа, а, следовательно, и условия обитания и жизнедеятельности ихтиофауны в целом, и условия естественного воспроизводства, и анадромных миграций проходных и полупроходных видов рыб, в частности.

Судя по источникам [1-4], промысловые запасы и состояние популяций особо ценных (проходных) и ценных (полупроходных) видов рыб в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне определены как недостаточные и стагнирующие, а по белуге и севрюге – как «практически утраченные». Отметим, что в настоящее время вылов осетровых в Азово-Донском регионе разрешен только для научных целей и обеспечения производителями рыб искусственного воспроизводства; запрещен промышленный и любительский лов судака и шемаи; возникла реальная угроза утраты генофонда и исчезновения ряда ценных и «краснокнижных» видов рыб. Сделаны заключения:

- о неудовлетворительном состоянии условий естественного воспроизводства популяций анадромных рыб;
- недостаточной эффективности и малых объемах искусственного воспроизводства;
- проблематичности (по разным причинам и обстоятельствам) реализации периодического (желательно ежегодного) проведения нерестовых попусков воды из Цимлянского водохранилища (с затоплением русловых и пойменных Нижне-Донских нерестилищ – «займищ»).

Не исключая необходимости проведения и качественного улучшения рекомендуемых в [1-4] рыбо-восстановительных мероприятий, в сложившихся на Нижнем Дону социально-экономических и водохозяйственных условиях, в качестве первоочередных мер, предлагается использовать потенциальные возможности пригидроузловых рыбоходно-нерестовых каналов [5; 6]. Обоснованию их применения, создания, реконструкции и совершенствования компоновочно-конструктивных решений (проектирования и эксплуатации) посвящено настоящее исследование.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Фактологическую основу предложений по устройству и использованию рыбоходно-нерестовых каналов составили материалы обследования действующих и запроектированных сооружений на каскаде гидроузлов Нижнего Дона.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследованиями и обследованиями состояния действующих рыбоходно-нерестовых каналов, устроенных в составе Николаевского и Константиновского низконапорных гидроузлов на р. Дон установлено нижеследующее.

1. Рыбоходно-нерестовые каналы, на указанных низконапорных гидроузлах, протрассированы в обход комплекса разно-функциональных русловых гидротехнических сооружений по левобережным пойменным участкам поймы р. Дон (рис. 1, 2).

2. Компоновочно-конструктивные, расходно-скоростные (гидрологические) и геометрические параметры каналов характеризуются данными по таблице 1.

**Цель:** Обоснование целесообразности строительства и реконструкции рыбоходно-нерестовых каналов на каскаде низконапорных Нижне-Донских гидроузлов.

**Материалы и методы.** Фактологическую основу исследования составили материалы обследования и исследований действующих рыбоходно-нерестовых каналов на Николаевском и Константиновском гидроузлах и их проектных решений на Багаевском и Кочетовском гидроузлах.

**Результаты.** Приведено описание достоинств и недостатков пригидроузловых рыбоходно-нерестовых каналов, условий их функционирования, их предназначения и компоновочно-конструктивных особенностей. Приведены общие сведения об условиях естественного воспроизводства проходных и полупроходных рыб на Нижнем Дону и дано обоснование возможности и целесообразности использования для их улучшения пригидроузловых рыбоходно-нерестовых каналов. Даны общие характеристики действующих и запроектированных сооружений. Сформулированы предложения по реконструкции каналов на Николаевском и Константиновском и по улучшению их проектных решений на Багаевском и Кочетовском гидроузлах.

**Выводы.** 1. Сделано предложение по устройству и реконструкции Багаевского, Кочетовского, Константиновского и Николаевского рыбоходно-нерестовых каналов. 2. Определены требования к компоновочно-конструктивным решениям пригидроузловых рыбоходно-нерестовых каналов, устраиваемых в составе речных низконапорных гидроузлов.

3. Рыбоходно-нерестовые каналы соответствуют своему функциональному предназначению по обеспечению условий для прохода по ним анадромно-мигрирующих рыб из нижних бьефов указанных гидроузлов в верхние (осетровых, сельдевых и карповых рыб) и нереста в их трактах различных видов, как проходных (русского осетра, севрюги, рыбаца, шемаи), так и полупроходных (леща и судака) рыб [7].

4. Неоднократно фиксируемый заход рыб в Николаевский и Константиновский каналы и их нерест в трактах, в период с 1983 по 2021 гг., по разным причинам и обстоятельствам системно снижался и при этом скопления сельди, рыбаца, шемаи, леща, судака и других рыб перед плотинами гидроузлов наблюдались ежегодно. Указанное обстоятельство объясняется очевидными недостатками компоновочно-конструктивных решений рыбоходно-нерестовых каналов, заключающихся в нижеследующем.

4.1. Несоответствующей действующим нормативам и рекомендациям [8; 9] удаленностью входных (для рыб) сечений каналов от створов водосбросных плотин.

4.2. Нерешенностью конструктивного, пространственно-глубинного («топографического») и гидравлического («скоростного») сопряжения русел и потоков каналов с р. Дон, что снижает качество условий для привлечения и захода анадром-

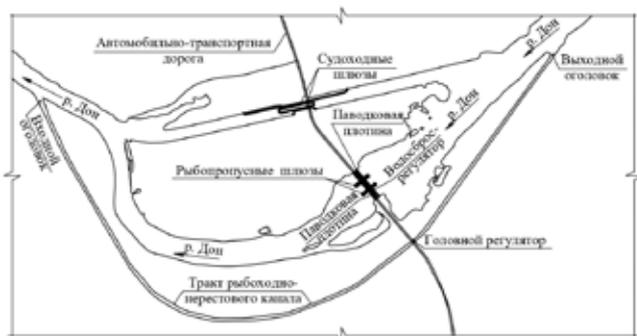
но-мигрирующих (преимущественно придонных) видов рыб из р. Дон в каналы.

4.3. Отсутствие конструктивно-оформленных входных (для рыб) оголовков рыбоходно-нерестовых каналов исключает возможность управления скоростным режимом течения в зоне выхода, привлекающих рыбу, канальных потоков в р. Дон.



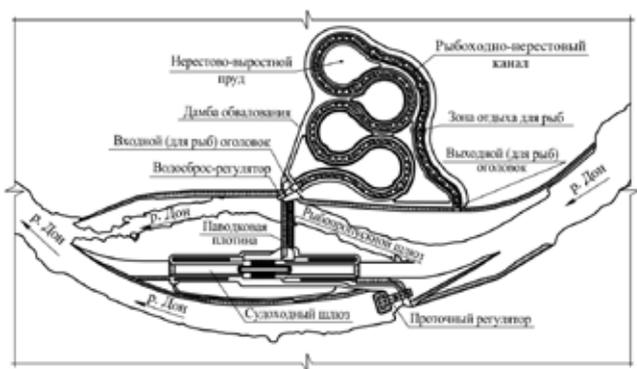
**Рисунок 1.** План-схема Николаевского гидроузла на реке Дон

**Figure 1.** Schematic diagram of the Mykolaiv hydroelectric complex on the Don River



**Рисунок 2.** План-схема Константиновского гидроузла на реке Дон

**Figure 2.** Schematic diagram of the Konstantinovskiy hydroelectric complex on the Don River



**Рисунок 3.** План-схема Багаевского гидроузла на р. Дон

**Figure 3.** Plan diagram of the Bagaevskiy hydroelectric complex on the Don river

4.4. Изначально запроектированные высокие значения средних скоростей водного потока в тракте канала (на уровне  $1,1 \pm 0,1$  м/с) затрудняют или делают невозможным свободное перемещение части рыб из нижнего бьефа каналов в верхний.

4.5. В трактах каналов не предусмотрено устройство зон для отдыха рыб.

4.6. При высоком уровне значений средних скоростей течений, отсутствию их диверсификации по поперечному сечению русла трапециевидальной формы, не оправдались надежды разработчиков на устройство элементов искусственной шероховатости (кубов). В первый год эксплуатации канала незакрепленные бетонные кубы были хаотично перемещены водным потоком и в настоящее время своего предназначения не обеспечивают [5; 11]. Отметим, что к настоящему времени гравийное покрытие заилено, что привело к дальнейшему увеличению скоростей течения в тракте канала.

Исследования на действующих каналах и выявленные недостатки позволили сформулировать требования к компоновочно-конструктивным решениям при гидроузловых рыбоходно-нерестовых каналах, суть которых заключается в нижеследующем.

1. Обеспечивать необходимые условия для привлечения максимально возможного количества, подходящих к гидроузлу, производителей анадромно-мигрирующих рыб в зону привлекающего их скоростного шлейфа и к входному оголовку канала.

2. Обеспечивать благоприятные топографические и гидравлические условия для захода мигрирующих рыб во входной (для рыб) оголовки и далее – в тракт канала.

3. Обеспечивать гидравлические (скоростные), гидрометрические (глубинные и пространственные) условия для свободного прохода рыб по тракту канала.

4. Обеспечивать возможность и условия для отдыха (отдыха) рыб в тракте канала.

5. Обеспечивать условия для нереста в тракте канала (подготовленных к нересту) производителей рыб, устройством нерестово-обустроенных участков, с соответствующими параметрами (по скоростям течения, глубинам и объемам жизненного пространства, температуре воды и наличию соответствующего нерестового субстрата).

6. Обеспечивать условия для свободного (самостоятельного) выхода рыб из тракта канала в пригидроузловую зону руслового водохранилища, исключая обратный скат рыб (через водосбросные пролеты плотины) из верхнего бьефа гидроузла в нижний.

7. В канальных сооружениях должны быть созданы условия для ведения ихтиологических наблюдений и исследований по учету, осмотру и отлову рыб.

8. Рыбоходно-нерестовые каналы, как вид гидротехнических сооружений, должны соответствовать: требованиям устойчивости и прочности его конструктивных элементов; надежности функционирования; возможности обслуживания, ремонта и проведения восстановительных работ; требованиям охраны окружающей природной среды.

В соответствии с современными представлениями рыбохозяйственной гидротехники и опытом

создания и использования рыбоходно-нерестовых каналов, устраиваемых в составе низконапорных гидроузлов, при разработке проектных решений этих сооружений, необходимо соблюдать нижеследующие общепологающие рекомендации.

1. Расход рыбоходно-нерестового канала принимается в соответствии с гидрологическими параметрами (расходом) водотока, учетом рационального использования водно-ресурсного потенциала реки, потребностей в воде различных водопотребителей, в соответствии с их приоритетностью; возможностью технического регулирования водораспределением; экологическими требованиями в части обеспечения проточности и водообмена; промывки русла и предотвращения осадений взвесей; перегрева воды и развития около- и внутриводной флоры; обеспечения условий для жизнедеятельности и обитания гидробионтов в приплотинных зонах верхнего и нижнего бьефов гидроузла и других (гидрогеологических, хозяйственных, экологических) факторов и ограничений.

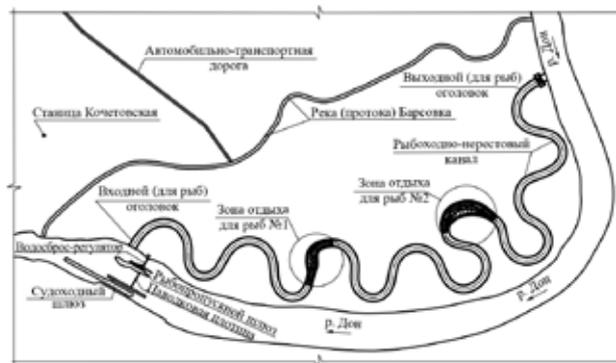
2. Скорость течения в канале, на входе в него и в выходном оголовке, должна соответствовать плавательной способности анадромно-мигрирующих и нерестящихся рыб. При этом в тракте канала должны быть созданы условия для выбора рыбами разноскоростных (по глубине и в плане) зон для перемещения и (или) нереста [10].

3. Глубины потока в трактах рыбоходно-нерестовых каналов должны соответствовать физиологиче-

ским возможностям и необходимым потребностям гидробионтов в части горизонтов плавания при их анадромных перемещениях и нересте.

4. В трактах рыбоходно-нерестовых каналов необходимо предусмотреть наличие соответствующего нерестового субстрата для отложения на нем производителей рыб икры, а также – условия для оплодотворения и развития нерестового продукта рыб.

5. На входе в рыбоходно-нерестовый канал необходимо обеспечить благоприятное и требуемое для



**Рисунок 4.** План-схема Кочетовского гидроузла на р. Дон

**Figure 4.** Plan diagram of the Kochetovsky hydroelectric complex on the Don river

**Таблица 1.** Гидрометрические данные по Николаевскому и Константиновскому рыбоходно-нерестовым каналам / **Table 1.** Hydrometric data on the Nikolaevsky and Konstantinovskiy fish-spawning channels

Наименование параметров	Значения параметров РНК	
	Николаевский	Константиновский
Расход канала ( $Q_k$ , м <sup>3</sup> /с)	75 ± 5	80 ± 5
Средняя скорость в тракте ( $\bar{v}_k$ , м/с)	1,2 ± 0,1	1,2 ± 0,1
Форма поперечного сечения	трапециевидная	трапециевидная
Глубина водного потока ( $h_k$ , м)	2,5 ± 0,5	2,2 ± 0,2
Протяженность тракта ( $L_k$ , м)	6140	6089
Средняя ширина тракта ( $\bar{B}_k$ , м)	29,5 ± 1,5	28 ± 1,0
Нерестовая площадь ( $S_n$ , м <sup>2</sup> )	180000	170000

**Примечание:** 1. Тракты каналов по дну закреплены слоем гравийно-песчаной смеси, являющейся подходящим нерестовым субстратом для литофилов.

2. По дну тракта канала предусмотрена установка по сетке 4×4 м бетонных кубов, размером 0,3×0,3×0,3 м, с размещением их в шахматном порядке.

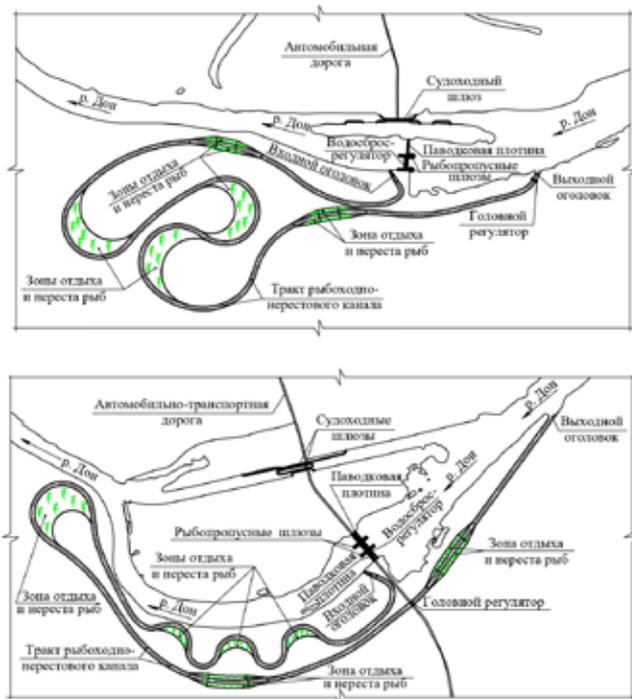
**Таблица 2.** Гидрометрические данные по Багаевскому и Кочетовскому рыбоходно-нерестовым каналам / **Table 2.** Hydrometric data on the Bagaevskiy and Kochetovskiy fish-spawning channels

Наименование параметров	Значения параметров РНК	
	Багаевский	Кочетовский
Расход канала ( $Q_k$ , м <sup>3</sup> /с)	100,0	90,0
Средняя скорость в тракте ( $\bar{v}_k$ , м/с)	0,895	0,950
Форма поперечного сечения	трапециевидная	трапециевидная
Глубина водного потока ( $h_k$ , м)	2,50	2,60
Протяженность тракта ( $L_k$ , м)	5520	8630
Средняя ширина тракта ( $\bar{B}_k$ , м)	44,75	36,50
Нерестовая площадь ( $S_n$ , м <sup>2</sup> )	24600	314000

анадромных рыб гидравлическое и топографическое сопряжение, исходящего из канала, потока с потоком реки, обеспечивающее ориентированное (тактильное и скоростное) перемещение рыб ко входу в сооружение. Для повышения рыбопривлекающего эффекта, в зоне поиска рыбами входа в канал, необходимо в комплексе использовать зрительные, скоростные, температурные, химические, обонятельные, тактильные, звуковые, электромагнитные, световые и др. средства воздействия на биологические рецепторы ориентации и поведения рыб, а собственно створ входа в рыбоходно-нерестовых канал должен быть расположен у верхней границы зоны поиска.

6. Во избежание обратного ската, прошедших рыбоходно-нерестовый канал, производителей рыб и поступающих (выходящих) в отличные от условий канала гидравлические, гидрологические, гидрохимические, морфометрические и др. условия водохранилища, выходной створ головного регулятора или участка канала должен быть удален от водосбросных сооружений гидроузла на расстояние, обеспечивающее адаптацию производителей рыб к новым условиям среды обитания в пригидроузловых водохранилищах и их последующее ориентированное перемещение к местам нереста.

7. Каналы, устраиваемые на затапливаемой при паводочных расходах редкой повторяемости, местности, защищают от занесения продуктами размывов и от размывов, формирующих участки каналов дамб при устройстве их в полувыемке-полунасыпи.



**Рисунок 5.** Предлагаемые варианты трассирования рыбоходно-нерестовых каналов на Николаевском (а) и Константиновском (б) гидроузлах

**Figure 5.** Proposed options for tracing fish-spawning channels at Nikolaevsky (a) and Konstantinovskiy (b) hydroelectric power plants

8. При устройстве в трактах каналов нерестового субстрата (гравийно-галечникового покрытия для литофилов или искусственной растительности для фитофилов) предусматриваются меры по предотвращению его заилиения и загрязнения, а при необходимости – очистки с осушением нерестовых зон участков (трактов) каналов.

9. При определении геометрических параметров рыбоходно-нерестовых каналов учитывается изменчивость гидрологических условий и режимов функционирования проектируемого гидроузла в течение всего нерестового периода.

10. При проектировании и эксплуатации рыбоходно-нерестовых каналов, устраиваемых в составе речных гидроузлов комплексного назначения с различными видами гидротехнических сооружений, учитывают взаимное их влияние на гидравлические условия в зоне притяжения (зоне поисков) и зоне выхода рыб, в связи с чем взаимно согласовывают режимы и объемы сбросов расходов воды через рыбоходно-нерестовый канал и другие сооружения гидроузла. В результате всесторонне согласованного режима сбросов расходов гидроузла формируются необходимые оптимальные гидравлические условия для управления перемещениями рыб в зонах поиска и выхода мигрантов. В случае, когда гидротехнические сооружения не рыбоходного назначения могут оказывать негативное воздействие на функционирование рыбоходно-нерестового канала, принимается другое компоновочное решение проектируемого гидроузла.

11. В процессе проектирования рыбоходно-нерестовых каналов рассматривается несколько конкурирующих вариантов их устройства, в части их взаимной компоновки и размещения, с другими сооружениями проектируемого гидроузла и конструктивного решения составляющих их сооружений и элементов (головного регулятора, тракта канала, входного оголовка, подходного участка, элементов сопряжения и др.) и принимается технически и экономически обоснованное решение.

Установленные недостатки действующих каналов и указанные требования и рекомендации учтены в компоновочно-конструктивных решениях рыбоходно-нерестовых каналов, устраиваемых в составе Багаевского и Кочетовского гидроузлов (Багаевского и Кочетовского рыбоходно-нерестовых каналов). Технические характеристики этих каналов приведены в таблице 2, а их план-схемы представлены на рисунках 3 и 4.

В Багаевском и Кочетовском рыбоходно-нерестовых каналах предусмотрены: инженерно-обустроенные входные оголовки; покрытие дна и откосов разноразмерной (от 20 до 60 и до 200 мм) гравийно-галечно-каменной смесью, в соотношении 40:40:20 по объему (являющейся нерестовым субстратом для литофилов); зоны отдыха и нереста рыб. Меандрическая форма трактов каналов позволит формировать разноскоростные, в плане и по глубине, зоны течений, что позволяет рыбам с разной плавательной способностью выбирать соответствующие им траектории перемещения.

Накопленный опыт разработки компоновочно-конструктивных решений для указанных запроек-

тированных каналов позволяет предложить технические решения для реконструкции действующих Николаевского и Константиновского каналов. Существенность предложений по этим объектам заключается в нижеследующем.

1. Увеличение протяженности трактов каналов с 6140 до 9650 м на Николаевском и с 6089 до 9720 м – на Константиновском гидроузлах в сопоставлении с рисунками 1 и 2. Увеличение длины канала позволит уменьшить уклон его дна и, вкуче с увеличением их глубины до 2,5 м, снизить среднюю скорость течения в их трактах.

2. Устройство входного (для рыб) оголовка, с размещением входного сечения в него у верхней границы зоны поисков рыбами прохода через препятствие.

3. Устройства в трактах каналов зон отдыха для рыб (пяти на Николаевском и шести на Константиновском рыбоходно-нерестовых каналах).

Компоновочно-конструктивные решения каналов представлены на рисунке 5.

Реализация предложений по реконструкции рыбоходно-нерестовых каналов позволит качественно улучшить условия их функционирования и увеличить нерестовые площади Николаевского на 103545 м<sup>2</sup> и Константиновского канала – на 99880 м<sup>2</sup>, а также повысить качество условий для привлечения мигрирующих рыб в канал в 1,4-1,6 раза.

## ВЫВОДЫ

1. Сделано предложение по устройству и реконструкции Багаевского, Кочетовского, Константиновского и Николаевского рыбоходно-нерестовых каналов.

2. Определены требования к компоновочно-конструктивным решениям рыбоходно-нерестовых каналов, устраиваемых в составе речных низконапорных гидроузлов.

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ / REFERENCES AND SOURCES

1. Дубинина В.Г. Требования рыбного хозяйства при управлении режимами водохранилищ // Экосистемы: экология и динамика. – 2019. – Т. 3. – № 1. – С. 67–97.
1. Dubinina V.G. Requirements of fisheries management in the management of storage facilities // Ecosystems: ecology and dynamics. – 2019. – Vol. 3. – No. 1. – Pp. 67–97.
2. Дубинина В.Г. Проблема восстановления водных биологических ресурсов поймы Нижнего Дона / В.Г. Дубинина, А.Е. Косолапов, С.В. Жукова // Сборник: Научное обеспечение реализации "Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года". Сборник научных трудов. – 2015. – С. 277–287.
2. Dubinina V.G. The problem of restoring aquatic biological resources of the floodplain of the Lower Don / V.G. Dubinina, A.E. Kosolapov, S.V. Zhukova // Collection: Scientific support for the implementation of the "Water Strategy of the Russian Federation for the period up to 2020". Collection of scientific papers. – 2015. – Pp. 277–287.
3. Дубинина В.Г. Оценка возможных последствий строительства Багаевского гидроузла для экосистемы Нижнего Дона / В.Г. Дубинина, С.В. Жукова // Рыбное хозяйство. – 2016. – № 4. – С. 20–30.
3. Dubinina V.G. Assessment of possible consequences of the construction of the Bagaevsky hydroelectric complex for the ecosystem of the Lower Don / V.G. Dubinina, S.V. Zhukova // Fish farming. – 2016. – No. 4. – Pp. 20–30.

4. Белоусов В.Н. Последний рубеж естественного воспроизводства в Азово-Донском районе // Рыбное хозяйство. – 2016. – № 4. – С. 14–19.
4. Belousov V.N. The last frontier of natural reproduction in the Azov-Don region // Fisheries. – 2016. – No. 4. – Pp. 14–19.
5. Шкура В.Н. Рыбоходные и рыбоходно-нерестовые каналы / В.Н. Шкура, А.Н. Дроботов // Новочеркасская государственная мелиоративная академия. Новочеркасск: НГМА. – 2012. – 203 с.
5. Shkura V.N. Fish-bearing and fish-spawning channels / V.N. Shkura, A.N. Drobotov // Novochoerkassk State Meliorative Academy. Novochoerkassk: NGMA. – 2012. – 203 p.
6. Чистяков А.А. Конструкции рыбоходных и рыбоходно-нерестовых каналов: учеб. пособие / Новочеркас. гос. мелиоратив. акад. Новочеркасск. – 2004. – 150 с.
6. Chistyakov A.A. Constructions of fish-bearing and fish-spawning channels: textbook. manual / Novochoerkas. gos. meliorative. acad. Novochoerkassk. – 2004. – 150 p.
7. Опыт эксплуатации обводных нерестово-рыбоходных каналов при низконапорных гидроузлах на Нижнем Дону / С.П. Воловик, И.Ф. Ковтун, А.А. Корнеев, В.Н. Шкура, В.П. Боровской // Гидротехнические рыбохозяйственные сооружения и русловая гидротехника: сб. ст. / Гос. агропром. ком. СССР, Новочеркас. инж.-мелиоратив. ин-т им. А.К. Кортунова. Новочеркасск. – 1986. – С. 10–20.
7. Experience in the operation of bypass spawning and fishing channels at low-pored waterworks on the Lower Don / S.P. Volovik, I.F. Kovtun, A.A. Korneev, V.N. Shkura, V.P. Borovskoi // Hydrotechnical fisheries facilities and riverbed hydrotechnics: collection of articles / State agroprom. com. USSR, Novochoerkas. eng.-land reclamation. in-t named after A.K. Kortunov. Novochoerkassk. – 1986. – Pp. 10–20.
8. Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.06.07-87 [Электронный ресурс]: СП 101.1330.2012: утв. Минрегионразвития России 30.06.12: введ. в действие с 01.01.13. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095534> (дата обращения: 10.12.2021).
8. Retaining walls, shipping locks, fish-passing and fish-protection structures. Updated version of SNiP 2.06.07-87 [Electronic resource]: SP 101.1330.2012: approved. Ministry of Regional Development of Russia 30.06.12: introduction. effective from 01.01.13. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095534> (date of application: 10.12.2021).
9. Малеванчик Б. С. Рыбопропускные и рыбозащитные сооружения / Б.С. Малеванчик, И.В. Никоноров // М.: Легкая и пищевая промышленность. – 1984. – 256 с.
9. Malevanchik B. S. Fish-passing and fish-protection structures / B.S. Malevanchik, I.V. Nikonorov // M.: Light and food industry. – 1984. – 256 p.
10. Павлов Д. С. Миграции рыб в зарегулированных реках / Д.С. Павлов, М. А. Скоробогатов // М.: КМК. – 2014. – 413 с.
10. Pavlov D. S. Migrations of fish in regulated rivers / D.S. Pavlov, M. A. Skorobogatov // M.: KMK. – 2014. – 413 p.
11. Шкура В.Н. Опыт устройства и проектирования рыбоходно-нерестовых каналов на Нижне-Донском каскаде низконапорных гидроузлов / В.Н. Шкура, А.В. Шевченко // Экология и водное хозяйство. – 2022. – Т. 4. – № 1. – С. 50–69. <https://doi.org/10.31774/2658-7890-2022-4-1-50-69>.
11. Shkura V.N. The experience of the device and design of fish-spawning vessels on the Lower Don cascade of low-pressure waterworks / V.N. Shkura, A.V. Shevchenko // Ecology and water management. – 2022. – Vol. 4. – No. 1. – Pp. 50–69. <https://doi.org/10.31774/2658-7890-2022-4-1-50-69>.

*Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.  
Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата и других нарушений в сфере этики научных публикаций.  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
The authors declare no conflicts of interests.*