

Комплекс рыбоохранных сооружений Багаевского гидроузла на реке Дон

DOI 10.37663/0131-6184-2023-1-59-65

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

Аспирант **А.В. Шевченко** – младший научный сотрудник – Гидротехнический отдел

Российского научно-исследовательского института проблем мелиорации, г. Новочеркасск, Российская Федерация

VNShkura@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4639-6448>

rigge1111@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4839-6377>

@ VNShkura@yandex.ru; rigge1111@mail.ru

Ключевые слова:

речной гидроузел, рыбопропускное сооружение, рыбоходно-нерестовые канал, рыбопропускной шлюз, рыбоохранное сооружение

Keywords:

river waterworks, fish-passing facility, fish-passing-spawning channel, fish-passing gateway, fish protection facility

THE COMPLEX OF FISH PROTECTION FACILITIES OF THE BAGAEVSKY HYDROELECTRIC COMPLEX ON THE DON RIVER

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

Purpose: to develop a technical justification of fish protection structures arranged as part of the Bagaevsky hydroelectric complex on the Don River.

Materials and methods. The research was based on data on fish science, topographic, hydraulic and technological conditions of the Bagaevsky hydroelectric complex. The methods of scientific analysis and technology of search design were used in the development of fish and security structures of the hydroelectric power plant.

Results and discussion. The composition, type, location and parameters of the fish protection facilities of the Bagaevsky hydroelectric complex have been established. A continuous fish-passing lock provides up to 16-20 cycles of attracting, accumulating and locking fish per day. The fish-spawning channel provides for the passage of fish with different swimming ability. Conditions for recreation and spawning of rheophilic and lithophilic fish species are formed in its tract, and phytophiles spawn in the ponds of the tract.

Conclusions. 1. Taking into account the fish-breeding significance and responsibility of the Bagaevsky hydroelectric complex, its technical solution provides for the creation of conditions for the passage and spawning of fish. 2. The adopted technical solutions for the construction of a hydroelectric power plant, a fish-passing gateway, a fish-spawning channel and spawning ponds meet modern fish-breeding requirements and provide conditions for the natural reproduction of fish.

ВВЕДЕНИЕ

Директивными актами Российской Федерации в среднесрочной перспективе определены целевые установки по увеличению добычи рыбы во внутренних водоемах страны [1; 2] и, в частности, в Азово-Донском

рыбопромышленном бассейне. Решение поставленной задачи усложняется сложившимся на Нижнем Дону деградирующим состоянием популяций ценных, в производственном отношении, видов проходных (осетровых, сельди, рыба, шемаи), полу-

проходных (леща, судака, сазана и др.) и ряда туводных рыб [3; 4]. Одним из обстоятельств катастрофического снижения промысловых запасов ихтиоресурсов в регионе является низкий уровень естественного воспроизводства указанных видов рыб [5]. Основной причиной тому является зарегулированность стока р. Дон и её притоков каскадами гидроузлов. Создание водоподпорных плотин на важных в рыбохозяйственном отношении реках, приводит к преграждению путей нерестовых миграций рыб и уменьшению площадей естественных нерестилищ [6-8]. В определенной степени на ухудшение условий для естественного нереста рыб оказывает влияние снижения водности р. Дон и, имеющие место, сложившиеся социально-хозяйственные условия, препятствующие реализации рыбохозяйственных (нерестовых) попусков и залитию, при их проведении, пойменных нерестилищ («займищ») [9].

Специалисты в области рыбного хозяйства [10; 11] выражают обоснованные опасения и прогнозируют ухудшение условий для естественного воспроизводства проходных и полупроходных рыб в Азово-Донском бассейне, в связи со строительством (в дополнение к существующим на Нижнем Дону) Багаевского гидроузла (рис. 1).

Разделяя обеспокоенность и опасения рыбаков и жителей Нижнего Дона, авторы приложили собственные усилия и знания для максимальной возможной нейтрализации негативных проявлений влияния Багаевского гидроузла на состояние

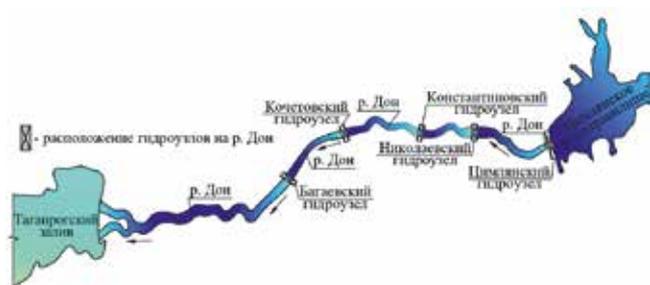


Рисунок 1. План-схема расположения гидроузлов на р. Дон

Figure 1. The layout plan of the hydraulic units on the Don River

рыбного хозяйства региона. Результаты, проведенных и реализованных в проекте этого гидроузла авторских предложений и разработок, являются основным предметом статьи.

В соответствии с [12], строящийся (в районе х. Арпачин) в настоящее время Багаевский гидроузел преимущественно решает проблему обеспечения интересов крупнотоннажного («глубоководного») судоходства и частично способствует снижению объемов попусков воды из Цимлянского водохранилища на обеспечение необходимых судоходных глубин в р. Дон. И, при этом, водоподпорная плотина гидроузла будет преградой на миграционном пути анадромных рыб к местам их нереста. Указанное обстоятельство значимо по-

Цель: разработка технического обоснования рыбоохранных сооружений, устраиваемых в составе Багаевского гидроузла на р. Дон.

Материалы и методы. Основу исследования составили данные по рыбоведческим, топографическим, гидравлическим и технологическим условиям Багаевского гидроузла. При разработке рыбоохранных сооружений гидроузла использованы методы научного анализа и технологии поискового конструирования.

Результаты и обсуждение. Установлены: состав, тип, расположение и параметры рыбоохранных сооружений Багаевского гидроузла. Рыбопропускной шлюз непрерывного действия обеспечивает до 16-20 циклов привлечения, накопления и шлюзования рыб в сутки. Рыбоходно-нерестовый канал предусматривает пропуск рыб с разной плавательной способностью. В его тракте сформированы условия для отдыха и нереста рео- и литофильных видов рыб, а в прудках тракта, осуществляется нерест фитофилов.

Выводы. 1. Учитывая рыбоводческую значимость и ответственность Багаевского гидроузла, его техническое решение предусматривает создание условий для прохода и нереста рыб. 2. Принятые технические решения сооружений гидроузла, рыбопропускного шлюза, рыбоходно-нерестового канала и нерестовых прудков соответствуют современным рыбоводческим требованиям и обеспечивают условия для естественного воспроизводства рыб.

вышает уровень требований к рыбопропускным и нерестовым сооружениям, устраиваемым в составе этого гидроузла, а также актуализирует задачу технического обоснования их компоновочно-конструктивных решений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Фактологическую основу исследования составили данные рыбоведческого, топографического и гидрологического характера по объекту проектирования и технические условия функционирования Багаевского гидроузла. При разработке технического обоснования компоновочно-конструктивных решений рыбоохранных сооружений гидроузла использованы методы научного анализа, синтеза и технологии поискового конструирования объектов рыбохозяйственного назначения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Багаевский гидроузел предназначен для создания подпора и регулирования уровней воды на участке судоходного пути от створа его расположения до вышерасположенного (по течению р. Дон) Кочетовского гидроузла. В створе гидроузла предусматривается увеличение уровней воды в верхнем бьефе до отметки 2,0 мБС (метров в Балтийской системе отметок). В зависимости от расходов реки, предусматривается функционирование гидроузла в перепадном (напорном), при расходах от 250 м³/с до 1100 м³/с, и бесперепадном (безнапорном) режимах, при расходах реки превышающих 1100 м³/с. Перепады уровней

воды между бьефами гидроузла, при его функционировании в напорном режиме, составляют 2,0 м, при расходе реки $Q_p = 250 \text{ м}^3/\text{с}$, и уменьшаются до 0,05 м, при расходе $Q_p = 1100 \text{ м}^3/\text{с}$.

Учитывая необходимость обеспечения условий для свободного прохода через створ гидроузла производителей проходных и полупроходных рыб, техническим обоснованием проекта, при его функционировании в безнапорном режиме, предусмотрено создание широкого (развитого) водосбросного фронта (в отличие от существующих на р. Дон (Кочетовского, Константиновского и Николаевского) гидроузлов). Общая протяженность водосбросных пролетов обеспечивает пропуск нерегулируемых расходов воды, при перепаде уровней воды, в сжатом сечении, не превышающем 0,05 метров. При таких перепадах в створе напорного фронта гидроузла обеспечиваются приемлемые, для свободного прохода рыб в верхнебьефное, пространство гидроузла без значимого увеличения скоростей течения, в сравнении с их бытовыми значениями.

Широкий водосбросной фронт гидроузла, при его функционировании в напорном (перепадном) режиме, позволяет регулировать гидротехнические условия перемещения рыб в нижнем бьефе и управлять трассами их нерестовых миграций.

В соответствии с рыбоводно-биологическим обоснованием проекта, в р. Дон, в выбранном створе гидроузла, совершают миграции более 30-ти видов рыб, среди которых: белуга, русский осетр, севрюга, рыбец, шемай, сельди, лещ, судак, сазан, чехонь, тарань, стерлядь, щука, жерех, амур, толстолобик и др. Задачей на проектирование рыбохозяйственных (рыбоохранных) сооружений предусмотрена необходимость пропуска указанных видов рыб через створ гидроузла в процессе их нерестовых, покатных и нагульных миграций. При этом, учитывая, что часть мигрирующих в районе гидроузла рыб содержит репродукционный продукт в высокой степени зрелости (подготовлены к нересту), необходимо обеспечить условия для нереста рео-, лито- и фитофилов.

Учитывая топографические и гидрологические данные (материалы и расчеты), технологические условия функционирования различных гидротехнических сооружений, рыбоведческие и экологические (средоохранные) требования, на основе многовариантной проработки, в соответствии с техническим обоснованием, принято, приведенное на рисунке 2, компоновочное решение Багаевского гидроузла [12; 13].

Для удовлетворения рыбоохранных требований и обеспечения рыбохозяйственно-рыбоведческих условий, в составе гидроузла предусмотрено устройство рыбопропускного шлюза и рыбоходно-нерестового канала, обустроенного системой нерестовых прудков [14]. Вид на входы (для рыб) этих сооружений проиллюстрирован рисунком 3.

Разработке компоновочно-конструктивных решений предшествовал анализ исходной информации, приведенной в рыбоводно-биологическом обосновании и известных источниках [9; 13-15],

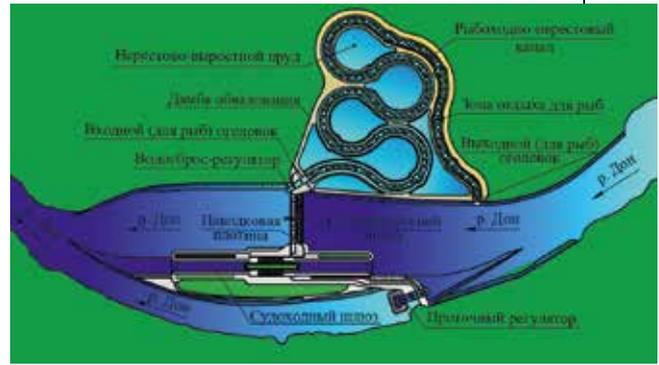
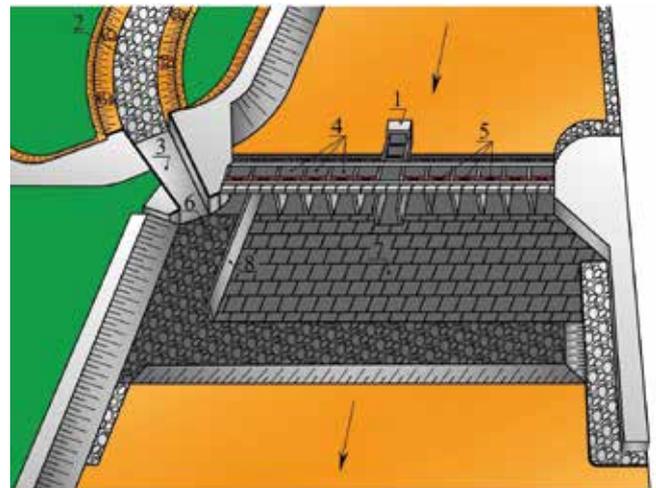


Рисунок 2. План-схема Багаевского гидроузла на реке Дон

Figure 2. Plan diagram of the Bagaevsky hydroelectric complex on the Don River

рыбоведческого (ихтиологического) характера и принятие решения по значениям скоростей плавания, необходимым глубинам и объемам жизненного пространства, по учету биологических особенностей миграционно-нерестового поведения производителей различных видов рыб, периодам нерестового хода и условиям нереста. Обобщение известных рекомендаций и ограничений позволило принять нижеприведенные расчетные параметры по крейсерским скоростям плавания рыб, изменяющимся от 0,6 до 1,0 м/с,



- 1 – рыбопропускной шлюз; 2 – тракт рыбоходно-нерестового канала;
- 3 – входной (для рыб) оголовок канала;
- 4 – пролеты водосброса-регулятора;
- 5 – затворы; 6 – каменное крепление;
- 7 – плиточное крепление; 8 – стенка водоподводящего лотка

Рисунок 3. Компоновочно-конструктивное решение Багаевского рыбоохранного комплекса

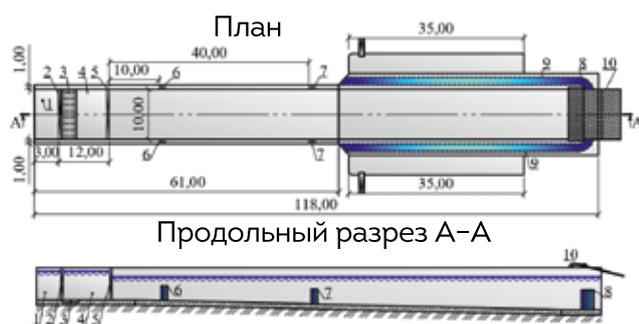
Figure 3. Layout and design solution of the Bagaevsky fish protection complex

Таблица 1. Расходно-скоростные и геометрические параметры канала / **Table 1.** Flow-velocity and geometric parameters of the channel

Расход канала $Q_k, \text{ м}^3/\text{с}$	Средняя скорость в тракте $\bar{v}_k, \text{ м/с}$	Глубина водного потока $h_k, \text{ м}$	Форма поперечного сечения	Ширина канала по дну $b_k, \text{ м}$	Уклон дна канала I_k	Протяженность канала $L_k, \text{ м}$
100,0	0,895	2,5	трапециевидальная	36,0	0,000338	5325

Таблица 2. Исходные данные и результаты расчетов значений показателей качества условий функционирования рыбопропускных сооружений Багаевского гидроузла на реке Дон / **Table 2.** Initial data and results of calculations of the values of the quality indicators of the operating conditions of the fish-passing facilities of the Bagaevsky hydroelectric complex on the Don River

Вид рыбопропускного сооружения	$Q_p, \text{ м}^3/\text{с}$	$Q_c, \text{ м}^3/\text{с}$	$\bar{v}_{np}, \text{ м/с}$	$\bar{v}_p, \text{ м/с}$	$v_{np}, \text{ м/с}$	$B_c, \text{ м}$	$B_p, \text{ м}$	$L_{уд}, \text{ м}$	$L_{з/п}, \text{ м}$	$P_{к/у}, \%$
Рыбопропускной шлюз	250	45,0	0,895	0,52	0,85	10,0	160,0	80,0	100,0	27,0
	500	55,0		0,40						18,3
Рыбоходно-нерестовой канал	250	100,0	0,52	0,40	22,5					65,6
	400	100,0								37,6



1 – участок выхода рыб; 2 – затвор верховой; 3 – площадка осмотра рыб; 4 – камера шлюзования; 5 – затвор низовой; 6, 7, 8 – отверстия блока питания; 9 – галереи блока питания; 10 – побуждающее устройство

Рисунок 4. План (а) и продольный разрез (б) по рыбопропускному шлюзу

Figure 4. Plan (a) and longitudinal section (b) of the fish passage lock

необходимым для рыб глубинам в трактах и акваториальных пространствах сооружений, составляющим 2,0-3,0 м; ширине лотков и трактов, принимаемой в пределах от 10 до 25–30 м (и более); величине привлекающих скоростей, в исходящих из рыбопропускных сооружений потоков, составляющих 0,895 метра.

Руководствуясь известными рекомендациями [6;7; 15-17], рыбопропускной шлюз предложено разместить на стыке паводковой плотины и водосброса-регулятора (см. рис. 3), с целью пропуска через него рыб, перемещающихся по срединно-русловой части р. Дон. В конструктивном отношении сооружение представляет собой рыбопропускной шлюз с горизонтальной шлюзовой

камерой, аналогом которого является Кочетовский шлюз [18]. Конструкция шлюза, в отличие от аналога, предусматривает обеспечение непрерывного привлечения и накопления рыб. Указанный эффект достигается устройством основного и двухголового дополнительного блока питания с галерейной водопроводящей частью и шестью, разнорасположенными по длине рыбоаккумулятора, водовыпускными отверстиями, оборудованными затворами (рис. 4).

Технологическая схема работы шлюза предусматривает операции: по привлечению, мигрирующих по руслу рек, рыб в исходящий из него рыбопривлекающий поток, их самостоятельное перемещение ко входу в рыбоаккумулятор; заходу в него и накоплению рыб в его акваториальном пространстве с последующим их шлюзованием; учету и выводу их в верховой лоток для дальнейшего их перемещения (выхода) в русловое водохранилище. Технологические операции осуществляются функционированием гидромеханического оборудования: регулирующих механизмов основного и дополнительного блоков питания, верхового и низового рабочих (шлюзовых) затворов, побудительного устройства, ихтиологической площадки. Непрерывность привлечения рыб обеспечивается формированием устойчивого во времени и приемлемого для перемещения рыб «шлейфа скоростей», выделяющегося в общей структуре течений в нижнем бьефе гидроузла. Непрерывность накопления рыб в рыбоаккумуляторной камере шлюза обеспечивается формированием на его отдельных участках течений с благоприятным для нахождения рыб скоростями в необходимых объемах жизненного пространства.

Конструкция шлюза (за счет непрерывности процессов привлечения рыб в рыбоаккумулятор и их накопления в его акваториальном пространстве) позволяет осуществлять до 16-20 циклов в сутки по переводу рыб из нижнего бьефа гидро-

узла в верхний, что в 2,0-2,5 раза превышает проектное количество шлюзований его аналога.

Рыбоходно-нерестовый канал протрассирован по правобережному пойменному участку р. Дон, в обход русловых сооружений гидроузла (см. рис. 2,3). Компонировочно-конструктивное решение канала, проиллюстрировано рисунком 5.

Конструированию канала предшествовало его гидрологическое обоснование, принятие решений по рыбоведческим гидрометрическим (расходно-скоростным и геометрическим) параметрам, форме и характеру покрытия его русла. Учитывая опыт проектирования рыбоходно-нерестовых каналов и их функциональное предназначение, дно и откосы канала предложено покрывать гравийно-галечной смесью в пропорции 50:50% по объему, слоем 0,25-0,30 м с размерами фракций гравия 60-120 мм и галечника 40-80 мм. По дну канала предложено уложить камни размером 150-200 мм по шахматной клетке с размером стороны, составляющей $5,5 \pm 0,5$ метра. Указанное покрытие русла обеспечивает его защиту от деформаций, гашение скорости потока и является нерестовым субстратом для литофилов. Параметры тракта рыбоходно-нерестового канала, установленные гидравлическим расчетом, приведены в таблице 1.

Форма тракта канала в плане принята излученной (меандрической), с целью формирования в нем разноскоростных, отличающихся от средней на 12-18% зон течений в плане и по глубине, что создает возможности для выбора рыбами, с разными скоростями плавания, приемлемых для них трасс перемещения по тракту канала.

Учитывая особую важность обеспечения формирования условий для привлечения, мигрирующих по руслу реки, рыб ко входу в канал и их захода в его тракт, должное внимание было уделено инженерному обустройству входного (для рыб) оголовка. Вход в оголовок расположен у верхней границы зоны поиска рыбами прохода через плотину водосброса-регулятора (см. рис. 3). Предусмотрено обеспечение благоприятных для рыб условий топографического и гидравлического сопряжений русел канала и нижнебьефного участка реки. Для регулирования скоростного режима течений, на подходе к входу в канал предусмотрено устройство водоподводящего лотка.

Учитывая значительную протяженность канала и особенности «двигательно-отстойного» перемещения рыб по речным руслам, в его тракте предусмотрено устройство зон отдыха (отстоя) рыб, со скоростями течения составляющими $0,6 \pm 0,1$ м/с.

Регулирование подачи воды в канал осуществляется посредством пятипролетного регулирующего сооружения. Конструкция и размеры головного регулятора приняты из условия обеспечения «безперепадного» протекания водного потока, со скоростями течения в нем равными средним скоростям водного потока в тракте канала.

Разработанное компоновочное решение тракта канала, характеризуется компактностью, что

позволило сформировать в межтрактовом пространстве рыбоходно-нерестового канала шесть прудков для нереста фиитофилов. Конструкция канала предусматривает устройство сооружений для захода производителей рыб в нерестовые прудки и выхода (ската) из них, а также ската мальков в тракт канала и в р. Дон.

ОБСУЖДЕНИЕ

По принятым в проекте компоновочно-конструктивным решениям сооружений гидроузла выполнена оценка качества условий для функционирования рыбопропускного шлюза и рыбоходно-нерестового канала с использованием зависимости:

$$P_{к/у} = 100 \cdot \frac{Q_c}{Q_p} \cdot \left(\frac{\bar{v}_{пр}}{\bar{v}_p} \right)^{0,5} \cdot [1,0 - |v_{кр} - v_{пр}|^{0,5}] \cdot \left(1,0 + 5,0 \cdot \frac{B_c}{B_p} \right)^{0,5} \cdot \left[1,2 - 0,1 \cdot \frac{L_{уа} - L_{уи}}{L_{сн}} \right], \quad (1)$$

где $P_{к/у}$ – показатель качества гидрометрических условий в нижнем бьефе для привлечения мигрирующих по реке рыб в рыбопропускное сооружение, %;

Q_c – расход потока, истекающего из рыбопропускного сооружения, м³/с;

Q_p – расход, протекающего по руслу реки, водного потока в створе, соответствующем входному сечению (створу) в рыбопропускное сооружение, м³/с;

$\bar{v}_{пр}$ – скорость истекающего из рыбопропускного сооружения потока, м/с;

\bar{v}_p – средняя скорость водного потока в речном русле в створе, соответствующем входу (для рыб) в рыбопропускное сооружение, м/с;

$v_{кр}$ – крейсерская скорость плавания рыб, соответствующая выбираемой ими скорости течения в речном русле при нерестовых миграциях, м/с;

B_c – ширина рыбопропускного сооружения во входном (для рыб) сечении, м;

B_p – ширина речного русла в створе, соответствующем входному (для рыб) или устьевому (для потока) сечению рыбопропускного сооружения, м;

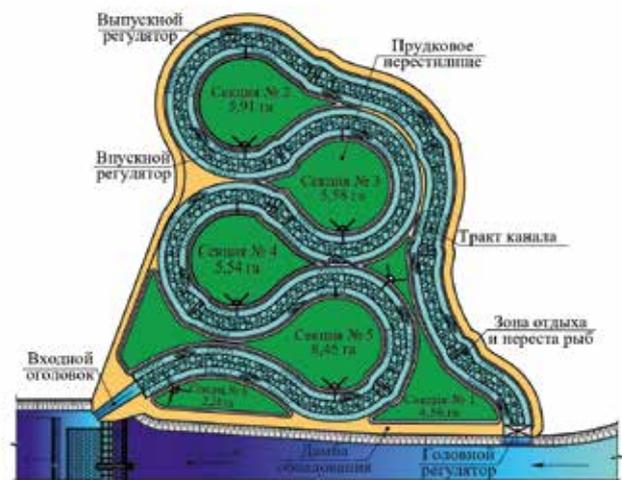


Рисунок 5. План-схема рыбоходно-нерестового канала

Figure 5. The plan-scheme of the fish-spawning channel

$L_{уд}$ – удаленность входного сечения (входа для рыб) в рыбопропускное сооружение от верхней границы поисков рыбами прохода через препятствие, м;

$L_{з/п}$ – протяженность зоны поисков от ее верхней границы до нижней, м;

Расчетные значения показателя качества гидрометрических условий ($\Pi_{к/у}$, %) для рыбопропускного шлюза и рыбоходно-нерестового канала приведены в таблице 2.

В соответствии с данными, приведенными в таблице 2, прогнозируемые значения показателей качества гидрометрических условий для привлечения рыб в рыбопропускные сооружения гидроузла ($\Pi_{к/у}$)_{об} составляют: при расходе реки $Q_p = 250 \text{ м}^3/\text{с}$ – ($\Pi_{к/у}$)_{об} = ($\Pi_{к/у}$)_{шл} + ($\Pi_{к/у}$)_{кан} = 27,0 + 65,6 = 92,6 %, а при расходе водотока $Q_p = 500 \text{ м}^3/\text{с}$ – ($\Pi_{к/у}$)_{об} = ($\Pi_{к/у}$)_{шл} + ($\Pi_{к/у}$)_{кан} = 18,3 + 37,6 = 55,9 %. Расчетные значения ($\Pi_{к/у}$)_{об}, полученные для условий низководных и средневодных периодов работы гидроузла, позволяют прогнозировать привлечение и заход рыб в рыбоходные сооружения на уровне 55,9-92,6%, что значимо (в два-три раза) превышает аналогичные показатели на действующих речных гидроузлах. Улучшению условий функционирования рыбопропускных сооружений будет способствовать, соответствующее гидрологическим и рыбоведческим условиям, перераспределение расходов реки между паводковой плотиной, водосбросом-регулятором и пролетами проточного регулятора гидроузла (см. рис. 2).

Выполненными гидрологическими и водохозяйственными расчетами установлена реальная возможность в средне- и высоководные годы в нерестовый период (с 1 апреля по 1 июля) осуществлять повышенные (до 1000 м³/с) сбросы расходов из Цимлянского водохранилища с последующим их уменьшением до 230 м³/с (в весенне-зимний период навигации), без ущемления интересов водного транспорта. При этих условиях сброса гидроузла планируется эксплуатировать в безнапорном режиме (т.е. со свободным протеканием речного потока через створ гидроузла) и при функционировании рыбоходно-нерестового канала в режиме рыбопропуска и нереста рыб.

ВЫВОДЫ

1. Учитывая высокий уровень рыбоводческой значимости Багаевского гидроузла на р. Дон, в его компоновочно-конструктивном решении предусмотрено создание необходимых условий для прохода и нереста рыб при всех технологических режимах и для широкого спектра условий функционирования сооружений гидроузла.

2. При разработке компоновочно-конструктивных решений рыбопропускного шлюза рыбоходно-нерестового канала и нерестовых прудков использованы современные достижения рыбохозяйственной гидротехники и речной ихтиологии, а их конструкции по размерам, техническому исполнению и производительности в 1,5-2,0 раза превышают таковые у известных аналогов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад авторов: авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата и других нарушений в сфере этики научных публикаций.

The authors declare no conflicts of interests.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Authors' contribution: Authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

Authors are equally responsible for the detection of plagiarism, self-plagiarism and other violations in the field of ethics of scientific publications.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ /

REFERENCES AND SOURCES

1. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс]: Указ Президента РФ от 21 янв. 2020 г. № 20. Доступ из справ. правовой системы «Консультант Плюс».
1. On the approval of the Food Security Doctrine of the Russian Federation [Electronic resource]: Decree of the President of the Russian Federation No. 20 of January 21, 2020. Access from help. legal system "Consultant Plus".
2. Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс]: Распоряжение Правительства РФ от 26 нояб. 2019 г. № 2798-р. Доступ из информ. правового портала НПЦ «Гарант-Сервис».
2. The strategy for the development of the fisheries complex of the Russian Federation for the period up to 2030 [Electronic resource]: Decree of the Government of the Russian Federation of November 26, 2019 No. 2798-R. Access from inform. legal portal of NCE "Garant-Service".
3. Дубинина В.Г. Требования рыбного хозяйства при управлении режимами водохранилищ // Экосистемы: экология и динамика. – 2019. – Т. 3. – № 1. – С. 67–97.
3. Dubinina V.G. Requirements of fisheries in the management of water storage regimes // Ecosystems: ecology and dynamics. – 2019. – Vol. 3. – No. 1. – Pp. 67-97.
4. Воловик Е. С., Воловик С. П., Косолапов А. Е. Водные и биологические ресурсы Нижнего Дона: состояние и проблемы управления. – Новочеркасск: Из-во СовКав-НИИВХ, 2009. – 301 с.
4. Volovik E. S., Volovik S. P., Kosolapov A. E. Water and biological resources of the Lower Don: state and management problems. – Novocherkassk: Publishing House of SovKav-NIIVH, 2009. – 301 p.
5. Дубинина В.Г. Проблема восстановления водных биологических ресурсов поймы Нижнего Дона / В.Г. Дубинина, А.Е. Косолапов, С.В. Жукова // В сборнике: Научное обеспечение реализации «Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года». Сборник научных трудов. – 2015. – С. 277–287.
5. Dubinina V.G. The problem of restoration of aquatic biological resources of the floodplain of the Lower Don / V.G. Dubinina, A.E. Kosolapov, S.V. Zhukova // In the 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.
6. Малеванчик Б.С. Рыбопропускные и рыбозащитные сооружения / Б.С. Малеванчик, И.В. Никоноров // М.: Легкая и пищевая промышленность. – 1984. – 256 с.
6. Malevanchik B.S. Fish-passing and fish-protection structures / B.S. Malevanchik, I.V. Nikonorov // M.: Light and food industry. - 1984. – 256 p.
7. Шкура В.Н. Рыбопропускные сооружения: в 2 ч. Ч. 1. – М.: Рома, 1999. – 380 с.
7. Shkura V.N. Fish-passing facilities: at 2 h. h. 1. – Moscow: Roma, 1999. - 380 p.
8. Павлов Д.С. Миграции рыб в зарегулированных реках / Д.С. Павлов, М.А. Skorobogatov // М.: КМК, 2014. – 413 с.
8. Pavlov D.S. Migrations of fish in regulated rivers / D.S. Pavlov, M.A. Skorobogatov // Moscow: KMK, 2014. – 413 p.



9. Жукова С.В. Обеспеченность водными ресурсами рыбного хозяйства Нижнего Дона / С.В. Жукова // Водные биоресурсы и среда обитания. – 2020. – Т. 3. – № 1. – С. 7-9.
9. Zhukova S.V. Provision of water resources of the fishing industry of the Lower Don / S.V. Zhukova // Aquatic bioresources and habitat. – 2020. – Vol. 3. – No. 1. – Pp. 7-9.
10. 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.
10. Dubinina V.G. Assessment of possible consequences of the construction of the Bagaevsky hydro-node for the ecosystem of the Lower Don / V.G. Dubinina, S.V. Zhukova // Fisheries. – 2016. – No. 4. – Pp. 20-30.
11. Белоусов В.Н. Последний рубеж естественного воспроизводства в Азово-Донском районе // Рыбное хозяйство. – 2016. – № 4. – С. 14-19.
11. Belousov V.N. The last frontier of natural reproduction in the Azov-Don region // Fisheries. – 2016. – No. 4. – Pp. 14-19.
12. Шурухин Л.А. Багаевский гидроузел: инженерные решения и итоги проектирования // Гидротехника. – 2018. – № 3. – С. 41-46.
12. Shurukhin L.A. Bagaevsky hydroelectric power plant: engineering solutions and design results // Hydraulic engineering. - 2018. – No. 3. – Pp. 41-46.
13. Шкура В.Н. Рыбоходные и рыбоходно-нерестовые каналы / В.Н. Шкура, А.Н. Дроботов // Новочеркасская государственная мелиоративная академия. Новочеркасск: НГМА. – 2012. – 203 с.
13. Shkura V.N. Fish-bearing and fish-spawning channels / V.N. Shkura, A.N. Drobotov // Novocherkassk State Meliorative Academy. Novocherkassk: NGMA. – 2012. – 203 p.
14. 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.
14. Experience in the operation of bypass spawning and fishing channels at low-pressure waterworks on the Lower Don / S.P. Volovik, I.F. Kovtun, A.A. Korneev, V.N. Shkura, V.P. Borovskoi // Hydrotechnical fisheries facilities and channel hydrotechnics: collection of articles / State agroprom. com. USSR, Novocherkas. eng-land reclamation. in-t named after A.K. Kortunov. Novocherkassk. – 1986. – p. 10-20.
15. 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).
15. 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).
16. Research on dams and fishes: Determinants, directions, and gaps in the world scientific production / H.R. Pereira, L.F. Gomes, H.O. Barbosa, F.M. Pelicice, J.C. Nabout, F.B. Teresa, L.C.G. Vieira // Hydrobiologia. – 2020. – Vol. 847. – P. 579-592. <https://doi.org/10.1007/s10750-019-04122-y>.
17. Study on the Population and Effect of Fish Passing Through the Fishway in Cao'e River Gate / Y. Hui, B. Fuqing, C. Xinchuang, C. Xinsheng, S. Yueshu, W. Rong // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 510: 042013. P. 1-10. <https://doi.org/doi:10.1088/1755-1315/510/4/042013>.
18. Шкура В.Н. О работе рыбопропускного шлюза Кочетовского гидроузла на р. Дон / В.Н. Шкура, И.К. Уманец, Г.Н. Родионов // Рыбное хозяйство. – 1977. – № 7. – С. 40-42.
18. Shkura V.N. About the work of the fish-passing lock of the Kochetovsky hydroelectric complex on the river. Don / V.N. Shkura, I.K. Umanets, G.N. Rodionov // Fisheries. – 1977. – No. 7. – Pp. 40-42.