

Оригинальная статья

УДК 626.88:556.013:504.05

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2023-5-47-53>



## РЫБОХОДНО-НЕРЕСТОВЫЙ КАНАЛ КОЧЕТОВСКОГО ГИДРОУЗЛА НА РЕКЕ ДОН

**Баев Олег Андреевич** , канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник;

Scopus ID: 57196105439; WoS Researcher ID: L-6929-2016; ORCID ID: 0000-0003-0142-4270; Scholar ID: bD0Lrp8AAAAJ; e-library ID: 699695; SPIN: 1280-0796; oleg-baev1@yandex.ru

**Шевченко Алексей Викторович**, младший научный сотрудник,

ORCID ID: 0000-0003-4839-6377; Scholar ID: gL4tBUIAAAAAJ; e-library ID: 1027431; SPIN: 1541-4214; igge1111@mail.ru

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации ФГБНУ «РосНИИПМ»; 346421, Ростовская область, г. Новочеркасск, пр. Баклановский, 190, Россия

**Аннотация.** Цель работы – разработка компоновочно-конструктивного решения рыбоходно-нерестового канала, устраиваемого в обход Кочетовского гидроузла на р. Дон. Фактологическую основу разработки составили материалы топографических и гидрологических изысканий, комплексных обследований сооружений и гидрометрических исследований режимов сбросов расходов водопропускными сооружениями, данные по функционированию рыбопропускного шлюза и сведений по миграционному поведению рыб в нижнем бьефе гидроузла. На основе исходной информации по гидроузлу, материалов изысканий и исследований предложено два альтернативных варианта компоновочно-конструктивного решения рыбоходно-нерестового канала с расположением его на правобережном, прилегающем к гидроузлу участке донской поймы. По первому варианту канал трассируется преимущественно по руслу реки (протоки) Барсовка, его размеры рассчитаны на пропуск расхода, составляющего  $90 \text{ м}^3/\text{с}$  при средней скорости протекания водного потока по его тракту  $0,95 \text{ м/с}$ . По второму варианту канал располагается в пределах водоохраной зоны реки Дон вдоль ее правого берега, тракт канала рассчитан на пропуск расхода  $50 \text{ м}^3/\text{с}$  и на входном оголовке обустроивается дополнительным блоком питания, рассчитанным на расход  $40 \text{ м}^3/\text{с}$ . Сооружения обустроены входным и выходным оголовками, зонами отдыха для рыб и головными регуляторами. Оба варианта устройства каналов обеспечивают их функционирование по своему назначению – обеспечению условий для прохода и нереста рыб. Приведены сведения о достоинствах и недостатках по каждому из технических решений, сопоставление которых позволяет выбрать один из вариантов для последующей разработки и реализации. Разработаны два альтернативных варианта компоновочно-конструктивных решения Кочетовского рыбоходно-нерестового канала. Для дальнейшей разработки рекомендуется вариант трассирования канала по правому берегу реки Дон с включением в его состав дополнительного блока питания.

**Ключевые слова:** воспроизводство рыб, рыбоводство, обустройство речных гидроузлов, рыбоходно-нерестовые каналы, расчет и конструирование каналов

**Формат цитирования:** Баев О.А., Шевченко А.В. Рыбоходно-нерестовый канал Кочетовского гидроузла на реке Дон // Природообустройство. 2023. № 5. С. 47-53. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2023-5-47-53>

© Баев О.А., Шевченко А.В., 2023

Original article

## FISH-SPAWNING CANAL OF THE KOCHETOVSKY HYDROELECTRIC COMPLEX ON THE DON RIVER

**Baev Oleg Andreevich** , candidate of technical sciences, leading researcher,

Scopus ID: 57196105439; WoS Researcher ID: L-6929-2016; ORCID ID: 0000-0003-0142-4270; Scholar ID: bD0Lrp8AAAAJ; e-library ID: 699695; e-library SPIN: 1280-0796; oleg-baev1@yandex.ru

**Shevchenko Alexey Viktorovich**, junior researcher,

ORCID ID: 0000-0003-4839-6377; Scholar ID: gL4tBUIAAAAAJ; e-library ID: 1027431; e-library SPIN: 1541-4214; igge1111@mail.ru

Russian Research Institute for Land Reclamation Problems (FGBNU "RosNIIPM"); 346421, Rostov region, Novocherkassk, Baklanovsky Ave., 190, Russia

**Abstract.** The purpose of the research is to develop a layout and design solution for a fish-spawning channel, arranged to bypass the Kochetovsky waterworks on the Don River. Materials and methods.

*The factual basis of the development was made up of materials of topographic and hydrological surveys, complex surveys of structures and hydrometric studies of discharge regimes of expenses by culverts, data on the functioning of the fish-passing gateway and information on the migratory behavior of fish in the lower reaches of the waterworks. Results and discussion. Based on the initial information on the waterworks, survey and research materials, two alternative variants of the layout and design solution of the fish-spawning channel with its location on the right bank, adjacent to the waterworks, section of the Don floodplain are proposed. According to the first option, the channel is traced mainly along the riverbed (channels) Barsovka, its dimensions are designed to pass a flow rate of – 90 m<sup>3</sup>/s, with an average flow rate of the water threshold along its path – 0,95 m/s. According to the second variant, the channel is located within the water-protected zone of the Don River along its right bank, the channel path is designed to pass a flow rate of 50 m<sup>3</sup>/s and is equipped with an additional power supply unit at the inlet head, designed for a flow rate of 40 m<sup>3</sup>/s. The facilities are equipped with entrance and exit heads, recreation areas for fish and fishing regulators. Both variants of the channel arrangement ensure their functioning according to their purpose – to provide conditions for the passage and spawning of fish. Information is provided on the advantages and disadvantages of each of the technical solutions, the comparison of which allows you to choose one of the options for subsequent development and implementation. Conclusion. 1 Two alternative variants of the layout and design solutions of the Kochetovsky fish-spawning channel have been developed. 2 For further development, it is recommended to trace the channel along the right bank of the Don River with the inclusion of an additional power supply unit in its composition.*

**Key words:** fish reproduction, fish farming, arrangement of river waterworks, fish-spawning channels, calculation and construction of channels

**Format of citation:** Bayev O.A., Shevchenko A.V. Fish-spawning canal of the Kochetovsky hydroelectric complex on the Don River // *Prirodoobustroystvo*. 2023. № 5. P. 47-53. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2023-5-47-53>

**Введение.** Современная парадигма природопользования предусматривает повышение комплексности и эффективности использования ресурсного потенциала рек и охрану их экологических систем. Указанный подход предусматривает проведение природообустроительных мероприятий, обеспечивающих не только улучшение условий потребления ресурсов водотока, но их восстановление. Отмеченное условие не всегда и не на всех водных объектах обеспечивается в должной мере, что приводит как к ухудшению экологического состояния рек, так и к снижению эффективности их использования. Указанное обстоятельство в полной мере соответствует условиям современного состояния водных и биологических ресурсов Нижнего Дона [1]. Интенсификация разноотраслевого водопотребления вызвала необходимость устройства на р. Дон каскада гидроузлов, что негативно отразилось на состоянии и условиях воспроизводства рыбных запасов. Сложившееся состояние популяции осетровых видов рыб (белуги, русского осетра и севрюги) определяется как депрессивное [2]. Несмотря на принимаемые меры, имеет место подрыв промысловых запасов проходных (сельди, рыба и шемаи) и полупроходных (леща, судака, тарани, чехони) и других видов рыб.

Для восстановления биоресурсного потенциала Азово-Донского рыбохозяйственного бассейна необходимо создать условия для

естественного воспроизводства ихтиофауны, что может быть реализовано посредством обеспечения беспрепятственного пропуска рыб через гидроузлы к местам их нереста.

В настоящее время в условиях Нижнего Дона (определяемого от створа Цимлянского гидроузла до створа его впадения в Таганрогский залив) первым физическим препятствием на нерестово-миграционном пути проходных и полупроходных видов рыб является Кочетовский гидроузел. Для пропуска рыб из нижнего бьефа гидроузла в верхний в его составе устроен и функционирует рыбопропускной шлюз. Эффективность работы сооружения по пропуску рыб до 90-х гг. XX столетия оценивалась как высокая и количественно характеризовалась 1,5-2,0 млн пропускаемых рыб (включая 1,0-2,0 тыс. особей осетровых) в год [3]. К настоящему времени по ряду водохозяйственных, рыбохозяйственных, экономических и технологических причин рыбопропускная способность шлюза характеризуется как недостаточная [4].

Текущее экологическое состояние, сложившиеся условия водопользования и рыбного хозяйства на Нижнем Дону потребовали принятия ряда более кардинальных мер по их улучшению, что предусмотрено Распоряжением Правительства Российской Федерации от 21 июля 2021 г. № 2012-р «План мероприятий («дорожная карта») по оздоровлению и развитию водохозяйственного

комплекса реки Дон» [5]. В качестве одного из плановых мероприятий этого документа предусматривается решение вопроса об устройстве рыбоходного (рыбоходно-нерестового) канала в обход Кочетовского гидроузла на р. Дон.

В связи с вышесказанным вопросы технического обоснования и разработки компоновочно-конструктивного решения Кочетовского рыбоходно-нерестового канала определены целью исследований и разработки.

#### Материалы и методы исследований.

Фактологическую основу компоновочно-конструктивных решений канала составили данные топографических и гидрологических изысканий, сведения по рыбоводческим условиям функционирования канала, материалы обследования сооружений гидроузла и исследований режимов его работы. При разработке технических решений учтены известные рекомендации по проектированию (расчету и конструированию) рыбопропускных сооружений [6-9] и технологии поискового конструирования.

**Результаты и их обсуждение.** Кочетовский гидроузел построен в 1919 г. на р. Дон и за более чем вековую историю своего существования претерпел ряд реконструкций, после которых имеет вид, представленный на рисунке 1.

В соответствии с данными по трассам нерестово-миграционного перемещения рыб в нижнем бьефе гидроузла [10, 11] режимам сброса транзитных расходов через судоходную плотину и водосброс-регулятор, гидрометрической обстановкой в нижнем бьефе гидроузла рыбоходно-нерестовый канал предложено трассировать по прилегающему к гидроузлу участку правобережной поймы р. Дон.

Определенным топографическим ограничением по выбору местоположения канала является наличие на этом участке особо охраняемой природной территории.

С учетом указанного ограничения рассмотрено два проиллюстрированных на рисунке 1 альтернативных варианта трассирования и компоновочно-конструктивного решения тракта канала.

По первому варианту устройства канала его тракт преимущественно протрассирован по руслу реки Барсовка, являвшейся до строительства Кочетовского гидроузла протокой Дона, и вдоль р. Дон. Выбору трассы, разработке компоновочно-конструктивного решения канала и входящих в его состав сооружений и конструктивных элементов предшествовали выбор расхода канала, скорости течения водного потока, глубины и формы поперечного сечения его тракта и выполнение гидравлического расчета его гидрометрических параметров, выполненного с использованием авторской методики [12]. Данные по выбору указанных выше параметров и результаты гидравлического расчета рыбоходно-нерестового канала приведены в таблице 1.

Конструкция рыбоходно-нерестового канала включает в себя входной оголовок, тракт, головной регулятор и выходной оголовок и предусматривает пропуск всего расчетного расхода ( $Q_k = 90,0 \text{ м}^3/\text{с}$ ) через головной регулятор и по его тракту. Входной (для рыб) оголовок канала предусматривает устройство заглубляющегося и сужающегося по направлению течения

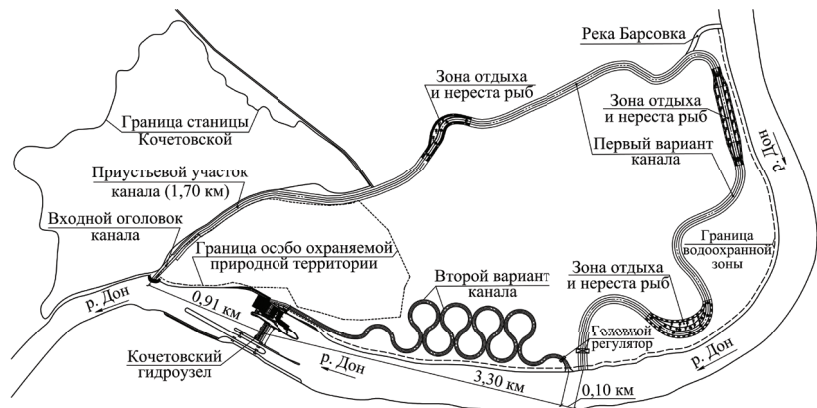


Рис. 1. План-схема Кочетовского гидроузла на р. Дон  
Fig. 1. Plan-scheme of the Kochetovskiy hydroelectric complex on the Don River

Таблица 1. Гидрометрические параметры рыбоходно-нерестового канала по первому варианту его устройства

Table 1. Hydrometric parameters of the fish-spawning channel according to the first variant of its device

Расход канала $Q_k, \text{ м}^3/\text{с}$ Channel flow rate, $Q_k, \text{ м}^3/\text{с}$	Скорость течения $v_k, \text{ м/с}$ Flow velocity $v_k, \text{ м/с}$	Глубина лотка $h_k, \text{ м}$ Tray depth $h_k, \text{ м}$	Форма поперечного сечения Cross-sectional shape	Заложение откосов $m$ Laying of slopes $m$	Коэффициент шероховатости Roughness coefficient	Площадь поперечного сечения $\omega_k, \text{ м}^2$ Cross-sectional area, $\omega_k, \text{ м}^2$	Уклон дна канала $I$ Channel Bottom Slope $I$	Протяженность тракта $L_k, \text{ м}$ Length of the tract $L_k, \text{ м}$
90,0	0,95	2,6	Трапециевидальная trapezoidal	1:2,5	0,031	95,0	0,00034	8630,0

лотка [13], обеспечивающего необходимое для привлечения и захода рыб в канал топографическое и гидравлическое сопряжение его тракта с речным руслом (рис. 2).

Основной участок тракта канала вписан в русло р. Барсовки, а концевая часть тракта выполнена излученно-меандрической формы в плане, что позволяет формировать разноскоростную структуру течений по живому сечению водного потока. Это в свою очередь создает условия для выбора рыбами трасс перемещения, соответствующих их энергетическим возможностям – плавательной способности. В тракте предусмотрено устройство зоны отдыха для рыб, формирующейся уширением и углублением русла (рис. 3).

Регулирующее сооружение рыбоходно-нерестового канала представляет собой четырехпролетный регулятор, рассчитанный на пропуск расхода 90,0 м<sup>3</sup>/с (по 22,5 м<sup>3</sup>/с на каждый пролет) при перепаде уровней воды между бьефами, составляющем 4-5 см, то есть при беспрыжковом сопряжении бьефов. Выходной участок рыбоходно-нерестового канала выполняется углубляющимся в направлении руслового водохранилища, что создает необходимые гидравлические и топографические условия для перемещения и адаптации рыб к условиям водного объекта.

По второму варианту тракт канала протрассирован вдоль правого берега р. Дон в пределах ширины ее водоохранной зоны. В этом случае тракт канала предусматривается устроить на пропуск расхода в 50 м<sup>3</sup>/с, а его входной оголовок обустроивается дополнительным блоком питания, рассчитанным на расход тракта канала и дополнительного блока питания в 40 м<sup>3</sup>/с. Учитывалось условие компенсации снижения скорости водного потока в сопрягающей лотке, образующегося за счет увеличения площади его живого сечения при понижении отметок его дна.

Гидрометрические параметры тракта канала по рассматриваемому варианту его устройства приведены в таблице 2.

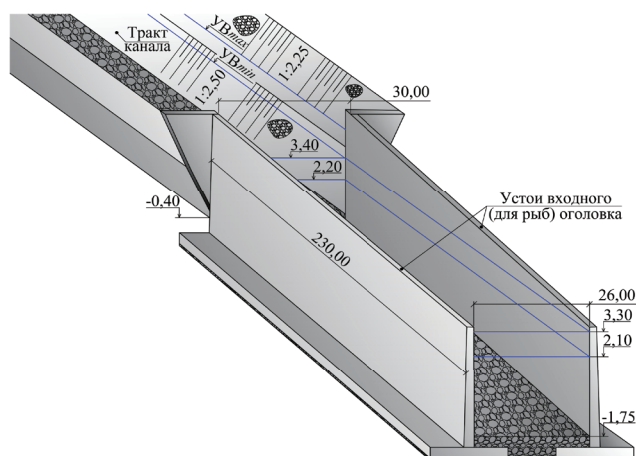


Рис. 2. Входной оголовок рыбоходно-нерестового канала

Fig. 2. The entrance head of the fish-spawning channel

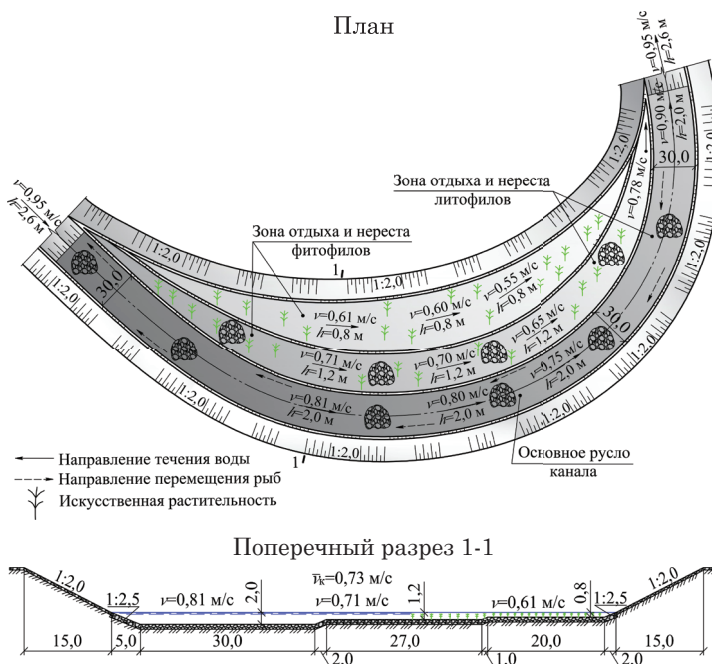


Рис. 3. Зона отдыха и нереста рыб, устроенная на излучине тракта рыбоходно-нерестового канала

Fig. 3. The recreation and spawning area of fish arranged on the bend of the fish-spawning channel tract

Таблица 2. Данные по гидрометрии второго варианта трассирования рыбоходно-нерестового канала

Table 2. Data on hydrometry of the second option of tracing the fish-spawning channel

Расход канала, $Q_k, \text{ м}^3/\text{с}$ Channel flow rate, $Q_k, \text{ м}^3/\text{с}$	Скорость течения $v_k, \text{ м/с}$ Flow velocity $v_k, \text{ м/с}$	Глубина лотка $h_k, \text{ м}$ Tray depth $h_k, \text{ м}$	Форма поперечного сечения Cross-sectional shape	Заложение откосов $m$ Laying of slopes $m$	Коэффициент шероховатости Roughness coefficient	Площадь поперечного сечения $\omega_k, \text{ м}^2$ Cross-sectional area $\omega_k, \text{ м}^2$	Уклон дна канала $I$ Channel Bottom Slope $I$	Протяженность тракта $L_k, \text{ м}$ Length of the tract $L_k, \text{ м}$
50,0	0,95	2,5	Трапециевидная trapezoidal	1:2,5	0,034	53,4	0,000436	5850,0

В соответствии с полученными данными по топографическим и гидрологическим условиям в нижнем бьефе Кочетовского гидроузла разработано компоновочно-конструктивное решение входного (для рыб) оголовка рыбоходно-нерестового канала, оснащенного дополнительным блоком питания, конструктивная схема которого представлена на рисунке 4.

Тракт канала по этому варианту выполнен излученно-меандровым в плане (рис. 1). При этом его головной регулятор является трехпролетным.

При сопоставлении качественных преимуществ и недостатков альтернативных компоновочно-конструктивных решений рыбоходно-нерестовых каналов выполнен расчет значений показателей качества гидromетрических условий для привлечения рыб в каналы по приведенной ниже зависимости:

$$\Pi_{к/у} = 100 \cdot \frac{Q_k}{Q_p} \cdot \left( \frac{\bar{v}_k}{\bar{v}_p} \right)^{0,5} \times \left[ 1,0 - |v_{кр} - v_k|^{0,5} \cdot \left( 1,0 + 5,0 \frac{B_k}{B_p} \right)^{0,5} \left[ 1,2 - 0,1 \cdot \frac{L_{уд} - L_{3/п}}{L_{3/п}} \right] \right],$$

где  $\Pi_{к/у}$  – показатель качества условий для привлечения рыб в канал, %;  $Q_k$  и  $Q_p$  – расход канала и реки в створе входа рыб в канал,  $m^3/c$ ;  $\bar{v}_k$  и  $\bar{v}_p$  – средние скорости канала и реки во входном створе,  $m/c$ ;  $v_{кр}$  – крейсерская скорость плавания,  $m/c$ ;  $B_k$  и  $B_p$  – ширина канала и реки во входном створе,  $m$ ;  $L_{уд}$  – удаленность входа в канал от верхней границы зоны поисков,  $m$ ;  $L_{3/п}$  – протяженность зоны поисков от верхней до нижней ее границы,  $m$ .

Расчетами, выполненными по двум вариантам устройства рыбоходно-нерестовых каналов, установлены значения показателей качества гидromетрических условий для привлечения мигрирующих по реке рыб в тракты каналов, которые составили: для канала по первому варианту –  $(\Pi_{к/у})_1 = 39,6\%$ ; по второму

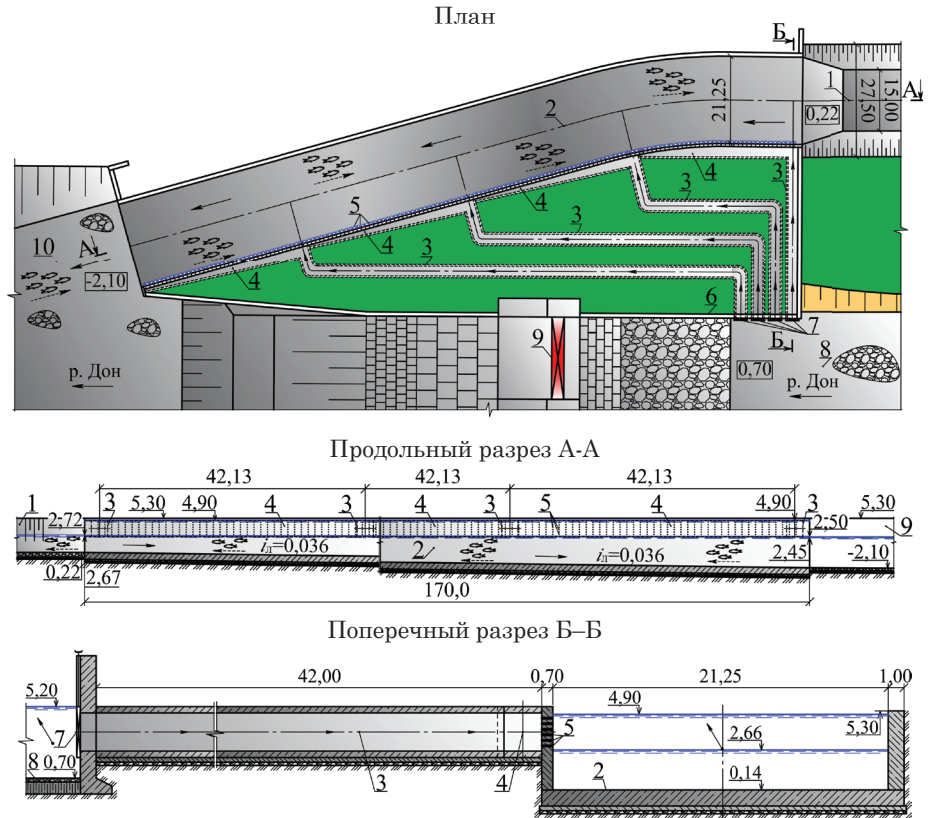


Рис. 4. Компоновочно-конструктивное решение входного оголовка с дополнительным блоком питания:

- 1 – тракт канала; 2 – сопрягающий лоток; 3 – водоводы; 4 – галереи;
- 5 – водовпускные отверстия; 6 – подпорная стенка; 7 – щитовые затворы;
- 8, 10 – каменное крепление р. Дон; 9 – пролет водосброса регулятора

Fig. 4. Layout and design solution of the input head with additional power supply:

- 1 – channel path; 2 – mating tray; 3 – water ducts; 4 – galleries;
- 5 – water inlets; 6 – retaining wall; 7 – shield gates; 8, 10 – stone fastening of the Don river;
- 9 – span of the regulator spillway

варианту –  $(\Pi_{к/у})_2 = 65,0\%$ . Судя по расчетным значениям  $(\Pi_{к/у})_1$  и  $(\Pi_{к/у})_2$ , предпочтение следует отдать второму варианту устройства канала, по которому прогнозируются привлечение и заход в него рыб на уровне 65,0% от их количества, подходящих к створу гидроузла.

Кроме того, к достоинствам данного варианта следует отнести возможность регулирования скоростей привлекающего рыбу потока в зависимости от гидрологической обстановки, складывающейся на гидроузле, реализуемого работой дополнительного блока питания. При устройстве канала по этому варианту имеет место снижение затрат на строительство его тракта и головного регулятора. При этом данному варианту технического решения канала присущи и определенные недостатки, среди которых можно выделить: затраты на строительство и эксплуатацию дополнительного блока питания; сравнительно малую нерестовую площадь его тракта ( $124312,5 m^2$  для литофилов).

Первый вариант устройства рыбоходно-нерестового канала характеризуется лучшими показателями по форсированию условий для нереста рыб при нерестовой площади для литофилов составляющей – 312837,5 м<sup>2</sup>. При устройстве канала по этому варианту получают дополнительный эффект от оздоровления (заболоченного в настоящее время) русла р. Барсовки и за счет уменьшения площади отвода земли под канал. В качестве недостатков канала по этому варианту отметим: отсутствие возможности для регулирования значений привлекающих скоростей при изменении гидрологической обстановки на гидроузле; удаленность тракта канала от основных сооружений гидроузла и его значительную протяженность, что усложняет условия его эксплуатации; удаленность входа для рыб от зоны активного поиска рыбами прохода через возникшее на их миграционном пути препятствие (плотину), что

#### Список использованных источников

1. **Воловик Е.С., Воловик С.П., Косолапов А.Е.** Водные и биологические ресурсы Нижнего Дона: состояние и проблемы управления. Новочеркасск: Изд-во СовКав-НИИВХ, 2009. 301 с.
2. **Дубинина В.Г.** Требования рыбного хозяйства при управлении режимами водохранилищ // Экосистемы: экология и динамика. 2019. Т. 3, № 1. С. 67-97. DOI: 10.24411/2542-2006-2019-10027.
3. **Шкура В.Н.** Рыбопропускные сооружения: В 2 ч. Ч. 1. Новочеркасск: Новочеркасская государственная мелиоративная академия, 1998. 380 с.
4. **Анохин А.М., Копадзе И.З., Донцов А.А.** Обеспечение безопасности прохода рыб на нерест на примере Кочетовского гидроузла на реке Дон // Безопасность техногенных и природных систем. 2018. № 3-4. С. 79-86. <https://doi.org/10.23947/2541-9129-2018-3-4-79-86>
5. Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») по оздоровлению и развитию водохозяйственного комплекса реки Дон: Распоряжение Правительства РФ от 21 июля 2021 г. № 2012-р. [Электронный ресурс]. Доступ из справ. правовой системы «Консультант Плюс».
6. Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.06.07-87: СП 101.1330.2012: утв. Минрегионразвития России 30 июня 2012 г., введ. в действие с 1 января 2013 г. М., 2012. 69 с.
7. **Brito-Santos J.L., Dias-Silva K., Brasil L.S., Silva da J.B., Santos A.M., L.M. de Sousa, Vieira T.B.** Fishway in hydropower dams: a scientometric analysis // Environmental Monitoring and Assessment. 2021. 28 Oct. Vol. 193. Pp. 1-17. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09360-z>
8. **Pereira H.R., Gomes L.F., Barbosa H.O., Pelicice F.M., Nabout J.C., Teresa F.B. L.C.G. Vieira** Research on dams and fishes: Determinants, directions, and gaps in the world scientific production // Hydrobiologia. 2020. Vol. 847. Pp. 579-592. <https://doi.org/10.1007/s10750-019-04122-y>
9. **Шкура В.Н., Михеев П.А.** Рыбопропускные и рыбозащитные сооружения: учебное пособие. Новочеркасск: НИМИ, 1986. 96 с.

значительно уменьшает возможность захода рыб-мигрантов в канал.

Установленный перечень показателей по достоинствам и недостаткам двух вариантов трассирования рыбоходно-нерестового канала в обход сооружений Кочетовского гидроузла позволяет рекомендовать для дальнейшей разработки второй предложенный вариант канала.

#### Выводы

1. В ходе достижения целевой установки исследований и решения поставленных задач разработано два альтернативных варианта компоновочно-конструктивных решения Кочетовского рыбоходно-нерестового канала.

2. Для дальнейшей разработки и проработки рекомендуется вариант трассирования рыбоходно-нерестового канала по правому берегу реки Дон с включением в состав его входного оголовка дополнительного блока питания.

#### References

1. **Volovik E.S., Volovik S.P., Kosolapov A.E.** Water and biological resources of the Lower Don: state and management problems. Novochechassk: Publishing house SovKav-NIIVH, 2009. 301 p.
2. **Dubinina V.G.** Requirements of fishery in the management of reservoir regimes // Ecosystems: ecology and dynamics. 2019. Vol. 3, No. 1. P. 67-97. DOI: 10.24411/2542-2006-2019-10027.
3. **Shkura V.N.** Fish passage structures. In 2 p. Part 1. Novochechassk: Novochechassk state land reclamation Academy, 1998. 380 p.
4. **Anokhin A.M., Kopadze I.Z., Dontsov A.A.** Ensuring the safety of fish passage to spawn on the example of the Kochetovsky hydroelectric complex on the Don River. 2018. № 3-4. P. 79-86. <https://doi.org/10.23947/2541-9129-2018-3-4-79-86>
5. On approval of the plan of measures (“road map”) for the improvement and development of the water management complex of the Don River [Electronic resource]: Decree of the Government of the Russian Federation dated July 21, 2021 No. 2012-r. “Consultant Plus “ legal system.
6. Retaining walls, navigable locks, fish passage and fish protection structures. Updated edition of SNiP 2.06.07-87: SP 101.1330.2012: approved by the Ministry of Regional Development of Russia 30.06.12: introduced from 01.01.13. Moscow, 2012. 69 p.
7. Fishway in hydropower dams: a scientometric analysis / J.L. Brito-Santos K. Dias-Silva L.S. Brasil J.B. da Silva A.M. Santos L.M. de Sousa, T.B. Vieira. Environmental Monitoring and Assessment. 2021, 28 Oct. Vol. 193. P. 1-17. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09360-z>
8. 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>
9. **Shkura V.N., Mikheev P.A.** Fish pass and fish protection structures: teaching guide. Novochechassk: NIMI, 1986. 96 p.

10. Павлов Д.С., Скоробогатов М.А. Миграции рыб в зарегулированных реках. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 413 с.

11. Голованов В.К., Поддубный А.Г. Поведение осетровых в нижнем бьефе Кочетовского гидроузла // Биология внутренних вод: Информационный бюллетень, 1976. № 29. С. 54-56.

12. Шкура В.Н., Шевченко А.В. Конструирование и расчет трактов пригидроузловых рыбоходно-нерестовых каналов // Мелиорация и гидротехника. 2022. Т. 12, № 3. С. 244-263. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-3-244-263>

13. Баев О.А., Шевченко А.В. Конструктивное решение лоткового входного оголовка рыбоходных и рыбоходно-нерестовых каналов // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2022. № 2 (86). С. 84-91.

#### Критерии авторства / Authorship criteria

Баев О.А., Шевченко А.В. выполнили теоретические и экспериментальные исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись.

Baev O.A., Shevchenko A.V. carried out theoretical and experimental research on the basis of which they made a generalization and wrote a manuscript.

#### Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов / The authors declare that there are no conflicts of interest

Поступила в редакцию / Received 21.04.2023

Поступила после рецензирования / Received after peer review 10.08.2023

Принята к публикации / Accepted 18.08.2023

10. Pavlov D.S., Skorobogatov M.A. Fish Migrations in regulated rivers. Moscow: Partnership of scientific editions KMK, 2014. 413 p.

11. Golovanov V.K., Poddubnyi A.G. Behavior of sturgeons in downstream of the Kochetovsky hydraulic unit // Biology of inner water: information bulletin Leningrad, 1976. No. 29. P. 54-56.

12. Shkura V.N., Shevchenko A.V. Design engineering and calculation of tracts of fish-breeding and spawning canals at hydraulic units // Melioration and hydraulic engineering. 2022. Vol. 12, No. 3. P. 244-263. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-3-244-263>

13. Baev O.A., Shevchenko A.V. Constructive solution of the flume entrance head of fish-passing and fish-breeding canals // Ways of improving the efficiency of the irrigated farming. 2022. № 2(86). P. 84-91.

Баев О.А., Шевченко А. В имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Baev O.A., Shevchenko A.V. have copyright on the article and are responsible for plagiarism.

All the authors made an equal contribution to the preparation of the publication