

Оригинальная статья

УДК 502/504:626.88:532.5

DOI: 10.26897/1997-6011-2022-4-90-95

## ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЫБОЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ВОДОПРИЕМНЫХ КОВШЕЙ

**МИХЕЕВ ПАВЕЛ АЛЕКСАНДРОВИЧ** <sup>✉</sup>, д-р техн. наук, профессор  
mikhhev.pa@gmail.com

**АЛИ МУНЗЕР СУЛЕЙМАН**, канд. техн. наук, доцент  
munzer@yandex.ru

**МУТАЛИБОВ ЗУБАИЛ МУКАИЛОВИЧ**, аспирант  
zubail2010@mail.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, г. Москва, ул. Б. Академическая, 44, Россия

*Цель исследований – оценка условий для обеспечения защиты рыб от попадания в водозаборы при использовании водоприемных ковшей. Представлен выполненный анализ возможностей защиты рыб в условиях применения водоприемных ковшей, которые в зависимости от гидрологической характеристики водоемного источника с учетом изменений уровней воды и скоростей потока, а также требований по охране вод, согласно санитарно-эпидемиологическим условиям обеспечивают требуемые условия водоподдачи. Рассматриваются возможности обеспечения защиты рыб при использовании водоприемных ковшей на примере трех конструкций из различных водоемных источников, из которых только в одном условия защиты рыб можно оценить как удовлетворительные. Вместе с тем необходимость дополнительного осуществления мероприятий по выведению рыб из ковша является определяющим условием успешности их сохранения. Однако это представляет наибольшую сложность, которая в настоящее время не решается в вариантах компоновки ковшевых водозаборов, в том числе в зарубежной практике. В качестве возможных рыбозащитных устройств для условий водоприемных ковшей рассмотрены конструкции, использующие эффект гидравлической промывки и отведения рыб – в частности, фильтрующие, жалюзийные и др. По результатам анализа гидравлических условий в ковше рассмотрена схема по формированию отводящего рыбу потока с последующим перемещением по рыбоотводному тракту за пределы влияния водоприемного ковша.*

**Ключевые слова:** водоприемный ковш, рыбозащитное сооружение, отвод рыб, скорость потока, глубина, уровень воды

**Формат цитирования:** Михеев П.А., Али М.С., Муталибов З.М. Об использовании рыбозащитных сооружений в условиях водоприемных ковшей // Природообустройство. – 2022. – № 4. – С. 90-95. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-4-90-95.

© Михеев П.А., Али М.С., Муталибов З.М., 2022

Original article

## ON THE USE OF FISH PROTECTION STRUCTURES IN THE CONDITIONS OF WATER INTAKE BUCKETS

**MIKHEEV PAVEL ALEXANDROVICH**, doctor of technical sciences, professor  
mikhhev.pa@gmail.com

**ALI MUNZER SULEYMAN**, candidate of technical sciences, associate professor  
munzer@yandex.ru

**MUTALIBOV ZUBAIL MUKAILOVICH**, postgraduate student  
zubail2010@mail.ru

Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after C.A. Timiryazev; Moscow, 127434, Moscow, B. Academicheskaya, 44, Russia

*The purpose of the study is to assess the conditions for ensuring the protection of fish from entering water intakes when using water intake buckets. The article analyzes the possibilities of protecting fish in conditions of use of water intake buckets, which, depending on the hydrological characteristics*

of the water source, taking into account changes in water levels and flow rates, as well as water protection requirements and sanitary and epidemiological conditions, provide the required conditions for water supply. The possibilities of ensuring the protection of fish when using water intake buckets are considered on the example of three designs from different water sources, of which only in one condition the protection of fish can be assessed as satisfactory. At the same time, the need for additional implementation of measures to remove fish from the bucket is a determining condition for the success of their conservation. However, this presents the greatest difficulty, which is currently not solved in the layout of bucket water intakes, including foreign practice. As possible fish protection devices for the conditions of water intake buckets, the designs are considered which use the effect of hydraulic flushing and diversion, in particular filtering, lowering, etc. Based on the results of the analysis of hydraulic conditions in the bucket, a scheme for the formation of a fish diverting stream with subsequent movement along the fish drainage tract beyond the influence of the water intake bucket is considered.

**Keywords:** water intake bucket, fish protection structure, fish diversion, flow rate, depth, water level

**Format of citation:** Mikheev P.A., Ali M.S., Mutalibov Z.M. On the use of fish protection structures in the conditions of water intake buckets // Prirodoobustrojstvo. – 2022. – № 4. – S. 90-95. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-4-90-95.

**Введение.** По своему функциональному назначению водоприемные ковши обеспечивают забор из водоисточника и подачу потребителям требуемые сроки расчетного расхода воды. Тем самым соблюдаются условия защиты комплекса сооружений от биообрастания и поступления наносов, сора, шуги и льда, а при размещении сооружений на рыбохозяйственных источниках выполняются требования органов рыбоохраны по защите ихтиофауны от гибели [1].

**Общие сведения об объекте, постановка задачи исследований.** Конструктивно-компоновочная схема водозаборного сооружения принимается в зависимости от требуемой категории надежности водоприемных сооружений, гидрологической характеристики водоисточника с учетом максимальных и минимальных уровней воды и скоростей потока, с учетом требований органов по регулированию использования и охране вод, санитарно-эпидемиологической службы, водного транспорта и др. [2, 3]. В этой связи использование водоприемных ковшей для надежной подачи воды потребителям из поверхностных источников является обоснованным, особенно если водные объекты расположены в сложных природно-климатических условиях [4].

Водоприемный ковш представляет собой искусственный залив, который образует дамба, вынесенная в русло реки, или отрытая в береге выемка. Однако одной из проблем при использовании водоприемных ковшей является обеспечение защиты рыб от попадания в водоприемники насосных станций.

Многие технические решения, теоретические основы и практика проектирования затапливаемых или самопромывающихся водоприемных ковшей разработаны во второй половине прошлого века во ВНИИ ВОДГЕО под руководством профессора А.С. Образовского [5-8]

включая некоторые гидравлические аспекты защиты рыб [9]. При этом рассмотрены конструкции в основном русловой компоновки, режим работы которых отличается от береговых водоприемных ковшей традиционного типа.

В статье представлены возможности обеспечения защиты рыб при использовании водоприемных ковшей на примере ряда объектов.

*Водозаборное сооружение Астраханской ГРЭС* используется для подачи воды из протоки Прямая Болда на технические нужды промышленно-энергетических предприятий г. Астрахани. Водоприемный ковш А.С. Образовского с низовым питанием расположен под углом  $155^\circ$  к направлению течения в русле протоки [10].

Схема водоприемного ковша с размещением насосной станции расчетным расходом  $12,0 \text{ м}^3/\text{с}$ , оборудованной четырьмя насосными агрегатами каждый расходом  $3,0 \text{ м}^3/\text{с}$ , представлена на рисунке 1.

Проектом водоприемного коша предусматривалась периодическая промывка наносов, скапливающихся на входе, за счет перелива воды через верхнюю дамбу при высоких уровнях в протоке. Однако за весь период эксплуатации водозабора высокий уровень воды не наблюдался, а следовательно, самопромывка ковша не осуществлялась, поэтому удаление наносов по мере их накопления производилось способом гидромеханизации.

Для защиты рыб от попадания в водозабор в водоприемных окнах насосной станции установлены типовые сороудерживающие и рыбозащитные устройства в виде вертикально движущейся сетки с ячейей  $5 \times 5$  мм двусторонним подходом потока воды. Оценка гидравлических условий в зоне влияния водозабора в протоке и в водоприемном ковше показала, что по условиям отведения рыб в ковше рыбозащитные устройства не отвечают нормативным требованиям [1].

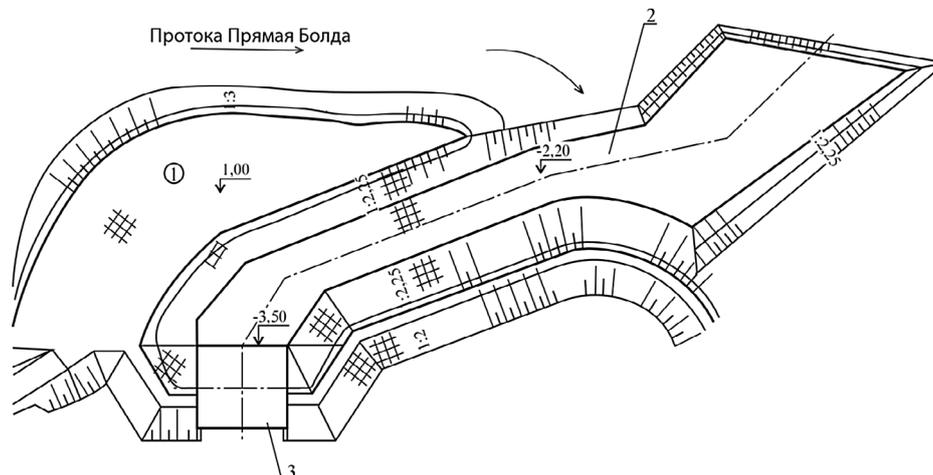


Рис. 1. Схема размещения насосной станции в водоприемном ковше водозабора Астраханской ГРЭС:

1 – верховая затопливаемая дамба; 2 – входной створ ковша; 3 – береговая насосная станция

Fig. 1. Scheme of placement of the pumping station in the water intake bucket of the Astrakhan GRES:

1 – upper flooded dam; 2 – bucket entrance gate; 3 – shore pumping station

Ковшовый водозабор Миусской оросительной системы забирает воду на орошение из Миусского лимана, в устье которого построен шлюз-регулятор, позволяющий при глубине воды до 1,5 м поддерживать постоянные уровни воды в лимане (средние многолетние колебания – в пределах 0,6-0,7 м). Акватория лимана используется для выращивания до товарных размеров с последующим отловом карпа и растительноядных рыб рыбоводного хозяйства, а также для нереста и нагула полупроходных рыб Азовского моря (леща, судака, сазана и тарани) [11].

Береговая насосная станция общим расходом  $6,0 \text{ м}^3/\text{с}$  оборудована четырьмя насосами производительностью  $1,5 \text{ м}^3/\text{с}$  каждый и напором 50 м. Водоприемные оголовки водозабора вынесены от береговой линии на расстояние 20 м и расположены в искусственном ковше, устроенном путем отсыпки двух дамб (рис. 2).

В соответствии с проектом рыбозащитные устройства водозабора представлены сетчатыми барабанами. Однако исследования, выполненные в первые годы эксплуатации водозабора, показали нецелесообразность использования сетчатых барабанов в условиях ковша, причем эксплуатация водозабора усложняется интенсивным заилением подводящего канала и ковша.

Водозабор Эжвинского района г. Сыктывкара на р. Вычегде в протоке Серт-Полой. В составе водоприемного ковша с низовым входом, который полностью врезан в берег и имеет угол отвода в начальной части около  $135^\circ$  от русла, с шириной по дну 6 м, для снижения заиления входной части ковша предусмотрено устройство каменно-набросной шпоры (рис. 3).

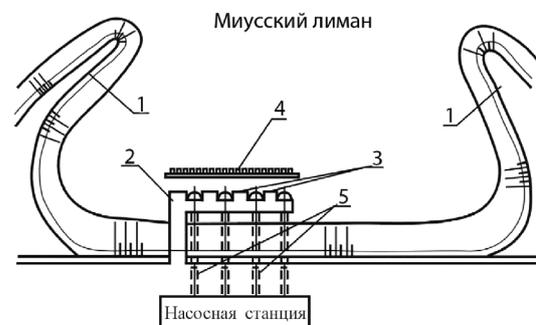


Рис. 2. Компоновка водозабора Миусской оросительной системы:

1 – дамбы ковша; 2 – служебный мостик;

3 – струереактивные барабаны;

4 – ледозащитное сооружение;

5 – подводящие водоводы насосной станции

Fig. 2. Layout of the water intake of the Miussky irrigation system:

1 – bucket dams; 2 – service bridge;

3 – jet drums; 4 – ice protection structure;

5 – supply conduits of pumping station

Верховая дамба ковша может быть затоплена паводками с обеспеченностью 10%. Отметка дна ковша принята с учетом обеспечения требуемых глубин в нем в период низких уровней, с учетом толщины ледяного покрова, конструкции водоприемного оголовка и необходимых запасов при минимальном уровне воды в реке от верхней кромки входного отверстия оголовка не менее 1,25 м. Полная длина водоприемного ковша по его оси от начального сечения входа до водоприемника составляет 147 м и обеспечивает гашение водоворотных зон, отложение захваченных в ковш шуги и ледяной взвеси, полное всплывание в транзитной струе всех скоплений кристаллов льда.

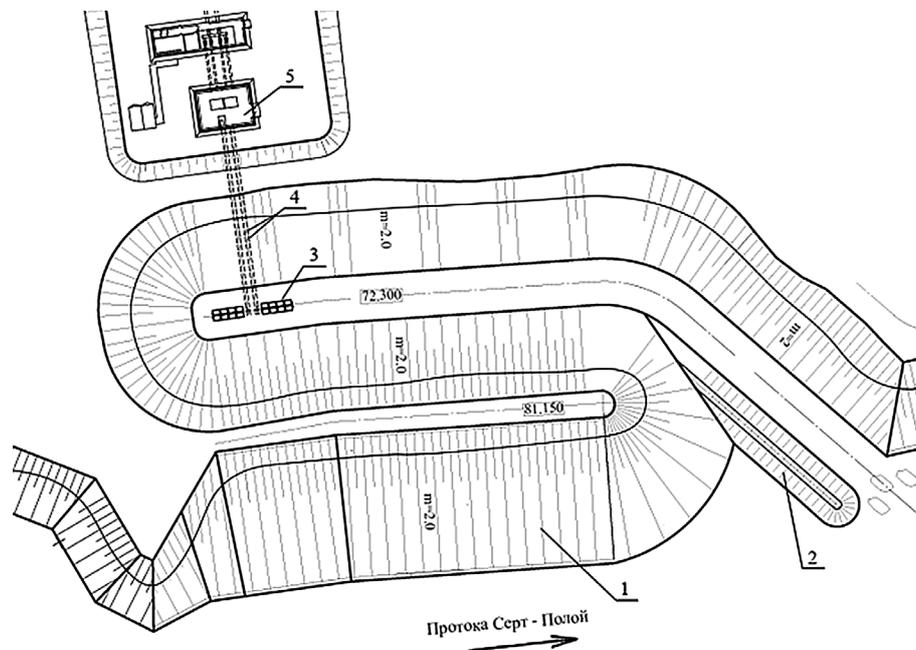


Рис. 3. Схема водозабора Эжвинского района г. Сыктывкара:

1 – верховая дамба; 2 – каменно-набросная шпора; 3 – рыбозащитные кассеты;  
4 – всасывающие водоводы; 5 – насосная станция

Fig. 3. Scheme of water intake of Ezhvinsky district of Syktyvkar

1 – upper dam; 2 – rockfill spur; 3 – fish protection cassettes; 4 – suction conduits; 5 – pumping station

Для забора расчетного расхода  $0,6 \text{ м}^3/\text{с}$  предусмотрена установка двух водозаборных оголовков производительностью  $0,3 \text{ м}^3/\text{с}$  каждый, которые оборудованы фильтрующими рыбозащитными панелями толщиной  $50 \text{ мм}$  из поролонита с гравийным наполнителем фракции  $12-16 \text{ м}$ . В качестве связующего принят полиэтилен низкой плотности содержанием  $4-5\%$  по массе. Площадь водоприемных отверстий для одного оголовка при скорости втекания по условиям защиты рыб, равной  $0,1 \text{ м}/\text{с}$ , определена [1] и составляет  $12,5 \text{ м}^2$ .

Для очистки фильтрующих кассет от загрязнения предусмотрены их продувка сжатым воздухом с интенсивностью  $20 \text{ л}/\text{с} \cdot \text{м}^2$  в течение  $2-3 \text{ мин}$ . Для этого на станции устанавливают компрессор производительностью  $2,0 \text{ м}^3/\text{мин}$  при давлении  $10 \text{ МПа}$ . Включение в работу компрессора и продувка той или иной секции оголовков осуществляются по показаниям датчиков уровней в водоприемном ковше и отсеках мокрой камеры насосной станции. Вместе с тем отведение защищенной молоди рыб за пределы ковша в условиях ковша не обеспечивается.

Таким образом, из рассмотренных вариантов только в последнем условия защиты рыб можно оценить как удовлетворительные, вместе с тем требующие дополнительных мероприятий по выведению рыб из ковша.

Следует отметить, что проблема отведения защищенной молоди рыб за пределы

водоприемных ковшей не решается в существующих вариантах компоновок ковшовых водозаборов, в том числе в зарубежной практике [12, 13].

**Результаты и их обсуждение.** В связи с вышеизложенным целесообразно рассмотреть возможные варианты использования рыбозащитных конструкций с отведением рыб с учетом особенностей гидравлического режима работы водоприемного ковша.

Чаще всего работа водоприемного ковша осуществляется при малых забираемых расходах по сравнению с расходами в реке. При этом возникает режим водообмена, при котором на входе в ковш образуется система водоворотных зон, занимающих большую часть его ширины. Значительная часть воды, входящей в ковш, выходит из него обратно в русло реки. Создается своеобразная застойная зона, в которой происходит как всплывание шуги, так и осаждение наносов. Тем самым обеспечивается защита ковша от поступления наносов и шуги, а также в определенной степени – отведения молоди рыб в пределах входного участка. Однако для защиты молоди, находящейся в транзитном потоке, необходимо использовать рыбозащитное сооружение с принудительной схемой отведения рыб. Технически это реализуется системой потокообразователей, формирующих гидравлические струи в направлении рыбоприемного узла, выполненного в виде вертикальной шахты улиткообразного очертания, перехватывающего

рыбоотводящий поток с последующим переводом посредством вертикальной приемной воронки в рыбоотводящий тракт (рис. 4).

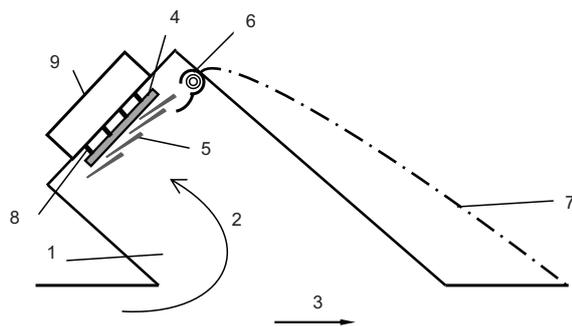


Рис. 4. Схема водоприемного ковша и компоновка рыбозащитного сооружения с отводом рыб за пределы ковша:

1 – ковш; 2 – водозаборный поток;  
3 – транзитный поток реки; 4 – рыбозащитное сооружение; 5 – струи потокообразователя РЗС; 6 – рыбоприемный узел; 7 – ось рыбоотводящего тракта; 8 – всасывающие водоводы насосной станции; 9 – насосная станция

Fig. 4. Scheme of the water intake bucket and layout of the fish protection structure with the diversion of fish outside the bucket:

1 – bucket; 2 – water intake flow;  
3 – transit flow of the river; 4 – fish protection structure;  
5 – FPS flow generator jets; 6 – fish receiving unit;  
7 – axis of the fish diversion tract; 8 – suction conduits of the pumping station; 9 – pumping station

#### Библиографический список

- СП 101.13330.2012, с изм. № 1. Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.06.0787 – М., 2012. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200095534>.
- СП 31.13330.2012, с изм. 1-5. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84\*. – URL: <https://www.dokipedia.ru/document/5157658>.
- Колесникова Т.В. Защита береговых водозаборов от попадания в них механических включений // Вестник ИрГУ. – 2014. – № 11 (94). – С. 168-171.
- Орлов Е.В. Улучшение забора воды с помощью водоприемных ковшей на водных объектах / Е.В. Орлов, Е.В. Тайбарей, А.В. Саймуллов, А.М. Аушев // Системные технологии. – 2018. – № 26. – С. 125-127.
- Авт. свид. 215803 (СССР). Водозабор ковшевого типа / А.С. Образовский. – Б.И., 1968, № 13.
- Авт. свид. 459559 (СССР). Водоприемный самопромывающийся ковш / А.С. Образовский. – Б.И., 1975, № 5.
- Водозаборные сооружения для водоснабжения из поверхностных источников / А.С. Образовский, Н.В. Ереснов, В.Н. Ереснов и др. – М.: Стройиздат, 1976. – 368 с.
- Рекомендации по проектированию самопромывающихся ковшей у затопленных водоприемников. – М.: ВНИИ ВОДГЕО, 1984. – 121 с.
- Образовский А.С. Гидравлика рыбозащиты на затопленных водоприемниках систем

В качестве рыбозащитных устройств могут рассматриваться конструкции, использующие промывку защитного элемента гидравлическими струями с отведением молоди рыб за пределы устройства – такие, как фильтрующие кассеты (порозластовые, с наполнителем из пластмассовых шариков и др.), жалюзийные экраны (плоские, комбинированные двухконтурные), запани и др. [10, 12-14]. Движение отводящего молодь рыб потока по рыбоотводящему тракту осуществляется за счет перепада уровней воды в ковше и русле реки ниже входного створа.

#### Выводы

Оценивая технические и гидравлические условия защиты рыб при заборе воды с использованием водоприемных ковшей, следует отметить, что наибольшую сложность представляет задача отведения защищенной молоди рыб, которая, как следует из анализа, не решается во всех рассмотренных примерах водозаборов.

В качестве варианта для условий берегового ковша следует предусмотреть отдельные струеобразователи и подачу дополнительного расхода воды на формирование направленного потока, перемещающего рыб к рыбоприемному узлу, с последующим переводом по рыбоотводящему тракту в русло реки ниже по течению от створа входа в водоприемный ковш.

#### References

- SP 101.13330.2012 (S izmeneniem No. 1) Podpornye steny, sudohodnye shlyuzy, rybopropusknye i rybozashchitnye sooruzheniya. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.06.0787 – M., 2012.
- SP 31.13330.2012 (S izmeneniyami 1-5) Vodosnabzhenie. Naruzhnye seti i sooruzheniya. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 2.04.02-84\*.
- Kolesnikova T.V. Zashchita beregovykh vodozaborov ot popadaniya v nih mekhanicheskikh vklucheniij / Vestnik IrGU No 11 (94). – 2014. S. 168-171.
- Orlov E.V., Taibarey E.V., Saimullov A.V., Aushev A.M. Uluchshenie zabora vody s pomoshchyu vodopriemnykh kovshej na vodnykh objektah // Sistemye tehnologii. 2018. № 26. S. 125-127.
- Avt. svid. 215803 (USSR). Vodozabor kovshevogo tipa / A.S. Obrazovsky, – B. I., 1968, No 13.
- Avt. svid. 459559 (USSR). Vodopriemny samopromyvayushchijsya kovsh / A.S. Obrazovsky. – B. I., 1975, No 5.
- Obrazovsky A.S., Eresnov N.V., Eresnov V.N., Kazansky M.A. Bodozabornye sooruzheniya dlya vodostnabzheniya iz poverhnostnykh istochnikov. – M., Stroyizdat, 1976, – 368 s.
- Recomendatsii po proektirovaniyu samopromyvayushchijsya kovshej u zatoplennykh vodopriemnikov. – M., VNII VODGEO, 1984-121 s.
- Obrazovsky A.S. Gidravlika rybozashchity na zatoplennykh vodopriemnikah system vodosnabzheniya / V kn. Proektirovanie vodosnabzheniya i kanalizatsii. Vyp. 6. – M.: Gosstroy SSSR, 1979, S. 1-6.

водоснабжения // Проектирование водоснабжения и канализации. – М.: Госстрой СССР, 1979. – Вып. 6. – С. 1-6.

10. **Михеев П.А.** Защита молоди рыб при водозаборе: Учебное пособие. – Новочеркасск: ДонГАУ, 2004. – 112 с.

11. **Михеев П.А., Волошков В.М., Вострова Л.И.** Исследования рыбозащитного устройства водозабора Миусской оросительной системы // Рыбохозяйственные и русловые гидротехнические сооружения: Сборник. – Новочеркасск: ДонГАУ, 1988. – С. 3-9.

12. **Михеев П.А., Перелыгин А.И.** Рыбоотводы гидротехнических сооружений: монография. – Р/на-Дону: Феникс, 2014. – 265 с.

13. Fish Protection at Water Diversions. A Guide for Planning and Designing Fish Exclusion Facilities. U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation. – Denver: Colorado, 2006. – 429 p. – April.

14. **Салиенко С.Н., Михеев П.А.** Применение комплексного рыбозащитного устройства электрического воздействия (КРУЭВ) для сохранения биологических ресурсов пресноводных и морских экосистем // Изучение водных и наземных экосистем: история и современность. – Севастополь: ФИЦИНБИОМ, 2021. – 607 с.

#### Критерии авторства

Михеев П.А., Али М.С., Муталибов З.М. выполнили теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись. Имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

#### Конфликт интересов

Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 30.07.2022

Одобрена после рецензирования 12.09.2022

Принята к публикации 19.09.2022

10. **Mikheev P.A.** Zashchita molodi ryb pri vodozabore. Uchebnoe posobie dlya studentov vuzov. – Novocherkassk: DonGAU, 2004. – 112 s.

11. **Mikheev P.A., Voloshkov V.M., Vostrova L.I.** Issledovaniya rybozashchitnogo ustrojstva vozoabara Miusskoj orositelnoj sistemy / Sbornik: Rybohozyajstvennye i ruslovyje gidrotehnicheskie sooruzheniya. – Novocherkassk, DonGAU, 1988. S. 3-9.

12. **Mikheev P.A., Perelygin A.I.** Rybootvody gidrotehnicheskikh sooruzhenij: monographiya. – Rostov n/D: Fenix; 2014. – 265 s.

13. Fish Protection at Water Diversions. A Guide for Planning and Designing Fish Exclusion Facilities. U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Denver, Colorado, April, 2006. – 429 p.

14. **Salienko S.N., Mikheev P.A.** Primeniye kompleksnogo rybozashchitnogo ustrojstva elektricheskogo vozdejstviya (KRUEV) dlya sohraneniya biologicheskikh resursov presnevodnyh i morskikh ekosistem / V kn. Izuchenie vodnyh i nazemnyh ekosistem: istoriya i sovremennost. Tez. doc. – Sevastopol: FITS InBYUM, 2021. – 607 s.

#### Criteria of authorship

Mikheev P.A., Ali M.S., Mutalibov Z.M. carried out theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript. Mikheev P.A., Ali M.S., Mutalibov Z.M. have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

#### Conflict of interests

The authors state that there are no conflicts of interests

The article was submitted to the editorial office 30.07.2022

Approved after reviewing 12.09.2022

Accepted for publication 19.09.2022