


Комплекс рыбоводных гидротехнических сооружений для рыбохозяйственной мелиорации эвтрофных водохранилищ

В.Н. Шкура  , А.В. Шевченко 

 VNShkura@yandex.ru

ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации», г. Новочеркасск, Россия

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Актуальность темы исследования определяется необходимостью повышения комплексности и эффективности использования ресурсного потенциала и экологического оздоровления эвтрофных водохранилищ, характеризующихся высокой степенью зарастания растительностью. Эта задача может быть решена зарыблением водоемов растительноядными видами рыб. Недостатками проводимых мелиораций эвтрофных водохранилищ являются низкое качество используемого рыбопосадочного материала и невысокий уровень технологии интродуцирования растительноядных рыб в водоемы. Устранить недостатки предлагается устройством рыбоводно-мелиоративных комплексов при эвтрофных водохранилищах. **Методы.** Экспериментальную основу работы составили результаты обследования Веселовского водохранилища на р. Западный Маныч и данные по проведению его зарыбления фитофагами. Проведено обследование водохранилища и анализ реализуемых мероприятий по его зарыблению, установлены недостатки их проведения и определена целесообразность создания рыбоводно-мелиоративного комплекса. **Результаты.** Предложено компоновочно-конструктивное решение рыбоводно-мелиоративного комплекса при эвтрофном водохранилище, обеспечивающее выращивание адаптированного рыбопосадочного материала и зарыбление им водного объекта для проведения рыбохозяйственной мелиорации. Разработаны конструкции рыбоводных бассейнов, оборудованных системами водного питания и выпуска рыб в водохранилище.


КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: рыбоводный бассейн, эвтрофное водохранилище, рыбохозяйственная мелиорация, оздоровление и очистка водоема, зарыбление водохранилища, рыбопосадочный материал.

Для цитирования: Шкура В.Н., Шевченко А.В. Комплекс рыбоводных гидротехнических сооружений для рыбохозяйственной мелиорации эвтрофных водохранилищ // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2022. № 5. С. 95-106. DOI: 10.35567/19994508_2022_5_7.

Дата поступления 21.02.2022.

COMPLEX OF FISH-BREEDING HYDRAULIC STRUCTURES FOR FISHERY RECLAMATION OF EUTROPHIC RESERVOIRS

Viktor N. Shkura  , Aleksey V. Shevchenko 

 VNShkura@yandex.ru

Russian Research Institute of Land Reclamation Problems, Novocherkassk, Russian Federation

ABSTRACT

Relevance. The relevance of the research topic is determined by the need to increase the complexity and efficiency of using the resource potential and ecological rehabilitation of eutrophic reservoirs, characterized by a high degree of vegetation overgrowth (oversaturation of their water space with macro- and micro-flora). This task can be solved by stocking reservoirs with plant-based fish species. The disadvantages of the ongoing reclamation of eutrophic reservoirs are the poor quality of the fish planting material used and the low level of technology for introducing herbivorous fish into reservoirs. It is proposed to eliminate these shortcomings by installing fish-breeding and reclamation complexes in eutrophic reservoirs. **Methods.** The experimental basis of the work was the results of the survey of the Veselovsky reservoir on the Western Manych River and data on its stocking by phytophages. Results and discussion. The survey of the Veselovsky reservoir and the analysis of the implemented measures for its stocking, the conditions and disadvantages of their implementation were established and the expediency of creating a fish-breeding and reclamation complex at a eutrophic reservoir was determined. **Results.** A layout-constructive solution of a fish-breeding and reclamation complex at a eutrophic reservoir is proposed. The designs of fish-breeding pools equipped with systems of water supply and release of fish, providing conditions for their vital activity and adaptation to the conditions of the reservoir, are proposed.

Keywords: fish-breeding pool, eutrophic reservoir, fishery reclamation, improvement and purification of the reservoir, reservoir stocking, fish planting material.

For citation: Shkura V.N., Shevchenko A.V. Complex of fish-breeding hydraulic structures for fishery reclamation of eutrophic reservoirs. *Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management*. 2022. No. 5. P. 95-106. DOI: 10.35567/19994508_2022_5_7.

Received 21.02.2022.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальный вопрос природопользования – повышение комплексности и эффективности использования ресурсного потенциала водохранилищ [1–3]. Необходимость проведения восстановительных мероприятий на водохранилищах определяется их экологическим состоянием [4–6]. Значительная часть водохранилищ Российской Федерации построена в 1960–1980-е годы и их экологические системы вступили в стадию старения. Мелководья таких водоемов заросли водно-воздушной растительностью, а их водная толща перенасыщена макро- и микрофлорой. Эвтрофность водохранилищ приводит к снижению их биопродуктивности и водно-ресурсного потенциала. Повысить эффективность использования эвтрофированных водохранилищ без проведения мероприятий по их экологическому оздоровлению не представляется возможным^{1,2} [7–9].

Очистка водохранилищ от избыточной растительности может быть осуществлена проведением рыбохозяйственной мелиорации. Опыт организации таких мелиораций, реализуемых интродуцированием в эвтрофированные водоемы растительных видов рыб, показал примеры как их высокой эффективно-

¹ «Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») по оздоровлению и развитию водохозяйственного комплекса реки Дон» [Электр. ресурс]: Распоряжение Правительства РФ.

² Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» от 20.12.2004 № 166-ФЗ [Электронный ресурс]: Доступ из справ. правовой системы «Консультант Плюс».

сти, так и недостаточной мелиорирующей результативности. Одной из причин низкой эффективности рыбохозяйственной мелиорации водоемов является использование неадаптированного к условиям зарыбляемого водохранилища рыбопосадочного материала и недостатки технологии их проведения. Это обстоятельство предопределяет актуальность проведения новых исследований и разработок по проектированию рыбоводно-мелиоративных комплексов [6].

Экспериментальную основу разработок, представленных в данной статье, составили материалы обследования эвтрофного Веселовского водохранилища на р. Западный Маныч, а также авторские разработки конструктивных решений сооружений рыбоводческих комплексов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Разработке компоновочно-конструктивного решения водомелиорирующего комплекса предшествовало обследование Веселовского водохранилища, расположенного на р. Западный Маныч. Водохранилище является руслопойменным со средней глубиной 3,0 м, средней площадью акватории 300 км² и средним объемом 90 км³. Водоем характеризуется интенсивным зарастанием акваториального пространства, достигающим 80–90 % на мелководьях [7]. Массовые скопления воздушно-водной и внутриводной растительности в акватории водохранилища и цианобактерий в воде привели к невозможности использования водозаборного сооружения в Азовский магистральный канал и функционирования рыбозащитного устройства, что предопределило необходимость строительства нового водозабора и рыбозащитного сооружения.

В настоящее время водоем используется в качестве источника воды для орошения и как водно-болотный объект обитания перелетных птиц и нескольких «краснокнижных» видов флоры и фауны. Экологическая система Веселовского водохранилища определена переходной от мезотрофного к эвтрофному водоему. Состояние водохранилища как водного объекта природопользования нуждается в экологическом оздоровлении.

Планктон Веселовского водохранилища представлен 27 видами зоопланктона и 30 видами фитопланктона. Бентос обследованного водоема состоит из 17 видов. Ихтиофауна водохранилища включает 40 видов рыб. В недалеком прошлом водохранилище имело статус биопродуктивного водоема высшей рыбохозяйственной категории. Для восстановления подорванных промысловых запасов с 2007 г. периодически осуществляются мероприятия по зарыблению водохранилища фитофагами [5].

Обследованием условий зарыбления Веселовского водохранилища установлена низкая эффективность проводимых рыбоводческих мероприятий, объясняемая их нерегулярностью и малыми объемами, использованием неадаптированного к условиям водоема рыбопосадочного материала, применением несовершенных технологий интродуцирования рыб в водный объект и их акклиматизации. Анализ данных обследования водохранилища и информации по зарыблению мезоэвтрофных и эвтрофных водоемов, результативности их рыбохозяйственной мелиорации приводит к выводу о необходимости создания приводохранилищного рыбоводно-мелиоративного комплекса.

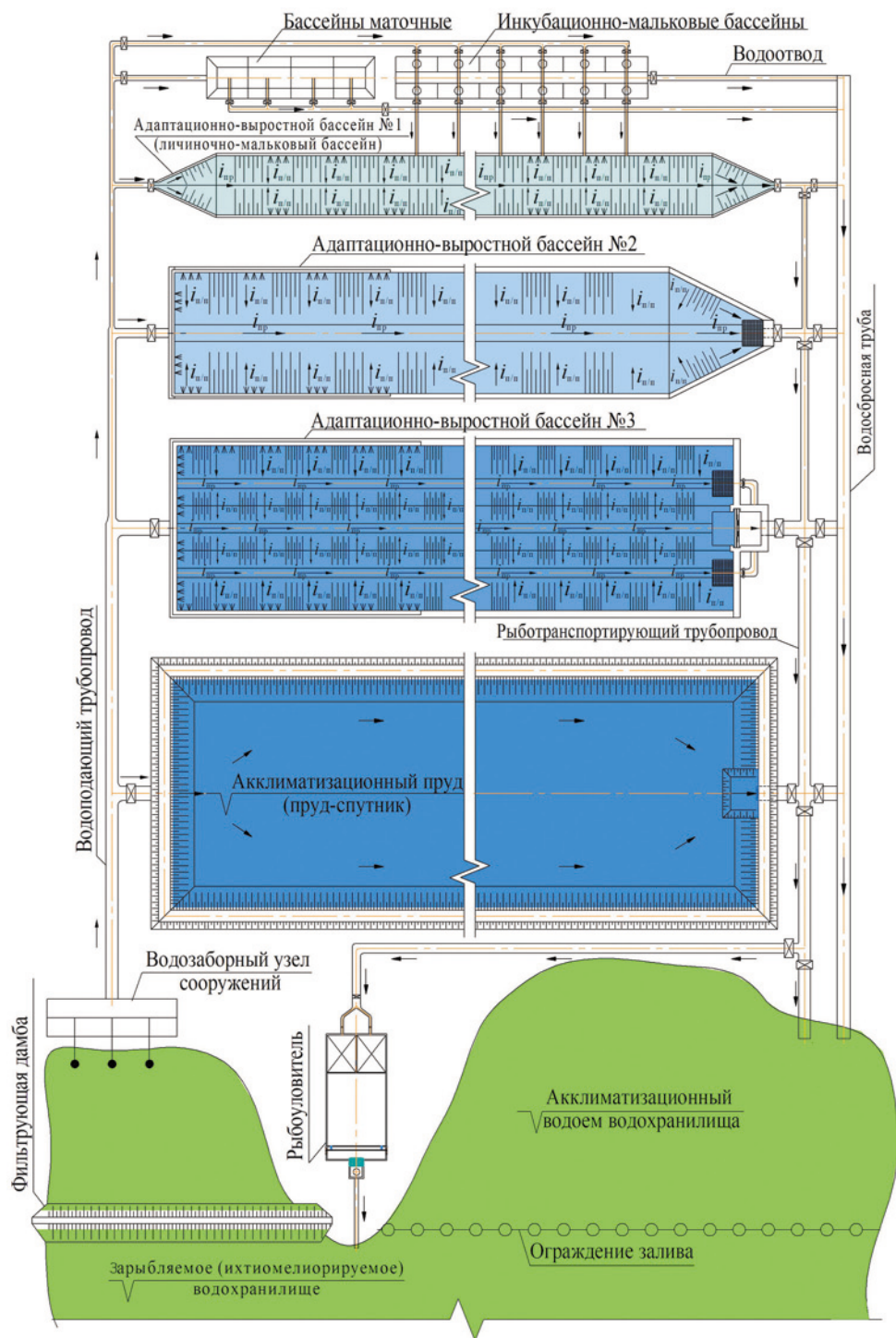


Рис. 1. Схема приводохранищного рыбоводно-мелиоративного комплекса.
 Fig. 1. Scheme of the drive-storage fish-breeding and reclamation complex.

В данном случае комплекс необходимо расположить на береговом склоне водохранилища с возможностью подачи воды из водоема, ее самотечного стока и самостоятельного выхода рыб в зарыбляемый объект. В составе комплекса следует предусмотреть рыбопитомник и акклиматизационный водоем с гидротехнической инфраструктурой, обеспечивающей рыбоводческие процессы по выращиванию адаптированного и жизнестойкого рыбопосадочного материала и акклиматизацию рыб в водохранилище. Конструктивно-компоновочные решения входящих в комплекс рыбоводческих объектов и обеспечивающие их функционирование гидротехнические сооружения должны гарантировать возможность регулирования физико-химических показателей водной среды в соответствующих рыбоводческим требованиям пределах их значений. Указанным требованиям соответствует компоновочно-конструктивное решение рыбоводно-мелиоративного комплекса, схема которого представлена на рис. 1.

В состав комплекса предлагается включить систему каскадно-и разно-высотно размещаемых рыбоводных бассейнов, функционирование которых обеспечивается соответствующей инфраструктурой, включающей системы водного питания, водоотведения и межбассейнового перемещения рыбопосадочного материала и выпуска рыб в водохранилище. Компоновочная схема системы водоснабжения приведена на рис. 2.

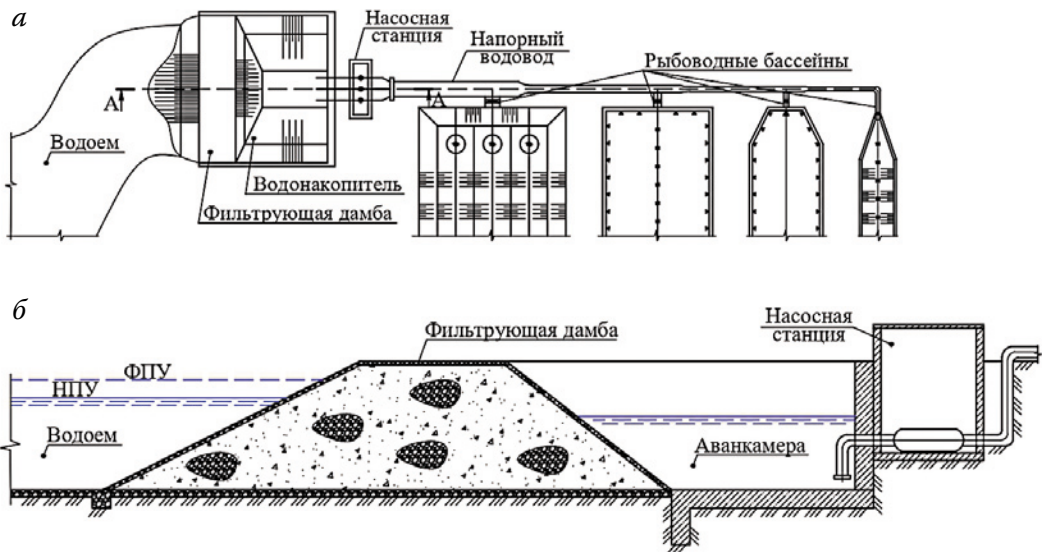


Рис. 2. Схема системы водного питания на базе фильтрующей дамбы: *а* – план системы водообеспечения; *б* – продольный разрез по водозабору.

Fig. 2. Diagram of a water supply system based on a filter dam:

a – water supply system plan; *b* – longitudinal section of the water intake.

Система водоотведения комплекса, включающая бассейновые водоотводящие сооружения с объединяющим их водоотводящим трубопроводом, обеспечивает регулируемый сброс воды при осуществлении проточности и опорожнении рыбоводных бассейнов. Сооружения системы водоотведения

совмещаются с водо- и рыбовывпусками, обеспечивающими «самотечный» выпуск рыбы из рыбоводных бассейнов и их внутрикомплексное перемещение между бассейнами различного предназначения.

Функционирование комплекса предусматривает выращивание рыбопосадочного материала в системе расположенных каскадом рыбоводных бассейнов. Разновысотное расположение адаптационно-выростных бассейнов (см. рис. 1) обеспечивает последовательное (самотечное) перемещение рыб (малька и молоди) в рыбоводные водоемы различного функционально-выростного предназначения по мере их роста и развития. В бассейнах предусмотрено управляемое формирование состояния (физико-химических и микробиологических параметров) водной среды и жизнедеятельности рыб с созданием условий для адаптации рыбопосадочного материала к расчетным колебаниям физико-химических параметров среды их обитания [5, 6].

Выростные бассейны устраиваются разноразмерными (по объему, площади и глубине) с учетом вида, роста и размеров культивируемых рыб, плотности их посадки и возможности для регулирования характеристик водной среды и обеспечения кормом [10]. Конструктивное решение сеголеточного рыбоводного бассейна, обустроенного системами водорегулирования и выпуска рыб, иллюстрируется рис. 3.

Чаша бассейна формируется устоями (1) и днищем (2). Полисклоновая форма днища образуется склоновыми площадками (3), сопрягающимися в нижней части с рыбосборными канавами (4), физически и гидравлически связанными с водорыбовывпусками (7) и (8). Система водного питания бассейна включает водовпускную трубу (5) и водораспределительный трубопровод (6) с системой водовпускных насадок.

Отвод воды и выпуск рыбы из бассейна обеспечивается основным (7) и дополнительными (8) водорыбовывпускными сооружениями (донными водорыбовывпусками), функционирующими совместно, что обеспечивается трубопроводами (9) и (10). Регулирование режимами сброса воды осуществляется затвором (11) и задвижками (12), регулирование выпуска рыб из рыбоводных бассейнов – рыбозаградительными решетками (13), перекрывающими входные оголовки водорыбовывпусков (7) и (8).

Одним из видов сооружений комплекса являются рыбоуловители, предназначенные для отлова выращенного в бассейнах рыбопосадочного материала с целью его последующего выпуска (интродуцирования) в удаленные зоны водохранилища. Конструкция контейнерного рыбоуловителя проиллюстрирована рис. 4.

Рыбоводно-мелиоративный комплекс предложено обустроить в рамках пилотного проекта на Веселовском водохранилище¹. Для обеспечения, планируемого рыбоводческого и мелиорирующего эффектов на водоеме и формирования разновозрастных популяций фитофагов [11–18], необходимо осуществлять его ежегодное зарыбление качественным, адаптированным к условиям обитания рыбопосадочным материалом в количестве 2 млн особей сеголеток травоядных видов рыб. Учитывая необходимость проведения опытной эксплуатации рекомендуемого рыбоводно-мелиоративного комплекса, пилотный

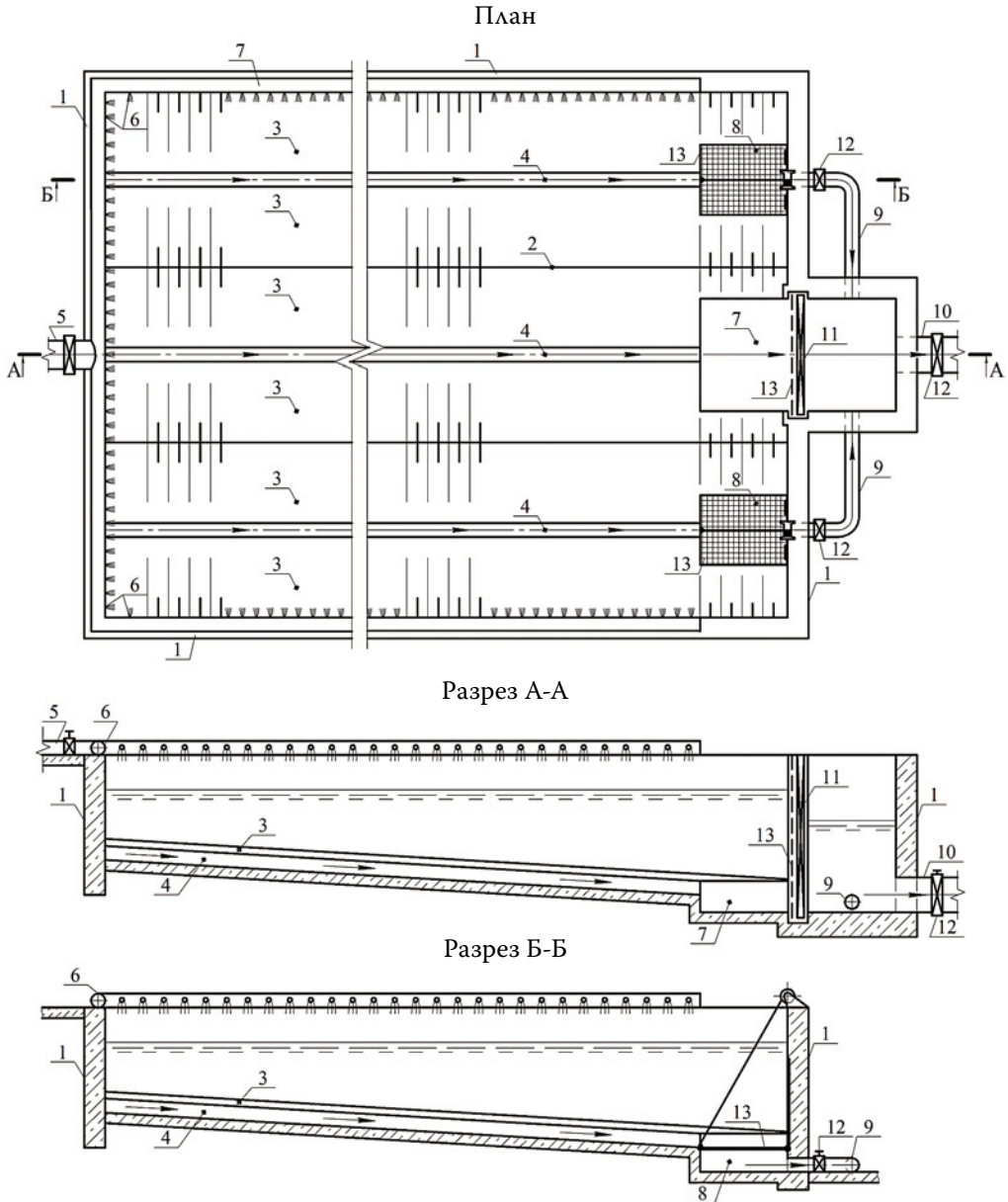


Рис. 3. Конструктивная схема рыбоводного бассейна: 1 – береговые устои; 2 – днище; 3 – склоновые площадки; 4 – рыбосборные каналы; 5 – водовпускная труба; 6 – водораспределительный трубопровод с водовыпусками; 7, 8 – основной и дополнительный водорыбовывпуски; 9 – водорыбоотводы; 10 – водорыбоотводящий трубопровод; 11, 12 – затвор и задвижки водорыбовывпуска; 13 – рыбозаградительные решетки.

Fig. 3. Design diagram of a fish-breeding pool: 1 – coastal abutments; 2 – bottom; 3 – slope platforms; 4 – fish collecting ditches; 5 – water inlet pipe; 6 – water distribution pipeline with water outlets; 7, 8 – main and additional water outlets; 9 – water outlets; 10 – water outlet pipeline; 11, 12 – gate and gate valves of water outlet; 13 – fish protection grilles.

проект предлагается реализовывать в две очереди. В рамках первой очереди рекомендуется устройство и опытное использование рыбопитомника, рассчитанного на выращивание и выпуск в водохранилище 1 млн особей сеголетков белого амура и пестрого толстолобика. Компонировочная схема комплекса изображена на рис. 5.

План

Разрез А-А

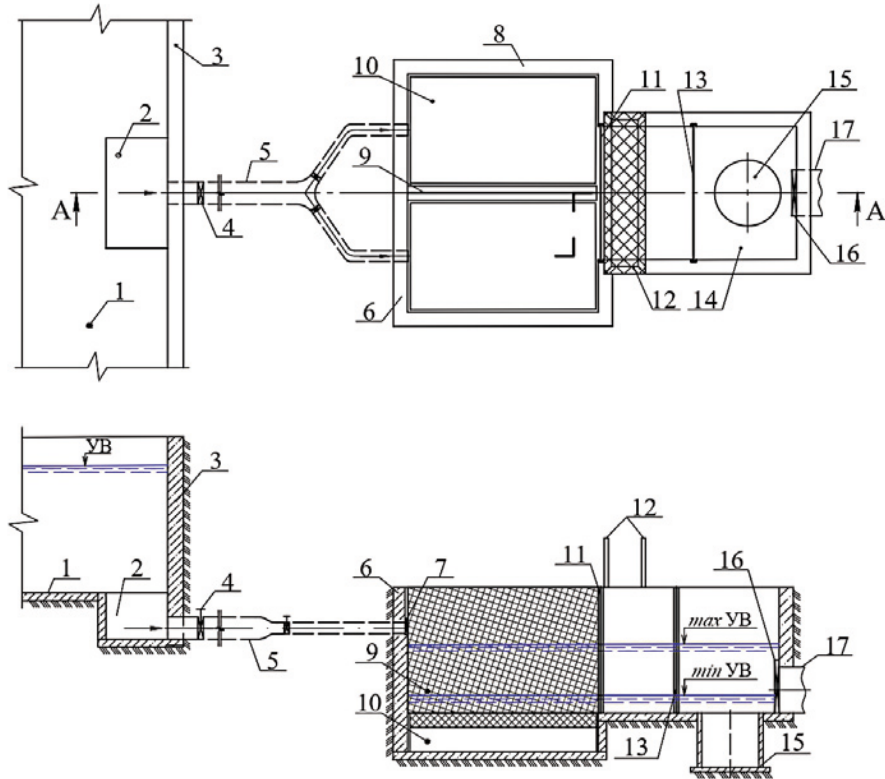


Рис. 4. Конструктивная схема контейнерного рыбоуловителя:

- 1 – рыбоводный бассейн; 2 – рыбосборник; 3 – устьев бассейна; 4 – задвижки;
- 5 – водорыбовыпускная труба; 6 – поперечный устьев рыбоуловителя; 7 – решетка водорыбовыпуска; 8 – продольный устьев рыбоуловителя; 9 – сетчатый разделитель;
- 10 – контейнер; 11 – рыбозаградительная решетка; 12 – служебный мостик;
- 13 – затвор шандорный; 14 – затворная камера; 15 – водогрязенакопитель;
- 16 – затвор плоский; 17 – донный водоспуск.

- Fig. 4. Design diagram of a container fish catcher: 1 – fish-breeding pool; 2 – fish collector;
- 3 – basin mouth; 4 – valves; 5 – water outlet pipe; 6 – transverse fish trap mouth; 7 – water outlet grate; 8 – longitudinal fish trap mouth; 9 – mesh separator; 10 – container;
- 11 – fish barrier grate; 12 – service bridge; 13 – sandor shutter; 14 – shutter chamber;
- 15 – water-pollution accumulator; 16 – flat shutter; 17 – bottom water intake.

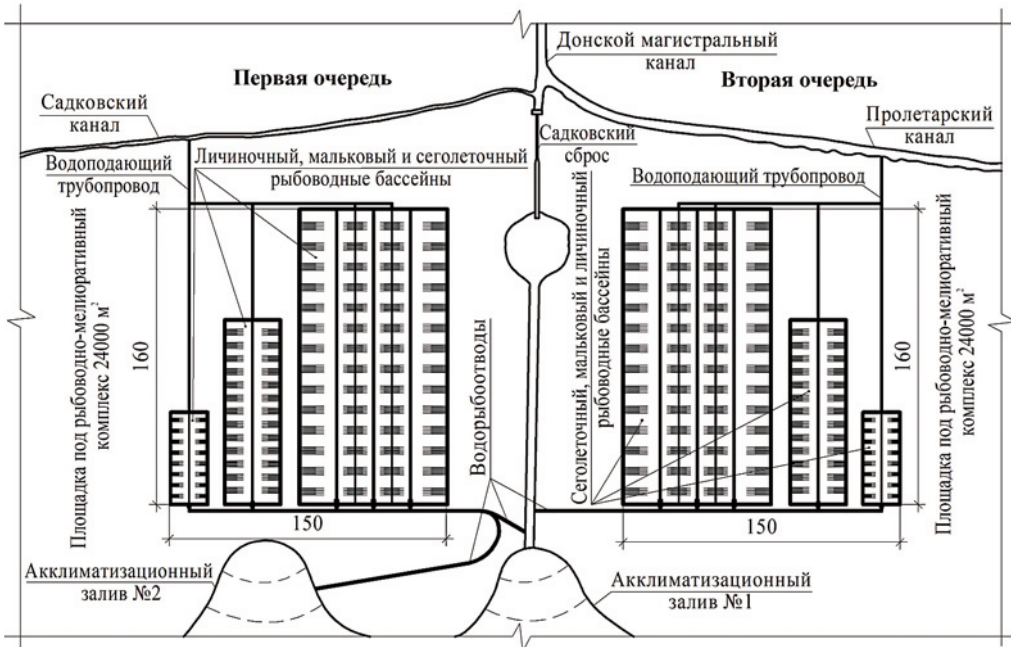


Рис. 5. Схема Веселовского рыбоводно-мелиоративного комплекса.
 Fig. 5. Scheme of the Veselovsky fish-breeding and reclamation complex.

ВЫВОДЫ

Приводохранищный рыбоводно-мелиоративный комплекс предназначен для рыбохозяйственной мелиорации эвтрофных водохранилищ, характеризующихся высокой степенью зарастания растительностью. Основной целью таких мелиораций является комплексное оздоровление экологических систем водных объектов. Указанный результат может быть достигнут при соответствующей компоновке и конструктивном исполнении рыбоводных сооружений, входящих в состав мелиоративно-рыбоводных комплексов, технологическим назначением которых является выращивание адаптированного к условиям зарыбляемого водоема рыбопосадочного материала. Разработки отвечают целям и задачам Распоряжения Правительства РФ № 2012-р и действующей Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации.

Для практической апробации разработанного компоновочно-конструктивного решения комплекса сооружений по рыбохозяйственной мелиорации эвтрофных водохранилищ предусмотрено последующее доведение разработок до уровня проектных решений, адаптированных к условиям эвтрофного Веселовского водохранилища, образованного Веселовским гидроузлом на реке Западный Маныч, что и осуществляется в настоящее время.

Предложенные в данной работе конструкции рыбоводных сооружений, объединенные в единый функциональный комплекс, могут быть внедрены в реальные проекты по созданию новых и реконструкции действующих тепловодных и холодноводных прудовых и бассейновых рыбоводных комплексов (при условии их доведения до уровня проектных решений).

Перспективным направлением для последующего развития представленных в статье разработок может быть их адаптация и использование в рыбоходно-нерестовых комплексах, которые в настоящее время реконструируются, проектируются и строятся на низконапорных гидроузлах Нижнего Дона и его притоках (реки Северский Донец и Западный Маныч).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хижнякова Н. А., Ткачева И. В., Кравченко Л. А., Мамаев В. В. Актуальные вопросы развития водохозяйственного комплекса Ростовской области // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2020. № 5 (172). С. 4–9.
2. Быков А.Д., Бражник С.Ю. К вопросу оценки эффективности проведения работ по рыбохозяйственной мелиорации во внутренних водоемах России // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2021. № 8 (187). С. 8–20.
3. Введенский О.Г. Рыбоохранный комплекс гидроузла // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2013. № 4. С. 67–81.
4. Козлов О.В., Коев А.В., Аршевский С.В. Проблемы повышения эффективности пользования водными и биологическими ресурсами на региональном уровне // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2021. № 2 (181). С. 8–19.
5. Баев О.А., Гарбуз А.Ю. Рыбоводный комплекс для зарыбления Веселовского водохранилища на реке Западный Маныч // Экология и водное хозяйство [Электронный ресурс]. 2019. № 1(01). С. 81–98. URL: <http://www.rosniipm-sm1.ru/article?n=9> (дата обращения: 18.02.2022).
6. Шкура В.Н., Шевченко А.В. Рыбоводно-мелиоративный комплекс для ихтиологических мелиораций и ведения рыбоводства в эвтрофных водоемах (на примере Веселовского водохранилища на реке Западный Маныч) // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2021. № 7 (186). С. 68–79.
7. Шкура В.Н., Шевченко А.В. Веселовское водохранилище на реке Западный Маныч как объект ихтиологических мелиораций и ведения рыбоводства // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2020. № 1(77). С. 24–31.
8. Wimalawansa S.A., Wimalawansa S.J. Protection of watersheds, and control and responsible use of fertiliser to prevent phosphate eutrophication of reservoirs // International Journal of Research in Environmental Science. 2015. Vol. 1. Iss. 2. P. 1–18.
9. Greben O.S., Trofymchuk O.M. Features of reservoirs eutrofication by elements of agrochemical fertilizers // Environmental Safety and Natural Resources. 2018. Vol. 28. Iss. 4. P. 65–70. DOI:10.32347/2411-4049.2018.4.65-70.
10. Шевченко А.В., Шкура В.Н. Методика определения размеров рыбоводных бассейнов в составе приводохранилищного рыбоводно-мелиоративного комплекса // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2021. № 4 (84). С. 81–87.
11. Bozkurt Y., Yavas İ., Gül A., Balcı B. A., Çetin N. C. Importance of Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*) for Controlling of Aquatic Vegetation. Grasses - Benefits, Diversities and Functional Roles. 2017. Ed. 1. Ch. 3. P. 29–39. DOI:10.5772/intechopen.69192.
12. Hossain Md. M., Ali Md. L., Khan S., Haque Md. M., Shahjahan Md. Use of Asian watergrass as feed of grass carp // Aquaculture Reports. 2020. Vol. 18. P. 1–7. DOI: 10.1016/j.aqrep.2020.100434.
13. Effendi H., Utomo B. A., Darmawangsa G. M. Utilization of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) for inhibition of hyacinth (*Eichhornia crassipes*) population blooming // World Applied Sciences Journal. 2017. Vol. 35. Iss. 2. P. 270–274. DOI: 10.5829/idosi.wasj.2017.270.274.
14. Weber M.J.; Matthews A.; Pierce C.L. Effects of adult biomass and environmental conditions on bigheaded carp reproductive output // Journal of Fish and Wildlife Management. 2021. Vol. 12. Iss. 2. P. 373–382. DOI:10.3996/JFWM-20-068.
15. Sundaravalli K., Revathi K., Devi R., Anitha A. Study on microflora in freshwater grass carp (*Ctenopharyngodon Idella*) // Annals of R.S.C.B. 2020. Vol. 24. Iss. 1. P. 1011– 1022.
16. Zhao Y., Zhang L., Wang C., Xie C. Biology and ecology of grass carp in China: a review and synthesis // North American Journal of Fisheries Management. 2020. Vol. 40. P. 1379–1399. DOI: 10.1002/nafm.10512.

17. Moskul G.A., Abramchuk A.V., Pashinova N.G. The role of the silver carp in increase fish productivity and the reducing the level of eutrophication of eutrophication of reservoirs of Kuban basin // International Scientific and Practical Conference: Water Power Energy Forum. Vol. 288 Iss. 1. 2018. P. 1–5. DOI:10.1088/1755-1315/288/1/012056.
18. Cai C., He J., Chen W., Zhang J., Wang Q., Song X., Ye Y., Wang Y., Wu P., Cao X. Biological manipulation of eutrophication in West Yangchen Lake // Aquaculture and Fisheries. 2019. Vol. 4. P. 190–197. DOI: 10.1016/j.aaf.2019.03.001.

REFERENCES

1. Topical issues of the development of the water management complex of the Rostov region / N. L. Khizhnyakova [et al.] *Rybovodstvo i rybnoye khozyaystvo [Fish farming and fisheries]*. 2020. No. 5 (172). P. 4–9 (In Russ.).
2. Bykov A.D., Brazhnik S. Y. On the issue of assessing the effectiveness of work on fisheries reclamation in inland waters of Russia. *Rybovodstvo i rybnoye khozyaystvo [Fish farming and fisheries]*. 2021. No. 8(187). P. 8–20 (In Russ.).
3. Vvedenskiy O.G. Fish protection complex of the hydroelectric power plant. *Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management*. 2013. No. 4. P. 67–81 (In Russ.).
4. Kozlov O.V., Koev A.V., Arshevsky S.V. Problems of increasing the efficiency of using water and biological resources at the regional level. *Rybovodstvo i rybnoye khozyaystvo [Fish farming and fisheries]*. 2021. No. 2(181). P. 8–19 (In Russ.).
5. Baev O.A., Garbuz A. Y. Fish breeding complex for stocking the Veselovsky reservoir on the Western Manych River. *Ecology and water management [Electronic resource]*. 2019. No. 1(01). P. 81–98. URL: <http://www.rosniipm-sm1.ru/article?n=9> (date of reference: 02/18/2022) (In Russ.).
6. Shkura V. N., Shevchenko A.V. Veselovsky reservoir on the Western Manych River as an object of ichthyological melioration and fish farming. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya [Ways to increase the efficiency of irrigated agriculture]*. 2020. No. 1(77). P. 24–31 (In Russ.).
7. Shkura V. N., Shevchenko A.V. Fish-breeding and reclamation complex for ecological reclamation and fish farming in eutrophic reservoirs (on the example of the Veselovsky reservoir on the Western Manych River). *Rybovodstvo i rybnoye khozyaystvo [Fish farming and fisheries]*. 2021. No. 7 (186). P. 68–79 (In Russ.).
8. Wimalawansa S. A., Wimalawansa S. J. Protection of watersheds, and control and responsible use of fertilizer to prevent phosphate eutrophication of reservoirs. *International Journal of Research in Environmental Science*. 2015. Vol. 1. Iss. 2. P. 1–18.
9. Greben O. S., Trofymchuk O. M. Features of reservoirs eutrophication by elements of agrochemical fertilizers. *Environmental Safety and Natural Resources*. 2018. Vol. 28. Iss. 4. P. 65–70. DOI:10.32347/2411-4049.2018.4.65-70.
10. Shevchenko A.V., Shkura V. N. Methodology for determining the size of fish-breeding pools as part of a drive-storage fish-breeding and reclamation complex. *Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya [Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture]*. 2021. No. 4 (84). P. 81–87 (In Russ.).
11. Bozkurt Y., Yavas İ., Gül A., Balcı B. A., Çetin N. C. Importance of Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*) for Controlling of Aquatic Vegetation. Grasses - Benefits, Diversities and Functional Roles. 2017. Ed. 1. Ch. 3. P. 29–39. DOI:10.5772/intechopen.69192.
12. Hossain Md. M., Ali Md. L., Khan S., Haque Md. M., Shahjahan Md. Use of Asian watergrass as feed of grass carp. *Aquaculture Reports*. 2020. Vol. 18. P. 1–7. DOI: 10.1016/j.aqrep.2020.100434.
13. Effendi H., Utomo B. A., Darmawangsa G. M. Utilization of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) for inhibition of hyacinth (*Eichhornia crassipes*) population blooming. *World Applied Sciences Journal*. 2017. Vol. 35. Iss. 2. P. 270–274. DOI: 10.5829/idosi.wasj.2017.270.274.
14. Weber M. J.; Matthews A.; Pierce C. L. Effects of adult biomass and environmental conditions on bigheaded carp reproductive output. *Journal of Fish and Wildlife Management*. 2021. Vol. 12. Iss. 2. P. 373–382. DOI: 10.3996/JFWM-20-068
15. Sundaravalli K., Revathi K., Devi R., Anitha A. Study on microflora in freshwater grass carp (*Ctenopharyngodon Idella*). *Annals of R.S.C.B.* 2020. Vol. 24. Iss. 1. P. 1011– 1022.

16. Zhao Y., Zhang L., Wang C., Xie C. Biology and ecology of grass carp in China: a review and synthesis. *North American Journal of Fisheries Management*. 2020. Vol. 40. P. 1379–1399. DOI: 10.1002/nafm.10512.
17. Moskul G. A., Abramchuk A. V., Pashinova N. G. The role of the silver carp in increase fish productivity and the reducing the level of eutrophication of eutrophication of reservoirs of Kuban basin. *International Scientific and Practical Conference: Water Power Energy Forum*. Vol. 288. Iss. 1. 2018. P. 1–5. DOI:10.1088/1755-1315/288/1/012056.
18. Cai C., He J., Chen W., Zhang J., Wang Q., Song X., Ye Y., Wang Y., Wu P., Cao X. Biological manipulation of eutrophication in West Yangchen Lake. *Aquaculture and Fisheries*. 2019. Vol. 4. P. 190–197. DOI: 10.1016/j.aaf.2019.03.001.

Сведения об авторах:

Шкура Виктор Николаевич, канд. техн. наук, профессор, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации», Россия, 346400, г. Новочеркасск, Баклановский проспект 190; ORCID: 0000-0002-4639-6448; e-mail: VNShkura@yandex.ru

Шевченко Алексей Викторович, аспирант, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации», Россия, 346400, г. Новочеркасск, Баклановский проспект 190; ORCID: 0000-0003-4839-6377; e-mail: rigge1111@mail.ru

About the authors:

Viktor Nikolaevich Shkura, Candidate of Technical Sciences, Professor, Leading Researcher, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Baklanovsky Prospekt 190, Novocherkassk, 346400, Russia; ORCID: 0000-0002-4639-6448; e-mail: VNShkura@yandex.ru

Alexey Victorovich Shevchenko, Postgraduate student, Junior Researcher, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Baklanovsky Prospekt 190, Novocherkassk, 346400, Russia; ORCID: 0000-0003-4839-6377; e-mail: rigge1111@mail.ru