

УДК 639.3

DOI: 10.31774/2658-7890-2019-3-27-45

Вл. Н. Шкура

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова –
филиал Донского государственного аграрного университета, Новочеркасск,
Российская Федерация

А. В. Шевченко

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

ОБОСНОВАНИЕ И ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИВОДОХРАНИЛИЩНЫХ РЫБОВОДНО- МЕЛИОРАТИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Цель: разработка эколого-рыбоводного обоснования и основных положений создания и использования приводохранилищных рыбоводно-мелиоративных комплексов. **Материалы и методы:** основу для разработки составили собранные авторами материалы и данные авторских исследований и обследований малых и средних гидромелиоративных водохранилищ Ростовской области с целью оценки их состояния и результатов их зарыбления. Также использованы результаты авторских исследований и разработок пригидроузловых и приканальных рыбоводных комплексов. Применялись общепринятые методики, а при обобщениях методы научного анализа и синтеза.

Результаты: предложенное компоновочное решение комплекса, конструктивное решение рыбоводных бассейнов рыбопитомника и технология его функционирования предусматривает выращивание адаптированного к условиям зарыбляемого водохранилища рыбопосадочного материала. В общем случае в состав рыбопитомника включают: бассейн содержания производителей рыб; инкубационный цех по получению и оплодотворению репродукционного материала; бассейны по подращиванию личинки до стадии жизнестойкого малька; систему адаптационно-выростных бассейнов; комплекс сооружений и устройств, обеспечивающих функционирование рыбопитомника (системы водоподдачи и водораспределения, системы водорыбоотведения, оборудования и средств для ведения рыбоводческого процесса и регулирования состояния водной среды, интродуцирования и культивирования кормовых организмов). Перед зарыблением водохранилищ необходим отлов хищной ихтиофауны и гидробионтов-конкурентов, устройство временных кормушек или зон подачи искусственного корма, оценка состояния рыбовпускной зоны и др. **Выводы:** приведенные предложения по созданию и использованию приводохранилищных рыбоводно-мелиоративных комплексов позволяют обеспечить ихтиологическое мелиорирование фитозагрязненных водоемов, провести экологическое оздоровление сложившихся в них экосистем, улучшать условия природопользования и выращивать ценную рыбную продукцию.

Ключевые слова: ирригационные водохранилища; фитозагрязненные водоемы; ихтиологические мелиорации; нагульное рыбоводство; зарыбление водохранилищ; рыбопосадочный материал; травоядные рыбы.

Вl. N. Shkura

Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute – branch of the Don State Agrarian University, Novocherkassk, Russian Federation

A. V. Shevchenko

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation



SUBSTANTIATION AND BASIC PROVISIONS FOR THE CREATION AND USE OF STORAGE RESERVOIR-SIDE FISH-BREEDING RECLAMATION COMPLEXES

Objective: development of ecological and fish-breeding substantiation and the main provisions for creating and using water storage fish-reclamation complexes. **Materials and Methods:** the basis for the development was the material collected by the authors and the data of author's research and surveys of minor and medium hydro-reclamation reservoirs of Rostov Region in order to assess their condition and the results of their stocking. Also the results of author's research and development of waterworks and canal-side fish breeding complexes are used. The generally accepted methods and in generalizations the methods of scientific analysis and synthesis were used. **Results:** the proposed layout solution of the complex, the constructive solution of fish breeding pools of the hatchery and the technology of its functioning envisages the cultivation of fish stock adapted to the conditions of the stocking reservoir of the fish stocking material. In general, a fish hatchery includes: a pool for keeping fish producers; an incubation workshop for obtaining and fertilizing reproductive material; pools for growing larvae to the stage of viable fry; system of adaptive-growing pools; a complex of structures and devices that ensure the functioning of the hatchery (water supply and water distribution systems, water fish disposal systems, equipment and facilities for conducting the fish farming process and regulating the state of the aquatic environment, introducing and cultivating feeding organisms). Before stocking reservoirs, it is necessary to catch predatory ichthyofauna and competing hydrobionts, to arrange temporary feeders or feed zones of artificial feed, to assess the status of the fish inlet zone, etc. **Conclusions:** the above proposals for the creation and use water storage reservoirs-side for fish breeding reclamation complexes make it possible to provide ichthyological amelioration of phyto-contaminated water bodies, to recover the developed ecosystems, to improve environmental management and grow valuable fish products.

Key words: irrigation reservoirs; phyto-contaminated water bodies; ichthyological land reclamation; feeding fish farming; fish stocking reservoirs; fish planting material; herbivorous fish.

Введение. Современное состояние рыбоводного использования имеющихся в Российской Федерации водохранилищ комплексного и отраслевого назначения оценивается специалистами водного хозяйства как недостаточно интенсивное и эффективное [1–3]. В полной мере данная оценка относится и к рыбоводному использованию водных объектов ирригационных (оросительных и оросительно-обводнительных) систем [4].

Отметим, что развитие рыбоводства в малых, средних и крупных ирригационных водохранилищах сдерживается изначальной их непригодностью к ведению в них эффективной рыбоводческой деятельности по нижеследующим причинам: неподготовленность и сложившееся состояние их ложа, колебания уровней водной поверхности и сработка объе-

мов воды на орошение, качество воды, наличие и формирование кормовой базы, режимы разноотраслевого водопользования, отсутствие необходимой рыбоводной инфраструктуры для их зарыбления и культивирования рыб, неотрегулированность вопросов хозяйственного использования природно-ресурсного потенциала водоемов (природопользования). Наряду с указанными обстоятельствами рыбоводное использование малых, средних и даже крупных ирригационных водохранилищ в аридной природно-климатической зоне сдерживается сложившимся их неудовлетворительным экологическим, морфометрическим и физико-химическим состоянием.

На значительной части существующих водохранилищ, преимущественно построенных во второй половине XX столетия, всё в большей мере проявляются признаки ухудшения экологического состояния и старения экосистем. Имеют место: их заиление, проявляемое в уменьшении мертвого, а на ряде объектов и полезного объема, а следовательно и уменьшение жизненного пространства для гидробионтов; образование мелководий (мелководных зон); органическое загрязнение, проявляющееся в зарастании их акватории высшей водной растительностью и в перенасыщении водной толщи погруженной растительностью, водорослями, планктоном, бентосом и детритом. При этом наблюдается ухудшение качества воды, а биота водохранилищ (особенно высшая и особо ценная ее продуктивная составляющая) по разным причинам деградирует. В связи с ухудшением экологического состояния водохранилищ проявляются признаки снижения их потребительских свойств: уменьшение объема приемлемых (допустимых по качеству) для использования водных ресурсов за счет уменьшения чаш водохранилищ и увеличения объемов испарения, затруднения с забором воды и связанная с этим необходимость ее очистки от загрязнителей, снижение привлекательности водохранилищ как объектов рекреаций, сокращение рыбопродуктивности, ухудшение санитарно-эпидемиологической обстановки и ряд других негативных явлений потребительского характера.

Одна из наиболее актуальных экологических проблем мелководных водохранилищ – их органическое загрязнение (эвтрофирование), и прежде всего: зарастание их акватории высшей водной растительностью (тростником, камышом, рогозом); перенасыщение водной толщи погруженной растительностью, харовыми и нитчатыми водорослями; образование скоплений планктона, бентоса и отложений детрита. В связи с фитозагрязнением имеет место оскудение состава и снижение количества обитавших в водохранилищах особо ценных и ценных видов рыб и замещение занимаемого ими жизненного пространства сорной и малопродуктивной ихтиофауной. И, более того, в эвтрофирующих водоемах развиваются вредоносные для человека виды гидробионтов, земноводных и влаголюбивых насекомых, водных бактерий и других вирусоносителей [5, 6]. Зарастание мелководий крупных и средних водохранилищ и значительной части малых искусственных мелководных водоемов значительно превышает допустимые для ведения рыбоводства и обеспечения их экологической устойчивости пределы. При достаточности для рыбоводства 10–15 % растительного покрова от водной поверхности акватории в ряде известных примеров водохранилищ, устроенных на малых и средних реках аридной зоны, зарастание акватории достигает 50 %, а на части из них – 90 %.

Отметим, что в ряде существующих ирригационных водохранилищ принимаются меры по предотвращению их фитозагрязнения или снижению их зарастания. При проведении мероприятий по борьбе с зарослями высшей надводной растительности чаще всего применяются технические мелиорации, реализуемые в форме ежегодных 2–3-кратных скашиваний растений. Указанный вид технических мелиораций для очистки водоемов от фитозагрязнений отличает высокая затратность и трудоемкость технологического процесса скашивания, усугубляемая проблемами сбора и удаления из техномелиорируемых водоемов скошенной надводной растительности. Еще большую сложность (при проведении технических мелиора-

ций) составляет механическое удаление погруженной (внутриводной) растительности и скоплений (вызывающих цветение воды) водорослей.

Известна положительная практика проведения биологических (а точнее – «ихтиологических») мелиораций органозагрязненных (фитозагрязненных) водоемов и каналов, суть которых заключается в использовании в качестве («живых») мелиорантов травоядных (фитофагов) и других (фитопланктонофагов, бентософагов и детритофагов) видов рыб. В отечественной практике для проведения ихтиологических мелиораций заросших водных объектов используются белый амур, белый толстолобик, карась, карп, тиляпия, кормовую базу которых составляет высшая водная растительность, фитопланктон, бентос, обрастания и детрит. Отметим известный положительный опыт использования белого амура в качестве биологического мелиоранта фитозагрязненных водоемов. Так, по данным Е. П. Цуниковой и Л. Е. Тевяшовой, в течение трех лет белый амур, интродуцированный в мелиорируемый водоем с площадью акватории 100 га (при посадке в него 1000 шт./га годовиков рыб массой 27 г), при начальной (до зарыбления) фитомассе, достигающей 100 т/га, подавил произраставшую в нем высшую водную растительность на 95 %. И при этом была получена рыбная продукция в виде товарной рыбы со средним весом одной особи 4 кг (при выходе товарного амура составившем 15 %) [7]. Комплексное (в поликультуре) использование указанных видов ихтиомелиорантов (рыбопосадочный материал, улучшающий физико-химические свойства воды в зарыбляемом водоеме) позволяет очищать биомелиорируемые водные объекты от органического загрязнения, получать ценный белковый пищевой продукт, создавать условия для ведения культурного (организованного) рыбоводства в водоемах и повысить использование их ресурсного потенциала.

Наряду с положительным опытом проведения ихтиологических мелиораций фитозагрязненных водохранилищ известны примеры и недостаточной их эффективности. Пример тому – проведение несистемного за-

зарыбления Веселовского водохранилища на р. Западный Маныч сеголетками, годовиками и двухгодовиками белого амура. От проведенных на этом водном объекте мероприятий желаемый мелиорирующий и продукционный эффект не был достигнут по ряду нижеследующих причин и обстоятельств:

- реально реализуемые ихтиомелиорации проводились эпизодически и в относительно небольших (значительно меньших потребных) объемах зарыбления водоема рыбопосадочным материалом, что не позволяло сформировать устойчивые разновозрастные популяции рыб-мелиорантов;

- зарыбление водохранилища осуществлялось рыбопосадочным материалом, выращиваемым в удаленных от него рыбопитомниках. Применяемая технология выращивания сеголетков, годовиков и двухгодовиков белого амура не предусматривала адаптацию рыбопосадочного материала к условиям зарыбляемого водного объекта. Технология зарыбления предусматривала физический отлов рыб в выростных водоемах рыбопитомников, их транспортирование и выпуск рыб в неподготовленную зону водоема. В результате – низкий уровень акклиматизации интродуцентов («вселенцев») и низкая эффективность проводимых ихтиомелиоративных мероприятий [8].

И при всем при этом заросшие и зарастающие ирригационные водохранилища располагают значительной кормовой базой для растительноядных рыб и относятся к категории высококормных водоемов. Существующая (потенциальная) кормовая база таких водохранилищ не используется или недостаточно используется для ведения организованного пастбищно-нагульного рыбоводства.

Ожидаемый собственниками ирригационных фитозагрязненных водохранилищ эффект от проведения в них ихтиологических мелиораций может быть получен при соответствии условиям водоема: видов и состава рыбопосадочного материала и его качества; объемов, периодичности и технологии зарыбления; состава и качества проводимых акклиматизационных мероприятий. Отметим, что этими же факторами определяются на-

дежды рыбоводов на получение рыбоводческой продукции от рыбохозяйственного использования мелиорируемого водного объекта.

Необходимый рыбоводческий и мелиоративный эффект от зарыбления фитозагрязненных водоемов может быть обеспечен созданием и использованием приводохранилищных рыбоводно-мелиоративных комплексов, разработка предложений по созданию и использованию которых определена целью настоящего исследования.

Материалы и методы. Основу для разработки составили собранные авторами материалы и данные авторских исследований и обследований малых и средних гидромелиоративных водохранилищ Ростовской области с целью оценки их состояния и результатов их зарыбления. Кроме этого, использованы результаты авторских исследований и разработок пригидроузловых [9, 10] и приканальных рыбоводных комплексов [11]. В процессе исследований использовались общепринятые методики, а при обобщениях методы научного анализа и синтеза.

Результаты и обсуждение. Приводохранилищные рыбоводно-мелиоративные комплексы предназначены для ведения рыбоводства и осуществления ихтиологических мелиораций фитозагрязненных водохранилищ. Такие комплексы устраиваются в непосредственной близости от зарыбляемых и ихтиомелиорируемых водохранилищ и включают: водохранилище (или его определенный участок), используемое(ый) для культивирования растительноядных рыб, приводохранилищный рыбопитомник, сооружения и инженерную инфраструктуру, средоохранные и другие объекты. Комплексы питаются водой из зарыбляемых и мелиорируемых водохранилищ или из имеющихся в непосредственной близости от них природных водотоков или каналов. Общekomпоновочная (примерная) схема приводохранилищного рыбоводно-мелиоративного комплекса приведена на рисунке 1.

Одним из основных объектов комплекса является рыбопитомник,

предназначенный для выращивания адаптированного к условиям зарыбляемого и мелиорируемого водохранилища рыбопосадочного материала.

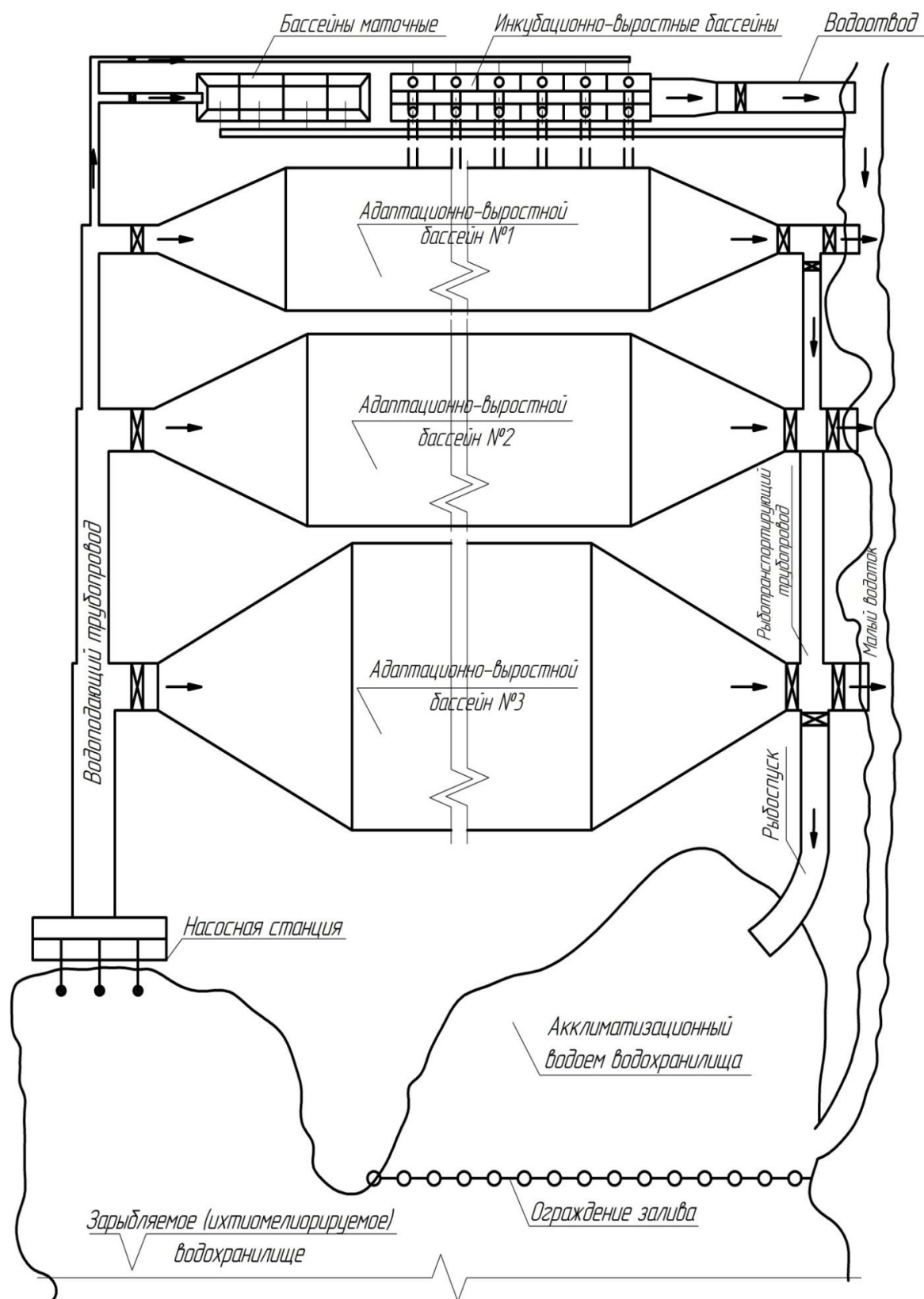


Рисунок 1 – Компонентная схема производственно-мелиоративного рыбоводно-мелиоративного комплекса

При выборе строительной площадки для размещения приводохранилищного рыбопитомника учитывают нижеследующие условия и требования:

- рыбопитомник следует располагать как можно ближе к зарыбленному водохранилищу, что позволит уменьшить расходы на его водоснабжение и обеспечение водорыбоотведения из питомника в водоем;

- для самотечного перетекания воды и самостоятельного перемещения (с потоком воды) выращиваемой молоди рыб между рыбоводными бассейнами и из питомника в водохранилище рыбопитомник рекомендуется устраивать на склоне с превышением уровней воды в нем (в рыбоводных бассейнах) над уровнем воды в зарыбляемом водоеме;

- выделенная под комплекс территория должна иметь площадь, достаточную для размещения рыбоводных и инфраструктурных объектов рыбопитомника, а ее инженерно-геологические характеристики должны соответствовать требованиям устройства гидротехнических сооружений.

В общем случае в состав рыбопитомника включают: бассейн содержания производителей рыб; инкубационный цех по получению и оплодотворению репродукционного материала; бассейны по подращиванию личинки до стадии жизнестойкого малька; систему адаптационно-выростных бассейнов; комплекс сооружений и устройств, обеспечивающих функционирование рыбопитомника (системы водоподачи и водораспределения, системы водорыбоотведения, оборудования и средств для ведения рыбоводческого процесса и регулирования состояния водной среды, интродуцирования и культивирования кормовых организмов). При использовании малька, полученного на действующих рыбоводных заводах, из состава объектов выростного рыбопитомника исключаются рыбоводные объекты начальных этапов рыборазведения. В этом случае в составе рыбопитомника устраивается система рыбоводных бассейнов, зарыбляемых доставляемым извне мальком.

При проектировании приводохранилищных адаптационно-вырост-

ных рыбопитомников необходимо предусмотреть ряд нижеследующих условий, требований и особенностей их функционирования:

- рыбопитомник должен включать каскад конструктивно сопрягающихся и гидравлически связанных адаптационно-выростных бассейнов с их разновысотным расположением, обеспечивающим перетекание воды и самостоятельное с водным потоком перемещение (скат) культивируемых рыб из вышерасположенного в нижерасположенный рыбоводный бассейн;

- каскадно размещенные адаптационно-выростные бассейны устраиваются разноразмерными (по площади, глубинам и объемам водного пространства) с увеличением их параметров в направлении межбассейнового перемещения рыб и перетока воды, что позволяет увеличивать объемы жизненного пространства для культивируемых рыб по мере их роста и развития;

- в каскадно расположенных бассейнах необходимо обеспечить возможность для регулирования водно-средовых условий обитания выращиваемых рыб в определенных диапазонах колебаний характеризующих их физико-химических показателей. При этом качество регулирования средовых условий снижается по мере перемещения рыб из вышерасположенных бассейнов в нижерасположенные с последовательным приближением условий обитания к условиям среды в зарыбляемом водохранилище;

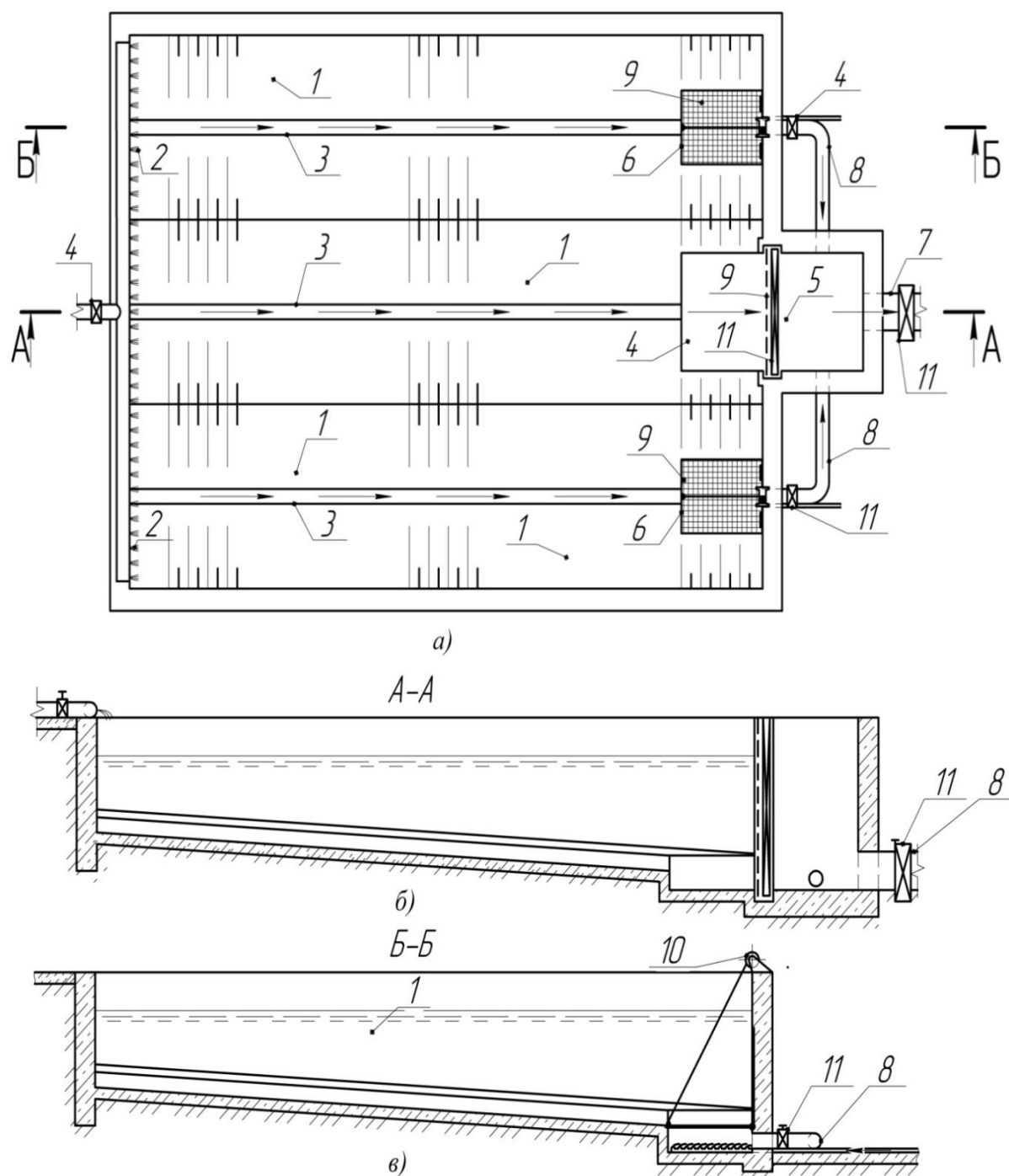
- в адаптационно-выростных бассейнах предусматривается создание условий для интродуцирования и культивирования разноразмерных, разновидовых и разновозрастных фито- и зооорганизмов (планктона, бентоса, высшей и низшей водной растительности) с целью управляемого формирования естественной кормовой базы – живого (природного) корма (фитопланктона, надводной и внутриводной растительности для белого амура, фитопланктона для белого толстолобика, бентоса для карпа и детрита для карася);

- при разработке компоновочно-конструктивных решений необходимо обеспечить автономную подачу воды и регулируемую проточность в рыборазводных объектах (инкубационно-подростном цехе и рыбоводных

бассейнах), автономный выпуск воды из рыбопроизводных объектов в водоприемники (существующую гидрографическую (овражно-балочную) сеть).

При разработке компоновочно-конструктивных решений и технологии функционирования рыбопитомника необходимо обеспечить условия для выращивания полноценного и жизнестойкого рыбопосадочного материала, определяемого по его физиолого-биохимическим показателям и по степени адаптированности выращенных сеголетков рыб к условиям среды их будущего обитания в зарыбляемом водохранилище. Выпускаемый из приводохранилищного рыбопитомника рыбопосадочный материал должен обладать навыками приспособляемости и адекватного реагирования организма на состояние среды и условий обитания. Для обеспечения успешной акклиматизации интродуцентов необходимо сформировать у них определенные (необходимые) адаптационные свойства уже на начальных этапах их роста и развития при их культивировании в адаптационно-выростных бассейнах.

Адаптационно-выростные бассейны являются основными объектами рыбопитомника и обеспечивают условия культивирования в них рыбопосадочного материала от стадии малька до стадии сеголетков. В конструктивном отношении адаптационно-выростные рыбоводные бассейны представляют собой искусственные малые водоемы (с площадью водного зеркала акватории, составляющей 1–2 га, и объемом от 12 до 30 тыс. м³) с закрепленной поверхностью ложа. Чаша бассейна призматической или диффузорно-конфузорной формы, вытянутая в направлении течения в плане (с соотношением ширины и длины, составляющим 1:1 – 1:4), формирует емкость для воды, являющейся средой обитания культивируемых рыб. Дно чаши бассейнов выполняется с уклоном от их головной части до концевой, что позволяет создавать в пределах акватории разноглубинные, разнотемпературные и разнотемпературные зоны водного пространства. Рекомендуемое конструктивное решение рыбывростного бассейна проиллюстрировано рисунком 2.



1 – чаша рыбоводного бассейна; 2 – водовпускное устройство; 3 – водо- и рыбосборные каналы; 4 – основной рыбакопитель; 5 – донный водо- и рыбоспуск; 6 – дополнительные рыбакопители; 7 – основная труба для отвода воды и рыбы; 8 – дополнительные трубы для отвода воды и рыбы; 9 – рыбазаградительные решетки; 10 – подъемное устройство; 11 – запорно-регулирующие устройства

Рисунок 2 – План (а) и продольные разрезы (б и в) адапционно-выростного рыбоводного бассейна

Основными конструктивными элементами рыбоводных бассейнов являются система водного питания, их чаша и система водорыбоотведения.

Система водоснабжения бассейнов предназначена для обеспечения заполнения их водой, создания необходимой проточности и восполнения потерь воды на испарение. При конструировании систем водного питания бассейнов могут рассматриваться как сосредоточенные, так и рассредоточенные схемы впуска воды в чаши [11]. Забор воды в систему водоснабжения бассейнов осуществляется из общей системы водного питания рыбопитомника. Отметим предпочтительность применения рассредоточенных схем расположения водовыпусков воды в бассейны, позволяющих формировать равномерное скоростное поле в акватории водоемов.

В концевой части рыбовых бассейнов предусматривается устройство систем водорыбоотведения, обеспечивающих регулируемый выпуск вытекающей воды при создании проточности и полном опорожнении бассейнов. Наиболее перспективно применение рассредоточенных схем водоотведения и выпуска рыб. Система должна предусматривать выпуск воды в природный водоприемник и самотечный перепуск воды и рыбы из вышерасположенного рыбоводного бассейна в нижерасположенный.

Системы водоснабжения и водорыбоотведения оборудуются запорно-регулирующей арматурой (затворами и задвижками), позволяющей управлять параметрами среды и обеспечивать технологию рыбоводства.

Выработка приспособленческих свойств (навыков) у выращиваемого рыбопосадочного материала может осуществляться через регулирование (изменение) условий среды обитания и управление состоянием кормовой базы в адаптационно-выростных рыбоводных бассейнах. Для культивирования адаптированного рыбопосадочного материала в адаптационно-выростном рыбоводном комплексе необходимо создавать условия для адаптации рыб к различной водно-средовой обстановке и режиму кормления. При этом предусматривается возможность контроля за средой, режимом питания, ростом и развитием рыб, возможность регулирования параметров среды и состояния естественно формирующейся кормовой ба-

зы, управление подачей искусственного корма (включая состав и количество кормов и соотношение видов и объемов естественного и искусственного корма) в определенные акваториальные зоны бассейнов.

Компоновочно-конструктивное решение адаптационно-выростного рыбопитомника должно обеспечить реализацию предлагаемой адаптационной технологии выращивания рыбопосадочного материала, существо которой заключается в нижеследующем:

- зарыбление первого (вышерасположенного) в каскаде адаптационно-выростного бассейна жизнестойким, подращенным в заводских условиях мальком и реализация в нем первого адаптационно-выростного этапа культивирования сеголетков рыб. На начальном адаптационно-выростном этапе показатели водной среды варьируют в относительном узком диапазоне значений, не превышающем $\pm 25\%$ от допустимых по рыбоводно-биологическим требованиям флуктуаций от среднего их уровня. Кормление малька осуществляется преимущественно (на 75% от потребного объема пищевого рациона) искусственным кормом, и только 25% рациона покрывается самостоятельно добываемым рыбами естественным («живым») кормом, в полном объеме содержащемся в выростном бассейне или интродуцируемом в бассейн извне (из водохранилища или кормовых емкостей). Системно проводимыми наблюдениями фиксируется динамика роста и развития малька, и при соответствии физиологических показателей нормативному уровню определяют завершенность первого адаптационного этапа;

- по завершении первого этапа культивирования рыб часть воды и малек из первого в каскаде выростного бассейна выпускаются через донный водорыбоспуск во второй адаптационный бассейн. Размеры второго рыбовыростного бассейна превышают размеры первого не менее чем на 25% , что при предварительном 75% его заполнении водой исключает его переполнение. Перемещение рыб осуществляется при одинаковых значениях физико-химических показателей в бассейнах. В течение второго адаптаци-

онного этапа во втором адаптационном бассейне допускаются или формируются колебания показателей водной среды, достигающие $\pm 50\%$ от допустимого диапазона их изменений. Кормление рыб на этом этапе осуществляется искусственным кормом (на 50 %) и добываемым рыбой кормом естественного происхождения в объеме 50 % необходимого рациона. При этом первый бассейн используется для культивирования живого корма;

- на третьем, завершающем адаптационном этапе перемещенная в третий выростной бассейн рыба на 75 % кормится естественным, содержащимся в бассейне и (или) подаваемым из первого и второго бассейнов выращиваемым в них живым кормом и на 25 % подкармливается искусственно приготавливаемым кормом. Условия водной среды на 75 % соответствуют ее параметрам в водохранилище, т. е. колебания их значений могут достигать 75 % допустимого диапазона флуктуаций. По завершении этого адаптационного этапа и всего периода культивирования сеголетки рыб перемещаются водным потоком, истекающим из третьего бассейна в рыбо-водоотвод, из рыбопитомника в акклиматизационный залив водохранилища, т. е. осуществляется его зарыбление выращенным рыбопосадочным материалом.

Процесс зарыбления водохранилищ рыбопосадочным материалом завершает комплекс рыбоводно-адаптационных мероприятий по их рыбохозяйственному освоению. До его реализации необходимо осуществить соответствующую подготовку водоема или его зарыбляемой зоны, предусматривающую проведение нижеследующих мероприятий:

- предваряющий зарыбление отлов хищной ихтиофауны и гидробионтов-конкурентов в составе биоты водохранилища;

- огораживание участка зарыбления временными сетчатыми заграждениями, преграждающими заход рыб-хищников и предупреждающими неконтролируемый выход рыбопосадочного материала за его пределы;

- обустройство места впуска рыбопосадочного материала в зарыб-

ляемую зону водохранилища (акклиматизационный залив), обеспечивающее безопасное перемещение рыб из рыбовпитомника в водный объект;

- организация защиты акватории зарыбляемой части водохранилища (впуска рыб) от птиц, животных-ихтиофагов и браконьеров;

- устройство временных кормушек или обустройство зон подачи искусственного корма (участков плановых подкормок вселяемых рыб);

- проведение оценки физико-химического и экологического состояния рыбовпускной зоны зарыбляемого участка водохранилища;

- проведение бережного и безопасного для рыб впуска рыбопосадочного материала в зарыбляемый водный объект в соответствии с рыбоводными нормативами и требованиями.

Выводы

1 Одним из реальных направлений повышения комплексности и эффективности использования природных ресурсов водохранилищ ирригационного предназначения является организация в них рыбоводства.

2 До настоящего времени рыбохозяйственное использование ирригационных водохранилищ не получило должного развития, а действующие водоемы оросительных и оросительно-обводнительных систем не соответствуют требованиям ведения в них эффективной рыбоводческой деятельности. Значительное количество ирригационных водоемов характеризуются высокой степенью фитозагрязненности (зарастанием, перенасыщенностью водорослями, планктоном и бентосом, цветением воды), снижением биоразнообразия, ухудшением качества воды и нуждаются в мелиорировании.

3 Мелиорирование органозагрязненных (преимущественно фитозагрязненных) водохранилищ может быть осуществлено проведением ихтиологических мелиораций, осуществляемых вселением в водохранилища растительоядных видов рыб. Эффективность применения ихтиологических мелиораций подтверждена положительным опытом их применения, так же как и неэффективность зарыбления водоемов в необоснованных объемах неадаптированным к его условиям рыбопосадочным материалом.

4 Эффективное рыбоводство и ихтиомелиорирование фитозагрязненных ирригационных водохранилищ может быть обеспечено устройством приводохранилищных рыбоводно-мелиоративных комплексов.

5 Предложенные компоновочно-конструктивные решения приводохранилищных рыбоводно-мелиоративных комплексов и основных составляющих их элементов позволяют культивировать адаптированный к условиям водоема рыбопосадочный материал, обеспечить бесконтактное перемещение в пределах рыбопитомника, выпуск сеголетков в водохранилище и последующую их акклиматизацию в зарыбляемом водном объекте.

Список использованных источников

1 Проблемы и перспективы использования водных ресурсов в агропромышленном комплексе России: монография / сост.: В. Н. Щедрин, Ю. М. Косиченко, С. М. Васильев, Г. Т. Балакай, Г. А. Сенчуков, Е. И. Шкуланов; под ред. В. Н. Щедрина. – М.: Мелиоводинформ, 2009. – 342 с.

2 Анохин, А. М. Основы мелиорации вод и водных объектов: курс лекций / А. М. Анохин, М. М. Мордвинцев, В. Н. Шкура; М-во сел. хоз-ва РФ; Новочеркас. гос. мелиоратив. акад. – Новочеркасск, 2001. – 290 с.

3 Шкура, В. Н. Природообустройство: терминолог. слов. / В. Н. Шкура; Новочеркас. гос. мелиоратив. акад. – Новочеркасск, 2009. – 768 с.

4 Скляр, В. Я. Научное обеспечение, резервы развития аквакультуры юга России / В. Я. Скляр // Актуальные проблемы аквакультуры в современный период: материалы междунар. науч. конф., г. Ростов-на-Дону, 28 сент. – 2 окт. 2015 г. / ФГБНУ «АзНИИРХ». – Ростов н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, 2015. – С. 151–158.

5 Mechanisms and assessment of water eutrophication / X.-E. Yang, X. Wu, H.-L. Hao, Z.-L. He // J. Zhejiang Univ. Sci. B. – 2008, Mar. – Vol. 9(3). – P. 197–209. – DOI: 10.1631/jzus.B0710626.

6 Wimalawansa, S. A. Protection of watersheds, and control and responsible use of fertiliser to prevent phosphate eutrophication of reservoirs / S. A. Wimalawansa, S. J. Wimalawansa // International Journal of Research in Environmental Science. – 2015, July-Sept. – Vol. 1, iss. 2. – P. 1–18.

7 Цуникова, Е. П. Биологическая мелиорация водоемов Азово-Кубанского района: техн. инструкция / Е. П. Цуникова, Л. Е. Тевяшова. – Ростов н/Д.: Медиаполис, 2008. – 64 с.

8 Шкура, Вл. Н. Рыбоводные мелиорации малых и средних степных рек (обоснование путей и средств их реализации) / Вл. Н. Шкура. – Новочеркасск: Лик, 2015. – 198 с.

9 Шкура, В. Н. Рыбопропускные сооружения. В 2 ч. Ч. 2 / В. Н. Шкура; Новочеркас. гос. мелиоратив. акад. – Новочеркасск, 1998. – 728 с.

10 Шкура, В. Н. Рыбопропускные шлюзы и рыбоподъемники / В. Н. Шкура. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 136 с. – (Библиотека гидротехника и гидроэнергетики; вып. 98).

11 Щедрин, В. Н. Рыбоводный комплекс на базе оросительного канала и малой реки / В. Н. Щедрин, В. Н. Шкура, О. А. Баев // Мелиорация и водное хозяйство. – 2018. – № 4. – С. 38–43.

References

- 1 Shchedrin V.N., Kosichenko Yu.M., Vasiliev S.M., Balakai G.T., Senchukov G.A., Shkulanov E.I., 2009. *Problemy i perspektivy ispol'zovaniya vodnykh resursov v agropromyshlennom komplekse Rossii: monografiya* [Problems and Prospects for Water Resources Use in Agricultural Sector of Russia: monograph]. Moscow, Meliovodinform Publ., 342 p. (In Russian).
- 2 Anokhin A.M., Mordvintsev M.M., Shkura V.N., 2001. *Osnovy melioratsii vod i vodnykh ob'ektov: kurs lektsiy* [Fundamentals of Water and Water Bodies Reclamation: Lectures]. Ministry of Agriculture of Russian Federation, Novocherkassk State Land Reclamation Academy, Novocherkassk, 290 p. (In Russian).
- 3 Shkura V.N., 2009. *Prirodoobustroystvo: terminologicheskiy slovar'* [Environmental Engineering: terminology dictionary]. Novocherkassk State Land Reclamation Academy, Novocherkassk, 768 p. (In Russian).
- 4 Sklyarov V.Ya., 2015. *Nauchnoe obespechenie, rezervy razvitiya akvakul'tury yuga Rossii* [Scientific Support, Reserves of Aquaculture Development in the South of Russia]. *Aktual'nye problemy akvakul'tury v sovremennyy period: materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii* [Current Issues of Aquaculture in the Modern Period: Proc. International Scientific Conference]. Rostov-on-Don, AzNIIRKh Publ., pp. 151-158. (In Russian).
- 5 Yang X.-E., Wu X., Hao H.-L., He Z.-L., 2008. Mechanisms and assessment of water eutrophication. *J. Zhejiang Univ. Sci. B.*, Mar., vol. 9(3), pp. 197-209, DOI: 10.1631/jzus.B0710626.
- 6 Wimalawansa S.A., Wimalawansa S.J., 2015. Protection of watersheds, and control and responsible use of fertiliser to prevent phosphate eutrophication of reservoirs. *International Journal of Research in Environmental Science*, July-Sept., vol. 1, iss. 2, pp. 1-18.
- 7 Tsunikova E.P., Tevyashova L.E., 2008. *Biologicheskaya melioratsiya vodoemov Azovo-Kubanskogo rayona: tekhn. instruktsiya* [Biological land reclamation of water bodies in the Azov-Kuban district: tech. instruction]. Rostov-on-Don, Mediapolis Publ., 64 p. (In Russian).
- 8 Shkura V.N., 2015. *Rybovodnye melioratsii malyykh i srednikh stepnykh rek (obosnovanie putey i sredstv ikh realizatsii)* [Fish-Growing Land Reclamation of Minor and Medium-sized Steppe Rivers (Substantiation of Ways and Means of Their Implementation)]. Novocherkassk, Lik Publ., 198 p. (In Russian).
- 9 Shkura V.N., 1998. *Rybopropusknye sooruzheniya* [Fish Passage Facilities]. In 2 parts, part 2, Novocherkassk State Land Reclamation Academy, Novocherkassk, 728 p. (In Russian).
- 10 Shkura V.N., 1990. *Rybopropusknye shlyuzy i rybopod'emniki* [Fish Locks and Fish Lifts]. Moscow, Energoatomizdat Publ., 136 p. (*Biblioteka gidrotekhnika i gidroenergetika*) [Library of Hydraulic Engineering and Hydropower; issue 98]. (In Russian).
- 11 Shchedrin V.N., Shkura V.N., Baev O.A., 2018. *Rybovodnyy kompleks na baze orositel'nogo kanala i maloy reki* [Fish-breeding complex on the basis of irrigation canal and minor river]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo*, no. 4, pp. 38-43. (In Russian).

Шкура Владимир Николаевич

Ученая степень: кандидат технических наук

Ученое звание: профессор

Должность: профессор

Место работы: Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный аграрный университет»

Адрес организации: ул. Пушкинская, 111, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: Proektgts@rambler.ru

Shkura Vladimir Nikolayevich

Degree: Candidate of Technical Sciences

Title: Professor

Position: Professor

Affiliation: Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute – branch of the Don State Agrarian University

Affiliation address: st. Pushkinskaya, 111, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: Proektgts@rambler.ru

Шевченко Алексей Викторович

Должность: младший научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Адрес организации: Баклановский пр-т, 190, г. Новочеркасск, Ростовская область, Российская Федерация, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru

Shevchenko Aleksey Viktorovich

Position: Junior Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

Affiliation address: Baklanovsky ave., 190, Novocherkassk, Rostov region, Russian Federation, 346421

E-mail: rosniipm@yandex.ru