

УДК 626.88

А. Ю. Гарбуз, О. А. Баев

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

КОНСТРУКТИВНО-КОМПОНОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИКАНАЛЬНЫХ НЕРЕСТОВО-ВЫРОСТНЫХ РЫБОВОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Цель исследований – разработка рыбоводно-технического обоснования и конструктивных решений нерестово-выростного рыбовоспроизводственного комплекса. Объектом исследований являются рыбовоспроизводственные комплексы, питающиеся водой из оросительных или оросительно-обводнительных каналов. Достижимым результатом исследований являются рыбоводно-технические требования и схемы компоновочно-конструктивных решений приканальных средооткрытых рыбоводно-нерестовых комплексов. Результатом функционирования рыбовоспроизводственного комплекса является получение жизнеспособной молоди рыб, используемой для последующего зарыбления природных водных объектов. Актуальность и целесообразность исследования и разработки компоновочно-конструктивных решений нерестово-выростных комплексов обоснована оценкой известных и используемых конструкций. Одним из недостатков известных решений является раздельное конструктивно и гидравлически не связанное размещение нерестовых и выростных водоемов. При таком компоновочно-конструктивном устройстве нерестово-выростных комплексов перемещение малька из одного функционального водоема в другой и сеголетков в рыбопримный водный объект осуществляется их отловом, содержанием в живорыбных емкостях, транспортированием и выпуском. При такой технологии перемещения рыбопосадочного материала имеет место значительный отсев личинок и молоди рыб, предотвращение которого определено основной задачей исследований.

Ключевые слова: рыбоводство, рыбоводный комплекс, рыбопитомник, рыбоводный бассейн, нерестовый бассейн, выростной бассейн.

A. Yu. Garbuz, O. A. Baev

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

DESIGN-LAYOUT SOLUTIONS OF CANALSIDE FISH FARMS OF FISH BREEFING COMPLEXES

The purpose of the research is the development of the fish breeding-technical justification and constructive solutions of the spawning and breeding fish reproduction complex. The object of research is fish reproduction complexes that feed on water from irrigation or dual purpose canals. The achieved results of the research are the fish-breeding technical requirements and schemes for the design-layout solutions of the canalside open fish-spawning complexes. The result of the functioning of the fish-breeding complex is the production of viable juvenile fish used for the subsequent stocking of natural water bodies. The relevance and reasonability of research and development of design-layout solutions of spawning and breeding fish complexes is justified by the assessment of known and used structures. One of the disadvantages of the known solutions is the separate structurally and hydraulically disconnected placement of fish spawning and breeding reservoirs. At such

design-layout solutions for spawning and breeding complexes, the transfer of fry from one functional reservoir to another and the transfer of fingerlings to a fish receiving water body is carried out by their catching, holding in live-fish reservoirs, transportation and release. There is a significant larvae and young fish screening, the prevention of which is determined by the main task of research at such technology of transferring fish material.

Key words: fish farming, fish-breeding complex, fish hatchery (farm), fish breeding, spawning reservoir, nursery reservoir.

Введение. Современная парадигма природопользования предусматривает комплексное использование объектов гидросферы [1, 2] и искусственное воспроизводство биоресурсов во внутриматериковых водных объектах. Одним из видов искусственного культивирования гидробионтов являются ценные породы проходных, полупроходных и туводных рыб, для восстановления запасов которых используются рыбовоспроизводственные комплексы – рыбопитомники. Такие объекты изначально получили широкое распространение в качестве средств компенсирующих ущерб, наносимый рыбному хозяйству при гидротехническом строительстве и разноотраслевом использовании природных водных объектов. В зарубежной и отечественной водохозяйственной практике широкое применение нашли положительно зарекомендовавшие себя пригидроузловые рыбовоспроизводственные объекты, сооружения и комплексы [3, 4]. В состав таких комплексов включают рыбопропускные шлюзы или рыбоподъемники, рыбоходные и рыбоходно-нерестовые каналы, искусственные нерестилища, мальковые и (или) подростные пруды и бассейны [5–9]. В большей мере такие комплексы устраивались и использовались при крупных речных гидроузлах преимущественно гидроэнергетического, водно-транспортного и комплексного назначения. В практике гидромелиоративного строительства и оросительного водопользования, создание и применение рыбовоспроизводственных комплексов до последнего времени не получило должного развития и распространения. На возможность устройства и использования таких объектов в составе оросительных систем обратили внимание рыбоводы и гидротехники, предложившие ряд решений рыбоводных комплексов, сооружений и технологий [10–14].

Одним из видов приканальных рыбоводных комплексов являются нерестово-выростные, устраиваемые в приканальных зонах и питающиеся водой из оросительных и (или) оросительно-обводнительных каналов.

Под нерестово-выростным рыбовоспроизводственным комплексом понимается рыбоводный комплекс, обеспечивающий нерест и выращивание сеголетков рыб, основными функционально-рыбоводными объектами которого являются нерестовые и рыбоводные бассейны. В состав комплекса, кроме рыбоводных бассейнов, включают гидротехнические сооружения, технические устройства и технологическое оборудование, обеспечивающие функционирование компонентов комплекса и рыбоводный процесс. Рациональность приканального рыбовоспроизводственного комплекса (рыбопитомника) и его эффективное функционирование может быть обеспечено при выполнении определенных требований при его проектировании и эксплуатации. На разработку рыбоводно-технического обоснования и предложений по компоновочно-конструктивным решениям приканальных рыбоводных комплексов направлено настоящее исследование.

Материалы и методы. В качестве исходного материала для аналитического исследования и конструктивных разработок приняты материалы авторского обследования действующих рыбоводных прудов Ростовской области и результаты патентного поиска. При выполнении работы использовались методы научного анализа и поискового конструирования.

Результаты и обсуждение. В соответствии с предназначением, приканальные нерестово-рыбоводные комплексы в общем случае включают: нерестовые и выростные бассейны, сооружения и устройства системы водного питания (водоснабжения или водообеспечения) и водоотведения (опорожнения бассейнов); устройства для зарыбления, перемещения, отлова и выпуска рыб; технологичное рыбоводное оборудование (обеспечивающее рыбоводный процесс); средства и материалы для контроля и регулирования качества водной среды; приборы и оборудо-

дование для ведения мониторинга условий, состояния и результативности рыбоводства.

Известные технические решения нерестово-выростных рыбопитомников, устраиваемых на основе комплекса нерестовых и выростных копаных и (или) копано-обвалованных прудов, отличаются простотой конструктивных решений, но имеют ряд существенных недостатков. Применяемая технология рыбоводства в таких питомниках предусматривает физический отлов мелкочейистыми орудиями лова личинок в нерестовых прудах и перемещение их к выростным прудам в живорыбных контейнерах или заполненных водой (чаще всего примитивных) емкостях с последующим выпуском рыбопосадочного материала в рыбоводно-выростные пруды. Указанная трудоемкая и продолжительная технологическая операция с физическим воздействием на личинок и мальков приводит к гибели или травмированию части рыбопосадочного материала, что резко снижает эффективность рыбовоспроизводственной деятельности.

Сходная проблема имеет место и в процессе перевода сеголетков рыб из выростных прудов в естественные или искусственные объекты зарыбления или в зимовальные пруды. Указанные обстоятельства предопределили цель проведенной работы, заключающейся в разработке компоновочно-конструктивных решений приканальных нерестово-выростных рыбоводных комплексов, обеспечивающих уменьшение трудо- и времязатрат технологических операций, снижение отсева личинок и молоди рыб при последовательном перемещении рыбопосадочного материала из нерестовых водоемов (бассейнов) в выростные и из выростных водоемов в зарыбляемые водные объекты (водоемы или водотоки). Поставленная цель может быть достигнута при решении следующей задачи.

При осуществлении технологического перемещения гидробионтов для предотвращения травмирования и гибели рыб необходимо исключить: контактное взаимодействие гидробионтов с конструктивными элементами

сооружений, содержание особей в живорыбных емкостях, транспортирование в них рыбопосадочного материала и выпуск его в технологические водоемы и (или) в природные водные объекты.

Решение указанной задачи может быть обеспечено при соответствующем компоновочно-конструктивном решении нерестово-рыбоводного комплекса, создаваемого на базе рыбоводных бассейнов с последовательно-самотечным течением воды из нерестовых водоемов в рыбовыростные и из них в зарыбляемые искусственные или природные водные объекты. Указанные требования и подход были приняты за основу рабочей гипотезы научного исследования и компоновочно-конструктивных разработок. При наличии конструктивной и гидравлической связи между нерестовыми и выростными бассейнами перемещение личинок и малька может быть осуществлено стекающим водным потоком из вышерасположенных нерестовых водоемов в нижерасположенные выростные бассейны, а из них самотеком и скатом сеголетков в зарыбляемые водотоки или водоемы.

Для обеспечения самотечного перемещения водных масс и самостоятельного ската с водным потоком рыб требуется обеспечить необходимое командование уровнями воды в конструктивно взаимосвязанных и гидравлически взаимоувязанных элементах (нерестовом и выростном бассейнах) технологической цепочки и превышение уровней воды в выростных бассейнах над уровнями воды в водно-рыбоприемном зарыбляемом объекте.

Для обеспечения вышеуказанного условия при разработке компоновочно-конструктивного решения рыбовоспроизводственного комплекса должно внимание уделяется выбору площадки (территории) для его размещения, которая должна удовлетворять нижеследующим требованиям.

1 Комплекс необходимо размещать в непосредственной близости от источника его водообеспечения и рыбоводоприемника. В качестве источника водоснабжения комплекса могут использоваться водохранилища или каналы внутри- или межбассейновой переброски водного стока и,

в частности, оросительные или оросительно-обводнительные каналы. При водохранилищном питании устраиваются пригидроузловые рыбовоспроизводственные комплексы с их размещением в нижнем бьефе гидроузла (водоподпорных сооружений) с выпуском выращенных сеголетков в водоток. При питании водой из каналов устраиваются приканальные рыбовоспроизводственные комплексы с размещением рыбоводных бассейнов на отметках, обеспечивающих их самотечное водоснабжение, и выпуском рыб в соседствующий нижерасположенный природный водный объект (малую реку).

2 Площадь и конфигурация площадки под нерестово-выростной комплекс должны обеспечивать размещение на ней нерестовых и выростных бассейнов, объектов коммуникаций и обеспечения рыбоводного процесса.

3 Топографические, геологические и гидрогеологические условия строительной площадки должны соответствовать требованиям строительства и обеспечения устойчивости гидротехнических сооружений.

4 Площадка и рыбоводный комплекс должны соответствовать требованиям экологического характера, экономичности и социальной приемлемости, возможностям энергетической и коммуникационной обеспеченности.

5 Приканальный нерестово-выростной комплекс, питаемый водой из оросительных и (или) оросительно-обводнительных каналов, устраивается при наличии необходимых для его функционирования водных ресурсов, отвечающих рыбоводным требованиям по качеству воды.

Рыбовоспроизводственный нерестово-выростной комплекс, в наиболее общем случае, включает: систему водоснабжения и водоотведения; нерестовый бассейн, выростной бассейн и другие объекты обеспечения функционирования комплекса и ведения рыбоводного процесса.

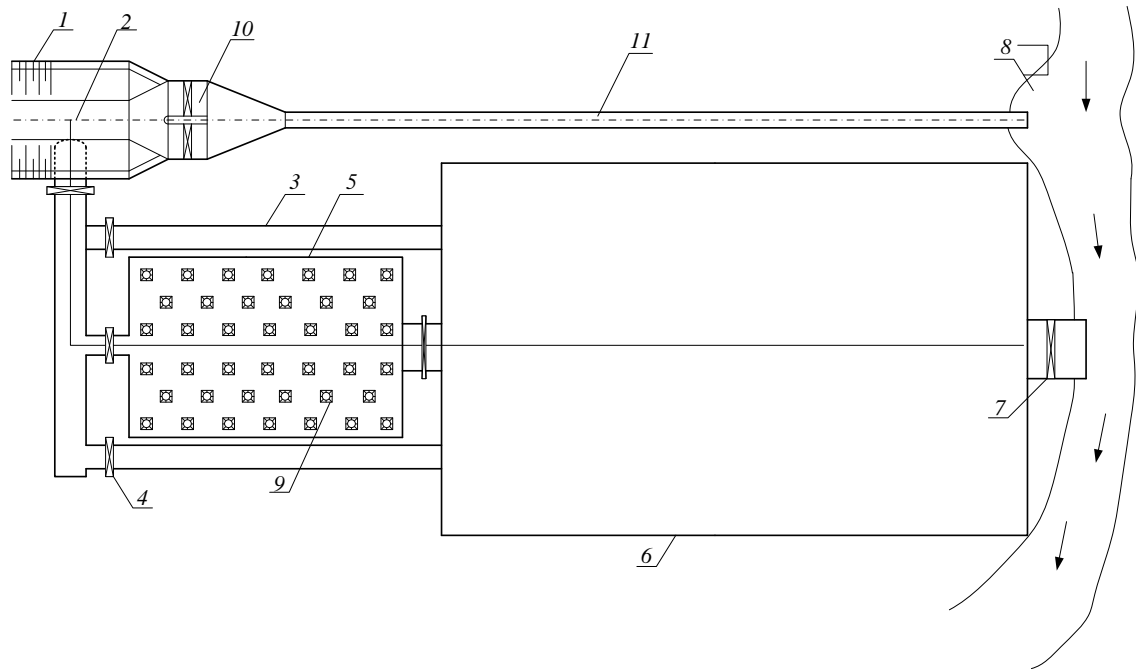
В состав функциональных объектов приканального рыбовоспроизводственного (нерестово-выростного) комплекса, создаваемого на базе оросительного или оросительно-обводнительного канала (источника водоснабжения) и близрасположенного водотока (рыбоводоприемника) реко-

мендуется включать: водозаборные сооружения (водозаборный узел), обеспечивающие(ий) забор (изъятие) воды из канала и подающие(ий) ее в трубопроводную систему водного питания комплекса, нерестовый бассейн конструктивно и гидравлически связанный с ним выростной бассейн, водорыбоотвод из выростного бассейна в природный водный объект (водоток или водоем). При плановой компоновке рыбоводных объектов, обеспечивающих функционирование гидротехнических сооружений, и размещении разнофункциональных бассейнов в головной (вышерасположенной) части комплекса располагается нерестовый бассейн, следом за которым (по направлению течения) устраивается выростной бассейн гидравлически и конструктивно сопряженный с зарыбляемым водным объектом.

При высотной компоновке дно нерестового бассейна размещается с превышением над уровнем воды в выростном бассейне, а отметка дна выростного бассейна должна превышать расчетную отметку уровня воды в водорыбоприемнике на период выпуска в него сеголетков рыб.

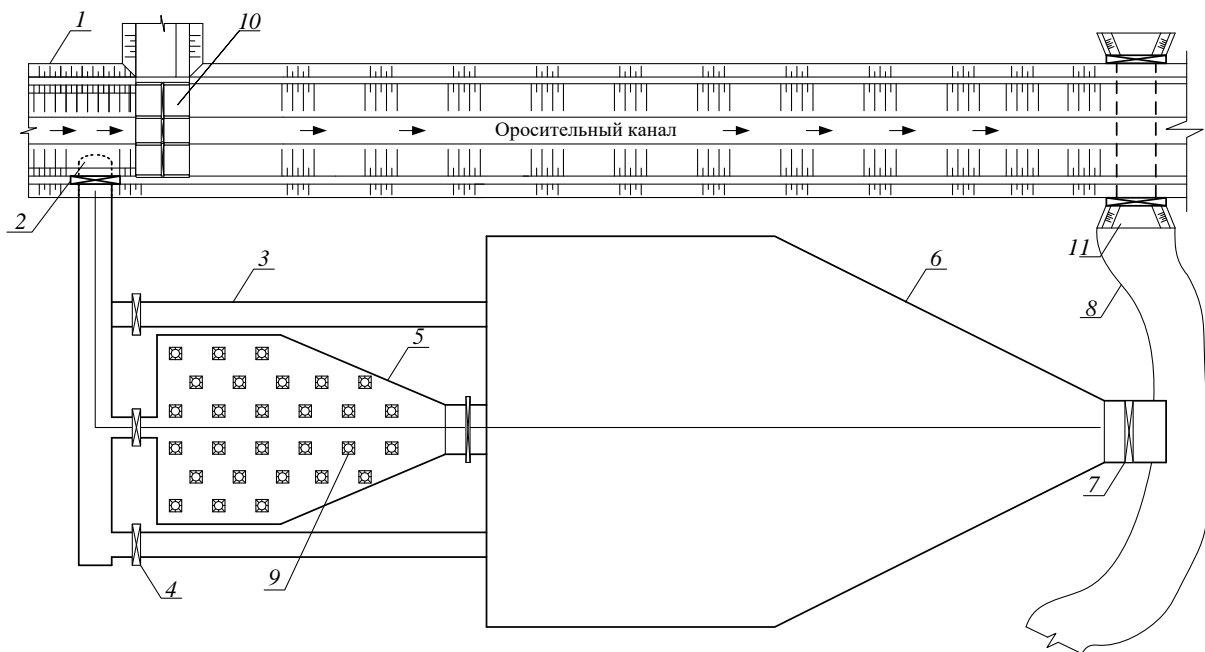
При таком компоновочно-конструктивном решении комплекса обеспечивается требуемая технологическая последовательность перемещения (ската) рыб на различных стадиях их роста и развития с водным потоком из нерестового бассейна в выростной и из него в природный водоток или водоем. При проектировании нерестового и выростного бассейнов производятся расчеты их объемов по рыбонесущей способности, т. е. по необходимым объемам жизненного (водного) пространства для содержания и нереста производителей рыб, и (или) культивирования в них определенного количества и вида рыб (устанавливаемых соответствующими нормативами по обеспечению нереста рыб в нерестовых бассейнах и выращивания личинок и малька до стадии сеголетков в выростных бассейнах).

Примеры плановой компоновки приканальных нерестово-выростных комплексов, обеспечивающих бесконтактное перемещение рыбопосадочного материала из нерестового бассейна в выростной, и далее в водоток представлены на рисунках 1 и 2, а продольные разрезы по ним на рисунках 3 и 4.



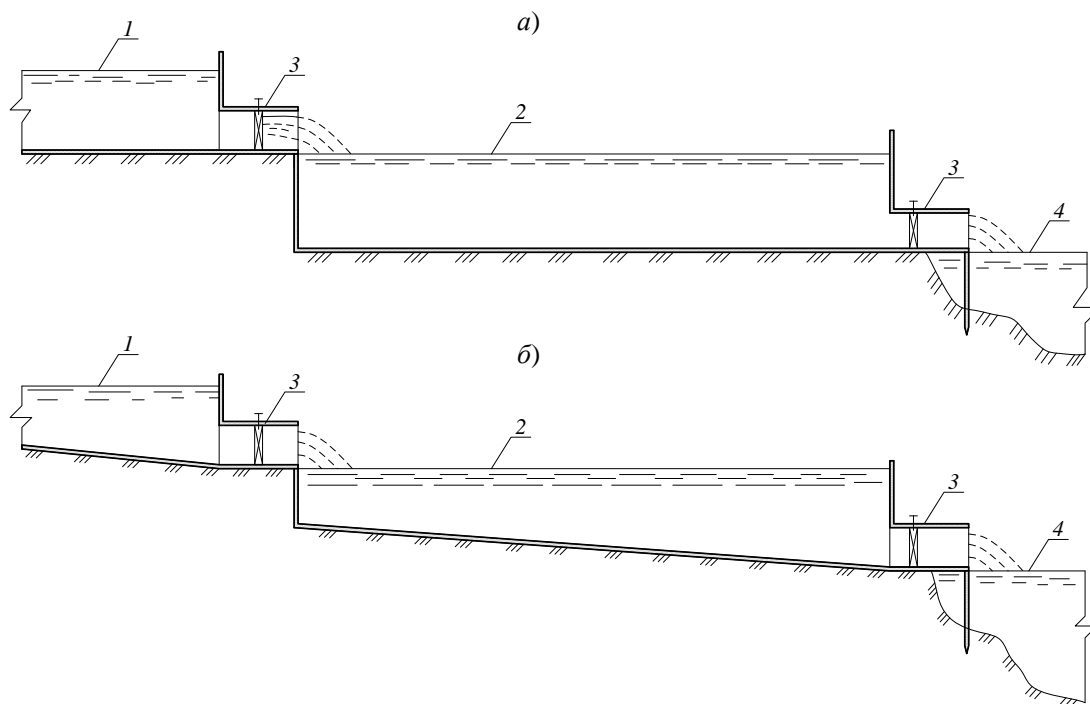
1 – оросительный канал; 2 – водозаборное сооружение; 3 – распределительный водовод;
4 – регулирующее устройство; 5 – нерестовой бассейн; 6 – выростной бассейн;
7 – водорыбоспуск; 8 – малый водоток; 9 – элемент искусственного фитосубстрата;
10 – концевой регулятор; 11 – концевой сброс оросительного канала

Рисунок 1 – План приканального рыбководного комплекса с бассейнами прямоугольной формы



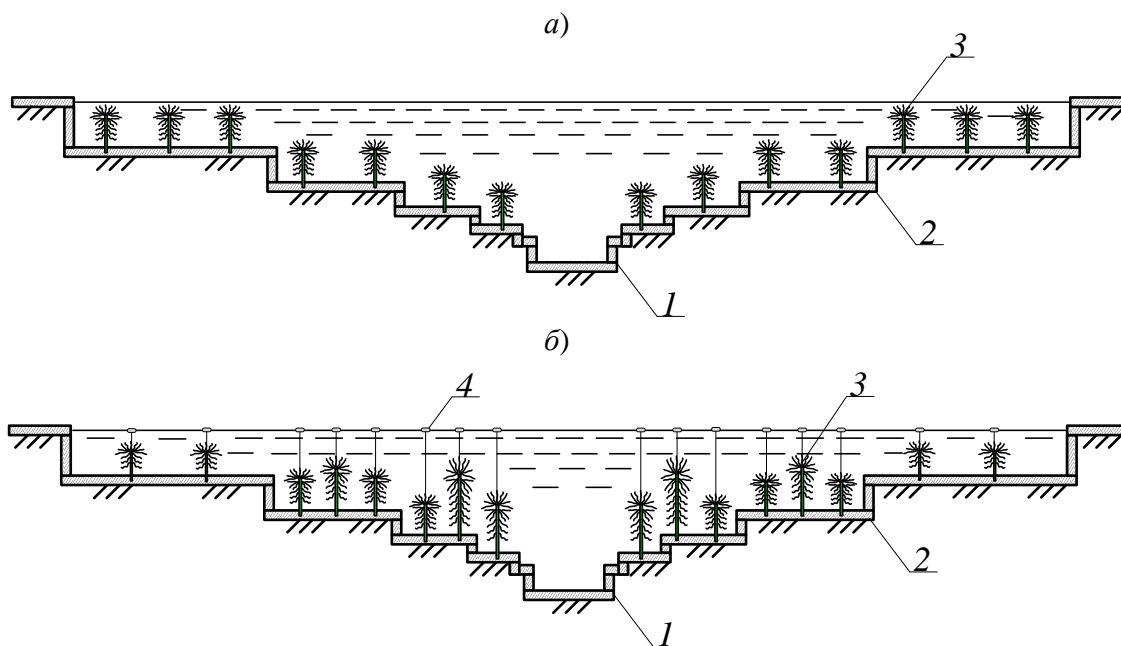
1 – оросительный канал; 2 – водозаборное сооружение; 3 – распределительный водовод;
4 – регулирующее устройство; 5 – нерестовой бассейн; 6 – выростной бассейн;
7 – водорыбоспуск; 8 – малый водоток; 9 – элемент искусственного фитосубстрата;
10 – регулятор на канале; 11 – ливнепровод-водовыпуск

Рисунок 2 – План приканального рыбвоспроизводственного комплекса с диффузно-сходящимися к рыбоотводу боковыми стенками



а) продольный разрез рыбоводного комплекса с горизонтальным дном; б) продольный разрез рыбоводного комплекса с наклонным дном; 1 – нерестовый бассейн; 2 – выростной бассейн; 3 – запорно-регулирующие элементы; 4 – малый водоток

Рисунок 3 – Продольные разрезы по оси рыбоводного комплекса



а) поперечный разрез бассейна с субстратом, закрепленным по дну; б) поперечный разрез бассейна с субстратом, закрепленным по дну и на поверхности поплавками; 1 – водорыбосборная галерея; 2 – ступенчатое ложе; 3 – нерестовый фитосубстрат; 4 – поплавок

Рисунок 4 – Разрез по поперечной оси бассейна с искусственным субстратом

При наличии необходимого перепада отметок местности и уровней воды в канале и рыбоводоприемнике предпочтительно устройство бассейнов с продольным уклоном от их головной (верховой) к концевой (низовой) части. При реализации такого компоновочно-конструктивного решения улучшаются условия для ската малька и молоди рыб при межбассейновом их перемещении или выпуске сеголетков в водный объект.

В поперечном сечении нерестовые бассейны рекомендуется устраивать разноглубинными в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 4.

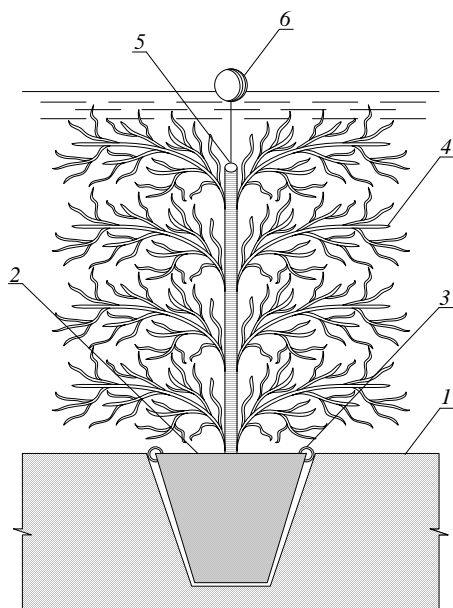
Плановые размеры (площади) разноглубинных площадок определяются видом нерестящихся рыб и условиями рыбоводно-климатической зоны.

Нерестовые бассейны для фитофильных видов рыб оборудуются нерестовыми гнездами из растительного нерестового субстрата.

Искусственный нерестовый фитосубстрат представляет собой несущий стержень, монтируемый на бетонные плиты (покрытия) в заранее выполненный упорный стакан с креплением стержня, на котором расположены элементы растительного субстрата (искусственные ветви). При этом искусственный нерестовый фитосубстрат оборудован поплавком, располагаемым на поверхности и закрепленным с помощью троса к стержню (рисунок 5).

Площади и глубины нерестовых бассейнов определяются их рыбоводным обоснованием с учетом видов нерестящихся особей, принятой рыбопродуктивности комплекса и условий рыбоводно-биологической зоны.

Применение нерестово-рыбоводного бассейна со ступенчатым разноглубинным и разноплощадным ложем позволит обеспечить необходимые условия для нереста и культивирования в нем различных видов гидробионтов, приспособленных к обитанию на разных глубинах, при различных температурных режимах и скоростях течения, а также создать благоприятные условия для нереста производителей фитофильных видов рыб.



1 – плита покрытия; 2 – упорный стакан; 3 – элемент крепления фитосубстрата; 4 – ветвь (или листья) искусственного фитосубстрата; 5 – трос; 6 – поплавок

Рисунок 5 – Элемент искусственного фитосубстрата

Выростные бассейны площадью от 1 до 5 га (в зависимости от принятой рыбопродуктивности комплекса и условий их функционирования) прямоугольной или конфузурно-диффузорной формы в плане проектируются разноглубинными по ширине и длине с учетом видов культивируемых рыб и условий рыбоводно-климатической зоны (рисунки 6, 7).

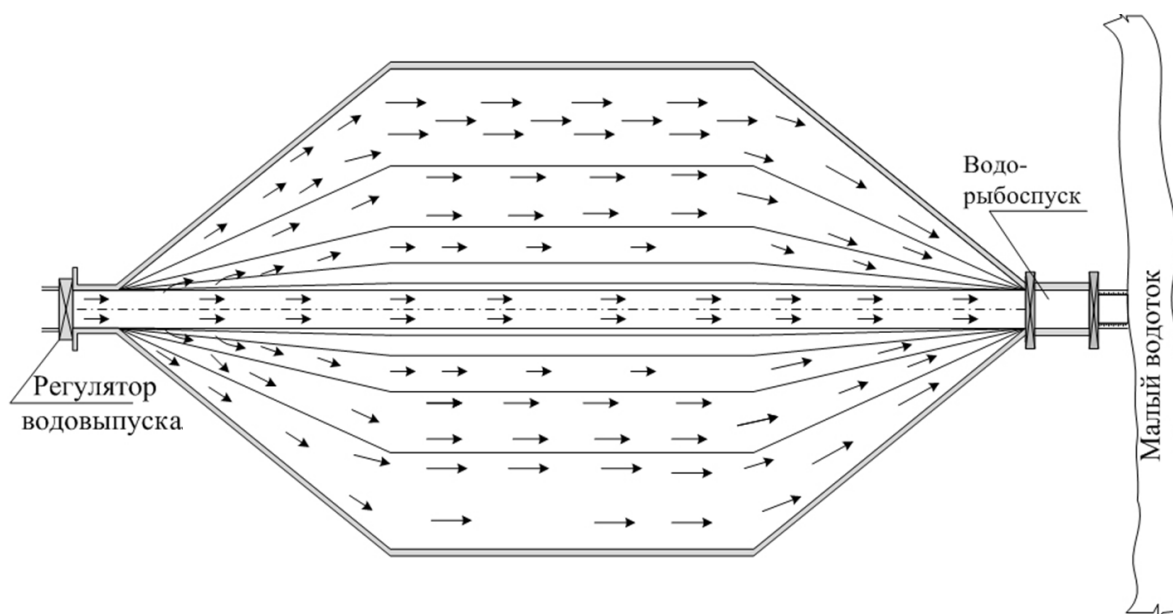
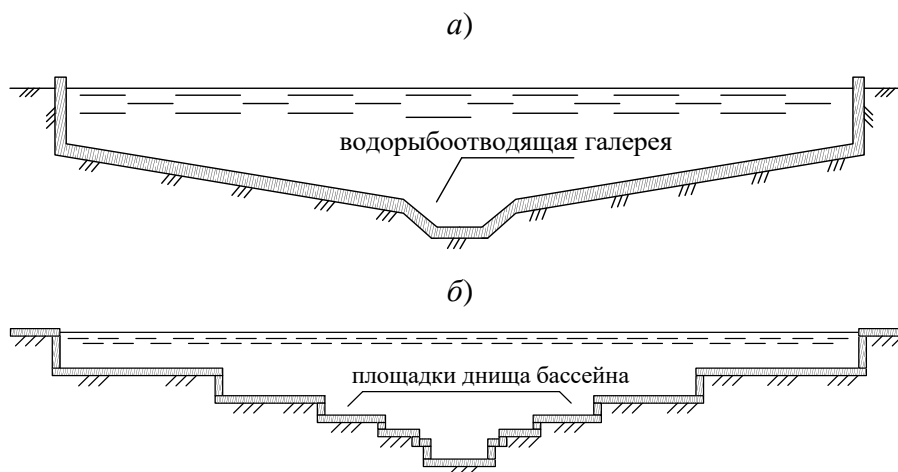


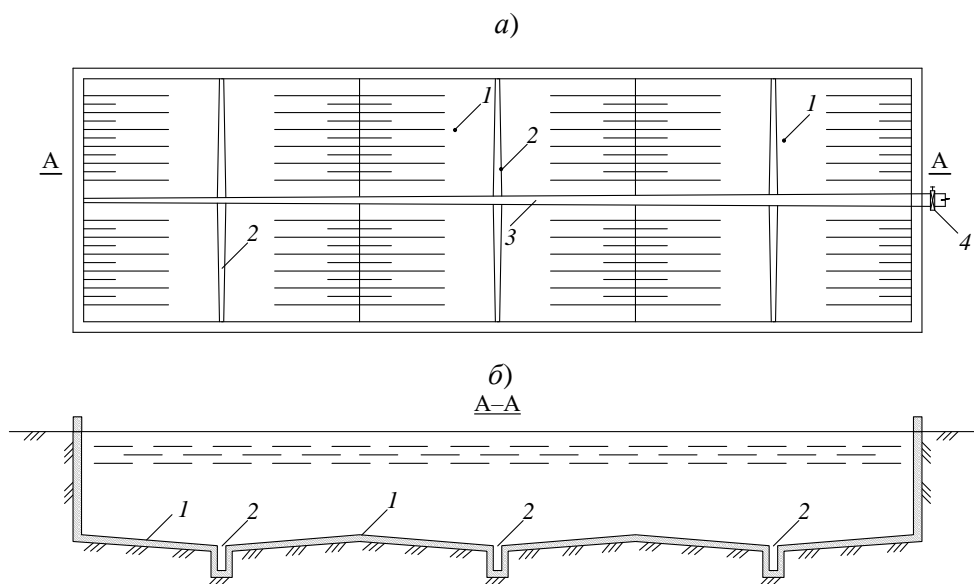
Рисунок 6 – План приканального рыбывростного бассейна со ступенчатым ложем



а) бассейн с водорыбоотводным каналом; б) бассейн с разноглубинным дном

Рисунок 7 – Варианты поперечных сечений ложа рыбоводных бассейнов

В целях обеспечения полного опорожнения выростных бассейнов и беспрепятственного ската сеголетков в стекающем водном потоке более перспективно устройство их дна в виде посекционнo-скатных участков, оборудованных системой поперечных водорыбосборных и продольной рыбоводоотводящей галереи по схеме, приведенной на рисунке 8.



а) план выростного бассейна; б) продольный разрез выростного бассейна;
1 – водоскатные поверхности дна; 2 – водорыбосборные галереи;
3 – водорыбоотводящая галерея; 4 – регулятор водорыбоспуска

Рисунок 8 – План (а) и продольный разрез (б) с дном, устроенном в виде водоскатных площадок с поперечными водорыбосборными галереями и продольной водорыбоотводящей галереей

Бассейны оборудуются системами регулирования проточности, частичного водоотведения и полного их опорожнения, совмещаемыми с устройствами для выпуска рыб. В составе водовыпусков-водоспусков предусматривается устройство сетчатых рыбозаградительных элементов, предотвращающих неконтролируемый скат молоди и промывающих их устройств. В обязательном порядке предусматривается устройство рыбоводно-технологического оборудования (по кормлению рыб) и средств регулирования качеством водной среды (аэрирования, дезинфицирования и др.).

Водозаборные сооружения для забора воды из каналов в систему водного питания рыбоводного комплекса рекомендуется устраивать в виде трубчатых водовыпусков-водоспусков. В обязательном порядке предусматривается устройство мелкоячеистых или фильтрующих устройств, предотвращающих попадание в рыбоводные пруды мусора и нежелательных (хищных) гидробионтов. Водораспределительная сеть системы водного питания устраивается с соблюдением требований отдельной и регулируемой подачи воды в рыбоводные бассейны. Водопропускная способность системы водного питания рассчитывается из соблюдения условий заполнения бассейнов водой в регламентные сроки, компенсации возможных потерь и обеспечения в них необходимой проточности и водообмена.

Выводы

1 В современной практике ведения искусственного рыборазведения преимущественно нашли применение пригидроузловые рыбоводные комплексы. В последние годы выдвинута идея о возможности создания таких комплексов при каналах оросительных и оросительно-обводнительных систем, разработка компоновочно-конструктивных решений которых была определена целью выполненного научного исследования.

2 В результате выполненного исследования предложены компоновочно-конструктивные схемы приканального нерестово-выростного рыбоводного комплекса, позволяющие упростить процесс технологической опера-

ции по перемещению культивируемых рыб из нерестового бассейна в выростной и из выростного бассейна в зарыбляемый природный водный объект и уменьшить отсев перемещаемого рыбопосадочного материала.

3 Предложены конструктивные решения нерестовых и выростных средооткрытых рыбоводных бассейнов в составе рыбоводных комплексов, обеспечивающих регламентные условия для нереста рыб и выращивания репродукционного рыбопосадочного материала до стадии сеголетков.

Список использованных источников

1 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.

2 Проблемы и перспективы использования водных ресурсов в агропромышленном комплексе России: монография / В. Н. Щедрин [и др.]; под ред. В. Н. Щедрина. – М.: Мелиоводинформ, 2009. – 342 с.

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

4 Шкура, В. Н. Рыбопропускные шлюзы и рыбоприемники / В. Н. Шкура. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 136 с. – (Библиотека гидротехника и гидроэнергетики; Вып. 98).

5 Пат. 1544879 СССР, МПК Е 02 В 8/08. Рыбоход / Сукало Г. М., Шкура, Гуюмджибашян А. Г., Аникин В. С.; заявитель и патентообладатель Новочеркас. инж.-мелиоратив. ин-т им. А. К. Кортунова. – № 4447105; заявл. 23.05.1988; опубл. 23.02.1990, Бюл. № 7. – 3 с.: ил.

6 Пат. 1703782 СССР, МПК Е 02 В 8/08. Рыбопропускное сооружение / Шкура В. Н., Чистяков А. А., Шелестова Н. А.; заявитель и патентообладатель Новочеркас. инж.-мелиоратив. ин-т им. А. К. Кортунова. – № 4654820; заявл. 16.01.1989; опубл. 07.01.1992, Бюл. № 1. – 6 с.: ил.

7 Пат. 1599468 СССР, МПК Е 02 В 8/08. Рыбопропускное сооружение / Шкура В. Н., Чистяков А. А., Черкасов В. А., Фоменко В. А., Анохин А. М.; заявитель и патентообладатель Новочеркас. инж.-мелиоратив. ин-т им. А. К. Кортунова. – № 4393333; заявл. 16.03.1988; опубл. 15.10.1990, Бюл. № 38. – 7 с.: ил.

8 Пат. 1666633 СССР, МПК Е 02 В 8/08. Рыбоходно-нерестовый канал / Шкура В. Н., Анохин А. М., Чистяков А. А., Черкасов В. А., Новойдарский А. В.; заявитель и патентообладатель Новочеркас. инж.-мелиоратив. ин-т им. А. К. Кортунова. – № 4719076; заявл. 17.07.1989; опубл. 30.07.1991, Бюл. № 28. – 3 с.: ил.

9 Пат. 1625941 СССР, МПК Е 02 В 8/08. Рыбопропускное сооружение / Шкура В. Н., Чистяков А. А., Шелестова Н. А.; заявитель и патентообладатель Новочеркас. инж.-мелиоратив. ин-т им. А. К. Кортунова. – № 4486121; заявл. 23.09.1988; опубл. 07.02.1991, Бюл. № 5. – 2 с.: ил.

10 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.

11 Боровской, В. П. Методика гидравлического расчета нерестового канала с разнофракционным гравийно-галечниковым покрытием русла / В. П. Боровской, А. Ю. Гарбуз, О. А. Баев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации

[Электронный ресурс]. – 2018. – № 1(29). – С. 233–248. – Режим доступа: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec540-field6.pdf.

12 Бурик, В. Н. Направление возможного использования отработанных обводенных карьеров полезных ископаемых для целей рыборазведения / В. Н. Бурик, М. В. Горухин // Региональные проблемы. – 2017. – Т. 20, № 4. – С. 48–52.

13 Перспективы разведения растительноядных рыб / А. А. Коровушкин [и др.]; Вестник Рязанского гос. агротехн. ун-та им. П. А. Костычева. – 2017. – № 4(36). – С. 48–55.

14 Shi, H. Predicting the bulk average velocity of open-channel flow with submerged rigid vegetation / H. Shi, X. Liang, W. Huai // Journal of Hydrology. – 2019. – Vol. 572. – P. 213–225.

References

1 Anokhin A.M., Mordvintsev M.M., Shkura V.N., 2001. *Osnovy melioratsii vod i vodnykh ob'ektov: kurs lektsiy* [Basics of Land Reclamation of Water and Water Objects: a course of lectures]. Ministry of Agriculture RF, Novocherkassk State Reclamation Acad. Novocherkassk, 290 p. (In Russian).

2 Shchedrin V.N. [et al.], 2009. *Problemy i perspektivy ispol'zovaniya vodnykh resursov v agropromyshlennom komplekse Rossii: monografiya* [Problems and prospects of using water resources in agro-industrial complex of Russia: monograph]. Moscow, Meliovodinform Publ., 342 p. (In Russian).

3 Shkura V.N., 1998. *Rybopropusknye sooruzheniya. V 2 chastyah. Chast' 2* [Fish passages. In 2 parts. Part 2]. Novocherkassk State Reclamation Acad. Novocherkassk, 728 p. (In Russian).

4 Shkura V.N., 1990. *Rybopropusknye shlyuzy i rybopriemniki* [Fishways Gates and Fish Receivers]. Moscow, Energoatomizdat Publ., 136 p. (Library of hydraulic engineering and hydropower; vol. 98). (In Russian).

5 Sukalo G.M., Shkura V.N., Guyumjibashyan A.G., Anikin V.S., 1990. *Rybokhod* [Fish Passage], Patent USSR, no. 1544879. (In Russian).

6 Shkura V.N., Chistyakov A.A., Shelestova N.A., 1992. *Rybopropusknoe sooruzhenie* [Fish Passage], Patent USSR, no. 1703782. (In Russian).

7 Shkura V.N., Chistyakov A.A., Cherkasov V.A., Fomenko V.A., Anokhin A.M., 1990. *Rybopropusknoe sooruzhenie* [The fish Passage], Patent USSR, no. 1599468. (In Russian).

8 Shkura V.N., Anokhin A.M., Chistyakov A.A., Cherkasov V.A., Novoydarsky A.V., 1991. *Rybokhodno-nerestovyy kanal* [Fish Spawning Channel], Patent USSR, no. 1666633. (In Russian).

9 Shkura V.N., Chistyakov A.A., Shelestova N.A., 1991. *Rybopropusknoe sooruzhenie* [Fish Passage], Patent USSR, no. 1625941. (In Russian).

10 Shchedrin V.N., Shkura V.N., Baev O.A., 2018. *Rybovodnyy kompleks na baze orositel'nogo kanala i maloy reki* [A fish-breeding complex on the basis of an irrigation canal and a small river]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo* [Irrigation and Water Management], no. 4, pp. 38-43. (In Russian).

11 Borovskoy V.P., Garbuz A.Yu., Baev O.A., 2018. *Metodika gidravlicheskogo rascheta nerestovogo kanala s raznofraktsionnym graviyno-galechnikovym pokrytiem rusla* [Methodology of hydraulic calculation of a spawning channel with a multi-fractional gravel-pebble bed channel]. *Nauchnyy Zhurnal Rossiyskogo NII Problem Melioratsii* [Scientific Journal of Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems], no. 1(29), pp. 233-248, available: http://rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec540-field6.pdf. (In Russian).

12 Burik V.N., Goryukhin M.V., 2017. *Napravlenie vozmozhnogo ispol'zovaniya otrabotannykh obvodennykh kar'yerov poleznykh iskopaemykh dlya tseley ryborazvedeniya* [The Direction of the Possible Use of Spent Mineralized Quarries for Fish Breeding]. *Regional'nye problemy* [Regional Problems], vol. 20, no. 4, pp. 48-52. (In Russian).

13 Korovushkin A.A. [et al.], 2017. *Perspektivy razvedeniya rastitel'noyadnykh ryb* [Prospects for breeding herbivorous fish]. *Vestnik Ryazanskogo Gosudarstvennogo Agrotekhnicheskogo Universiteta im. P. A. Kostycheva* [Bull. of Ryazan State Agrotechnology University named after P.A. Kostychev], no. 4(36), pp. 48-55. (In Russian).

14 Shi H., Liang X., Huai W., 2019. Predicting the bulk of the velocity of open-channel flow with submerged rigid vegetation. *Journal of Hydrology*, vol. 572, pp. 213-225. (In English).

Гарбуз Александр Юрьевич

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: A.Y.Garbuz@mail.ru

Garbuz Aleksandr Yurevich

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: A.Y.Garbuz@mail.ru

Баев Олег Андреевич

Ученая степень: кандидат технических наук

Должность: старший 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: Oleg-Baev1@yandex.ru

Baev Oleg Andreevich

Degree: Candidate of Technical Sciences

Position: Senior Researcher

Affiliation: Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems

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

E-mail: Oleg-Baev1@yandex.ru