



*Филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Астраханский
государственный технический университет» в Ташкентской области
Республики Узбекистан*

Факультет высшего образования

Кафедра ВБиТ

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ НАУЧНОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ В РЫБНОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Методические указания
по выполнению самостоятельной работы *для студентов направления
35.04.07 Водные биоресурсы и аквакультура
направленность «Аквакультура»*

Ташкентская область, Кибрайский район – 2025

Автор: д.с/х.н.. профессор кафедры «ВБиТ» Лагуткина Л.Ю.

Рецензент: д.с/х.н.. профессор кафедры «ВБиТ» Грозеску Ю.Н.

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «ВБиТ»
Протокол от 21.02.2025 г. № 7

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Практическая работа №1. Классификация оборудования применяемого в аквакультуре. Современное оборудование для предприятий рыбохозяйственного комплекса в России и за рубежом.....	4
Практическая работа № 2. Оборудование для водоподготовки. Аэрация воды. Приборы контроля качества водной среды	25
Практическая работа № 3. Морские фермы. Зарубежные аналоги, представленные на аквакультурном рынке	34
Практическая работа № 4. Оборудование для внутреннего производства на основе технологий аквапоники, гидропоники, аэропоники	47

Введение.

Практические работы направлены на формирование общего представления о передовом оборудовании применяемого в рыбохозяйственной отрасли, в связи с этим способности эксплуатировать научное и технологическое оборудование, с последующим умением оптимизировать различные технологические процессы на предприятиях рыбохозяйственного комплекса.

Практическая работа №1. Классификация оборудования применяемого в аквакультуре. Современное оборудование для предприятий рыбохозяйственного комплекса в России и зарубежом.

Цель: Изучение классификации оборудования применяемого в аквакультуре, современного оборудования для предприятий рыбохозяйственного комплекса в России и зарубежом. **Задание:**

1. Изучите основные типы оборудования, применяемого в аквакультуре.
2. Ознакомьтесь с примерами технического оборудования для экологической и безопасной очистки воды.
3. Рассмотрите инновационные технологии применяемые на предприятиях рыбохозяйственного комплекса в России и зарубежом.
4. Сделайте выводы, ответьте на контрольные вопросы.

Теоретический материал

Современные глобальные задачи агропромышленного комплекса - индустриализации производств на базе интенсивных и малоотходных технологий без истощения наличных биоресурсов и нарушения экологической ситуации в регионах. В этом плане особое значение приобретают рыбоводные объекты с замкнутыми системами водообеспечения, аэрирования и биоочистки воды, утилизация в широких масштабах ила и водной растительности, строгое регламентирование внесения в воду кормов, удобрений, извести, лекарственных препаратов и др.

При этом встраиваемость отдельных рыбоводных машин в технологические комплексы и линии рассматривается как один из важнейших показателей их технического уровня.

В соответствии с общими задачами научно-технического прогресса начинается осуществление переход от разработки отдельных машин к созданию комплексов, механизированных и автоматизированных линий и систем с применением манипуляторов, микропроцессорной техники и робототехники с целью довести уровень механизации и автоматизации основных технологических процессов в рыбоводстве до 85-90%.

Усложнение решаемых рыбоводных и рыбохозяйственных задач и ужесточение требований к технике агропрома в целом и в частности к техническим средствам рыбоводства предъявляют повышенные требования к принимаемым проектно-конструкторским решениям в части используемых новых физико-химических эффектов и принципов действия, схемнокомпоновочных вариантов, обеспечения обоснованных показателей унификации, агрегатирования, эксплуатационной надежности и других показателей технического уровня и конкурентоспособности машин. В связи с этим в подотрасли создана система автоматизированного проектирования технологического оборудования внутренних водоемов (САПР ТО ВВ). В результате выполнения начальных стадий системы проанализированы тенденции развития и установлены направления и концепции создания рыбоводной техники.

Направления и тенденции развития конструкций технологического оборудования внутренних водоемов.

Аэраторы. Конструктивные решения направлены на инъекционное или эжекционное введение атмосферного воздуха в воду, получение энергетически выгодного низкоскоростного потока с возмущением фазовых границ, что достигается путем заглубления вводимого в воду воздуха в виде следа, пузырьков, отрывающихся от рабочих элементов аэратора-крыла, лопадки или диска. Оптимизация процесса обеспечивается геометрическими параметрами элементов, их взаимным расположением и скоростными режимами.

Садки и садковые линии. Основой является модульная линия; секция пристыковывается к берегу либо закрепляется на одном якоре вдали от берега. Оптимальная компоновка - спаренная линия длиной не более 200 м с просветом 2-3 м для движения обслуживающего ее транспортного средства.

Форма садка - усеченная пирамида жесткого или полужесткого исполнения. Полезная площадь не более 10 м², глубина 3 м, каркас садка через раму шарнирно опирается на полужестко сочлененные понтоны. Изготовлен садок из антикоррозионных материалов, понтоны - из трубы с пенопластовым наполнителем и заглушенные по торцам, диаметр 300 мм. Металлоемкость линии в целом не должна превышать 20 кг/м².

Орудия лова. Основной современной тенденцией механизации облова является создание комплексов, включающих специально разработанные и универсальные машины и механизмы, набор которых зависит от площади и наличных гидротехнических сооружений пруда.

Кормораздатчики. Транспортировка бункеров с кормом осуществляется в сцепке при помощи буксировочного средства. При этом достигается мобильность и гибкость использования транспортных средств.

Разрабатываются различные *самокормушки* типа «Рефлекс» для выращивания товарной рыбы:

- в прудах грузоподъемностью 1, 1,5, 3 т;
- в садках, бассейнах грузоподъемностью 100, 200 кг; □ в выростных прудах 50, 100, 200 кг.

Установки с замкнутыми системами водообеспечения. Перспективными направлениями развития установок с замкнутым циклом водообеспечения для выращивания рыбопосадочного материала карпа являются снижение удельных производственных площадей на 1 т продукции, уменьшение энерго- и водопотребления. Для этого необходимо повысить эффективность биофильтров, блоков первичной очистки и аэрационных устройств. Большое значение приобретает внедрение средств автоматизации контроля и управления параметрами среды.

Полноценное инженерное обеспечение биотехнологического рыбоводного процесса может быть достигнуто путем использования около трехсот различных механизмов, оборудования и приборов. Около 200 наименований технических средств используются в рыбоводстве из других технологических процессов (животноводства, кормопроизводства, мелиорации и т.п.). Остальные технические средства разрабатываются научноисследовательскими, проектно-конструкторскими организациями Федерального агентства по рыболовству. Эти разработки выполняются в основном в последние 30-50 лет. Несмотря на это, инженерное обеспечение рыбоводного процесса остается пока на низком уровне. Одной из главных причин такого положения является отсутствие до последнего времени теоретических основ по разработке техники для биотехнологических процессов аквакультуры. По этой и другим причинам в настоящее время доля ручного труда в рыбоводстве остается на уровне 60-70%. Такое положение в деле инженерного обеспечения рыбоводного процесса не позволяет оперативно обеспечить выполнение контрольных показателей по снижению ручного труда до 20-30%.

Основными признаками разработки рыбоводных механизмов на научной основе, являются: системный подход к анализу инженерного обеспечения, установление классификационных

показателей технических средств, установление критериев инженерного обеспечения, обоснование принципа и конструкции механизмов на основе биофизических методов, определение показателей эффективности технических средств. Разработанные на этой основе высокоэффективные механизмы обеспечивают выполнение основных технологических требований: снижение доли ручного труда и повышение его производительности, обеспечение нормальных условий труда и безопасности работающих, обеспечение оптимальных условий обитания объектов выращивания.

В разработке новой рыбоводной техники принимают участие более 10 организаций отрасли, в которых занято свыше 200 научных сотрудников и конструкторов. Однако поступаемая в хозяйства техника не всегда отвечает технологическим требованиям или выпуск новой эффективной техники задерживается на долгие годы, по различным причинам. Очевидно, в связи с этим в последние годы в дело механизации рыбоводного процесса активно включаются специалисты рыбоводных хозяйств. Изготовленные ими технические средства, как правило, являются рационализацией или копией известных решений (контейнерный способ, рыбоперегрузатель, различные кормораздатчики и кормушки и т.д.). При этом специалисты хозяйств, по существу, пользуются всеми перечисленными приемами обоснования, руководствуются условиями и рамками конкретного хозяйства и поэтому зачастую их проработки не могут быть использованы без переделок и привязки в других хозяйствах.

В настоящее время из-за многообразия условий проектов рыбоводных хозяйств использование в них как серийной, так и нестандартной техники обязательно начинается с реконструкции, усовершенствований и привязок. Задача науки в этом случае заключается в оперативной передаче промышленности сведений о всех новых разработках и обеспечении квалифицированными консультациями в вопросах изготовления техники силами хозяйств.

В настоящее время особое значение приобретают работы направленные на модернизацию выпускаемого оборудования, таким образом, что повышаются техникоэксплуатационные характеристики оборудования и разработка новых моделей оборудования.

В последние годы определены направления опытно-конструкторских работ по созданию новой техники для хозяйств аквакультуры:

- раздача и транспортировка кормов;
- механизация облова рыбы;
- оборудование инкубационных цехов и цехов подращивания личинок;
- аэрация воды в прудах;
- профилактическая обработка рыбы;
- механизация скашивания водной растительности;
- оборудование для выращивания рыбы в промышленных установках с замкнутой системой водообеспечения.

В число разработанных изделий входят устройства, выполняющие ряд рыбоводных операций: раздача корма, аэрация воды, внесение взвести и удобрений, кошение и удаление водной растительности, инкубация и перевозка икры.

При выращивании рыбы и проведении мелиоративных работ можно выделить следующие основные процессы в которых возможно применять средства механизации:

- Технические средства сбора обработки и транспортирования икры;
- Технические средства водоподготовки;
- Технические средства инкубации икры;
- Технические средства для выдерживания и подращивания личинок;
- Технические средства для получения живых кормов;

- Технические средства для внесения удобрений, извести, пестицидов и профилактической обработки;
- Технические средства подготовки водоемов для зарыбления;
- Технические средства для перевозки личинок и молоди рыб;
- Технические средства для кормления рыб;
- Технические средства для аэрации зарыбленных водоемов;
- Технические средства для облова прудов и загрузки транспорта товарной рыбой;
- Технические средства для облова неспускных водоемов и проведения контрольного лова;
- Технические средства для сортировки и подсчета рыбы;
- Технические средства для перевозки живой рыбы;
- Технические средства для контроля параметров водной среды.

Использование установок замкнутого водоснабжения для механизации процессов воспроизводства и выращивания рыбы

Применение бассейнов для выращивания рыбы открыло перспективы совершенствования рыбоводной техники. Рыбоводство в бассейнах - это шаг в сторону индустриализации. Бассейны можно установить, не согласуясь с рельефом местности или внести в здание. Корм в бассейны попадает только по воле рыбовода, естественная кормовая база отсутствует. Подача и слив воды организуются и регулируются в соответствии с планом рыбовода. Селекция выращиваемого материала, облов, лечение и прочие технологические операции в бассейнах доступнее, чем в пруду. Плата за пользование бассейнами выразилась в использовании более дорогих кормов, содержащих белок животного происхождения, и в технически более насыщенной системе водоподготовки.

Чтобы получить более высокую отдачу от рыбоводства в бассейнах, плотность посадки рыбы по сравнению с прудом увеличивается. В связи с высокой плотностью посадки рыбы возникают две основные проблемы: первая - снабжения рыбы кислородом для дыхания, вторая - удаления из бассейнов продуктов жизнедеятельности рыб. Обе эти проблемы решаются за счет смены воды в бассейне. В бассейн подается чистая, насыщенная кислородом вода, а выпускается из бассейна вода, обедненная кислородом и загрязненная продуктами жизнедеятельности рыбы.

Проблема создания источника кислорода для дыхания и способа понижения концентрации продуктов жизнедеятельности присуща любой форме аквакультуры и для прудов, и для садков, и для бассейнов. Но решается она различными способами. Проблема насыщения воды в прудах и других открытых водоемах решается за счет поглощения кислорода из воздуха и за счет процессов жизнедеятельности водорослей. Для бассейнов эта проблема решается только за счет подачи насыщенной кислородом воды.

Проблема снижения концентрации продуктов жизнедеятельности в открытых водоемах не стоит так остро, как в бассейнах. Эти продукты, растворяясь в большом объеме воды, утилизируются бактериями, превращаясь в нетоксичные вещества. В бассейнах за счет высокой плотности содержания рыбы, продукты жизнедеятельности могут накапливаться до опасных пределов, если они не выносятся с током воды.

Рыбоводные установки с аэрацией воды нашли широкое практическое применение. Дополнительный источник поступления кислорода в воду бассейна позволяет на порядок снизить расход воды.

Насыщенная вода, предварительно смешиваясь с чистой водой, вновь подается на вход в бассейн. Такие установки по праву стали называться замкнутыми. Особенно широкое применение установки такого вида нашли при выращивании форели на артезианских водах. Дефицит артезианской воды, обладающей нужным для форели составом солей и температурой,

компенсируется техническими средствами насыщения воды кислородом, как за счет аэрации, так и за счет использования технического кислорода.

Замкнутые установки используются на всех этапах рыбоводного процесса: содержание производителей, инкубирование икры, подращивание личинок и молоди, выращивание товарной рыбы. Особенную значимость эти установки приобретают в промышленных районах с достаточно суровым климатом. Во-первых, из-за дефицита чистой воды, во-вторых, из-за полной независимости результатов рыбоводства от погодных условий. Так при культивировании карпа в замкнутых рыбоводных установках за период 280 суток получают из икринки товарную рыбу массой 0,5 кг. В прудовых хозяйствах карп достигает массы 0,5 кг после трех лет выращивания.

Возможность регулирования температуры и насыщения ее кислородом в замкнутой рыбоводной установке дает рыбоводам способ управления рыбоводным процессом по времени. Например, получать ранние или поздние нереста, проводить несколько нерестов в год вне зависимости от времени года, ускорять или замедлять рост рыбы, культивировать несколько видов рыб одновременно.

Применение замкнутых рыбоводных установок превратило рыбоводство в одну из отраслей индустрии. Действительно, благополучие и высокие скорости роста рыбы обеспечиваются в этих установках за счет технических средств. Применение технического кислорода дает возможность насыщать воду, подаваемую в бассейны, до 500 - 600% равновесного насыщения, что позволяет содержать рыбу с плотностью 100 кг/м³ и более. Этим определяется низкая потребность в земле и воде необходимых для создания хозяйства, оснащенного замкнутыми по воде рыбоводными установками, что позволяет размещать производство рыбы в непосредственной близости от больших городов и промышленных центров. По сравнению с прудовыми хозяйствами потребность в земле и воде уменьшается в тысячи раз.

Использование замкнутых систем получило свое первоначальное развитие в США при решении национальной программы восстановления численности естественных популяций форели в северо-западных штатах. Позднее этот опыт был освоен в США для культивирования широкого спектра видов рыб и других водных объектов. Американский опыт был изучен и применен в Западной Европе и России. Совершенствование замкнутых систем и методов рыбоводства в них продолжается. В Западной Европе эти установки используются для выращивания угря, осетровых, форели, сомов и тилапии. В настоящее время производители рыбоводного оборудования в Западной Европе и СНГ предлагают широкий спектр рыбоводных установок различной степени замкнутости.

Над совершенствованием рыбоводных установок, обобщенных схемой на рисунке 3, и отдельных элементов установок работали творческие коллективы научных и производственных предприятий СССР: Калининградрыбпром, ЛИСИ г. С.-Петербург, Латрыбпром г. Рига, ВИЗ г. Верхне-Исетск, ЛНПО «Союз» г. Дзержинский и многие другие.

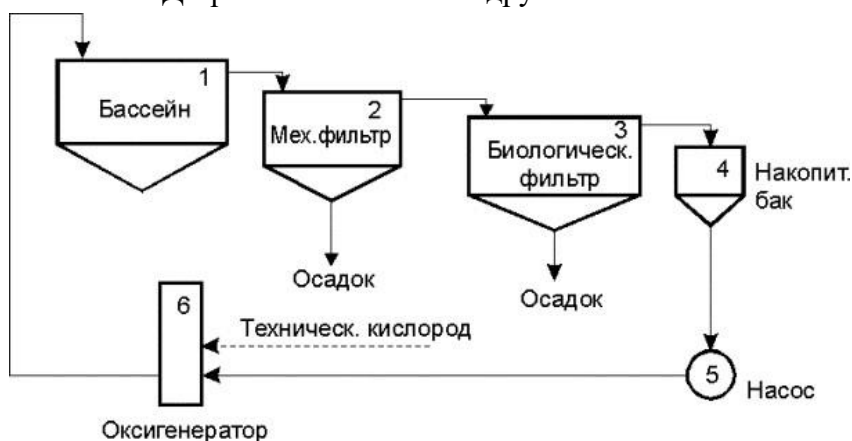


Рисунок 1 - Обобщенная схема замкнутой системы с использованием кислорода

Опыт эксплуатации замкнутых установок в условиях рыночного хозяйства вносит определенные коррективы. Установки переориентируются на выращивание более ценных видов рыб: осетровые, форель. Конструкторские разработки направлены на снижение материало- и энергоемкости установок.

Внедрение на современных индустриальных рыбоводных предприятиях высокоинтенсивных технологий товарной выращивания рыбы и рыбопосадочного материала невозможно без специальной высокопроизводительной рыбоводной техники.

Техническое вооружение товарного рыбоводства с каждым годом неуклонно возрастает.

Механизация и автоматизация системы УЗВ

Выращивание рыбы в системах с замкнутым водоснабжением является вершиной интенсификации производства, позволяет получать максимальную продукцию с единицы площади или объема рыбоводных емкостей при минимальном потреблении воды (рис. 2).

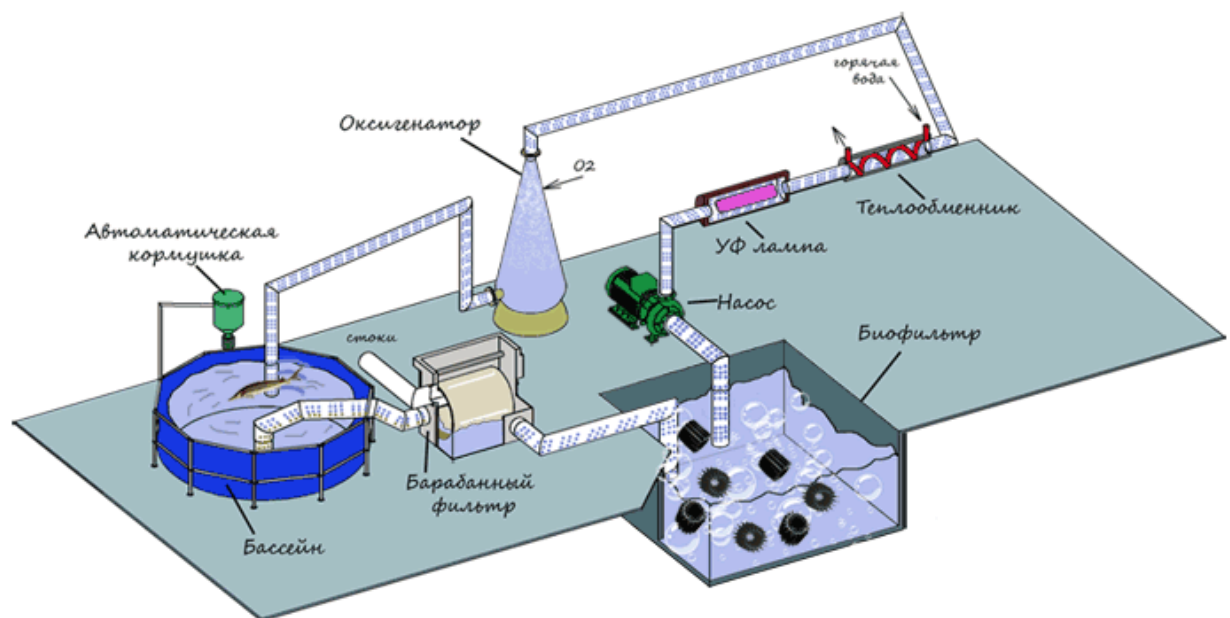


Рисунок 2 – Установка замкнутого водообеспечения

Размещение производственных мощностей в закрытых помещениях позволяет обеспечить эффективное круглогодичное производство вне зависимости от климатических условий района размещения предприятия и наличия значительных водных ресурсов, незначительный объем потребления свежей воды обеспечивает минимальное воздействие на окружающую среду. Название «установки замкнутого водоснабжения» в буквальном смысле подразумевает полную регенерацию воды и использование ее бесконечное количество раз для целей водоснабжения рыбоводных емкостей. УЗВ должны быть бессточными. Комплексом оборудования УЗВ производится:

- полная очистка воды от органических загрязнений в процессе выращивания рыбы;
- восстановление химического, в том числе газового режима воды;
- поддержание ее санитарного состояния (микробной обсемененности) на достаточном, безопасном для объектов культивации уровне;
- обеспечение необходимого температурного режима для максимальной эффективности производства.

Основные компоненты оборудования систем УЗВ. Принципиальная схема УЗВ состоит из следующих элементов:

- рыбоводные емкости (бассейны);
- трубопроводы с запорной и регулирующей арматурой для подачи воды в рыбоводные бассейны и стока загрязненной воды на систему очистки;
- устройства механической очистки оборотной воды;
- устройства аэробной биологической очистки воды;
- вторичные механические фильтры, устанавливаемые после устройств биологической очистки воды;
- устройства для обеззараживания или снижения уровня бактериальной обсемененности оборотной воды;
- устройства для аэрации или оксигенации оборотной воды;
- оборудование для регулирования pH;
- система подпитки свежей воды;
- система терморегуляции (подогрева или охлаждения); - контрольно-регулирующая аппаратура.

Рыбоводные бассейны. Бывают разной формы, габаритов, выполняются из разных материалов в соответствии с биологическими требованиями объектов культивации в разные периоды жизни, финансовыми возможностями (рис. 3).



Рисунок 3 – Рыбоводные бассейны

Главные требования к бассейнам – они должны обеспечивать условия содержания гидробионтов (это скорость водообмена, глубина воды в бассейнах, скорость течения воды), должны обеспечивать вынос экскрементов, качество поверхности дна и стенок бассейна не должно способствовать накоплению обрастаний и органических загрязнений. Кроме того, конструкция и габариты бассейнов должны обеспечивать удобное их обслуживание. Материалы для изготовления должны быть относительно долговечными для обеспечения срока эксплуатации не менее 10 лет.

Сборно-разборные бассейны Vaneco фирмы Fish-Agro выполнены из анодированного алюминиевого профиля и высококачественной ткани полиэстер покрытой ПВХ с обеих сторон.

Лайнер из полиэфирной ткани разработан специально для рыбной отрасли. Покрытие из ПВХ имеет предел прочности более 240 кг/см² и по составу безопасен для рыб. Тёмно-синий цвет покрытия создаёт для гидробионтов спокойную среду обитания. Конструкция каркаса из качественного анодированного алюминия обеспечивает простой монтаж в течение 15 минут, без

применения каких-либо инструментов. Материал каркаса выдерживает при необходимости высокие нагрузки (рис. 4) .



Рисунок 4 – Сборно-разборные бассейны Vaneco фирмы Fish-Agro

Полипропиленовые бассейны. Преимущество полипропиленовых бассейнов в простоте изготовления конструкций любых форм. Полипропилен – материал, который легко варится, с помощью несложного мобильного инструмента. В случаях, когда технология предусматривает бассейны больших размеров и возникает сложность транспортировки таких изделий – полипропиленовый бассейн сваривается по месту (рис. 5).

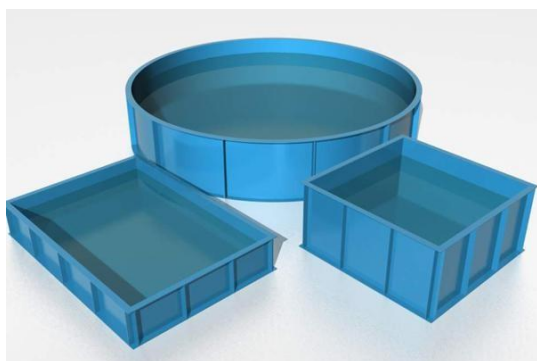


Рисунок 5 – Полипропиленовые бассейны

Трубопроводы и запорно-регулирующая арматура в современных системах изготавливаются из некорродирующих синтетических материалов: полиэтилена, полипропилена, поливинилхлорида и других пластиков характеризуются долговечностью, высоким качеством внутренней поверхности, не оказывают влияния на качество воды, легко монтируются (рис. 6).

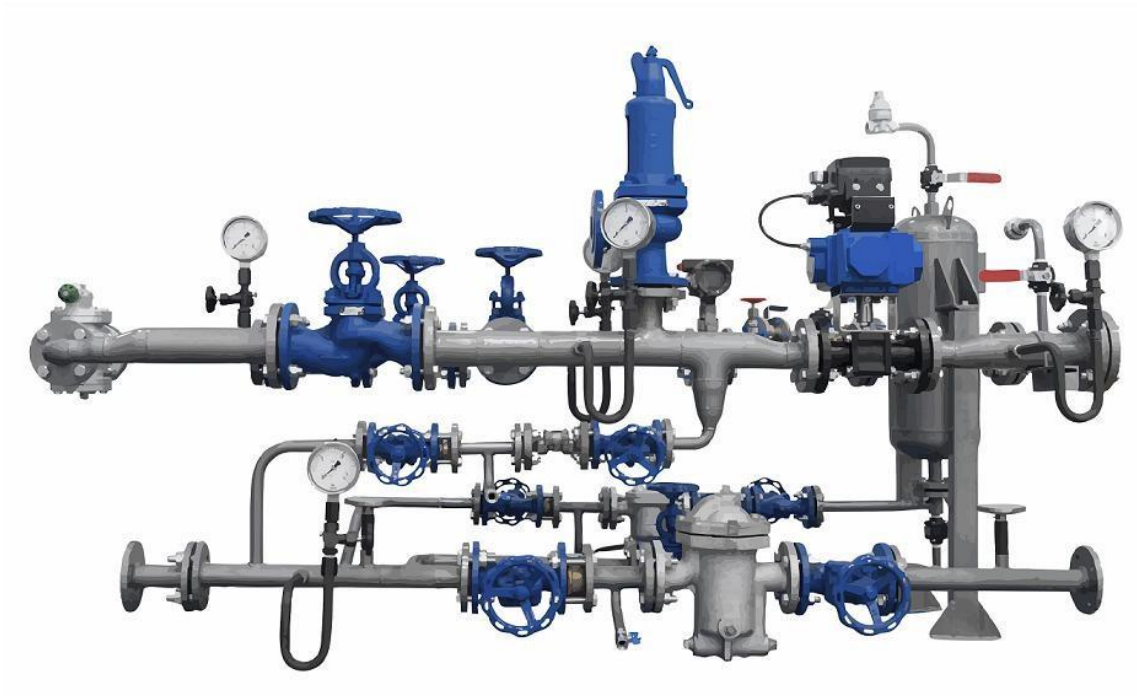


Рисунок 6 – Трубопроводная и запорная арматура

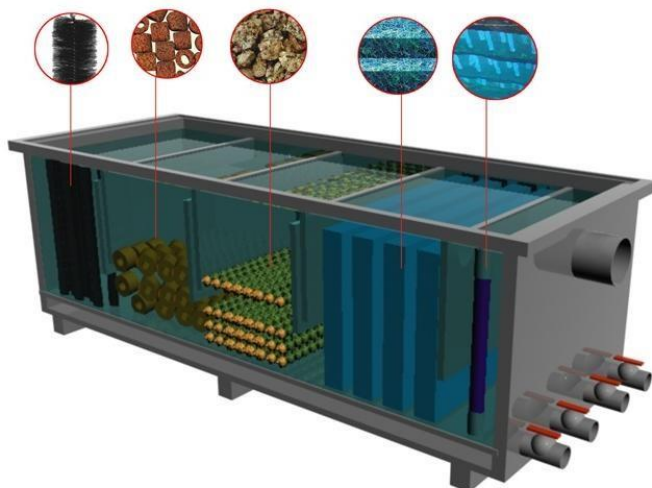
Устройства механической очистки оборотной воды. Для первичной механической очистки воды после рыбоводных бассейнов применяются в основном барабанные фильтры (Гидротех, Фишматик и Файвре) (рис. 7).



Рисунок 4 – Барабанные фильтры

Они компактны, способны удалять из оборотной системы взвеси от 15 микрон, работают в автоматическом режиме, удаление загрязнений производится не в периодическом, а в непрерывном режиме. Отстойники не получили развития из-за своих габаритов: они должны вмещать не менее 25% объема воды в системе. Механические засыпные фильтры также не получили развития как из-за больших габаритов, так и из-за трудностей обслуживания, которое заключается в периодической обратной промывке фильтрующего слоя.

Устройства аэробной биологической очистки воды. Аэробная биологическая очистка, как правило, производится с помощью биологических фильтров разной конструкции (рис. 8).



В основном применяются капельные (орошаемые) биофильтры с загрузкой разных модификаций. В последнее время преимущество отдается биофильтрам псевдокипящего слоя, в которых биозагрузка в виде сыпучих элементов с большой удельной площадью поверхности (до $800\text{ м}^2/\text{м}^3$) постоянно находится во взвешенном состоянии за счет интенсивной продувки водяного слоя воздухом и активно

Рисунок 8 - Биофильтр перемешивается. Одним из вариантов такого принципа

устройства биофильтров являются песочные фильтры. Песок имеет площадь поверхности около 10 тысяч $\text{м}^2/\text{м}^3$. Правда, они в основном применяются при культивировании холодноводных рыб (лососевые), и имеется информация, что на более теплолюбивых рыбах их эффективность не очень высока.

Вторичные механические фильтры, устанавливаемые после устройств биологической очистки воды. Устанавливаются после прохождения оборотной водой устройств биологической очистки (рис. 49). Их назначение – удалять взвешенные вещества, проскочившие предыдущие стадии обработки воды, а также частицы отмирающей биопленки биофильтров. В принципе можно устанавливать барабанные фильтры, но, из-за их конструктивных особенностей, в этом случае создаются определенные сложности в вертикальной компоновке оборудования системы в целом и увеличиваются энергозатраты на перемещение воды за счет увеличения высоты подъема воды.



Рисунок 9 – Вторичный механический фильтр

В основном применяются объемные фильтры с загрузкой фильтровальных элементов и направлением движения воды снизу вверх. При использовании биофильтров с псевдокипящим слоем на выходе воды из него устраивается дополнительная секция, где биозагрузка с отрицательной плавучестью находится в неподвижном состоянии. Такие устройства, кроме выполнения функции механического фильтра, служат биофильтрами второй очереди. Естественно, что для их эффективной работы в качестве биофильтра вода в них должна иметь достаточную насыщенность растворенным кислородом во избежание преобладания денитрифицирующих процессов. Особенностью объемных засыпных вторичных фильтров является необходимость

их периодической промывки для удаления накапливающейся органики в виде взвешенных веществ и отмирающей биологической пленки биофильтров.



Устройства для удаления органических веществ из воды.

Удаление органических веществ из воды путем образования мелко-дисперсной смеси воздух - вода, в корпусе пеноотделителя (флотатора) (рис. 10) является одним из эффективнейших способов очистки воды от белковых загрязнений.

Используется как одна из первых систем очистки после механической фильтрации. Так же используется как реакционная камера при применении озона для водоочистки рыбоводных систем.

Устройства для обеззараживания или снижения уровня бактериальной обсемененности оборотной воды.

Устройства для регулирования бактериальной обсемененности оборотной воды необходимы для снижения ее уровня до величин, обеспечивающих Рисунок 10 - Флотаторы комфортные условия культивирования разводимых объектов на разных стадиях выращивания. Обычно для этих целей используются обеззараживающие установки с ультрафиолетовыми бактерицидными лампами (рис. 11), озонирование воды или их совместное воздействие на микрофлору оборотной воды (рис. 12). При этом уровень мощности ультрафиолетового облучения или воздействия озона не должен обеспечивать полной стерильности оборотной воды. Выращивание рыбы в стерильных условиях снижает ее иммунитет, и перевод такой рыбы из систем УЗВ на товарное выращивание в традиционные рыбоводные хозяйства зачастую бывает плачевным.

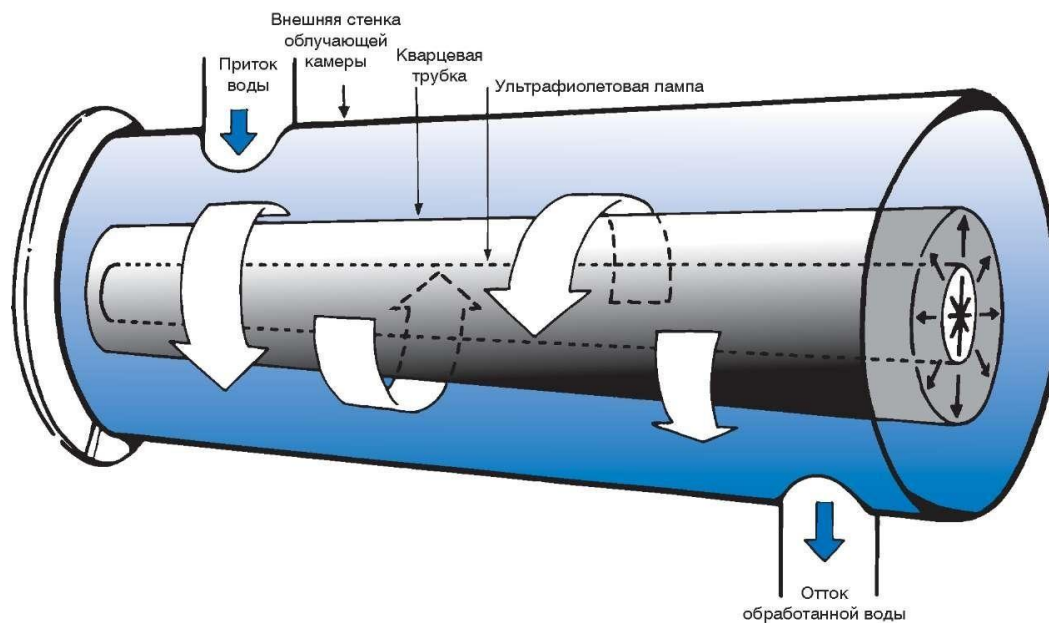


Рисунок 11 - Обеззараживающая установка с ультрафиолетовыми бактерицидными лампами

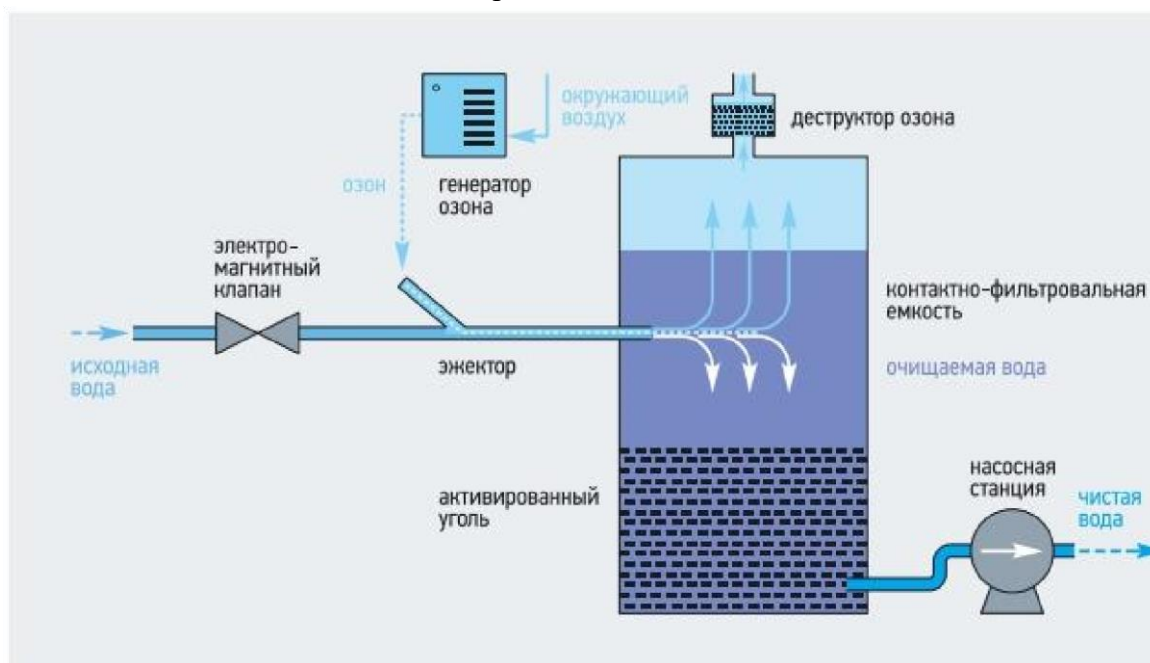


Рисунок 12 – Схема озонатора воды

Устройства для аэрации или оксигенации оборотной воды. Завершающим этапом подготовки воды перед подачей в бассейны является оксигенация – насыщение воды кислородом.

Вода пропускается через кислородный конус – оксигенатор, к которому подведён источник кислорода (кислородная станция или баллоны с кислородом). Оксигенатор насыщает воду кислородом с соблюдением необходимых показателей. Оксигенация оборотной воды (рис.

13)



является одним из важнейших условий применения технологий УЗВ.

Кроме эффекта увеличения плотности содержания культивируемых объектов производства на единицу площади или объема рыбоводных емкостей, оксигенация резко снижает гидравлические потоки и объем воды в системе. Это напрямую влияет на габариты таких установок, в разы снижает энергозатраты на обеспечение работы систем УЗВ и, в конечном счете, определяет их конкурентноспособность с хозяйствами другого типа.

Конусные оксигенаторы OWC Рисунок 13 - Оксигенатор выполнены из стекловолокна, что де-

лает конструкцию не дорогой, но в то же время надёжной (рис.13).



Конструкция конуса позволяет получить эффективность растворения кислорода в 95%, насыщение воды кислородом до 25 мг/л при давлении в 1 Бар. При большем давлении возможно получение большей концентрации растворенного кислорода в воде.

Устройства для охлаждения поступающей воды.
Для холодноводных видов рыб необходимо создание условий искусственной зимовки, путем снижения температуры воды ниже температуры окружающей среды. Для этого используются специальные установки – «чиллеры», размещаемые с внешней стороны цеха. Охлажденная в «чиллере» вода поступает в теплообменник и передает холод технологической воде, находящейся в системе УЗВ (рис. 14).

Рисунок 13 – Конусный оксигенатор
Преимущества стекловолокна
- лёгкость и устойчивость к коррозии.

Чиллеры наиболее часто используются для охлаждения воды зимовальных бассейнов при получении икры прижизненным способом. Современные чиллеры



теплообменником, вследствие чего не подвержены коррозии и подходят как для пресной, так и для морской воды. Бесшумны и удобны в обслуживании. Оснащены цифровым регулятором температуры с точностью до 1°C. Показывают фактическое значение температуры воды в бассейнах. Подходят для бассейнов объемом от 4 до 15 м³.

управления параметрами воды

Современные системы контроля позволяют вести мониторинг параметров воды рыбоводного хозяйства и контроль работы оборудования, как стационарных, так и мобильных систем.

Решения по контролю разработаны как для пресноводных, так и морских Рисунок 14 – Чиллер (проточный охладитель воды)

систем. Главным достоинством системы можно считать ее энергонезависимость от общей сети предприятия, независимость от ПК оператора УЗВ, дублирование аварийных сигналов

посредством рассылки СМС сообщений, работа в режиме «удаленного доступа» (рис. 15). Находят применение современные беспроводные технологии WiFi.

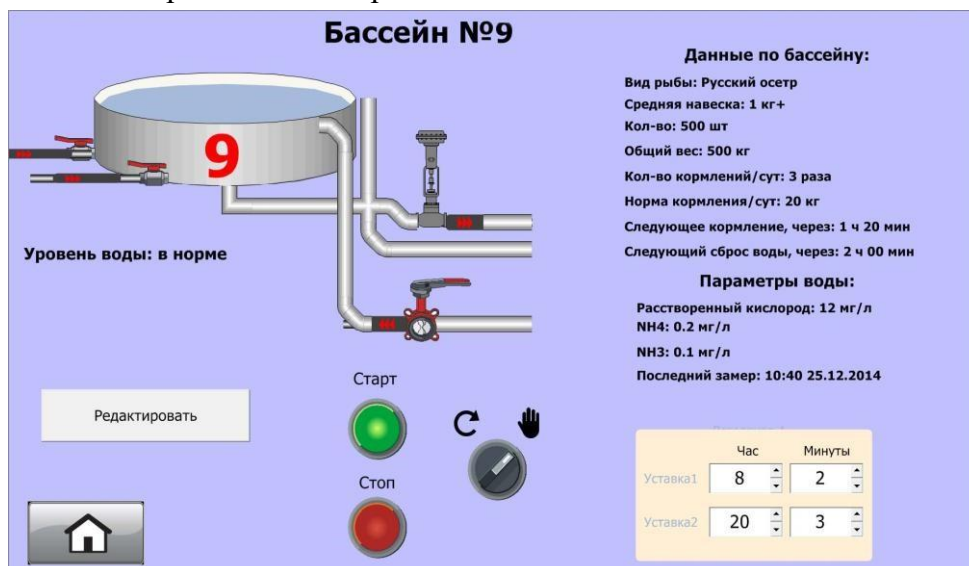


Рисунок 15 – Программа контроля и управления процессами в УЗВ

Система контроля и управления параметрами воды и работы оборудования УЗВ позволяет контролировать до 100 цифровых каналов данных и 4 каналов – аналогов. Доступно модульное расширение системы дополнительными блоками.

Доступные измерения и контроль: O₂, O₃, pH, CO₂, температуры, уровня воды, работы насосов, моторов фильтров (контроль оборотов), освещенности, контроль автокормушек и др.

Ручное измерение растворенного кислорода производится при помощи портативных измерителей «Handy Polaris » и «Handy Polaris 2» (рис. 63).

Отличие между моделями в возможности сохранения результатов измерений (3000) на ПС для «Handy Polaris 2». В комплект входит набор запасных мембран и электролита. Калибровка прибора производится по «воздуху», то есть, не требует специальных реактивов.



Рисунок 16 – Портативные измерители «Handy Polaris » и «Handy Polaris 2»

Механизация процесса кормления рыб

Для достижения наилучшей экономии при разведении рыбы кормление должно осуществляться соответствующим образом при соблюдении правильных норм. При использовании одного и того же корма в различных хозяйствах можно достичь разного эффекта. Существует два метода кормления рыб: ручное и автоматическое. Для автоматизации кормления применяют различные кормораздаточные механизмы.

Автоматическое кормление необходимо для исключения риска перекармливания и перерасхода корма и для кормления в нерабочие часы.

Маятниковая кормушка приводится в действие при касании рыбой маятника, расположенного у поверхности воды (рис. 17).



Рисунок 17 – Маятниковая кормушка

Шнек, находящийся в толще корма сбрасывает его маленькими порциями. В зависимости от потребности рыбы можно заполнять бункер большим количеством корма (на несколько дней). Количество корма можно регулировать путем настройки. При использовании таких кормораздатчиков потери корма от размывания полностью исключаются. Существует множество конструкций таких самокормушек.

Дисковая кормушка приводится в действие контроллером. Корм проходит через зазор между вращающимся диском и корпусом кормушки. Корм распределяется куполом вокруг кормушки. Кормушка предназначена для гранул размером 1...10 мм (рис. 18).



Рисунок 18 – Дискосовая кормушка

Шнековая кормушка приводится в действие контроллером. Корм равномерно транспортируется шнеком и высыпается в место кормления. Кормушка предназначена для гранул размером 1...10 мм (рис. 19).



Рисунок 19 – Шнековая кормушка

Шнековая кормушка с разбрасывателем приводится в действие контроллером (рис. 20). Корм равномерно транспортируется шнеком, и центробежной силой вращающегося диска разбрасывается вокруг кормушки. Кормушка предназначена для гранул размером 1...10 мм. Обеспечивает разброс корма в радиусе 2-12 м.



Рисунок 20 - Шнековая кормушка с разбрасывателем

Автоматические кормушки серии ELECTRIC в трёх модификациях (рис. 21):



1. ELECTRIC – с разбрасывателем корма для гранул размером 1...6 мм;
2. ELECTRIC UNIVERSAL – с разбрасывателем корма для гранул размером 0,8...12 мм;
3. ELECTRIC STANDARD – без разбрасывателя корма для гранул размером 1...6 мм. Управляются кормушки контроллером от электрической сети.

Рисунок 21 - Автоматические кормушки серии ELECTRIC

Для кормления осетровых наиболее часто используются *автоматические кормушки с часовым*

механизмом (рис. 22), которые приводятся в действие без использования электроэнергии. Они идеально подходят для кормления личинок и молоди, легко чистятся и обслуживаются. Изготавливаются из пластика, все винты выполнены из нержавеющей стали, подходят для морских условий эксплуатации. Емкость бункера 2 и 3 кг.



Рисунок 22 - Ленточный кормораздатчик с часовым механизмом



Автоматизированная система кормления для УЗВ и бассейновых хозяйств (рис. 23).

Программно-аппаратный комплекс который позволяет проводить полностью в автоматизированном режиме процесс кормления рыбы с централизованным местом управления и мониторинга.

Система наиболее оправдана при выращивании дорогих видов рыб, так как позволяет с использованием автоматизации снизить влияние человеческого фактора на ведение бизнеса. Что в прямую снижает риски потери рыбы. А также повышает скорость

роста рыбы.

Данные системы автоматизации используются на 90% рыбных ферм в Европе, США и Канаде.

Рисунок 23 - Автоматизированная система корм- В последние годы с развитием сисления для УЗВ, и бассейновых хозяйств тем УЗВ и СОВ на территории стран СНГ также начинают использоваться находя свой сегмент.

Выпускается в двух вариантах.

Кормораздатчик автоматический для установки на каждом бассейне. Кормо-бункер с объемом корма до 50 литров и до 150 литров. Используется на бассейнах товарного выращивания рыбы, или бассейнах подращивания малька. Производит дозированный сброс корма на

вращающийся диск. Что позволяет выбрасывать его на расстояние до 4-х метров от места установки. Система дозирования имеет несколько различных барабанов, заменяемых в ручную при переходе на разные размеры кормления рыбы по мере ее роста.

Кормо-бункер с объемом корма до 6 литров или до 15 литров. Используется на маленьких бассейнах подращивания малька. Производит дозированный сброс корма, под кормораздатчик, как правило используются в бассейнах с площадью поверхности до 10 м. кв. Система дозирования имеет несколько различных барабанов, заменяемых в ручную при переходе на разные размеры кормления рыбы по мере ее роста.

Кормораздатчик автоматический на монорельсе. Рекомендован для больших рыбных хозяйств (под крышей, УЗВ или СОВ) в которых бассейны стоят в один ряд и имеют большой объем однотипной рыбы 100-200-500 и более тонн (рис. 24).

Может применяться как единая система кормления комплекса в цехах товарного выращивания от 1000 до 5000 квадратных метров.

Также данная система кормления оправдана при выращивании моллюсков и ракообразных когда количество бассейнов очень большое 300-500–1000 и более.

В данной системе кормления роботизированный кормораздатчик движется по подвесной монорельсе. Монорельса проходит на всеми бассейнами для кормления, по которой движется автоматический робот производящий кормление. Робот может иметь до 4-х кормобункеров (вместимость каждого кормобункера до 50 кг). На стартовом месте робот заряжает электрические батареи, а также загружает корма в кормобункер из накопителей кормов. Количество кормобункеров влияет на количество размеров корма которыми проходит кормление в единицу времени. Как правило робот имеет два реже три кормобункера. После того как у робота в кормо-



бунере заканчивается корм, он возвраща- Рисунок 24 - Кормораздатчик автоматический на монорельсе

полнения продолжает процесс кормления с места остановки. Таким образом при большом количестве бассейнов значительно снижается трудоемкость загрузки корма в стационарные кормобункеры. Использование робота позволяет проводить кормление любого по размерам хозяйства с численностью персонала 2-3 человека.

Для перемещения робота в помещении необходимо свободное пространство от края бассейна до потолка на котором будет закреплена монорельса - 1,6 метра. Если борт бассейна от чистового уровня пола находится на уровне 2 метра, то высота потолка должна быть на уровне 3,6- 4 метра.

Система управления. Универсальная система управления работает как с первым комплектом оборудования так и со вторым (рис. 25).

И состоит из следующих компонентов:

- компьютер с установленным оригинальным программным обеспечением;
- шкаф электронного управления с контроллером и системой автоматики.

Программное обеспечение позволяет настраивать следующие параметры (удаленно с места оператора):

- график кормления рыбы в каждом бассейне посуточно объем корма (за каждое кормление в течении суток данный параметр может изменяться);
 - длительность (каждого кормления в сутках);
- Рисунок 25 – Система управления



- частоту (кормления в сутках);
- вести историю кормления (развития рыбы) за несколько лет по каждому бассейну;
- может контролировать параметры растворенного кислорода или температуры (до 6-ти сенсоров на каждый контроллер управления) обычно в системе устанавливает один или 2 контроллера;
- контролировать все параметры системы через сеть Интернет

Использование автоматизированного программно-аппаратного комплекса позволяет персоналу из двух или трех человек проводить кормление рыбного хозяйства любой производительности. Где участие человека сводится к загрузке корма в кормобункеры и настройкой процесса кормления. Безусловным является факт присутствия оператора системы для оперативного мониторинга и управления интеллектуальной системой кормления.

Система автоматической сортировки рыбы

Важным в рыбоводстве является сортировка живой рыбы по размерам. Не зависимо от типа водоема в котором выращивается рыба (бассейны или садки), рекомендуется сортировать ее по размерам для эффективного кормления и содержания. Сортировка рыбы по размерам выполняется в процессе ее выращивания несколько раз. Производительность сортировок зависит от размера и скорости подачи рыбы в бункер.

Для сортировки рыб массой от 0,8 г до 4 кг можно использовать автоматические сортировщики живой рыбы семейства «Helios» с расходом до 6 тонн в час для форели, лососевых, тиляпии, морского окуня, леща, карпа и других видов рыб (рис. 26, 27).

Также для сортировки могут быть использованы ручные и автоматические устройства для сортировки рыбы.

Механизация процессов транспортировки товарной рыбы.

Перевозка живой рыбы - важное звено в общей цепи рыбоводных мероприятий. Особенно важное значение имеет транспортировка товарной продукции, так как живая рыба обладает наиболее ценными пищевыми качествами. Доставка потребителю рыбы в живом виде является одной из основных задач товарных рыбоводных хозяйств.

Для целей доставки живой рыбы на короткие и длинные расстояния (на тысячи километров) для продажи или выращивания подходят изотермические камеры с теплоизоляцией и насыщением кислородом.



Рисунок 26 - Устройства для сортировки рыб массой от 50 г до 1,5 кг
Heliovision 40



Рисунок 27 - Устройства для сортировки рыб массой от 10 г до 2,5 кг Helios 50

Контейнер изотермический Standard для транспортировки живой рыбы. Контейнер для перевозки живой рыбы изготовлен из стеклопластика, между внешними и внутренними поверхностями которых находится изотермический материал (рис. 28). Все металлические части контейнера выполнены из нержавеющей стали. Конструкция контейнера и применяемые при изготовлении материалы позволяют эксплуатировать его в любое время года.



Рисунок 28 - Контейнер изотермический Standard для транспортировки живой рыбы

Контейнер имеет два люка для погрузки и разгрузки рыбы; двухдюймовый патрубок для слива воды с возможностью регулировки потока. Контейнеры могут быть оснащены разгрузочными устройствами, которые легко присоединяются к разгрузочному люку и позволяют быстро и качественно разгружать рыбу. Дно контейнера находится на одном уровне с нижней частью разгрузочного люка, что позволяет производить полную выгрузку рыбы.

Конструкция крепления контейнера позволяет быстро и надежно устанавливать требуемое количество контейнеров на платформе автомобиля и использовать единую систему обогащения воды кислородом и общую систему водообмена. Верхняя часть контейнера плоская и шероховатая, что позволяет людям спокойно передвигаться по ней при погрузке и разгрузке рыбы.

Для массовой перевозки рыбы применяют живорыбные машины в которых установлены баки с водой, оснащенные аэрационной системой (рис. 29).



Автомашины для перевозки имеют автоцистерну емкостью 2400 л. Производительность воздушного компрессора цистерны 10 м³/ч. В ее передней части находится емкость для льда, для осуществления возможности охлаждения воды и хранения снулой рыбы. В задней стенке цистерны имеется люк с воздушным рукавом, через который выпускают рыбу.

Перед загрузкой живорыбной машины рыбой воду доводят до

Рисунок 29– Живорыбная машина определенной температуры. Для насыщения воды кислородом перед погрузкой на 10-15 минут включают аэрационную систему при открытых крышках загрузочных люков. Во время погрузки азратор должен работать постоянно. Загрузка рыбы осуществляется через верхние люки. После полной загрузки уровень воды должен быть не ниже 30-40 мм от верхнего конца горловины. В случае вынужденной остановки автомобиля аэрационная система должна работать непрерывно. Живую рыбу также можно перевозить в автоцистернах на базе водораздатчика. Ее устанавливают на грузовую автомашину. Для загрузки рыбы используется лебедка (рис. 30), расположенная в передней части цистерны.

Живорыбные вагоны предназначены для перевозки рыбы различного возраста на дальние расстояния. Вода аэрируется с помощью форсунок и в виде капель падает в резервуары. Для снижения температуры воды используют лед. Предварительно воду в резервуарах аэрируют в течение 1 часа. Система аэрации должна быть включена и в период погрузки рыбы (рис. 31).



Рисунок 30 - Лебедка



Рисунок 31 – Изотермический вагон для транспортировки живой рыбы

Авиатранспортом перевозят живую рыбу на дальние расстояния. Для этого используются изотермические ящики или полиэтиленовые пакеты.

Вопросы для контроля и самопроверки:

1. Опишите основные типы оборудования применяемого в аквакультуре.
2. Приведите пример технического оборудования для очистки воды.
3. Приведите инновационные технологии применяемые на предприятиях рыбохозяйственного комплекса в России и зарубежом.

Практическая работа № 2. Оборудование для водоподготовки. Аэрация воды. Приборы контроля качества водной среды.

В настоящее время особенно актуальна проблема модернизации производственных процессов, а также систем управления современными производствами. Прогресс в повышении быстродействующих компьютеров в их применении привел к революции в проектировании производственных систем. Это потребовало пересмотра фактически всех технологических процессов, в том числе и технологий, связанных с рыбоводством и товарным выращиванием рыб. Пионером в этой революции явилась Япония, впервые применившая компьютеризированную технологию контроля за качеством технологической воды рыбоводных заводов. В дальнейшем по этому пути пошли такие страны как США, Канада, Франция, Италия и др. На данный период времени созданы новые автоматизированные системы управления (АСУ) для аппарата управления производством (АУП) и технологическими процессами (ТП).

Основа создания таких систем базируется на двух моментах:

1. Система автоматизированного проектирования (САПР), предназначенная для руководителей предприятий, позволяющая работать с терминалом компьютера для управления производством (АСУ АУП).
2. Автоматизированная система управлением технологическими процессами (АСУП или АСУ ТП), позволяющая управлять и контролировать работу производственного оборудования при помощи компьютера. Эта технология идет дальше обычной автоматизации в основном за счет обеспечения гибкости производственных процессов. Компьютер может передать на управляемую им единицу оборудования новый набор команд и изменить выполняемую оборудованием задачу.

В связи с этим, работы представляют собой программируемые устройства, манипулирующие материалами и рабочими инструментами, что раньше приходилось делать силами рабочих. Применение роботов особенно эффективно на монотонных, часто повторяющихся операциях, где требуется высокая степень стабильности.

Общей чертой новых технологий является то, что они повышают гибкость производства. Производственные процессы, в которых объединены все эти технологии называются гибкими производственными системами (ГПС). Их достоинством является высокая степень автоматизации. Технические возможности и конкурентные достоинства ГПС первыми признали японские специалисты. В США все еще пытаются сравниться с ними в реализации и эффективном применении этих технологий.

Сочетание новых технологий в системе, работающей под управлением интегрированной информационной управляющей системы, называют интегрированной автоматизированной системой управления производством (ИАСУП). И хотя такая система пока в основном видится лишь на уровне концептуальной проработки, необходимые составляющие ее технологии уже реально существуют. Проблема заключается в том, чтобы осуществить интеграцию и реализовать управление всеми этими технологиями в единой системе. Многие прогрессивные промышленные компании в Японии и США работают над созданием «рыбоводных заводов будущего». Здесь усилия преимущественно направлены на предприятия по выращиванию товарной продукции.

В основе создания новых автоматизированных систем лежит моделирование. По определению Шеннона применительно к производственным процессам и технологиям: модель - это представление объекта, системы или идеи в некоторой форме, отличной от самой целостности.

Главной характеристикой модели можно считать упрощение реальной жизненной ситуации, к которой она применяется. Отсюда, реально существующие технологии воспроизводства рыб есть не что иное, как модель естественного процесса воспроизведения популяций, а методы товарного их выращивания - суть модели ускоренного роста рыб.

Основной чертой любой модели является ее сложность. Если касаться человеческих взаимоотношений, что неизбежно при создании АСУ, то оказывается, что реальный мир, в котором функционирует производство, исключительно сложен и фактическое число переменных значительно превосходит возможности любого человека. Поэтому упростить ситуацию возможно лишь с помощью модели.

В свою очередь технологический процесс воспроизводства и товарного выращивания рыб теснейшим образом связан с биологическим моделированием. Так на всех этапах развития живой материи проявляется тенденция к увеличению сложности объектов, к структурному усложнению, выражающемуся в увеличении элементов в объекте и усложнению связей между ними, к функциональному усложнению, проявляющемуся в разнообразии энергетических взаимодействий элементов в объекте. Это определение Н.И. Амосова напрямую связано с биотехнологиями воспроизводства и товарного выращивания рыб. Он делит все биосистемы на пять иерархических уровней сложности: одноклеточные организмы (икра, спермии), многоклеточные организмы (личинки, молодь, взрослый организм), популяции (сообщества рыб в выростных или нагульных прудах, реке и на нагульных полях в море), биогеоценоз (выростные, нагульные пруды, река, нагульные поля в море со всем разнообразием животного и растительного мира) и биосфера (совокупность всего живого на планете).

В настоящее время основной задачей специалистов России в области воспроизводства и товарного выращивания рыб является создание современных автоматизированных производств.

При создании АСУ АУП или АСУ ТП, в основном, используют три типа моделей: физическая, математическая и аналоговые модели.

Бурное развитие биотехнологий практически во всех отраслях позволяет строить далеко идущие планы. В этом отношении прогресс скорее определяется доступностью информации и возможностью приобретения необходимых навыков, нежели развитием науки и техники. Другими словами, в основе автоматизации производств и создания АСУП стоит воспитание специалистов, отвечающих требованиям таких производств. Это первая и неотъемлемая часть для решения данной задачи. Достижения науки в области биотехнологий воспроизводства ценных видов рыб, позволяют в настоящее время создать АСУ АУП и ТП практически на рыбоводных производствах любого профиля.

АСУ АУП предназначена для оперативного управления всем процессом производства и ориентирована на его обеспечение. Здесь оптимальной оказалась форма создания АРМов (автоматизированных рабочих мест) основных служб предприятия: руководителя, главного специалиста, главного бухгалтера. Все АРМы АСУ АУП замыкаются на базовую ЭВМ и обеспечиваются специализированными пакетами прикладных программ, отвечающим потребностям тех или иных служб.

Создание АСУ АУП, как говорилось выше, осуществляется через построение модели производства и его управление. Основные этапы процесса - постановка задачи, построение, проверка на достоверность, применение и обновление модели.

Первый и наиболее важный этап, способный обеспечить правильное решение управленческой проблемы, состоит в постановке задачи. Правильное использование математики или компьютера не принесет никакой пользы, если сама проблема не будет точно диагностирована.

Вторым этапом является построение модели. Разработчик должен четко представлять главную цель модели, какие выходные нормативы или информацию предполагается получить, чтобы помочь руководству разрешить стоящие перед ним проблемы. Здесь руководитель предприятия должен определить, какая информация требуется. К трудностям при построении модели необходимо отнести факторы, учитывающие расходы и реакцию людей. Модель, которая стоит больше, чем вся задача, конечно, не внесет никакого вклада в проблемы организации. Излишне же сложная модель может быть воспринята пользователем, как угроза и отвергнута им. Таким образом, для построения эффективной модели руководителю производства и разработчикам необходимо работать вместе, взаимно увязывая потребности каждой стороны.

Третьим этапом является проверка модели на достоверность. Одним из аспектов проверки заключается в определении степени соответствия модели реальному миру. Руководитель предприятия должен установить, все ли существенные компоненты реальной ситуации встроены в модель. Второй аспект проверки связан с установлением степени, в которой информация, полученная с помощью модели, действительно помогает руководителю справиться с проблемой. Рекомендуемый способ проверки модели состоит в опробовании ее на ситуации из прошлого.

Организация автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУП или АСУ ТП) предусматривает полную или частичную автоматизацию всех операций и управление исполнительными устройствами с помощью ЭВМ. Очевидно, что создание такой системы может быть осуществлено на рыбоводных заводах в два этапа:

1. Механизация операций технологии при этом необходимо учитывать ряд факторов. Во-первых, определить возможность и необходимость механизации каждой отдельной операции. Исходя из специфики работы рыбоводного предприятия, не всегда оказывается возможным механизировать ту или иную операцию. Так, например, целесообразно ли и возможно ли механизировать операцию по инъектированию производителей или операцию по отбору половых

продуктов? Вряд ли! во-вторых, нередко лимитирующим фактором успешной эксплуатации того или иного устройства является уровень подготовки специалистов предприятия. Подчас автоматическое устройство не воспринимается обслуживающим персоналом из-за конструктивной сложности, дизайна, количества и качества индикаций и т.д. Так, например, при внедрении на Барабашевском рыбноводном лососевом заводе (Приморский край) счетчика производителей кеты рабочие-рыбоводы, находящиеся на дежурстве на «забойке», не воспринимали световую индикацию при заходе производителей в ловушку, не могли работать с цифровым дисплеем, реагируя только на звуковой сигнал о включении устройств памяти при заходе рыб в ловушку или выходе из нее. В-третьих, недоверие к устройству. Очень часто возникают сомнения в том, что внедрение устройства может что-нибудь изменить к лучшему. Так получилось при внедрении устройства «электронаркоз», предназначенного для наркотизации производителей вместо забоя их колотушкой. В-четвертых, физическая боязнь устройства.

Все эти факторы необходимо учитывать перед принятием решения о механизации той или иной операции. До тех пор, пока все эти моменты не решены, механизация операций, а вслед за ней и автоматизация всей технологии, обречены на провал.

2. Второй этап предусматривает создание самой системы автоматизированного управления технологическим процессом. Он предусматривает ряд последовательных действий: 1. перевод устройств в режим автоматической работы; 2. создание программы (алгоритма) работы устройства; 3. стыковка устройства с ЭВМ; 4. создание пакета прикладных программ последовательных действий во времени того или иного автомата; 5. испытания и внедрение АСУ ТП.

На схеме видно, что базовая ЭВМ соединяется с исполнительными устройствами каждой подтехнологии на основании информации различной модальности о прохождении технологического процесса (электрическая, механическая, временная и т.д.). Входная информация распределяется по файлам, соответствующим каждой подтехнологии (блокам). Внутри каждого блока создан свой специализированный пакет прикладных программ, состоящих из набора алгоритмов, обеспечивающих прием информации, ее обработку и выдачу необходимых команд на исполнительные устройства. Таким образом, происходит выполнение определенных операций в подтехнологиях.

На основании ранее рассмотренного материала по механизации отдельных операций биотехнологии воспроизводства рыб, рассмотрим возможности автоматизации каждой отдельной подтехнологии.

Механизация очистки технологической воды и контроля параметров воды на рыбноводных заводах

Основными «узкими» местами здесь являются: защита водозабора рыбноводного предприятия от залповых токсических выбросов, очистка технологической воды от взвесей и различных примесей и обеспечение качественной технологической водой основных участков завода. В настоящее время на современных осетровых рыбноводных заводах (ОРЗ) очистка технологической воды осуществляется в прудах-отстойниках от взвесей и некоторых органических соединений лишь на 50%. Вместе с тем, проблема предохранения воды, попадающей на заводы из естественных водоемов от залповых токсических выбросов, до сих пор остается актуальной. Ряд случаев 100 процентной гибели посадочного материала на Волжских ОРЗ показали, что подобная угроза остается реальной. Для ее ликвидации необходимы системы, обладающие высокой надежностью и достаточным быстродействием. Принципиальная схема такой системы следующая: датчик - исполнительное устройство. Исполнительными

устройствами в данном случае могут являться электроздвижки, установленные на водозаборах ОРЗ.

Более надежными системами в данном случае оказались биодатчики. Биодатчик - это живая биологическая система любого уровня организации, отвечающая на пороговые воздействия антропогенных факторов для того или иного вида культивируемого посадочного материала. Они отличаются высокой надежностью, адекватностью ответа на любое комплексное загрязнение, а также на одиночные токсиканты. Иными словами эти системы полифункциональны. Однако здесь необходимо учитывать их инертность. Основное правило при выборе биодатчика это: чем более сложна живая система, тем более она инертна при обработке и передаче сигнала. Кроме того, весьма принципиальным является вопрос сопряжения биодатчика с исполнительными устройствами.

В настоящее время предложен ряд биодатчиков, пригодных для использования в различных видах коррекции состояния водной среды.

1. Различные типы рыбомониторов, в которых в качестве регистрируемых параметров предлагаются: а) изменения скорости плавания рыб, б) изменения частоты дыхания рыб (электропневмограммы), в) изменения частоты сердцебиений (электрокардиограммы). Все названные выходные параметры могут обрабатываться с помощью современных компьютерных систем и передаваться на исполнительные устройства. К недостаткам таких систем следует отнести сравнительно высокую резистентность рыб к загрязнителям, инерционность систем: (ЭКГ - 60 - 80 сек., ЭПГ - 120-160 сек., поведенческие реакции - 1-3 мин., избирательность к загрязнителям разных видов рыб.

2. Биодатчики на основе беспозвоночных. Одним из устройств, предложенным Н.С. Кикнадзе с сотр., явилось использование в качестве выходных показателей изменение периода биения сердца дафний, как биоиндикатора. Здесь суммарная активность сердцебиений дафний регистрируется электродами в аквариуме, сигнал усиливается и через модулятор и демодулятор поступает на регистрирующее или исполнительное устройство. Исполнительное устройство срабатывает, когда сигнал при регистрации импульсов превышает или становится ниже заданных величин.

Второй модификацией использования биодатчиков явился экспресс-метод оценки замедленной флюоресценции водорослей, что является показателем сублетальной концентрации токсических веществ, подавляющих фотосинтетическую деятельность (Соколова, Цвылев, 1986). Данная модификация предлагается для биотестирования нерестилищ осетровых и на ОРЗ. Однако этот способ непригоден для защиты технологической воды, так как сложен в исполнении и достаточно инерционен.

Третья модификация предложена сотрудниками института Медбиопром. Она основана на использовании в качестве биодатчика пресноводной медицинской пиявки. Б.Ф. Флеровым (1971) была показана ее высокая реактивность при воздействии как отдельных токсикантов, так и их смесей, выражающаяся в мгновенной реакции мышц. Положительной стороной данного предложения является тот факт, что биодатчик при обычных условиях может жить сколь угодно долго, однако после воздействия токсиканта его необходимо заменять. Скорость срабатывания при воздействиях неблагоприятных факторов среды практически мгновенна.

Решив проблему автоматизированной защиты поступающей на завод воды, реально перейти к созданию системы АСУ ТП водоподготовки. Принципиальная схема механизации операций и автоматизации водоподготовки рыбоводного завода приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 - Схема автоматизации водоподготовки ОРЗ:

1 - биодатчик, 2- контрольная заглушка, В.П.- цех выдерживания производителей, И.Ц.- инкубационный цех, Л.Б.- личиночная выростная база, -•- - датчиковые системы, -•— - входная информация, -•- - команды на исполнительные устройства, - - - - информация на АРМы руководителя и главного инженера

Из схемы видно, что вода из водозабора через биодатчик 1 попадает в пруд-отстойник. При состоянии воды, отвечающей требованиям рыбоводного процесса, биодатчик находится в нормальном состоянии и не передает никакой информации на базовую ЭВМ, которая в данном случае принимает на себя роль роботрона. В случае изменений параметров воды, биодатчик, реагируя, передает сигнал на базовую ЭВМ, которая, в свою очередь, закрывает электрозадвижку 2 и отключает насос. База выдерживания производителей, инкубационный цех и личиночная база снабжаются технологической водой через систему замкнутого цикла, что обеспечивает ее бесперебойную работу в автономном режиме (см. ниже). Все параметры технологической воды при этом корректируются базовой ЭВМ и в случае необходимости, с помощью исполнительных устройств, включаются те или иные аппараты, обеспечивающие необходимые показатели воды. Вся информация поступает на АРМы главного инженера и главного рыбовода. Первый обеспечивает бесперебойную работу всех аппаратов, а второй, - нормальное прохождение технологического процесса в цехах.

Схема замкнутого цикла водоснабжения и водоподготовки цехов приведена на рисунке 2.

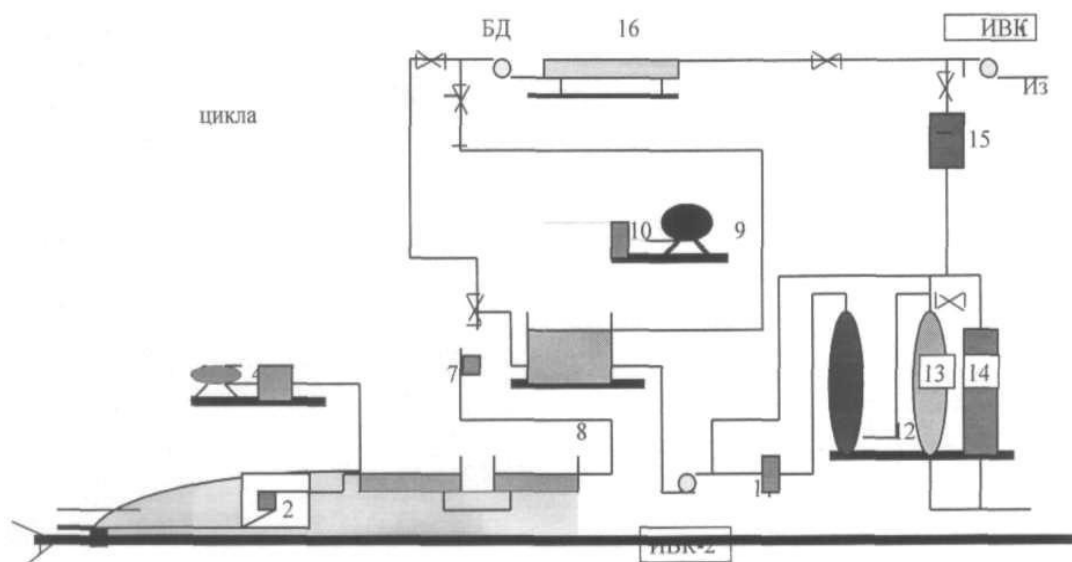


Рисунок 2 - Схема водоподготовки технологической воды инкубационного цеха с замкнутым циклом водоснабжения:

1 - водозабор, 2 - насос главной насосной станции, компрессор, 3 - компрессор, 4 - флотатор, 5 - 1-й пруд-отстойник, 6 - 2-й пруд-отстойник, 7 - насос, 8 - озонаторная камера, 9 - озонатор, 10 - воздуходувка, 11 - насос, 12 - скоростной фильтр, 13 - теплообменник, 14 - градирня, 15 - бактерицидная установка

Здесь схема водозабора и предварительной водоподготовки несколько изменена. Вода из водоисточника попадает в первый пруд-отстойник 5. В нем с помощью флотационной установки (3, 4) вода освобождается от взвесей и поступает во второй пруд-отстойник 6, где происходит расщепление аммонийных соединений до нитратов и нитритов и подогрев воды до нерестовых температур. С помощью насоса 7 вода из пруда-отстойника закачивается в емкость 8, в которой при помощи озонаторной установки (9, 10) происходит доокисление органических и неорганических веществ. Из емкости 8 вода поступает на первую контрольную точку (ИВК2). При показателях мутности воды, отвечающих нормативам, вода подается в зависимости от температуры либо в теплообменник 13 (нагревание), либо на градирню 14 (охлаждение), а затем в цикл цехов. В случае превышения показателей мутности, вода насосом 11 направляется в скоростной фильтр 12, а затем на блок температурной регуляции.

Выходя из цикла, вода попадает на вторую контрольную точку (ИВК-1). При параметрах технологической воды, отвечающих требованиям рыбоводного процесса, вода через бактерицидную установку 15 возвращается в цикл. В случае отклонения параметров воды от нормы, она проходит через емкость-отстойник 16, где осаждаются взвеси, и через биодатчик попадает либо в контрольную точку ИВК-2, либо в емкость 9 на озонирование. При насосе 7 имеется устройство, регулирующее уровень воды в системе. В случае его падения, включается насос 7 и вода из пруда 6 в качестве подпитки поступает на очистку.

Кроме биодатчиков, разработаны различные системы и устройства, позволяющие контролировать состояние технологической воды рыбоводного предприятия. Так, например, хорошо себя зарекомендовал «Тестер рыбовода», предназначенный для регистрации основных показателей воды рыбоводного предприятия.

Блок памяти смонтирован на базе микрокалькулятора «Электроника МК -52». Блок электродов крепится на штанге, позволяющей проводить измерения показателей воды в разных условиях: в лаборатории, в рыбоводных емкостях, в реке. Прототипом данной конструкции явился прибор японской фирмы «Хориба». В данной конструкции учтены все недостатки, проявившиеся в период эксплуатации этого прибора.

Другая разработка стационарного устройства для регистрации показателей технологической воды «Информационно-вычислительный комплекс» (ИВК) смонтирован на базе вычислительной машины «Электроника- 001». Блок памяти располагается в кейсе, что позволяет переносить устройство.

Пакет прикладных программ записан на магнитной ленте и вводится в вычислительную машину с помощью магнитофона. Регистрация параметров воды осуществляется на экране телевизора «Электроника - 409д».

Информация на устройство поступает с селективных электродов, которые периодически необходимо калибровать. Информация на экране телевизора может быть в двух модификациях: либо в цифровом выражении, либо в графическом. Возможна также работа устройства в следящем режиме, а передача команд на исполнительные устройства расширяет функциональные возможности ИВК. Сам комплекс может использоваться как управляющий

процессом водоподготовки предприятия. Так, его использование в системе оборотного водоснабжения основных цехов завода решает проблему защиты и очистки технологической воды.

Для обеспечения газового режима рыбоводных выростных прудов любой площади предназначен прибор, разработанный итальянской фирмой «Аква Эко». Конструкция устройства представляет собой камеру, в которую под давлением подается кислород или воздух. Для регулирования угла разброса струи воздуха и ее давления на выходе камеры устанавливают насадки различной конфигурации, размеров и диаметров выходных отверстий.

Для регулирования глубины погружения устройство крепится на подвижной раме. Это позволяет изменять площадь и глубину аэрируемой зоны водоема. В стационарном варианте раму с устройством устанавливают на специальной станине, находящейся на дне водоема, а в буксируемом - рама крепится на поплавки.

Для обслуживания больших площадей, возможно, использовать несколько устройств, соединенных в кассеты.

Буксировку можно осуществлять с помощью любого судна или по канатам стационарными механизмами, установленными на берегу, например, с помощью электрической лебедки. В зависимости от типа насадки производительность устройства изменяется от 10 до 50 литров воздуха в минуту.

Другая конструкция, предлагаемая той же фирмой представляет собой крыльчатку с лопастями, погруженной в воду на уровне оси.

Вращающиеся лопасти осуществляют перемешивание слоев воды, что выравнивает газовый режим водоема. Эти устройства эффективно применять в южных районах, где летние температуры воды подходят к критическим для объектов аквакультуры.

В Италии обе модификации устройств эффективно применяют в рыбоводных каналах и на больших нагульных прудах. Для Астраханской области, где летние температуры воды в июле-августе месяцах нередко выходят за пределы оптимальных значений в выростных прудах, такие устройства могли бы оказаться наиболее эффективными и экономичными мерами для сохранения рыбоводной продукции.

Вместе с тем, обработку прудов с помощью подобных устройств, возможно, автоматизировать, однако использование для управления базовой ЭВМ в данном случае вряд ли эффективно из-за удаленности большого количества прудов от центральной усадьбы предприятий. Здесь, по-видимому, наиболее рациональным будет применение локальных датчиков по типу термооксиметров, устанавливаемых на каждой отдельном устройстве или группе устройств.

Для коррекции параметров технологической воды предлагается большое количество способов, которые по принципу действия можно разделить на два основных метода:

1) Фильтрация воды – эффективна при удалении из поступающей воды взвешенных веществ и посторонних организмов (за исключением некоторых микроорганизмов). Особенно широкое распространение получили гравийные и песчаные фильтры. Хорошие результаты дают диатомовые фильтры, но они быстрее, чем песчаные и гравийные засоряются. Все фильтры требуют периодической обратной промывки. Если необходимость в обратной промывке возникает чаще, чем один раз в день, фильтр должен быть заменен фильтром с большей пропускной способностью.

2) Аэрация воды - насыщение воды кислородом. Производится с целью удаления из воды гидроокиси железа, свободной углекислоты и сероводорода, что существенно улучшает её качество. Аэрация воды представляет собой естественный или искусственный процесс обогащения воды кислородом воздуха. При этом происходит окисление растворенных

соединений железа и перевод их в хлопьевидную форму, легко задерживаемую засыпными осадочными фильтрами.

Портативные приборы для измерения параметров воды

«OxyScan «light» предназначен для измерения концентрации растворенного кислорода и температуры в воде, в комбинации с датчиком кислорода (рис. 3).

ручному измерительному блоку «OxyScan «light». Датчик не требует обслуживания в течение срока эксплуатации утилизируется или может пройти регенерацию у производителя датчика до 2 лет. Калибровка прибора производится в защитной камере. Для температурной компенсации и измерения температуры в датчик вставлен температурный датчик (Thermistor NTC). В приборе не используется источник излучения. Этот прибор предназначен для ежедневного контроля температуры и концентрации растворенного кислорода в водоёмах, бассейнах для разведения рыбы.

Карманные термометры обеспечивают высокоточные измерения температуры в широком диапазоне с малым временем отклика (менее 20 сек.). Во всех приборах в одном корпусе объединены температурный датчик из нержавеющей стали и электронный измеритель, снабженный функцией самодиагностики (рис. 4,5). Подходят для быстрого и точного измерения показателей температуры в рыбоводных емкостях.



Рисунок 3 - Термооксиметр
«OxyScan «light»
Термооксиметр



Термооксиметр имеет прочный корпус из ABS пластика с дисплеем и мембранными влагонепроницаемыми клавишами. Прибор имеет русское меню, автоматическую калибровку, автоматическую компенсацию по температуре, ручную компенсацию по атмосферному давлению. Компенсация по солености отсутствует.

Тип датчика: электрохимический полярографический. Датчик термооксиметра имеет пластиковый неразборный корпус с кабелем от 2 до 15 метров и защитную камеру. На конце кабеля установлен разъем для подключения

Рисунок 4 - Карманный
термометр

СНЕКСТЕМР со встроенным датчиком

Рисунок 5 - Карманный термометр СНЕКСТЕМР-1 с датчиком на кабеле (1м)

Для легкого и быстрого измерения *величины pH* на рыбноводных предприятиях можно использовать компактный ручной измерительный прибор (рис.6). Величина pH (0-14) точно измеряется и отображается на дисплее. Прибор работает с запрограммированным эталоном (автоматическая ка-



либровка) и сразу готов к применению. За- Рисунок 6 – pH-метр пассивной электрод легко меняется.

Многофункциональные приборы для измерения параметров воды

Отдельное место занимают многофункциональные приборы для измерения параметров воды. Совмещение в одном корпусе нескольких датчиков позволяет сэкономить большое количество рабочего времени и агрегировать большой объем информации в цифровом виде, формируя базу данных параметров среды для автоматического контроля и последующего анализа, в том числе, и с применением технологий искусственного интеллекта. Минусом подобных систем является лишь их относительно высокая стоимость, но стратегические преимущества использования таких приборов выше этого недостатка.



Рисунок 7 – Многофункциональный измерительный прибор Aqua Troll 400

Примером такого прибора может служить линейка мультиметров Aqua Troll 100, 200, 400 норвежской компании Akva Group. Так, модель 400 производит измерения общей и специальной проводимости, солености, общего количества растворенных твердых веществ, удельного сопротивления, плотности, растворенного кислорода, ORP, pH, температуры, уровня воды, абсолютного давления воды, а также сохраняет или передает информацию в цифровом виде.

Вопросы для контроля и самопроверки:

1. Опишите основные типы оборудования для водоподготовки применяемого в аквакультуре
2. Опишите основные типы оборудования для аэрации воды применяемого в аквакультуре
3. Приведите пример технического оборудования для контроля качества водной среды.

Практическая работа № 3. Морские фермы. Зарубежные аналоги, представленные на аквакультурном рынке

Цель: Изучение технологии получения товарной продукции на морских фермах, зарубежных аналогов, представленных на аквакультурном рынке **Задание:**

1. Изучите преимущества направления морской аквакультуры.
2. Рассмотрите и охарактеризуйте основные технические средства «глубоководной» («offshore») аквакультуры.
3. Изучите основные сооружения для объектов «глубоководной» («offshore») аквакультуры, представленные на аквакультурном рынке.
4. Сделайте выводы, ответьте на контрольные вопросы.

Теоретический материал

Морские фермы (плантации) – искусственные технические сооружения, используемые для культивирования гидробионтов в прибрежных и открытых акваториях морей и океанов (марикультура).

Опыт человечества в становлении и развитии производящего хозяйства показывает, что наиболее перспективным является направление культивирования, которое связано с выращиванием организмов в естественных условиях на специально подготовленных плантациях. Подготовка плантаций в море включает в себя, как основную часть, монтаж гидробиотехнических сооружений. Использование на плантации этих сооружений позволило сделать качественный скачок в развитии марикультуры. С их помощью создаются условия для выращивания организмов в наиболее продуктивных слоях воды. При использовании сооружений возможны размещение плантаций на глубоководных участках (с глубинами 100-300 метров), использование толщи воды, значительное увеличение по сравнению с естественными условиями плотности посадки, выживаемости организмов за счет уменьшения потерь от вредителей, болезней, плохого состояния дна. Эффективность производства при этом может быть увеличена в десятки раз по сравнению с прибрежной аквакультурой и в сотни раз, по сравнению с традиционным рыболовством.

Появляется возможность поднятия продуктивности ферм за счет внесения удобрений, проведения селекционных работ. С их помощью в толще воды выращиваются как пелагические, так и бентосные организмы. Специальные сооружения позволяют механизировать и даже автоматизировать процесс производства культур, повысить производительность труда на плантациях по посадке, уходу и сбору урожая, снизить энергетические потребности хозяйств и решать другие важные производственные задачи.

Проектирование гидробиотехнических сооружений. Эмпирический путь создания прочных сооружений трудоемок и требует значительного времени и материальных затрат. Расчетный (предсказывающий) путь обладает целым рядом преимуществ, которые позволяют говорить о том, что именно он будет господствующим в настоящем и будущем. Чтобы дать надежные методы расчетного проектирования, необходимо выявить конструктивные особенности и те вопросы, которые следует решать при создании гидробиотехнических сооружений. Для разработки этих вопросов требуется решить целый ряд проблем, связанных с прочностью, создать нормативные материалы их проектирования, монтажа и эксплуатации.

Гидробиотехнические сооружения в своем составе имеют несущие и выростные элементы. Требования прочности должны быть предъявлены к несущим конструкциям. Конструкции сооружений зависят от способов содержания и видов объектов разведения, в частности условий существования организмов.

Выделяются две большие группы гидробиотехнических сооружений: стационарные, которые не меняют своего положения в пространстве в течение всего времени своего существования; передвижные, выполненные на основе самоходных или буксируемых средств, а

также «дрейфующие», которые могут менять свое положение в зависимости от требований биологической и гидрологической обстановки.

Ограждающие загонные сооружения. Неприкрепляющиеся морские организмы (рыбы, креветки, омары и др.) разводят в загонах – огражденных частях моря. В 60-х годах в Японии получило широкое распространение строительство на больших территориях сублиторальных сетных заграждений жесткой конструкции (на сваях) из гальванизированной проволоки на сваях и гибкой, подобно ставным неводам. Верхняя кромка ограждений возвышается над уровнем моря на 0,5-1,5 м. Ограждения обрастают водорослями и моллюсками, за счет чего повышается опасность их разрушения во время штормов. Ограждения обычно строятся около берега, но в Японии построено сооружение на акватории моря жесткой конструкции диаметром 55 м (оградительная сетка выполнена из гальванизированной проволоки). В придонных слоях ограждения служат для сохранения малоподвижных объектов – обычно моллюсков) в пределах определенного района. Этот район очищается от вредителей и сорных видов. Тип и конструктивные особенности ограждений определяются глубиной моря.

Садки и садковые устройства. Ввиду существенных достоинств культивирование пелагических объектов в последнее время быстрыми темпами развиваются конструкции садков и садковых устройств. В последнее время например, идея системы погружения – всплытия находит применение в сооружениях для выращивания водорослей и моллюсков.

Волноустойчивое садковое устройство ВСУ (рис. 1) – автоматическое волноустойчивое подводное садковое устройство, разработанное для круглогодичного выращивания различных видов рыб на открытых акваториях крупных водохранилищ, озер, морей и океанов. Устройство используется в составе рыбоводных ферм или в виде отдельных объектов.

Основные технические параметры ВСУ

Глубина моря в месте установки до 50 м;

Удаление от берега до 10 миль;

Диапазон глубины позиционирования в толще воды 5-40 м

ВСУ надводное положение, предельное волнение моря 6 баллов;

ВСУ подводное положение, предельное волнение моря 8-9 баллов;

Нормальное водоизмещение 18,97 т;

Общая высота (с сетной камерой объемом 2000 куб.м.) 12,1 м;

Диаметр (по осям) 20 м;

Осадка минимальная (при спуске ВСУ на воду) 0,8 м;

Осадка максимальная (с сетной камерой объемом 2000 куб. м.) 8,6 м;

Объем сетной камеры 1200-2000 куб.м;

Масса корма в кормобункере до 2,3т;

Автономность по корму 7-30 дней;

Срок службы 25 лет;

Виды выращиваемой рыбы лосось, форель, осетр и др.; Выход товарной продукции 35-80 т/цикл.

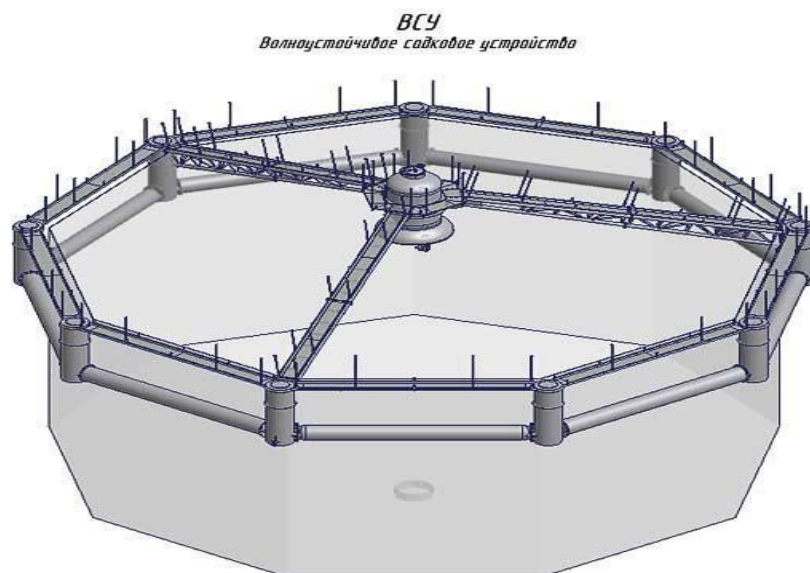


Рис. 1. Волноустойчивое садковое устройство

Поверхностное садковое устройство ПСУ (рис. 2): Общая высота (с сетной камерой) 5.55 м; диаметр (по осям) 10 – 20.0 м; объем сетной камеры 400 – 1000 м.куб; масса (в зависимости от исполнения) от 2 до 4 т; материал судостроительная сталь; срок службы 15 лет.

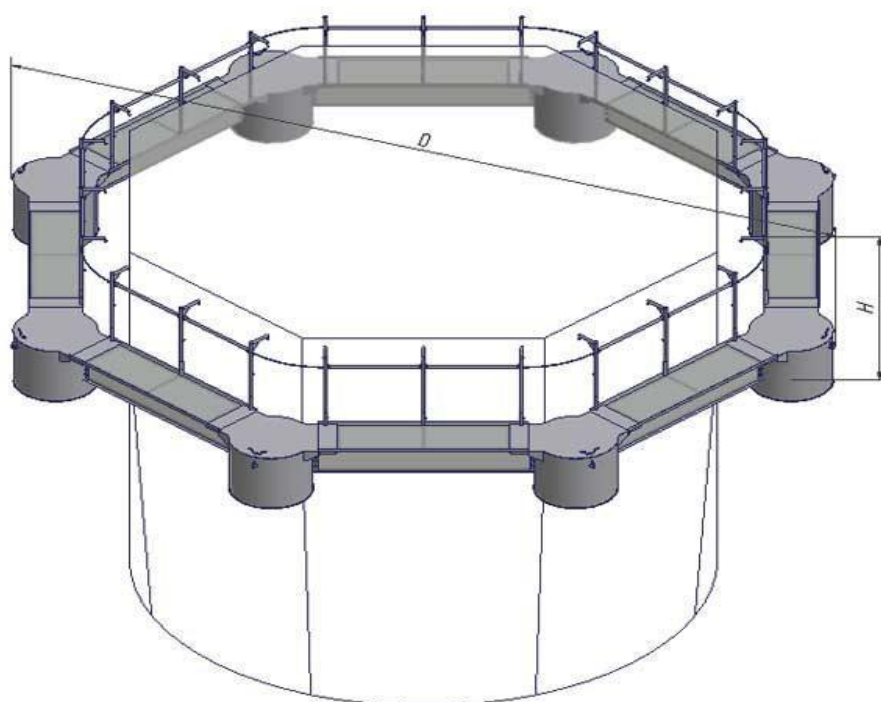


Рис. 2. Поверхностное садковое устройство

Сооружения водорослевых плантаций. В больших масштабах разведение водорослей практикуется в Японии. Издавна для разведения порфиры используются сети – хибии, которые обычно устанавливают в эстуариях, где вода богата питательными веществами. Применяют сети

длиной 18 м и шириной 1,2 м при величине ячеи 15-25 см. Возможность заболевания порфиры снижается при вертикальном расположении сетей, но водоросли при этом растут неравномерно.

С целью увеличения запасов ламинарии на дно моря спускают камни массой 40-50 кг или бетонные блоки: цилиндры высотой 60 см, диаметром 60 см и толщиной стенок 10 см; тетраэдры со стороной 45 см, усеченные четырехугольные пирамиды высотой 30 м со стороной верхнего квадрата 20 см, а нижнего – 40 см. Для увеличения площади обрастания проводятся взрывы (или другие меры разрушения) плоского каменного дна. Наиболее эффективным, однако, считается выращивание ламинарии на тросовых системах.

Гибкие тросовые сооружения имеют ряд преимуществ, обуславливающих их широкое использование. Они просты в изготовлении и монтаже. Обеспечивают удобство ухода за организмами. Хорошо приспосабливаются к внешним, волновым воздействиям.

Все гибкие сооружения можно разделить на две группы. К первой относятся одиночные тросы в виде однопролетных нитей (рис. 3, 4) (П-образные установки) или многопролетных нитей с закреплением в промежуточных точках (гребенчатые установки). Примером таких сооружений могут служить одиночные сооружения хозяйства Буп Хо (КНДР). Система одиночных горизонтальных канатов заякорена на массивы. Длина горизонтального каната 40 м. Якорные оттяжки закрепляются на грунте с помощью бетонных якорей-блоков массой до 2 т. Якоря десяти одиночных элементов соединяются якорными цепями по дну и укрепляются тяжелыми якорными блоками. К горизонтальному канату через 0,5 м прикрепляются посадочные веревки. Подъемная сила плавучести меняется по мере роста ламинарии от 450 Н до 4,35 кН. Тросы – винилоновые диаметром 18-21 мм. Сорокаметровые сооружения применяют на той акватории, где можно ожидать скорость течения до 1,2 м/с при волнении более 4 баллов.

В Японии также ввиду ограниченности закрытой территории выращивание водорослей проводят на одиночных тросовых сооружениях в открытом море. В южной части о-ва Хоккайдо и на севере о-ва Хонсю хозяйства выращивают в открытом море до 150 тыс. т ламинарии. Несущий канат имеет длину 105 м, якорные оттяжки устанавливаются длинные (4-6 глубин), якоря плитные массой около 2 т.

Ко второй группе сооружений относятся перекрестные системы (рис. 5, 6, 7). В Японии, например, тросовые устройства для выращивания ламинарии имеют длину 70 м и ширину 20 м, устанавливаются на глубине 20 м и удерживаются четырьмя бетонными якорями массой 1 т. Якорные оттяжки – канаты диаметром 40 мм. Несущие канаты диаметром 25 мм заглублены на 1-2 м и поддерживаются в толще воды пластмассовыми буями диаметром 20 см. К несущим канатам на расстоянии 5 м подвешиваются веревки диаметром 25 мм. К ним с интервалом 0,5 м вплетают отрезки веревок с посадочным материалом.

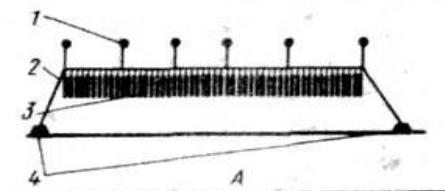


Рис. 3. Схема одиночного однопролетного гибкого сооружения

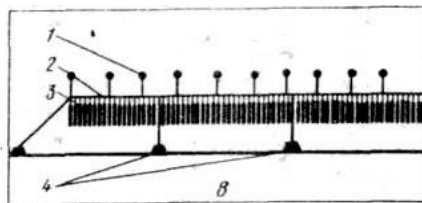


Рис. 4. Схема одиночного гребенчатого гибкого сооружения

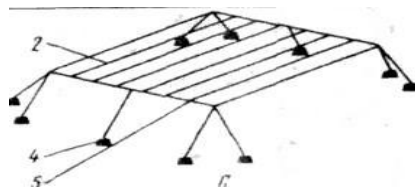


Рис. 5. Схема перекрестного гибкого сооружения с элементами в одном уровне

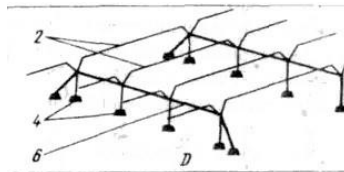


Рис. 6. Схема перекрестного гибкого сооружения с опорными канатами

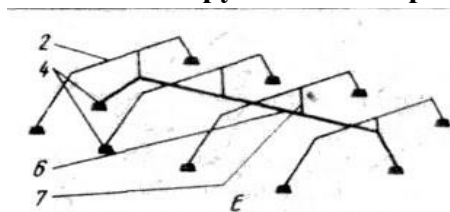


Рис. 7. Схема перекрестного гибкого сооружения с регулировочными веревками

1 – плавучесть, 2 – несущий канат, 3 – выростные элементы, 4 – якоря, 5 – канатная рама, 6 – опорные канаты, 7 – регулировочные веревки

В уже упомянутом ранее хозяйстве Буп Хо (КНДР) при течении менее 0,9 м/с и волнении до трех баллов применяют комбинированные. Такое сооружение оборудовано несколькими (обычно пятью) подводными опорными канатами, расположенными на расстоянии 45 м. Опорные канаты располагаются так, чтобы даже во время самого сильного отлива они находились под водой. Опорные и якорные канаты – винилоновые диаметром 30 мм. Крайние якоря бетонные массой 2 т, а промежуточные – 1,5 т. Над опорными канатами перпендикулярно им располагаются несущие канаты шириной 40 м, которые также выполнены из винилона диаметром 1821 мм.

В хозяйстве Су Хо (КНДР) установки состоят из пяти опорных канатов на расстоянии 50 м друг от друга, находящихся ниже поверхности воды. Несущие тросы длиной 200 м располагают перпендикулярно и выше опорных канатов через 6 м. Несущие и опорные канаты по вертикали в местах пересечения связываются регулировочными веревками, которые по мере необходимости могут менять свою длину, поднимая или опуская канаты с водорослями: Якоря лаповые – металлические адмиралтейского типа.

В последнее время выявилась тенденция создания целых водорослеводческих комплексов, в состав которых входят и выростные сооружения. В США, например, разработан проект завода по искусственному разведению и первичной обработке водорослей в открытом океане. При разработке проекта учитывали характерные особенности произрастания водорослей, механизацию работ по уходу за растениями и сбору урожая.

Сооружения для выращивания двусторчатых моллюсков. Ярусные установки – это гидробиотехнические установки (ГБТС), аналогичные для культивирования гребешка, ламинарии и устрицы, собранные из капроновых канатов, плавучестей и якорей. В качестве коллекторов обычно используют канаты, веревки, скрученные сети. Чтобы мидии не «оползали» вниз, на веревках завязывают узлы, делают вставки из дерева, резины, пенопласта или расплетенных обрезков каната. Коллекторы нужно выставлять в начале июня задолго до начала нереста, чтобы они обрасли микроводорослевой и бактериальной пленками и гидроидами, иначе оседания личинок мидии может не произойти.

В естественных условиях моллюски обитают на дне, однако считается, что выращивание их в толще воды имеет такие преимущества, как использование всего объема воды, постоянная циркуляция воды около моллюсков, предохранение их от хищников. Значительный вес моллюсков в воде (около трети веса в воздухе) требует разработки специальных приемов для удержания их в толще воды. В сравнении с сооружениями водорослевых плантаций сооружения для выращивания моллюсков более сложны в конструктивном отношении.

Используются гибкие сооружения японский метод культивирования морского гребешка, например, включает выращивание в садках до товарного вида на тросовых хребтинах длиной 50-300 м (в среднем 100 м). В начальный период к хребтине прикрепляются коллекторы для сбора спата, который пересаживают в садки-фонарики. С 1 га собирают 24 тыс. шт. товарного гребешка. Сооружения устанавливаются на глубине 15-30 м в местах, защищенных от воды, и вдали от впадающих рек. Дно должно быть песчаным.

Испанский метод культивирования основан на использовании плотов. Конструкция плота проста: плавающая платформа, к которой подвешены веревки длиной 3-9 м на расстоянии 0,5 м друг от друга. На концах веревок – грузила для предохранения их от спутывания.

В прибрежных мелководных участках Атлантического побережья Франции, отличающихся значительными приливными колебаниями уровня, используются установки типа "Бушо". Они представляют собой правильные ряды столбов, тянущиеся перпендикулярно берегу. Столбы диаметром 200-300 мм расположены двойными рядами с шагом до 1 м. Между рядами предусмотрено расстояние, достаточное для прохода обслуживающих механизмов. На столбах укрепляются сетные рукава с молодью мидий. Для защиты от хищников нижняя часть столба обернута полиэтиленовой пленкой, а верхняя – крупноячеистой сеткой.

На мелководных участках используются также элементы, выполненные в виде столов. "Столы" изготавливают из труб или прутков. В более глубоких местах используются жесткие свайные конструкции. Они изготавливаются из рельсов, вбитых в дно. На высоте 2 м от уровня моря сваи соединены продольными балками, на которые укладываются поперечины длиной около 10 м. К поперечинам крепятся устричные коллекторы (около 1000 шт.).

Классификация гидробиотехнических сооружений должна учитывать степень их ответственности и степень капитальности или срок службы. С точки зрения капитальности морские гидробиотехнические сооружения занимают промежуточное положение между гидротехническими сооружениями и орудиями промышленного рыболовства. Долговечность этих сооружений определяется циклами роста водорослей, беспозвоночных, рыб, для выращивания которых они предназначены.

Стационарные сооружения можно подразделить на основные и вспомогательные. Основные гидробиотехнические сооружения предназначены для выращивания организмов на конечных стадиях развития до товарной продукции в течение одного или более циклов. Разрушение их приводит к значительной или полной гибели объекта выращивания и, следовательно, потере урожая. К вспомогательным относятся сооружения, используемые в течение одного или нескольких периодов развития организмов на начальных или промежуточных стадиях (выращивание рассады, сбор спата, подращивание).

В зависимости от способов содержания объектов разведения можно выделить: загонные сооружения-заграждения, прорезающие толщу воды от дна до поверхности; подвесные, в которых выростные элементы находятся в толще воды или на поверхности; донные, на которых выращивание осуществляется в придонных слоях, где интенсивность волнового воздействия значительно уменьшается.

Промышленные сооружения водорослевых плантаций на всем побережье Приморского края выполняются из П-образных элементов. Подобные элементы используются и для

выращивания морского гребешка и устриц. В местах, где это необходимо, П-образные элементы позволяют использовать как традиционные способы погружения-всплытия с помощью грузов, так и способ типа «Бриджстоун».

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что эксплуатируемые за рубежом сооружения выставляются один раз на весь биологический период развития водорослей. Они должны быть рассчитаны на максимальную нагрузку, возможную в период эксплуатации. Нагрузка определяется в основном размерами живых организмов, максимальное количество которых наблюдается в период сбора урожая. Таким образом, большой период службы элементы сооружений недогружены. Ввиду этого в Приморье приводятся в соответствие технология разведения и конструкция сооружения.

Например, период развития водорослей в двухгодичном цикле можно разбить на два периода во-первых, выращивание рассады и, во-вторых, доращивание ее до товарной продукции. Границей этих двух периодов является пересадка. В эти два периода могут быть использованы различные по конструкции сооружения. В первый период они должны быть легкими, а во второй выдерживать более значительные нагрузки.

Как отмечалось ранее, сооружения, предназначенные для выращивания устриц, мидий, морского гребешка, должны обладать усиленной плавучестью или опираться непосредственно на дно водоема. Для условий эксплуатации на юге Приморья разработаны свайно-балочные системы, представляющие собой стол, выполненный из рельсов-стоек с поперечными и продольными балками. Перекрестная система балок имеет окна размером 6×6 м, в которые подвешиваются несущие хребтины с коллекторами или садками.

Перспективными и экономичными являются сооружения, выполненные на основе свайных анкеров. В них привлекается к работе грунт донных отложений. Трудности, связанные с погружением свай в открытом море, задерживают широкое их внедрение.

Крупномасштабные «глубоководные» фермы

В последние годы все больший интерес государственной политики в развитых и развивающихся странах вызывает такое направление морской аквакультуры, как «глубоководная» («offshore») аквакультура открытых морских и океанических акваторий.

Преимущества глубоководной аквакультуры связаны, прежде всего, с экологическим аспектом:

- удаленность от берега с высокой антропогенной (транспортной, рекреационной и т.д.) и экологической нагрузкой (загрязнение прибрежных акваторий мусором, нефтепродуктами, стоками производств и т.д.) позволяет выращивать водные организмы в более чистой среде;
- размещение на глубинах 100-300 метров практически устраняет воздействие производств на окружающую среду – сильные течения предотвращают накопление отходов (в т.ч. корма) в донной части, не приводят к эвтрофикации и нежелательному развитию водных растений и/или водных организмов, как в случае с прибрежными производствами;
- низкий уровень контактов с «внешними» водными организмами, по сравнению с прибрежными производствами, снижает риски распространения паразитарных и инфекционных болезней у выращиваемых водных организмов.

В итоге, плюсами глубоководных ферм является возможность реализовать такие объемы производственных мощностей, которые невозможны для практической реализации в рамках прибрежной аквакультуры.

Минусами является технологическая сложность сооружений, которые должны быть устойчивыми к штормовым проявлениям, а также большая степень автономности работы в связи с высокими логистическими затратами.

Однако в последние годы, с развитием информационных технологий и робототехники, инженерных технологий, эти проблемы получили возможность решения с большой экономической эффективностью.

Это сразу же привело к практическим шагам – проектированию и строительству глубоководных крупноштабных ферм. В качестве примера можно привести ферму Ocean Farm 1 норвежской компании SalMar (Норвегия) (Рис. 8).



Рисунок 9 - Глубоководная крупномасштабная ферма Ocean Farm 1 (SalMar, Норвегия)

Ферма, спроектированная консорциумом аквакультурных, инженерных, технологических компаний, представляет собой высокотехнологичное решение с высокой степенью автоматизации процессов и автономности на основе системы мониторинга и контроля параметров среды и водных организмов, объединяющих 20 тысяч датчиков, а также комплекс эхолотов и видеокамер. Корпус фермы был построен по заказу на заводе в Китае и спущен на воду в 2017 году; высокотехнологичное оборудование разработано и поставлено норвежскими компаниями.

Характеристики фермы: высота 68 м, диаметр 110 м, общий объем 250 000 м³, система отдельных садков внутри фермы. Предназначена для работы на открытых участках акваторий глубиной от 100 до 300 метров. Мощность производства до 1,5 млн. экз. атлантического лосося (или 8000 тн) за 14 месяцев. Обслуживающий персонал (экипаж) - 3-4 человека.

Кормление рыб

Автоматизация процесса кормления становится перспективной в связи с пересмотром мнения об оптимальном количестве кормовых мест на единицу площади пруда. Если раньше рекомендовалось внесение корма по 10-20 местам на 1 га, то в настоящее время вопрос стоит о раздаче в одном месте корма на 2-15 га пруда. Основным направлением в реализации этой задачи является использование маятниковых кормушек «Рефлекс».

Автокормушка «Рефлекс Т-1-50» (рис. 9) предназначена для выдачи корма по требованию рыбы. Под нижним полностью открытым отверстием бункера расположен опорный диск диаметром большим, чем отверстие.

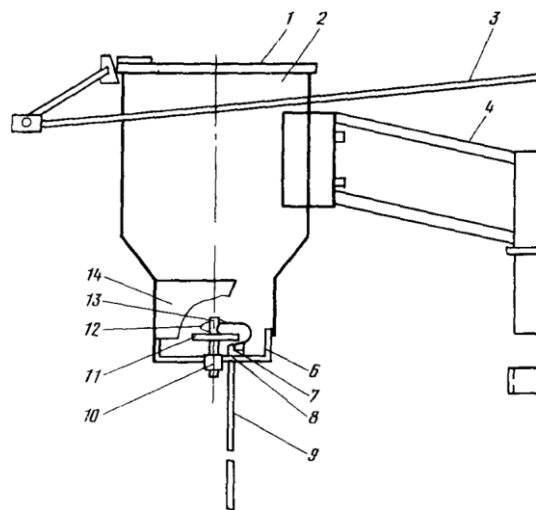


Рисунок 9 - Автокормушка «Рефлекс Т –1-50»:

1-крышка, 2-бункер, 3-тяги для открывания крышки, 4-кронштейн, 5- опорный стакан, 6-поперечина, 7- винт, 8-шаровая опора, 9-маятник, 10 - гайка, 11-столик, 12-петлеобразный сбрасыватель гранул, 13-оградительный штырь, 14-влагозащитный кожух

Произвольному высыпанию гранул корма из бункера препятствует конус корма, образующийся на опорном диске. Корм с диска сбрасывается в воду небольшими порциями под действием кольцевого сбрасывателя, являющегося продолжением верхней S-образной части рычага маятника, подвешенного на поперечной планке при помощи шаровой опоры. Количество выдаваемого корма регулируется путем увеличения или уменьшения зазора между диском и нижним краем бункера при помощи стойки с винтовой резьбой. Кожух с вырезом для регулировки и чистки выдающегося механизма защищает корм, находящийся на диске от воздействия дождя и ветра.

Многомаятниковая универсальная автокормушка «Рефлекс-МТ-У» предназначена для кормления молоди и товарной рыбы. Устройство обеспечивает надежный контакт рыбы и маятника выдающего гранулы. Оно имеет несколько маятников, подвешенных к опорному диску на петлевидных головках. В опорном диске имеется центральное отверстие и несколько периферийных отверстий меньшего диаметра. В этих отверстиях свободно подвешиваются легкие периферийные и более тяжелые маятники длина маятников около 1 м. Расстояние между соединениями периферийными маятниками или отверстиями на диске устанавливается в зависимости от размеров выращиваемой молоди рыб. После того, как молодь достигнет массы 20 г, периферийные маятники могут быть удалены, и рыба может кормиться, используя только центральный маятник.

Автокормушка *Рефлекс-Т-1000-16* предназначена для кормления товарной рыбы в зарыбленных водоемах площадью до 100 га на основе выработанной рефлекторной реакции.

Она состоит из бункера, вмещающего 1000 кг гранулированного корма, установленных над водой на двух герметичных понтонах цилиндрической формы (рис. 10).

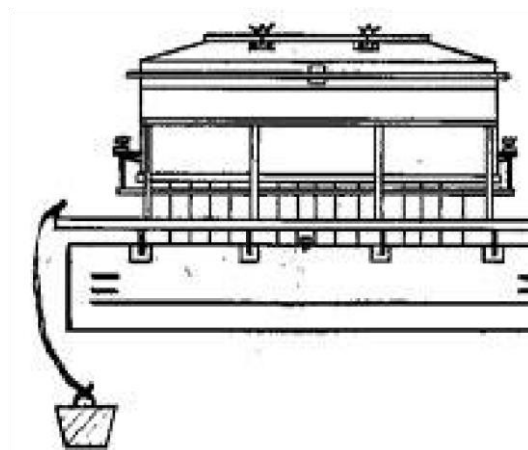


Рисунок 10 - Многомаятниковая автокормушка «Рефлекс-Т-1000-16»

На дне корытообразного бункера имеется щель, через которую гранулированный корм высыпается на опорную планку — швеллер, подвешенную под ней. На планке подвешены 16 маятников длиной до 1,5 м, которые могут отклоняться в любую сторону под воздействием рыбы. Автокормушки «**Рефлекс-Т-1000-16**» (есть модификации с объемом бункеров от 1000 до 3000 кг) вписываются в существующую схему механизированной кормораздачи: кормосклад — эстакада (или силос БМУ-20, БМУ-40) — автокормушка. К местам установки их буксируют моторной лодкой.

Более выгодна загрузка автокормушек кормами с использованием плавающего кормораздатчика АРК-С с емкостью бункера 2,5 т. Одна автокормушка устанавливается на 10 га площади пруда.

Автоматические («интеллектуальные») кормушки

Передовое оборудование для кормления — это автоматические кормушки, которые производят сброс корма не в соответствии с предустановленной программой (по таймеру), а автономно на основе мониторинга состояния водных организмов. Кормление по физиологической потребности сокращает нерациональные затраты (потери) корма на 15-20%.

Мониторинг состояния (измерение «аппетита» водных организмов) производится разными способами. Одним из решений является использование гидроакустических или инфракрасных датчиков. В качестве примера можно привести системы SF200, 500 и AQ300 австралийской компании AQ1 (рис. 11).



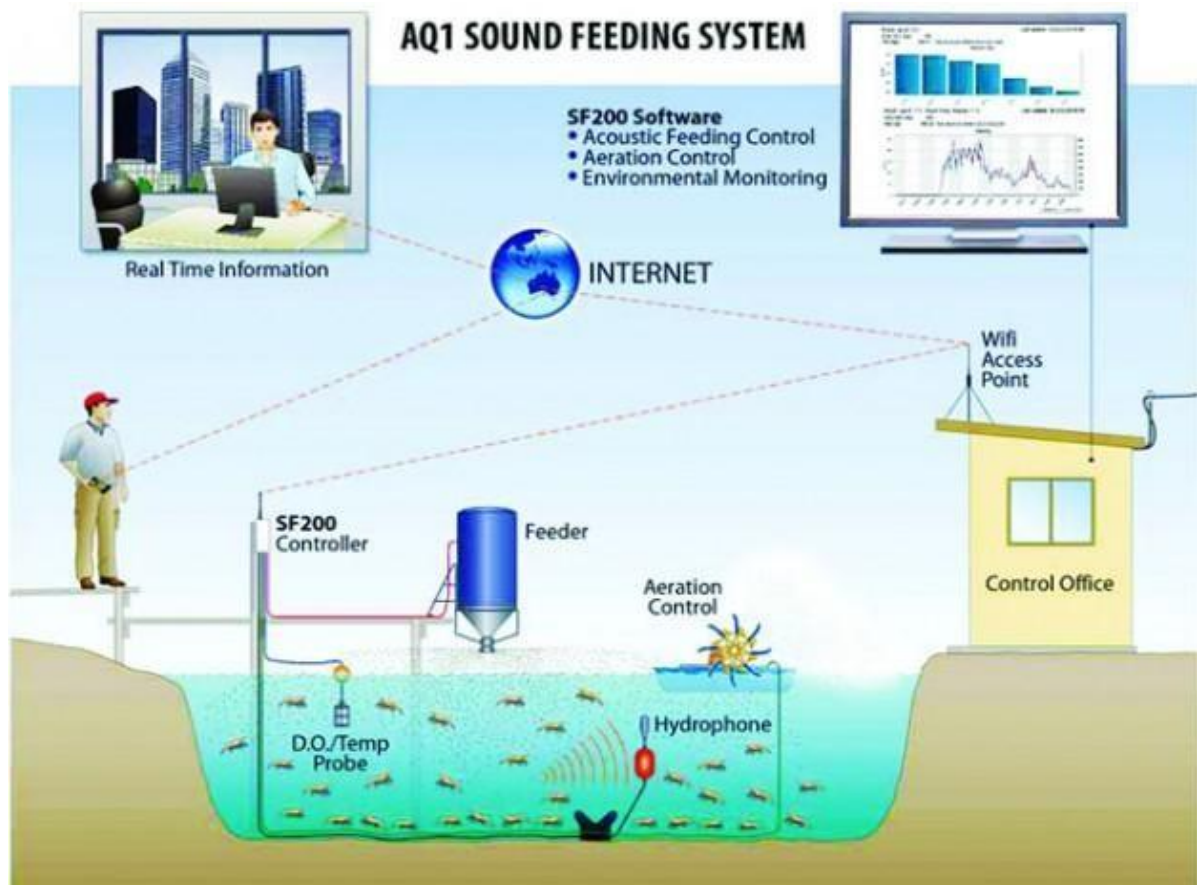


Рисунок 11 – Система автоматизированного кормления SF200 австралийской компании AQ1

Устройства для сортировки рыб

Автоматическое устройство для сортировки рыб (AFGM 0101) (рис. 12).

Основные характеристики сортировочного устройства:

- осуществляет сортировку рыб на три размерные группы с 10 до 600 г;
- угол наклона устройства регулируется;
- сортировочные элементы состоят из вращающихся роликов из нержавеющей стали;
- ролики вращаются на шарообразных подшипниках и приводятся в движение электродвигателем;
- угол наклона и расстояние между сортирующими роликами, регулируются;
- загрузочный ковш, камеры отсортированной рыбы, кожухи роликов сделаны из стеклопластика, что уменьшает вес устройства и облегчает содержание их в чистоте;
- рыба на каждом этапе сортировки омывается водой, количество которой можно регулировать при помощи кранов;
- устройство снабжено пневматическими колесами, благодаря чему один человек может свободно передвигать.



Рисунок 12 - Автоматическое устройство для сортировки рыб (AFGM 0101)



Устройство для сортировки молоди (FSM 2f) (рис. 13).

Основные характеристики:

- устройство предназначено для ручной сортировки большого количества мальков весом от 10 г до 200 г;
- сортировочные трубы устройства сделаны из нержавеющей стали диаметром 25 мм;
- к сортировочной камере устройства подведена вода;
- конструкция сортировочного устройства предусматривает регулировку высоты и наклона, что обеспечивает необходимую скорость и точность проведения сортировки рыбы.

Механизация процессов «чипирования» рыб для бесконтактной идентификации

Рисунок 13 - Устройство для Чипирование (электронное мечение) рыбы – сортировки молоди (FSM 2f) современная технология идентификации. Различные способы мечения в течение многих лет применяемые

на практике доказали, что идентификация племенных особей необходима. Однако только чипирование отвечает всем требованиям – невозможность фальсификации, гарантия сохранения номера в течение всей жизни особи, невозможность утери и подделки номера, практически полная безболезненность и оперативность при выполнении процедуры.

Для «чипирования» рыбы используются следующие виды микрочипов фирмы Trovan (рис. 14).



А

Б

В

Рисунок 14– Чипы для бесконтактной идентификации рыб фирмы Trovan:
А - Микрочип ID100А; Б - Наночип ID100А(1.25); В - Микрочип ID100(3)

Микрочип ID100А - миниатюрный чип-имплантант для рыб размером всего 11,5 x 2,12 мм. Биосовместимая стеклянная капсула идеально подходит для применения при чипировании, а также для использования в средах с повышенной влажностью.

Наночип ID100А(1.25) - самый маленький чип-имплантант для рыб в мире размером всего 7 x 1,25 мм.

Микрочип ID100(3) - усиленный чип-имплантант для рыб размером 13 x 3 мм. Также используется в текстильной и других видах промышленности.

Для имплантации чипов используются следующие виды имплантаторов (рис. 15).



А



Б



В

Рисунок 15 – Имплантаторы для чипов:

А - RAL-200 мульти-имплантатор для рыб; Б - Имплантатор IM-1xxIN для рыб; В - Имплантатор IM-300L для рыб

RAL-200 мульти-имплантатор для рыб с картриджами CAR-200 для чипов ID-100А. Ral200 можно использовать в любых условиях и он автоматически подает новый чип для инъекции. Наличие картриджей позволяет иметь с собой неограниченное количество меток. Каждый картридж вмещает 25 чипов.

Для считывания чипов используются следующие виды считывателей (рис. 16).



А



А -Б GR -250; Б - WPG-3; - ARE-H9B



Считыватель для чипов для рыб высокой производительности GR-250 – имеет увеличенную площадь и дальность считывания. Может хранить в памяти до 3072 считываний с датой и временем считывания. Прочный влагозащищенный композитный корпус. Подключение к компьютеру по кабелю RSR-232. Двустрочный LCD-дисплей.

Считыватель для чипов для рыб WPG-3 - совмещает в себе функции считывания бесконтактных RFID-меток и считывания штрих-кодов. Ввод данных с клавиатуры. Цветной LCD-дисплей. Операционная система Windows CE.NET или Windows Mobile 5.

Ультразвук в рыбоводстве применяется для определения пола, состояния и стадии зрелости гонад, выявления патологий воспроизводительной системы. Наиболее часто ультразвук применяется в рыбхозах, занимающиеся разведением осетровых (русский осетр, сибирский осетр, стерлядь).

Для ультразвукового исследования рыб (рис.17) применяют в основном стационарные приборы с широким функционалом. Самым часто используемым является mindray DP-50, SonoScape A6 и kaixin 5100 с линейными высокочастотными датчиками.

Механизация процессов ультразвуковой диагностики рыб



Рисунок 17 – Ультразвуковая диагностика осетровых рыб

Эксплуатация и автоматизация процессов кормления рыбы.

Для кормления рыб на рыбоводных заводах применяют автоматические кормушки различных марок.

Автоматические кормушки Profi-Automatik оснащены пневматическим мотором 500 Вт, который может эффективно выбрасывать большую массу корма. Воздушный поток обеспечивает разброс корма до 5 м (рис. 18).



корма. Размер

Частицы корма, в струе воздуха, хорошо разделяются и рассеиваются по поверхности воды, позволяя большому количеству рыб стабильно кормиться. Рыбы растут более равномерно и быстрее. Подходит для корма с размером гранул от 0,1 до 3 мм.

Пневматический механизм автоматической кормушки Profi-Automatik имеет оригинальное устройство. Точный дозирующий узел из бункера направляет корм в мощную струю воздуха, при этом не разрушая корм и не стирая его в пыль. Для начала работы кормушки необходимо ввести время начала и конца ежедневного кормления, желаемое количество доз в день и общую суточную массу

Рисунок 18 - Автоматические кормушки Profi-Automatik (объем бункера 60 кг)

порций обеспечивается с точностью до секунд. Кормушки комплектуются бункером на 10, 20, 40 и 60 кг. Для кормления рыбы в бассейнах кормушки комплек-

туются шлангом длиной до 2 м, что позволяет установить кормушку рядом с бассейном. Корм по шлангу подается точно в бассейн, исключая его рассыпание за стенки бассейна.

Эксплуатация приборов для транспортировки рыбы, спермы, икры.

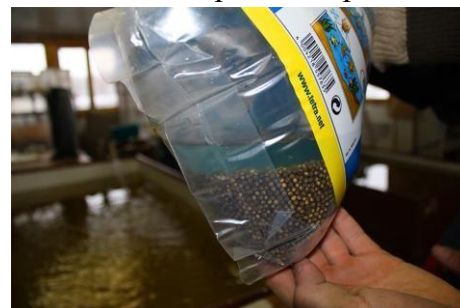
Транспортировку спермы рыб осуществляют в пробирках диаметром 0,7–0,8 см и длиной 4–5 см. Пробирки предварительно кипятят в дистиллированной воде и высушивают. Закрывать пробирки необходимо корковыми (не резиновыми), тщательно подогнанными пробками. Перед каждым применением пробки необходимо кипятить в течение 10 минут в расплавленном парафине. После использования пробирки и пробки моют в горячей воде (без мыла).



Рисунок 19 – Баллоны с жидким азотом для криоконсервации

получения спермы, объема и качественной ее оценки.

С целью длительного хранения сперму подвергают глубокому замораживанию – криоконсервированию в жидком азоте при температуре – 196°С. В этом случае она бывает жизнеспособной не менее одного года. Замораживают сперму в пропиленовых пробирках объемом 2 мл, которые выдерживают такую температуру, не разрушаясь (рис. 19).



К каждой пробирке со спермой прикрепляют этикетку с указанием вида рыбы, номера производителя, даты и часа

Оплодотворенную и обесклеенную икру осетровых рыб перевозят в полиэтиленовых пакетах, заполненных водой и чистым кислородом. Соотношение объема воды с икрой и кислорода принимают 1: 1. Транспортировку этой икры осуществляют после завершения ее дробления. Оптимальная температура воды при перевозке икры осетра-14- 17°С (рис. 20). Рисунок 20 – Оплодотворенная икра осетровых рыб, загруженная в двухслойный

Вопросы для контроля и самопроверки:

полиэтиленовый пакет

1. Охарактеризуйте преимущества направления морской аквакультуры.
2. Опишите основные технические средства «глубоководной» («offshore») аквакультуры.
3. Охарактеризуйте основные сооружения для объектов «глубоководной» («offshore») аквакультуры, представленные на аквакультурном рынке.

Практическая работа № 4. Оборудование для урбанизированного («внутреннего») агропроизводства на основе технологий аквапоники, гидропоники, аэропоники

Цель: Изучение технологии получения товарной продукции оборудование для урбанизированного («внутреннего») агропроизводства на основе технологий аквапоники, гидропоники, аэропоники **Задание:**

1. Изучите принципы эксплуатации аэропоники, гидропоники, аквапоники
2. Рассмотрите различные схемы совместного выращивания в аквапонике

3. Изучите нормативы выращивания в аквапонике различных объектов
4. Сделайте задание, ответьте на вопросы

Теоретический материал

В XXI веке рост численности населения городов (урбанизация) станет определяющим фактором территориального развития и одной из главных движущих сил глобального экономического роста. Существующая традиционная система обеспечения продовольствием городов не сможет удовлетворить их перспективные потребности и в качественном, и, перспективно, в количественном отношении, и нуждается в дополнении. Это «дополнение» будет иметь форму производства пищи в самих городах («урбанизированное агропроизводство» - «сити-фермерство»), что позволит свести к минимуму логистические издержки, образование отходов.

Согласно Прогноза научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года, в следующее 10-летие ожидается «взрывной» рост спроса на технологии «урбанизированного сельского хозяйства» – на технологические решения (и соответствующие им области задельных исследований) получения продовольственного сырья в замкнутой, контролируемой среде в условиях городов. Урбанизированное агропроизводство – это новые практики, основу которых формируют передовые технологии и оборудование, которые позволяют обеспечить эффективное производство агропродукции круглый год, в контролируемых и управляемых условиях, вне зависимости от внешних условий среды.

Основными технологиями сити-фермерства являются:

- технологии интенсивного растениеводства: гидропоника, аэропоника и их разновидность – «вертикальные фермы» («vertical farms») для производства растений или грибов без земли на растворах удобрений с использованием субстратов или без такового;
- технологии интенсивного рыбоводства (аквакультуры): на основе систем (установок) замкнутого водоснабжения («УЗВ», «RAS») – рециркулятивной аквакультуры («recirculation aquaculture») для производства рыбы и нерыбных объектов (например, раков, креветки);
- технология совмещенного рециркулятивного рыбоводства и интенсивного растениеводства – аквапоника (в единой замкнутой системе).

Наиболее простыми считаются системы гидропоники, наиболее сложными – аквапонические системы, - искусственные трехсоставные замкнутые экосистемы: гидробионты – колонии нитрифицирующих бактерий – растения.

Аквапоника – это высокотехнологичный способ совмещенного производства водных животных (рециркулятивная аквакультура) и растений без почвы (гидропоника). Главное преимущество аквапоники – одновременное производство разных продуктов питания, как растительного, так и животного происхождения на основе замкнутого, практически безотходного цикла. Аквапоника, развернутая в закрытых помещениях в городах, может быстро доставлять свежую рыбу, ракообразных, овощи потребителям. И может быть эффективной даже в странах с холодным климатом. Аквапоника может расходовать в 2-3 раза меньше свежей воды, чем рециркулятивная аквакультура (УЗВ), позволяет отказаться от использования дорогостоящего и/или небезопасного оборудования, как промышленный биофильтр, ультрафиолетовая лампа, озонатор. И дополнительно производит растительную продукцию.

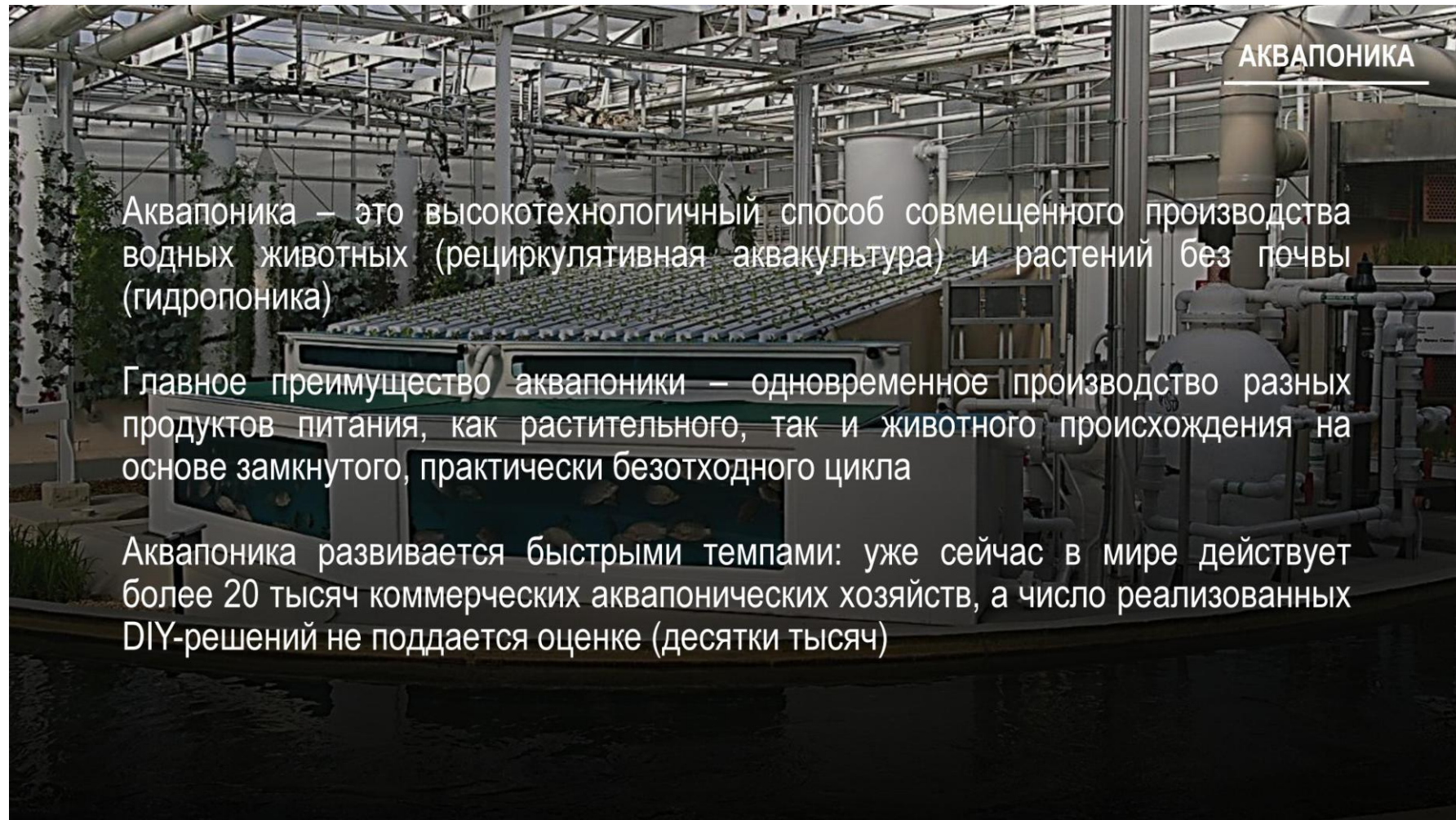
В отличие от гидропоники, аквапоника не требует использования химических удобрений для приготовления питательного раствора, хотя и не исключает этого при определенной конструкции системы, когда исключено попадание удобрений в систему циркуляции воды. И дополнительно производит рыбную продукцию.

Поэтому аквапоника развивается быстрыми темпами: уже сейчас в мире действует более 20 тысяч коммерческих аквапонических хозяйств, а число DIY-решение не поддается оценке.

Технологии сити-фермерства реализуются с использованием специализированного оборудования, в том числе:

- источников искусственного света (преимущественно, энергоэффективного – диодного, «LED»);
- сенсоров, датчиков;
- систем, элементов климатического контроля и поддержания заданных условий среды (охлаждение, обогрев, вентиляция, углекислый газ и т.д.);
- элементов гидропонических (гидропонные модули, стеллажи и т.д.), аэропонических (модули, инжекторы) и аквапонических систем (резервуары, бассейны);
- оборудования для водоподготовки и водоочистки: аэраторы, насосы, озонаторы, ультрафиолетовые лампы, механические фильтры и др.

Практическое занятие – визуализация материала.



АКВАПОНИКА

Аквапоника – это высокотехнологичный способ совмещенного производства водных животных (рециркулятивная аквакультура) и растений без почвы (гидропоника)

Главное преимущество аквапоники – одновременное производство разных продуктов питания, как растительного, так и животного происхождения на основе замкнутого, практически безотходного цикла

Аквапоника развивается быстрыми темпами: уже сейчас в мире действует более 20 тысяч коммерческих аквапонических хозяйств, а число реализованных DIY-решений не поддается оценке (десятки тысяч)

СУЩНОСТЬ

ные (обычно

, становятся

нты модуля:

ика

нного слоя

периодического

ния (FDS)

ема плавающей

омы (DWC)

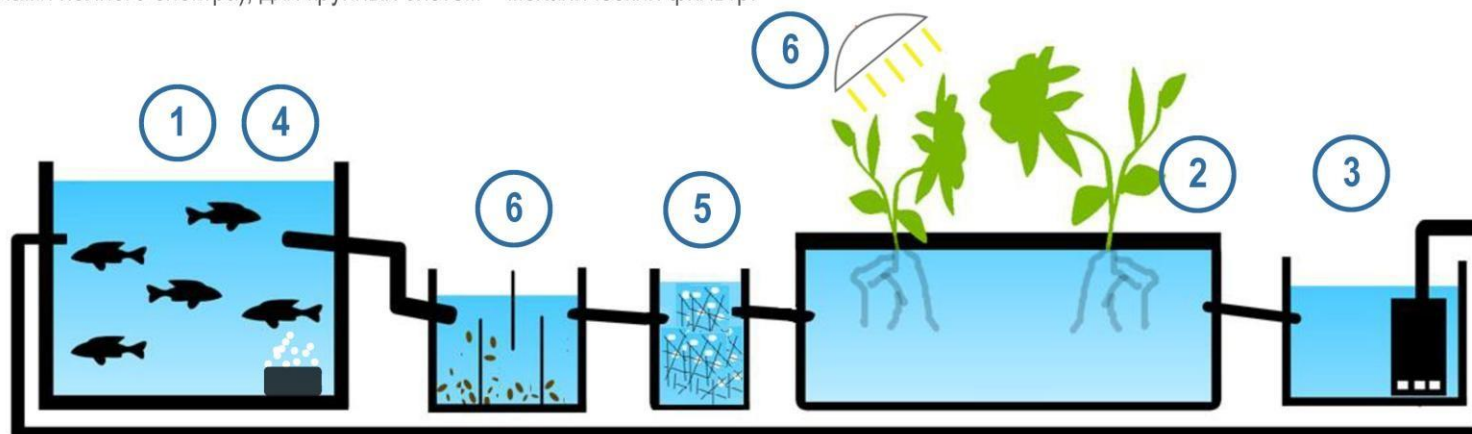
ика

ьного слоя

ый

Для создания системы аквапоники нужны:

- (1) **Резервуар для рыбы.** Рекомендуется круглая форма с плоским дном из полиэтилена или стеклопластика, затененный сверху для предотвращения попадания света, который приводит к образованию нежелательных водорослей.
- (2) **Модуль для выращивания растений.** Контейнер, емкость или пластиковые трубы с одной из техник: наполненного слоя, в т.ч. периодического затопления, плавающей платформы или питательного слоя.
- (3) **Насос для обеспечения постоянной рециркуляции воды в системе.** Чем меньше объем системы, тем чаще должна обновляться вода. Например, для системы, объемом 3 м³ (3 тн) воды, рекомендованная производительность насоса должна быть в 1,5 раза больше, т.е. составлять 4,5 м³/час, тогда как для маленькой системы, объемом 200 л, рекомендуемая производительность насоса – в 4 раза выше – 800 л/час.
- (4) **Компрессор-аэратор.** Для поддержания необходимого уровня растворенного кислорода в воде – 5-8 мг/л. Кислород - это критический для жизни рыбы параметр системы.
- (5) **Биофильтр.** Отдельная емкость с водой или совмещенный с гидропонным модулем в случае реализации техники наполненного слоя, в котором живут и развиваются колонии нитрифицирующих бактерий. Бактерии развиваются только на поверхностях субстрата или специального наполнителя для воды (типа крышек или биошариков) и никак иначе. Рекомендуемый объем биофильтра – 10-30% от емкости резервуара для рыбы.
- (6) **Дополнительно.** Может быть полезным оборудование для подогрева/охлаждения воды, лампы фито света (предпочтительно использовать светодиодные лампы, начав с ламп полного спектра), для крупных систем – механический фильтр.



ПРОДУКТЫ



Салат



Петрушка



Бasil



Мята



Травы



Капуста



Баклажан



Томат



Дыня



Перцы



Огурцы



Клубника



Капуста китайская, цветная



Форель



Тиляпия



Карп/Линь



Синежаберник



Сом клариевый



Австралийский окунь



Серебряный окунь



Латес



Треска



Рак (в т.ч. австралийский)

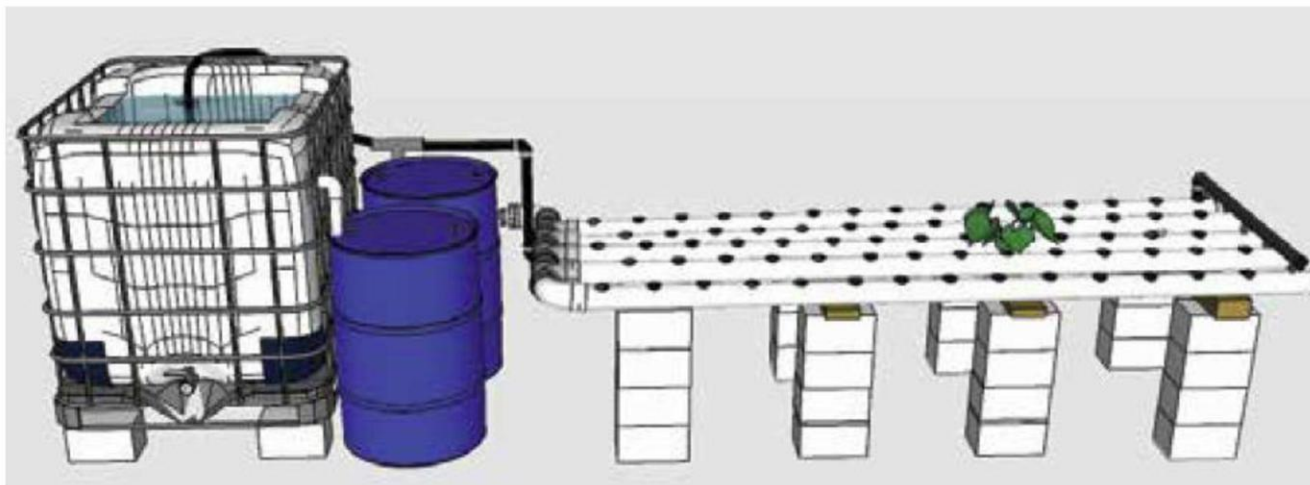
Самой распространенной для создания небольших систем является «Техника наполненного слоя» (Media Bed Technique – MBT), в «чистой» гидропонике известна как «Система периодического затопления» (Flood & Drain or Ebb & Flow – FDS). Эта техника рекомендуется в первую очередь из-за относительной простоты и дешевизны. Здесь наполнитель (субстрат) используется и для укоренения растений, и, одновременно, является механическим и биологическим фильтром.

Дополнительным усовершенствованием является организация периодического затопления субстрата при помощи механического сифона.



Источник: FAO, 2014

«Техника питательного слоя» (Nutrient Film Technique - NFT) не использует субстрат. Обычно, растение в стакане со свисающими корнями закрепляется в длинном ирригационном канале (лотке или пластиковой трубе), который монтируется под уклон для организации самотёка. Вода подается насосом с одной стороны канала. Стекая по каналу тонким слоем, вода обогащается кислородом и оmyвает корни растений, а затем возвращается в систему. В этой системе биофильтр представляет собой отдельный элемент системы. Для развития колонии бактерий в биофильтр помещается биозагрузка. Как правило, это небольшие пластиковые изделия с большой площадью поверхности, для чего они изготавливаются рифлеными.



Резервуар для рыбы Биофильтр

Гидропонный модуль

Источник: FAO, 2014

«Система плавающей платформы» (Deep Water Culture - DWC) достаточно проста. Растения закрепляются на платформе, плавающей на поверхности воды. Корни постоянно погружены в жидкость, которая нуждается в регулярной аэрации. Эта система хорошо работает для выращивания растений, потребляющих большое количество жидкости (например, салат). В этом случае также биофильтр представляет собой отдельный элемент системы.



Резервуар для рыбы Биофильтр

Гидропонный модуль

Источник: FAO, 2014



Рекомендованные нормативы и расчетные значения:

(1) Подача корма в систему в сутки (32% содержание протеина):

40-50 гр корма / 1 м2 площади выращивания листовых растений

50-80 гр корма / 1 м2 площади выращивания плодовых (овощей/фруктов)

(2) Плотность посадки растений ед. / 1м2:

20–25 листовых растений / 1 м2 площади выращивания

4 плодовых растения / 1 м2 площади выращивания

(3) Кормление:

Рыба, весом менее 50 гр. - 2-3% от массы тела

Рыба, весом более 50-100 гр. - 1-2% от массы тела

Рыба, весом более 100 гр. - 1% от массы тела

Пример расчета:

Создаем МВТ систему, объемом 1м3 для выращивания растений на 3 м2: 50% салата (20 растений / 1 м2) и 50% томата (5 растений / 1 м2).

Вес посадочного материала (личинки, «малька» рыбы) – 50 гр., товарный вес рыбы (тиляпия): 500 гр. через 6 мес.

Норматив кормления: 50 гр. корма на 1 м2 площади выращивания растений, т.е. для контрольной системы: 50 гр. x 3 м2 = 150 гр./день.

Отсюда, вес рыбы, постоянно пребывающей в системе: $(150\text{гр.} \times 100\%)/1\%/1000 = 15 \text{ кг}$ (10-20 кг).

Прогнозируемый (минимальный) урожай:

- салат: площадь выращивания 1,5 м2 x 20 пучков / м2 = 30 пучков / 1 мес.

- томат: площадь выращивания 1,5 м2 x 3 кг / м2 = 4,5 кг / 1 мес.

Средний сбор взрослой рыбы – 5 шт./мес. = 2,5 кг/мес., начиная с 6-го месяца.

Материалы: резервуар для рыбы (1м3), для растений (3м2), насос, производительностью 2м3/час, аэратор, субстрат (керамзит) - 200 литров, фитинги и соединения.

ЦИКЛИРОВАНИЕ

Собранная аквапоническая система нуждается в настройке – «циклировании».

Цикличность системы - это термин, который описывает начальный процесс создания колонии бактерий при первом запуске любой аквапонической единицы.

Запуск цикличности, то есть формирование биофильтра: непрерывное введение источника аммиака в биофильтр (или в систему) в концентрации 3,2 мг аммиака / л. Процесс занимает 3-5 недель.

Система циклирована, когда уровень нитратов неуклонно возрастает, уровень нитрита составляет 0 мг / л, а уровень аммиака составляет менее 1 мг / л.

Вначале в систему высаживаются растения. Затем, после адаптации, в систему заселяется рыба и ввод аммиака в систему прекращается.



Вопросы для контроля и самопроверки:

1. Опишите принцип эксплуатации аэропоники, гидропоники, аквапоники
2. Составьте схемы совместного выращивания в аквапонике
3. Нормативы выращивания в аквапонике различных объектов