

Датчики для автоматизации рыбного фермерства

Современное рыбоводство требует постоянного контроля условий содержания. Особенно это важно для установок замкнутого водоснабжения (УЗВ), инкубационных цехов и бассейнов с высокой плотностью посадки, где изменение параметров среды быстро отражается на состоянии рыбы.

Температура, концентрация растворенного кислорода, pH, электропроводность и мутность воды могут меняться в течение суток под воздействием кормления, работы фильтров, аэрации и водообмена. Поэтому для стабильной работы хозяйства важно отслеживать их не только при периодических проверках, но и в непрерывном режиме.



Контроль качества воды

К этой группе относятся датчики, которые помогают оценивать физические и химические характеристики воды. Для рыбной фермы особенно важны растворенный кислород, pH, ОВП, электропроводность, мутность и температура.

Растворенный кислород

Растворенный кислород – один из важнейших параметров в рыбоводстве. Рыба получает кислород непосредственно из воды через жабры, поэтому недостаточная аэрация быстро приводит к стрессу, снижению активности и ухудшению потребления корма.

При этом концентрация кислорода зависит не только от производительности аэрационной системы. На нее влияют температура воды, плотность посадки, количество органических веществ и интенсивность биологических процессов. Поэтому контролировать только работу компрессора или оксигенатора недостаточно – необходимо измерять содержание кислорода непосредственно в воде.

Для таких задач в ассортименте «РусАвтоматизации» представлены мембранные, электрохимические и оптические [датчики растворенного кислорода](#).

Например, [XSON-SUP-DO-7012](#) – оптический датчик с диапазоном измерения 0...20 мг/л, интерфейсом RS485 и степенью защиты IP68. В зависимости от исполнения корпус может быть изготовлен из нержавеющей стали SS316L или титана.

Также для контроля растворенного кислорода можно использовать электрохимические датчики серии [XSON-SUP-DO-7013](#), а для построения измерительной системы – анализатор [XSON-SUP-DM2800](#).



[Оптические модели](#) удобны для длительного непрерывного контроля, а [электрохимические](#) позволяют подобрать решение с учетом бюджета, условий эксплуатации и требований к обслуживанию.

рН и окислительно-восстановительный потенциал

рН характеризует кислотность или щелочность воды. Стабильное значение необходимо для нормального протекания биологических процессов в бассейнах и системе водоподготовки. Резкое изменение рН может свидетельствовать о нарушении технологического режима или изменении состава поступающей воды.

Для непрерывного контроля можно использовать промышленные рН-электроды. Например, [XSON-SUP-PH-5015](#) работает в диапазоне 0–14 рН. Электрод предназначен для промышленного измерения кислотности жидкостей и допускает различные варианты монтажа, в том числе погружной и проточный. В качестве опции может быть предусмотрен встроенный датчик температуры.



Для обработки сигнала применяются [промышленные рН/ОВП-метры](#). Например, [XSON-SUP-PH6.8-HC-B-4-1-D-S2](#) измеряет рН в диапазоне 0...14 и ОВП от –2000 до +2000 мВ, имеет аналоговый выход 4...20 мА, интерфейс RS485 и два релейных канала.

Это позволяет передавать результаты измерений в систему автоматизации и использовать их для сигнализации или управления оборудованием.

Дополнительным параметром состояния воды может быть окислительно-восстановительный потенциал (ОВП). Он характеризует интенсивность окислительных и восстановительных процессов.

Для его измерения можно использовать ОВП-электрод [XSON-SUP-ORP-6050](#) с диапазоном от –2000 до +2000 мВ. На практике ОВП имеет смысл анализировать совместно с рН, растворенным кислородом и другими показателями качества воды.

Электропроводность и минерализация

Электропроводность показывает способность воды проводить электрический ток и зависит от содержания растворенных ионов. Контроль этого параметра позволяет отслеживать изменение состава воды и общей минерализации.

Для пресноводных систем может применяться, например, [XSON-SUP-TDS-7001-1](#) с диапазоном измерения 1...2000 мкСм/см. Датчик предназначен для непрерывного контроля электропроводности жидкости, степень защиты IP68.

Для воды с более высокой проводимостью используются приборы с соответствующим диапазоном измерения. В «РусАвтоматизации» представлены, в частности, [CombiLyz AFI4/AFI5](#), способные работать в широком диапазоне электропроводности.



При работе с солоноватой или морской водой электропроводность может использоваться для косвенной оценки концентрации растворенных солей. При этом необходимо учитывать температуру воды и применять корректную зависимость между проводимостью и концентрацией для конкретного состава раствора.

Подробнее о принципе кондуктометрического измерения и организации непрерывного контроля можно прочитать в материале [«Как измерить концентрацию раствора в режиме онлайн?»](#). В статье рассматривается связь концентрации раствора с его электропроводностью, температурная компенсация и применение промышленных кондуктометров для постоянного мониторинга.

Мутность и взвешенные вещества

Повышение мутности воды может быть связано с остатками корма, продуктами жизнедеятельности рыб, частицами биомассы и недостаточно эффективной фильтрацией. Поэтому измерение мутности помогает контролировать как состояние воды, так и эффективность механической очистки.

Для непрерывных измерений можно использовать датчики серии [XSON-SUP-PTU](#).

Например, [XSON-SUP-PTU-8011](#) в одном из исполнений измеряет мутность в диапазоне 0...4000 NTU, имеет цифровой интерфейс RS485 и степень защиты IP68.

Доступны варианты с автоматической самоочисткой чувствительной части датчика. Для рыбной фермы эта функция особенно полезна, поскольку при постоянном контакте с водой на оптической поверхности могут постепенно накапливаться органические загрязнения.



Также в ассортименте представлены датчики серии [XSON-SUP-PSS](#), предназначенные для измерения концентрации взвешенных частиц.

Температура воды

Температура – один из базовых параметров, который необходимо постоянно контролировать на рыбной ферме. От нее зависят интенсивность обмена веществ у рыбы, аппетит и скорость роста. Кроме того, с повышением температуры снижается растворимость кислорода в воде, поэтому эти два показателя важно отслеживать совместно.

Для таких задач можно использовать [датчики температуры INNOCONT серии TS](#).

Например, [TS-W-N-Pt100-4,8-150-1,5-M10x1,5](#) оснащен чувствительным элементом Pt100, имеет рабочую часть длиной 150 мм, резьбовое присоединение M10×1,5 и степень защиты IP65. Диапазон измеряемых температур составляет -50...+250 °C.



Резьбовое присоединение позволяет устанавливать датчик непосредственно в технологическое оборудование или трубопровод. Сигнал Pt100 можно передавать на совместимый измерительный прибор или контроллер и использовать в системе автоматизации для контроля температуры, сигнализации при выходе за заданные пределы и управления нагревом или охлаждением воды.

Контроль уровня и водообмена

Эта группа датчиков помогает контролировать гидравлическую часть рыбоводческого хозяйства: наполнение бассейнов и резервуаров, циркуляцию воды, работу насосов и состояние трубопроводов.

Уровень воды

Контроль уровня необходим в рыбоводческих бассейнах, накопительных емкостях и резервуарах системы водоподготовки. Он позволяет предотвращать переполнение, контролировать заполнение и опустошение емкостей, а также защищать насосы от работы при недостаточном количестве воды.

В зависимости от задачи можно использовать [сигнализаторы предельного уровня](#) или [уровнемеры для непрерывного измерения](#).

Для контроля достижения заданной отметки подходят поплавковые магнитные сигнализаторы «РусАвтоматизации» [серии SLL-FS](#). Они устанавливаются сбоку емкости и срабатывают при подъеме или снижении поплавка до заданного положения. Например, [SLL-FS-N-AL-25-1-I](#) имеет контакт SPDT, степень защиты IP65, а контактирующие с жидкостью элементы выполнены из нержавеющей стали AISI 316. Такой датчик можно использовать для сигнализации верхнего или нижнего уровня и передачи команды в систему управления.

Если необходимо контролировать несколько отметок по высоте резервуара, можно использовать поплавковые герконовые сигнализаторы [SLL-FG](#). На одном зонде могут быть предусмотрены несколько точек контроля, например минимального и максимального уровня. Это удобно в накопительных и фильтрационных емкостях, где по сигналам датчика требуется управлять наполнением или защищать насосное оборудование.

Когда требуется получать текущее значение уровня, подходит поплавковый магниторезистивный уровнемер [MLL-FG](#). Поплавок перемещается вдоль погружного зонда, а прибор преобразует его положение в стандартный сигнал 4...20 мА. Полученные данные можно передавать в ПЛК, контроллер или [SCADA-систему](#) для отображения уровня и автоматического управления оборудованием.



При выборе поплавкового датчика для рыбного хозяйства необходимо учитывать условия в месте установки. В открытых бассейнах поверхность воды может колебаться из-за движения рыбы и работы системы циркуляции, а в воде могут присутствовать корм, органические остатки и другие взвеси. Поэтому датчики с подвижным поплавком целесообразно устанавливать там, где исключен риск его заклинивания.

Подробнее об особенностях такого контроля можно прочитать в статье [«Применение поплавковых датчиков уровня воды в промышленном разведении рыб»](#).

Поток и расход воды

В УЗВ важно контролировать не только параметры воды, но и ее циркуляцию через бассейны, механические и биологические фильтры, теплообменники и другие элементы системы.

Для контроля наличия и скорости движения жидкости можно использовать тепловые датчики потока [MFM500A](#). Для воды их диапазон скорости потока составляет 1...150 см/с. В зависимости от исполнения приборы могут иметь релейные, транзисторные и аналоговые выходы.

Если необходимо измерять объемный расход, применяются расходомеры. В ассортименте «РусАвтоматизации» представлены, в частности, [ультразвуковые расходомеры XSON](#). При использовании накладных ультразвуковых сенсоров измерение можно организовать без непосредственного контакта чувствительного элемента с водой.



Контроль потока и расхода помогает своевременно обнаруживать снижение производительности насосов, засорение фильтров или трубопроводов и другие нарушения циркуляции.

Давление в трубопроводах

[Датчики давления](#) устанавливаются на напорных участках трубопроводов, возле насосов и в других точках, где необходимо контролировать гидравлический режим системы.

Например, преобразователь [INNOCONT IPS-10-G](#) измеряет избыточное давление в диапазоне 0...10 бар и формирует стандартный сигнал 4...20 мА. Корпус выполнен из нержавеющей стали, степень защиты – IP65.



Мониторинг давления позволяет выявлять отклонения в работе насосного оборудования и изменение гидравлического сопротивления системы. Совместный анализ давления и расхода дает более полную картину: например, снижение расхода при изменении давления может указывать на засорение отдельного участка.



Как работает автоматизация рыбной фермы

Максимальную пользу датчики дают при объединении в общую систему управления:

датчики → шкаф управления с контроллером или ПЛК → SCADA → исполнительное оборудование

Датчики передают информацию о параметрах воды и состоянии технологического оборудования. Сигналы поступают в [шкаф управления](#), где размещаются контроллеры, коммутационная аппаратура и другие компоненты автоматики. Здесь данные обрабатываются и сравниваются с заданными значениями, после чего система может сформировать предупреждение или автоматически подать команду исполнительному оборудованию.

Например, при снижении концентрации растворенного кислорода можно включить дополнительную аэрацию, при достижении заданного уровня воды – управлять насосом или запорной арматурой, а при нарушении циркуляции – сформировать аварийный сигнал.

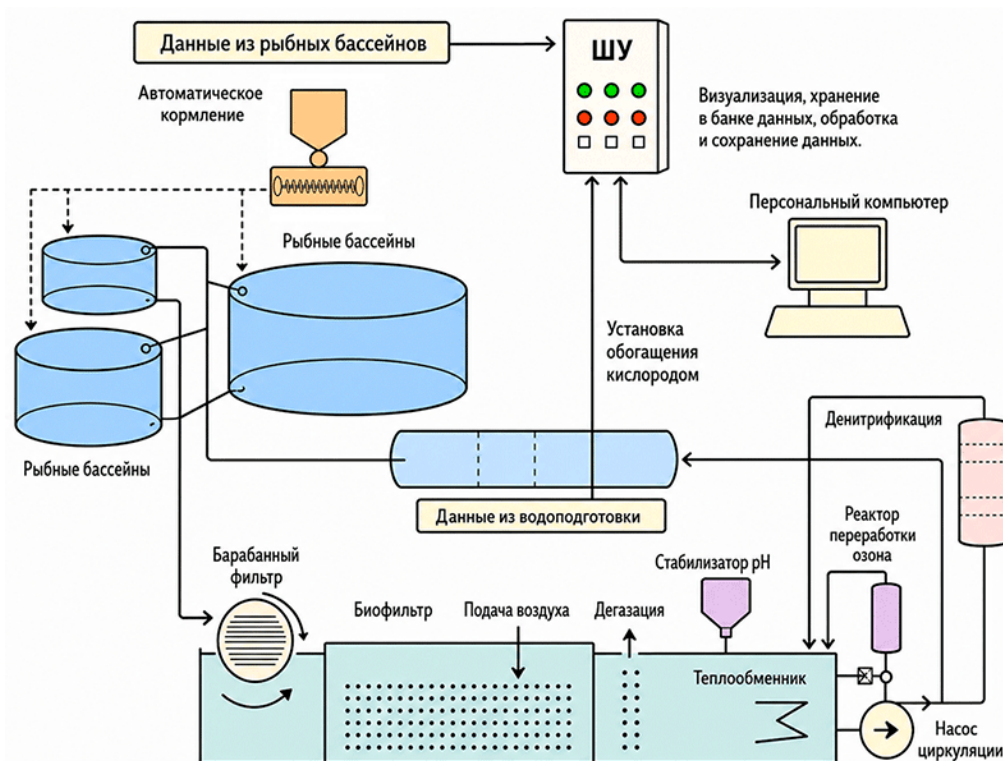
Для задач, связанных с наполнением и опустошением бассейнов и резервуаров, могут применяться [шкафы контроля и управления уровнем](#). Их состав подбирается под конкретную систему: количество датчиков, исполнительных механизмов и требуемые алгоритмы управления.

Для объединения нескольких измерительных каналов могут использоваться универсальные контроллеры и многопараметрические анализаторы. Например, [XSON-SUP-DC2000](#) предназначен для работы с датчиками параметров жидкости и поддерживает выходы 4...20 мА, RS485 с Modbus RTU и релейные выходы. В ассортименте также представлены универсальные контроллеры [XSON-SUP-MDA](#) и [XSON-SUP-MDC](#).

На верхнем уровне данные можно выводить в [SCADA-систему](#), где оператор получает информацию о состоянии оборудования и контролируемых параметрах, а также может просматривать аварийные сообщения и архив измерений.

Подобная архитектура уже применялась инженерами «РусАвтоматизации» при [автоматизации контроля уровня воды в бассейнах с рыбой](#): шкаф управления принимал сигналы датчиков, управлял приводами вентилей, обеспечивал световую и звуковую сигнализацию, а данные передавались по локальной сети в SCADA.





Контроль и регулирование уровня воды в бассейнах с рыбой

На что обратить внимание при выборе датчиков

При выборе датчиков для рыбной фермы важно учитывать не только измеряемый параметр и диапазон, но и условия эксплуатации, способ монтажа, материалы контактирующих частей и возможность интеграции в систему автоматизации. От этого зависят точность измерений, срок службы оборудования и удобство дальнейшего обслуживания.

Диапазон измерения

Рабочий диапазон прибора должен соответствовать фактическим значениям параметра в конкретном бассейне или участке системы водоподготовки. Слишком широкий диапазон не всегда является преимуществом – важна также необходимая точность в рабочей области.

Материалы контактирующих частей

Для пресной и особенно соленой воды необходимо учитывать коррозионную стойкость корпуса, электродов, зонда, уплотнений и крепежа. При работе с агрессивной средой могут потребоваться исполнения из нержавеющей стали, титана или химически стойких полимеров.

Степень защиты

Для датчиков, непосредственно погружаемых в воду, необходимо соответствующее защищенное исполнение, например IP68. Оборудование, устанавливаемое возле бассейнов и трубопроводов, также должно быть рассчитано на высокую влажность и возможное попадание воды.



Способ монтажа

В зависимости от задачи датчик может устанавливаться:

- непосредственно в рыбоводческом бассейне;
- в проточной ячейке;
- в резервуаре;
- в трубопроводе;
- снаружи трубопровода – например, при использовании накладного ультразвукового расходомера.

Способ монтажа влияет и на дальнейшее обслуживание, поэтому доступ к чувствительной части прибора желательно предусмотреть еще при проектировании системы.

Выходной сигнал и интеграция

Если показания датчиков планируется передавать в общую систему управления, необходимо заранее проверить совместимость интерфейсов.

В промышленных системах применяются:

- 4...20 мА;
- RS485/Modbus RTU;
- HART;
- релейные и дискретные выходы.

Температурная компенсация

Температура воды влияет на результаты измерения ряда аналитических параметров. Поэтому при выборе датчиков рН, электропроводности и растворенного кислорода следует учитывать наличие автоматической температурной компенсации или отдельного температурного канала.

Очистка и обслуживание

В воде рыбоводческих бассейнов присутствуют органические вещества и взвеси, которые со временем могут загрязнять чувствительные элементы. Для мутномеров и других оптических датчиков полезна функция автоматической очистки. Для остальных приборов следует предусмотреть возможность удобного демонтажа и периодического обслуживания.

Калибровка

Аналитические датчики требуют периодической проверки точности измерений. Особенно это касается рН- и ОВП-электродов, для которых состояние чувствительного элемента напрямую влияет на результат.



Периодичность обслуживания зависит от типа прибора, качества воды, условий эксплуатации и требований к точности. Для поддержания достоверности измерений оборудование проверяют и обслуживают в соответствии с рекомендациями производителя.

Подробнее о калибровке, поверке и испытаниях измерительных приборов можно прочитать в статье [«Чем поверка отличается от калибровки и испытаний приборов производителем»](#).

Какие датчики нужны рыбной ферме

Конкретный набор приборов зависит от конструкции хозяйства, вида выращиваемой рыбы, характеристик воды и используемой технологии. Основные задачи контроля можно свести в таблицу.

Параметр	Что позволяет контролировать	Где применяется
Растворенный кислород	Условия дыхания рыбы, эффективность аэрации	Бассейны, УЗВ
Температура	Тепловой режим воды	Бассейны, резервуары, трубопроводы
рН	Кислотно-щелочное состояние воды	Бассейны, системы водоподготовки
ОВП	Окислительно-восстановительные процессы	Системы водоподготовки
Электропроводность	Изменение минерализации и содержания растворенных солей	Пресная, солоноватая и морская вода
Мутность и взвешенные вещества	Загрязнение воды и эффективность механической очистки	Бассейны, участки фильтрации
Уровень	Наполнение емкостей, предельные значения, защиту насосов	Бассейны, резервуары, накопительные емкости
Поток, расход	Фактическую циркуляцию воды	Трубопроводы, фильтры, теплообменники
Давление	Работу насосов и гидравлический режим	Напорные трубопроводы

Для базовой системы обычно в первую очередь контролируют растворенный кислород, температуру, рН, уровень и циркуляцию воды. Остальные параметры добавляют исходя из схемы конкретного хозяйства и задач водоподготовки.

Такой подход позволяет одновременно следить за состоянием воды и работой оборудования, обеспечивающего ее циркуляцию и подготовку. Оператор быстрее замечает отклонения, а система автоматизации получает данные для своевременного управления оборудованием.

