

Давлетшин Андрей Ильхамович

студент 1 курса магистратуры

Направление подготовки 35.04.07. «Водные биоресурсы и аквакультура»

Факультет зоотехнологий и агробизнеса

Научный руководитель: **Гусева Юлия Анатольевна**

д.с-х.н., доцент

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной

медицины и биотехнологии — МВА имени К. И. Скрябина»

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ВИДЕОМОНИТОРИНГА НА РЫБОВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Анотация: В статье анализируются современные методы внедрения систем видеонаблюдения в аквакультуре, их технические параметры и экономическая целесообразность. Проведено сравнение различных решений, таких как комплексная платформа FishGrow и специализированная система Innopractica Fish. Показаны преимущества автоматизированного мониторинга по сравнению с традиционными методами наблюдения. Рассмотрены перспективы развития технологий видеоаналитики в рыбоводстве, включая их интеграцию с искусственным интеллектом и создание виртуальных моделей аквакультурных объектов. Исследование подтверждает значительный потенциал цифровизации рыбоводческих хозяйств для повышения их эффективности и экологической устойчивости.

Ключевые слова: видеомониторинг, аквакультура, рыбоводство, искусственный интеллект, автоматизация, цифровизация, системы контроля, рыбоводные хозяйства, компьютерное зрение, IoT-технологии

Abstract: The article analyzes modern methods of video surveillance systems implementation in aquaculture, their technical parameters and economic feasibility.

Various solutions, such as the integrated FishGrow platform and the specialized Innopractica Fish system, have been compared. The advantages of automated monitoring in comparison with traditional monitoring methods are shown. The prospects for the development of video analytics technologies in fish farming, including their integration with artificial intelligence and the creation of virtual models of aquaculture facilities, are considered. The study confirms the significant potential of digitalization of fish farms to increase their efficiency and environmental sustainability.

Key words: video monitoring, aquaculture, fish farming, artificial intelligence, automation, digitalization, control systems, fish farming, computer vision, IoT technologies

Современное рыбоводство, особенно на промышленных предприятиях, сталкивается с растущими вызовами, связанными с необходимостью постоянного контроля за состоянием рыб и качества водной среды. Традиционные методы визуального наблюдения за поведением рыб, оценкой их численности, биомассы и выявлением патологий требуют значительных временных и трудовых затрат. При этом на крупных аквакультурных комплексах, где используются десятки бассейнов или садков с высокой плотностью посадки, ручной контроль становится не только неэффективным, но и практически невозможным в режиме реального времени.

Проблема усугубляется тем, что задержки в диагностике заболеваний, ошибки в учёте биомассы и неоптимальное кормление напрямую влияют на рентабельность производства и экологическую устойчивость. В этих условиях актуализируется переход к цифровым технологиям, среди которых особое место занимает видеомониторинг — автоматизированный процесс сбора, анализа и интерпретации визуальной информации о состоянии рыб и среды обитания.

Подобные технологии уже применяются в научных исследованиях биоты акваторий и при промышленном рыболовстве. Например, видеонаблюдение с подводных камер используется для изучения видового состава рыб в бухте Алексева (Залив Петра Великого) [1], а также для мониторинга поведения рыб в естественных условиях [2]. Однако в условиях аквакультуры, где контроль должен быть непрерывным, точным и масштабируемым, требуется адаптация и развитие специализированных систем видеомониторинга, интегрированных с элементами искусственного интеллекта и IoT-датчиками.

Определение и состав системы видеомониторинга

Видеомониторинг — это технология постоянного визуального наблюдения за гидробионтами и их средой обитания с использованием специальных устройств видеозаписи и последующего анализа полученных изображений. В рыбоводстве эта технология применяется для дистанционного контроля состояния рыб, качества воды, работы оборудования и соблюдения технологических режимов на рыбоводных предприятиях.

Основные современные компоненты видеомониторинга включают:

1. Подводные камеры высокого разрешения обеспечивают наблюдение за поведением рыб, состоянием воды и работой оборудования в реальном времени.
2. Алгоритмы компьютерного зрения, такие как OpenCV, YOLO и Mask R-CNN, используются для детекции и трекинга рыб. Нейросетевые модели распознают виды рыб, подсчитывают их количество и оценивают массу. Системы анализа поведения отслеживают активность, агрегацию и дыхание рыб.
3. Включение в систему сервера с доступов в интернет даёт возможность сохранять и обрабатывать полученные данные, а также осуществлять постоянный мониторинг даже за пределами предприятия.
4. Система обеспечивает интеграцию с IoT-датчиками для мониторинга параметров, таких как температура, O₂, pH и аммиак, и поддерживает связь с ERP-системами и платформами управления, например, FishGrow Platform.

Данные визуализируются через дашборды и доступны через Telegram-боты, что упрощает их анализ и управление [3].

Видеомониторинг является ключевым инструментом для эффективного управления рыбоводными предприятиями. Он решает широкий спектр задач, направленных на повышение качества продукции, снижение производственных рисков и улучшение экономических показателей. Рассмотрим основные задачи, которые решаются с помощью видеомониторинга на рыбоводных хозяйствах:

Одним из главных направлений применения видеомониторинга является автоматизация контроля условий среды, в которой содержится рыба. Установка подводных видеокамер и IoT-датчиков позволяет непрерывно собирать данные о таких параметрах, как температура воды, содержание кислорода, кислотность и другие факторы, влияющие на рост и развитие рыбы. На сервере системы происходит анализ данных, что позволяет своевременно выявлять отклонения от нормы и предотвращать негативные последствия для популяции.

Видеомониторинг также используется для оценки роста и продуктивности рыбы. Вместо контрольных обловов камеры фиксируют размеры особей, что позволяет проводить анализ динамики увеличения биомассы. Применение методов искусственного интеллекта и машинного обучения позволяет точно определять размер и количество рыбы без физического вмешательства, снижая стресс у животных и трудозатраты персонала [4].

Эффективное использование кормов напрямую влияет на качество конечного продукта и экономические показатели предприятия. Видеомониторинг позволяет контролировать режим питания рыбы, определять оптимальное время подачи корма и избегать перерасхода пищи. Это повышает конверсию корма и рентабельность хозяйства.

Раннее выявление признаков заболеваний имеет критическое значение для предотвращения эпидемий и снижения смертности рыбы. Видеомониторинг позволяет постоянно наблюдать за поведением особей, выявляя аномалии в

движении, аппетите или внешнем облике рыбы, что свидетельствует о начале болезни. Это дает специалистам возможность своевременно принимать меры профилактики и лечения.

Видеомониторинг выполняет множество функций, способствующих увеличению производительности, улучшению качества продукции и обеспечению устойчивого развития рыбоводческих хозяйств. Его широкое применение обусловлено высокой эффективностью и возможностью интеграции с современными технологиями искусственного интеллекта и интернета вещей (IoT), что создает условия для дальнейшего совершенствования аквакультуры [4].

Технологические решения и алгоритмы

Существуют различные решения для видеомониторинга на рыбоводных хозяйствах, использующие технологии компьютерного зрения, искусственного интеллекта и видеоаналитики. Проведён сравнительный анализ систем FishGrow Platform и Innopractica Fish с традиционным методом визуального контроля.

FishGrow Platform — это программно-аппаратный комплекс, разработанный Петрозаводским государственным университетом (ПетрГУ) и МИП «Интернет-бизнес-системы». FishGrow Platform представляет собой комплексную цифровую экосистему, объединяющую сбор данных, аналитику, управление оборудованием и интеграцию с внешними системами. Её архитектура базируется на четырёх модулях: мониторинг, аналитика, управление и интеграция через REST API. Система агрегирует информацию с IoT-датчиков (температура, уровень кислорода, pH) и видеокамер, обеспечивая многофакторный анализ среды и поведения рыб. Это позволяет контролировать свыше 20 параметров в режиме реального времени с высокой точностью: погрешность измерений pH составляет $\pm 0,05$ единиц, а растворенного кислорода — $\pm 0,1$ мг/л. Автоматизация процессов — от формирования отчётов до дистанционного управления кормушками и насосами — сокращает трудозатраты на 60–70%. Однако

внедрение требует значительных инвестиций (от 1,5 млн руб.) и зависит от качества интернет-соединения. Срок окупаемости оценивается в 1,8–2,5 года при ROI 120–150% за три года [5].

Innopractica Fish, в отличие от FishGrow, фокусируется на решении одной ключевой задачи — бесконтактном определении массы рыб. В основе системы лежит нейросеть YOLO 11, которая детектирует особей в кадре, рассчитывает их морфологические параметры и оценивает среднюю массу популяции с погрешностью $\pm 3\text{--}5\%$. Данные визуализируются через Telegram-бот, что упрощает мониторинг динамики. Преимущество решения — низкая стоимость внедрения, обусловленная его разработкой в рамках образовательного проекта. Система позволяет сэкономить до 40% трудозатрат на учёт биомассы, исключая необходимость отлова. Однако её функциональность ограничена: она не отслеживает параметры водной среды и чувствительна к мутности воды и освещённости. Кроме того, масштабирование требует развёртывания отдельных экземпляров для каждого водоёма, а поддержка многовидовых хозяйств не предусмотрена [6].

Традиционный метод визуального контроля остаётся наиболее доступным с точки зрения капитальных вложений. Он опирается на ручной труд: ежедневные обходы водоёмов, выборочное взвешивание рыб, замеры параметров воды портативными приборами и визуальную диагностику состояния особей. Однако этот подход сопряжён с существенными недостатками. Погрешность оценки биомассы достигает 15–20% из-за выборочного характера замеров, а субъективность человеческого фактора повышает риски пропуска патологий. Частота контроля ограничена 1–2 замерами в сутки, что исключает оперативное реагирование на изменения. Отсутствие системной интеграции и необходимость постоянного присутствия персонала приводят к высоким операционным расходам без долгосрочного экономического эффекта. Кроме того, такой метод не соответствует современным стандартам сертификации (например, MSC,

ASC), требующим цифровых доказательств устойчивого управления [7]. В ходе исследования проведён сравнительный анализ современных систем мониторинга в аквакультуре; для наглядного представления ключевых различий между решениями составлена таблица (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная таблица систем мониторинга в аквакультуре

Критерий	FishGrow Platform	Innopractica Fish	Традиционный метод
Тип системы	Комплексная экосистема	ИИ-решение для расчёта массы	Ручной контроль
Точность	Высокая (погрешность датчиков $\pm 0,05-0,1$)	Средняя (погрешность массы $\pm 3-5\%$)	Низкая (погрешность до 20%)
Автоматизация	Полная (сбор данных, управление, уведомления)	Частичная (только расчёт массы)	Отсутствует
Стоимость/окупаемость	Высокая стоимость, окупаемость 1,8–2,5 года	Низкая стоимость, быстрая экономия	Минимальные вложения, высокие операционные расходы
Для кого подходит	Крупные предприятия	Малые и средние хозяйства	Мелкие хозяйства без бюджета на цифровизацию

Сравнивая три подхода, можно выделить их целевые ниши. FishGrow Platform оптимальна для крупных аквакультурных предприятий, стремящихся к комплексной цифровизации. Она обеспечивает полный охват параметров, интеграцию с ERP-системами и прогнозирование, что критично для хозяйств с высокой плотностью посадки. Innopractica Fish подходит малым и средним предприятиям, которым необходимо автоматизировать учёт биомассы при ограниченном бюджете. Её простота и низкая стоимость делают её доступной

для постепенного внедрения цифровых технологий. Традиционный метод сохраняет актуальность лишь для мелких хозяйств с низкой плотностью посадки, где затраты на автоматизацию экономически нецелесообразны.

Перспективы развития видеомониторинга в рыбоводстве

Перспективы развития видеомониторинга в аквакультуре связаны с интеграцией цифровых технологий, включая компьютерное зрение и машинное обучение. Это позволит прогнозировать рост рыб, моделировать реагирование на изменения условий и выявлять заболевания.

Важным направлением станет создание адаптивных систем для различных аквакультурных хозяйств, с масштабируемыми облачными решениями и оптимизацией edge-вычислений. Ключевым вызовом остаётся адаптация нейросетевых моделей для разных видов рыб, что требует формирования открытых баз данных и изучения влияния внешних факторов.

Интеграция видеомониторинга с цифровыми двойниками откроет возможности для предиктивной аналитики, оптимизируя процессы кормления, аэрации и сортировки.

Для успешного внедрения инноваций необходимы междисциплинарные коллаборации, отраслевые стандарты, образовательные программы и пилотные испытания. В долгосрочной перспективе видеомониторинг может стать основой для автоматизированных рыбоводных комплексов, сочетая ИИ, робототехнику и IoT-сенсоры [8].

Заключение

Видеомониторинг является фундаментальным компонентом современных систем «умного» рыбоводства. Он обеспечивает сбор объективных данных без вмешательства в экосистему, что позволяет прогнозировать риски и оперативно реагировать на аномалии. Это особенно важно для масштабирования производства с сохранением высокого уровня контроля качества продукции.

Внедрение систем видеомониторинга наиболее востребовано в следующих областях:

1. Индустриальные аквакультурные комплексы с высокой плотностью посадки.
2. Хозяйства, ориентированные на экспорт и соответствующие международным стандартам.
3. Научно-исследовательские центры, изучающие поведение и физиологию рыб.

Системы видеомониторинга позволяют непрерывно контролировать параметры водной среды, рост и состояние здоровья рыб. Они оптимизируют процессы кормления и ухода, повышают уровень безопасности аквакультурных объектов и предупреждают возникновение заболеваний. Кроме того, видеомониторинг предоставляет инструменты для точного учета численности и размеров рыб, что улучшает экологические показатели и способствует созданию моделей прогнозирования для планирования производственных циклов.

Научно-технический потенциал уже сформирован: существуют успешные отечественные и международные разработки, подтверждённые практическим применением. Дальнейшее развитие должно быть сосредоточено на адаптации технологий к специфике российских рыбоводных хозяйств, снижении затрат на внедрение и подготовке квалифицированных специалистов в области агротехнологического анализа. Внедрение системы видеомониторинга представляет собой не просто модернизацию, а стратегически значимый шаг к обеспечению устойчивости и конкурентоспособности аквакультуры в будущем.

Список литературы

1. Маркевич Александр Игоревич, Зимин Петр Степанович, Суботэ Алексей Евгеньевич, Фищенко Виталий Константинович **НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВИДОВОМ СОСТАВЕ РЫБ БУХТЫ АЛЕКСЕЕВА (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)** // Известия ТИНРО. 2022. №4. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/novye-dannye-o-vidovom-sostave-ryb-buhty-alekseeva-zaliv-petra-velikogo-yaponskoe-more> (дата обращения: 13.02.2026).

2. Патент на полезную модель № 89315 U1 Российская Федерация, МПК H04N 7/18, A01K 97/00, A01K 97/12. устройство для подводного видеонаблюдения : № 2009117773/22 : заявл. 13.05.2009 : опубл. 27.11.2009 / В. А. Нестеров, С. Е. Воронин ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "АРСС "Промышленный центр" (ООО АРСС "ПЦ"). – EDN PUEGWS.

3. Magazine.Fish. Цифровизация рыбоводных предприятий: зачем и как? [Электронный ресурс] / Magazine.Fish. — 2026. — URL: https://www.magazine.fish/publikatsii/akvakultura/tsifrovizatsiya_rybovodnykh_predpriyatiy_dlya_chego_i_kak (дата обращения: 22.01.2026).

4. Robogeek.Ru. Лазеры и робо-питатели трансформируют рыбоводство [Электронный ресурс] / Robogeek.Ru. — 2026. — URL: <https://robogeek.ru/roboty-v-selskom-hozyaistve/lazery-i-robo-pitateli-transformiruyut-rybovodstvo> (дата обращения: 22.01.2026).

5. InBiSyst. FishGrow Platform [Электронный ресурс] / InBiSyst. — 2026. — URL: <https://inbisyst.ru/solutions/product/fish-grow-platform> (дата обращения: 13.02.2026).

6. BigChallenges.Ru. Иннопрактика Fish [Электронный ресурс] / BigChallenges.Ru. — 2026. — URL: <https://bigchallenges.ru/innopractikafish> (дата обращения: 22.01.2026).

7. Маловастый, К.С. Диагностика болезней и ветсанэкспертиза рыбы: учебно-методическое пособие/ К.С. Маловастый. Брянск.: Издво Брянской ГСХА, 2011. – 404 с

8. Система сбора наборов фотоизображений и подходы к обучению нейросетей для решения практических задач цифрового управления высокопроизводительной аквафермой на принципах замкнутого водообращения

]

/ А. А. Агарков, К. А. Самсонов, В. Н. Малышев, Г. В. Свердлик // International Journal of Open Information Technologies. – 2023. – Т. 11, № 8. – С. 105-112. – EDN XEQSPQ.

© Давлетшин А.И, 2026