

УДК 338.364

Л. А. Шмелева

ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве РФ», Москва,
e-mail: lyashmeleva@fa.ru

АВТОМАТИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ АКВАКУЛЬТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ключевые слова: автоматизация, производство, аквакультура, рыбное хозяйство, инновации, искусственный интеллект, эффективность.

Спрос на рыбу и морепродукты постоянно растет, особенно по мере того, как их польза для здоровья продолжает завоевывать признание потребителей, которые в целом все больше интересуются питательными свойствами продуктов питания. В настоящее время имеется возможность выращивания рыбы не только в водоемах, но и в Установках замкнутого водоснабжения (УЗВ). Строительство, ввод и эксплуатация установок замкнутого водоснабжения – довольно затратные инвестиционные проекты с большим сроком окупаемости, поэтому их применяют в основном при разведении тех видов рыб, реализация которых приносит прибыль. Управление химическими, физическими и биологическими показателями качества воды является основой эффективности выращивания рыбы в УЗВ. Технологические инновации оказывают положительное влияние на успех предприятий в сфере аквакультурного производства, многие из которых используют возможности искусственного интеллекта для улучшения бизнес-процессов. Автоматизация постепенно включается во все бизнес-процессы, включая кормление, освещение, контроль микробиологического биома, взаимодействие биологических и химических процессов в воде, что повышает общую эффективность производства аквакультуры и позволяет увеличивать масштабы, что в конечном итоге ведет к снижению производственных затрат.

L. A. Shmeleva

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow,
e-mail: lyashmeleva@fa.ru

AUTOMATION OF BUSINESS PROCESSES OF AQUACULTURE PRODUCTION

Keywords: automation, production, aquaculture, fisheries, innovation, artificial intelligence, efficiency.

The demand for fish and seafood is constantly growing, especially as their health benefits continue to gain recognition from consumers, who in general are increasingly interested in the nutritional properties of food. Currently, it is possible to grow fish not only in reservoirs, but also in closed-circuit water supply installations. The construction, commissioning and operation of closed water supply installations are quite expensive investment projects with a long payback period, therefore they are mainly used in breeding those fish species whose implementation brings profit. The management of chemical, physical and biological indicators of water quality is the basis for the efficiency of fish farming. Technological innovations have a positive impact on the success of enterprises in the field of aquaculture production, many of which use the capabilities of artificial intelligence to improve business processes. Automation is gradually being incorporated into all business processes, including feeding, lighting, control of the microbiological biome, interaction of biological and chemical processes in water, which increases the overall efficiency of aquaculture production and allows you to scale up, which ultimately leads to lower production costs.

Введение

Спрос на рыбу и морепродукты постоянно растет, особенно по мере того, как их польза для здоровья продолжает завоевывать признание потребителей, которые в целом все больше интересуются питательными свойствами продуктов питания. Возросший спрос создает нагрузку на ресурсы и методы ведения рыболовства, требуя использования инновационных технологий.

Технологии XXI века, применяемые в аквакультурном производстве, находятся в центре внимания рыбных хозяйств и инвесторов. Автоматизация активно внедряется в производство, значительно совершенствуя и облегчая бизнес-процессы, позволяя получать наиболее высокие результаты деятельности.

Понятие «аквакультура» значительно шире понятия «рыбоводство» и включает «деятельность народного хозяйства, объе-

дияющую направления, результат которых обеспечивает продовольственную безопасность страны и экологическое равновесие в естественных водных экосистемах. Россия обладает значительным водным потенциалом и предпосылками для развития аквакультурного производства» [1].

Автоматизация заменяет действия рабочих на автоматическое управление, а ее основными задачами становятся увеличение производительности и снижение расходов.

Целью исследования является изучение влияния автоматизации на эффективность товарной аквакультуры для увеличения промышленного производства продукции.

Материалы и методы исследования

В настоящее время добыча мирового рыболовства достигает огромных масштабов, что в свою очередь ведет к истощению запасов водных биологических ресурсов, а искусственное воспроизводство – это единственный источник их пополнения. Половина потребляемой рыбной продукции выращена на специализированных рыбоводных хозяйствах [2].

Рыбу, как правило, особо ценных или редких видов, поселяют в специальные емкости-бассейны. Вода при этом циркулирует, каждый раз возвращаясь в технологический процесс, таким образом происходит её многократное использование. Для обеспечения жизнедеятельности и роста рыбы в бассейнах создаются соответствующие каждому виду рыб условия обитания и кормления.

Средой обитания любой аквакультуры является вода. При этом вода, используемая в технологическом процессе, по ряду характеристик должна быть оптимальной для каждого вида рыбы. Установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) позволяют это сделать, то есть очищать воду и придавать ей необходимые свойства.

Основные функции системы замкнутого водоснабжения – это создание среды, необходимой для обитания данной породы рыб, увеличения темпа роста популяции, рациональное использование производственной площади. Контроль работы системы замкнутого водоснабжения осуществляется при помощи мониторинга. Кормление рыб автоматизировано [3].

Вода – это природный ресурс, выступающий главным ресурсом в технологии выращивания рыбы. Очень важно уже на начальной стадии аквакультурного про-

изводства использовать воду, более подходящую по свойствам, главное – свободной от болезнетворных агентов. Наилучшим решением для разведения рыбы в УЗВ является использование воды из скважины или колодца. Вода, используемая для пополнения бассейнов из различных водоемов (рек, озер) должна обязательно проходить стадии микрофильтрации, ультрафиолетового и озонового обеззараживания.

Таким образом, для обеспечения нормального ведения технологического процесса выращивания рыбы в УЗВ необходимо иметь свою скважину для получения воды. Как правило, вода хорошего качества бывает уже в скважинах глубиной 40-45 м.

Более сложным и актуальным производственным вопросом является утилизация отходов жизнедеятельности рыб, а также остатков корма. Сбросы воды регулируются природоохранным законодательством. Выполнение требований национальных законодательств в области охраны окружающей среды является отдельно выделяемой существенной статьей эксплуатационных затрат.

Отходы производства в большинстве своем скапливаются в механических фильтрах, которые периодически промываются водой, а сама вода сливается в окружающую среду.

Большинство крупных рыбоводческих хозяйств утилизируют отходы с использованием водоочистных прудов. Водоочистные пруды должны иметь растительность, корневая система которых поглощает соединения фосфора и азота. Как один из вариантов – вместо растительности можно использовать земляной фильтр, улавливающий вредные для открытой окружающей среды вещества.

Небольшие предприятия, как правило, не имеют таких возможностей. Выходом для них может быть внедрение вторичной механической очистки воды. Для этих целей наиболее подходящими являются ленточные фильтры.

В результате вторичной механической очистки воды происходит концентрация шлама, сам шлам попадает в шламонакопитель. Этот шлам по своему составу богат различными микроэлементами, поэтому его можно использовать как удобрение для растений. Таким образом, малым предприятиям рекомендуется наладить сбор, первичную (предпродажную) переработку и упаковку таких отходов. Реализация удобрений может частично компенсировать затраты на внедрение такой очистки, а также при

хорошо налаженной системе сбыта уникального удобрения – принести дополнительную прибыль.

В принципе, сама технология разведения рыбы в установках замкнутого водоснабжения на всем временном протяжении от создания технологии до настоящего времени остается неизменной – в основе технологии остается повторное использование воды в целях выращивания рыбы в бассейнах [4].

Количество рыбопосадочного материала, выпускаемого в УЗВ, может составлять от нескольких десятков до нескольких тысяч особей и зависит от параметров водоёма и выбранной плотности посадки.

Рыбопосадочный материал разводят специализирующиеся на этом виде деятельности предприятия и непосредственно рыбохозяйства – питомники. Они предлагают товарным рыбохозяйствам посадочный материал любого размера и вида рыб, предлагая гарантии ритмичных поставок и высокого качества.

Перевозка рыбопосадочного материала требует максимальной ответственности, потому что от соблюдения всех требований зависит будущее развитие и рост рыбы в хозяйстве. Учитывая особенности транспортировки, наиболее предпочтительным является доставка рыбопосадочного материала специализированным транспортом и уже отработанными способами.

При доставке рыбопосадочного материала следует руководствоваться следующими требованиями:

- закупку рыбопосадочного материала необходимо производить у специализированных на их выращивании организациях, имеющих лицензии, соответствующую материально-техническую базу и репутацию;

- на весь молодняк рыбы получить ветеринарно-санитарный сертификат, подтверждающий благополучие хозяйства по болезням рыб и соответствующее состояние рыбопосадочного материала;

- доставка рыбопосадочного материала должна осуществляться на основании договора с выбранной для этого организацией, соответствующей требованиям перевозки рыбопосадочного материала.

Необходимо потребовать и проследить выполнение следующих манипуляций с приобретаемым рыбопосадочным материалом до загрузки в емкости для транспортировки:

- до начала перевозки поместить мальков на два-три часа в чистую проточную

воду. Рыбу не кормить, такая процедура позволит рыбкам промыться, почистить жабры от лишних загрязнений и освободить кишечник;

- наполнять емкости для транспортировки только той водой, в которой рыбопосадочный материал обитал;

- проверить работу компрессоров воздуха для насыщения воды кислородом во время следования;

- удостовериться, что в пути следования, температура воды не будет меняться более, чем на 10 градусов.

Результаты исследования и их обсуждение

Строительство, ввод и эксплуатация установок замкнутого водоснабжения – довольно затратные инвестиционные проекты со сроком окупаемости от 5 лет и выше. Поэтому их применяют в основном при разведении тех видов рыб, реализация которых приносит прибыль. Нетрудно предугадать, что это становится возможным при выращивании более дорогих рыб по цене (деликатесные или редкие виды).

За последние 10-20 лет список видов рыб, выращиваемых в УЗВ, увеличился кратно и их счет идет уже на сотни. Однако статистика о мировом выращивании аквакультуры в УЗВ свидетельствует о том, что основные мощности ориентированы на выращивании карповых видов рыб, за ними следует лосось и форель. На все остальные виды аквакультуры приходится не более 10-12% мощностей.

Производители рыб очень осторожны, даже если в каком-то сегменте рынка обостряется конкуренция, они не торопятся уходить в другие заманчивые ниши (разведение новых редких и ценных видов рыб). Объяснение этому – высокие риски, высокая доля неопределенности как в производстве, так и на рынке.

В мире есть производители, которые выращивают в УЗВ одну из самых дешевых видов рыб – тилапию. По всей видимости желаемого уровня рентабельности им помогает достичь так называемый «эффект масштаба» – выращивание рыбы в очень значительных объемах (от одной тыс. тонн в год).

В таблице представлен обзор наиболее распространенных видов рыб, выращиваемых в УЗВ с характеристикой их актуальности.

Основные виды рыб, выращиваемые в УЗВ

№	Вид	Оценка технологии выращивания	Рыночные условия
1	Осетровые	Выращивается легко, возможность производства икры. Некоторые сложности в подращивании личинок.	Высокий спрос на рыбу и икру, высокий ценовой сегмент
2	Форель	Выращивается легко, хорошие показатели роста	Высокая конкуренция
3	Лососевые	Выращивается легко, хорошие показатели роста	Растущий рынок
4	Угорь	Хороший рост, личинки только из естественной среды	Неустойчивый спрос
5	Африканский сом	Выращивается легко, хорошие показатели роста	Неустойчивый спрос
6	Морской язык	Неотработанные технологии	Несформировавшийся рынок

Установки УЗВ позволяют выращивать и переходить на выращивание различных видов, так как основной технологический процесс одинаков для всех рыб. Сами УЗВ позволяют создавать для любого вида аквакультуры наиболее оптимальную среду обитания, включая: рН и солёность воды, температуру, освещённость среды обитания, скорость течения воды, наличие доступного кислорода и содержание углекислого газа в воде, наличие органических веществ.

УЗВ не является препятствием для выращивания какого-либо объекта аквакультуры. Эффективность проектов зависит во многом от менеджмента. Само решение принимает собственник бизнеса или инвестор, ориентируясь на достижение для себя наилучших результатов.

На небольших предприятиях наиболее предпочтительными (экономически выгодными) видами рыб для разведения является дорогостоящие и/или деликатесные виды, в первую очередь к ним относятся осетровые и лососевые виды.

Современные технологии позволяют автоматизировать весь процесс производства, в том числе:

- 1) мониторинг и изменение качества воды в системе,
- 2) управление насосными агрегатами,
- 3) управление системой энергоснабжения,
- 4) управление водоочистным оборудованием,
- 5) управление освещённостью,
- 6) управление кормлением рыбы,
- 7) определение темпов роста рыбы.

Разработчики программ так называемых «умных ферм», используемых для развития

аквакультуры, могут предложить хозяйствам и дополнительные функции, такие как:

1. передача данных в локальную сеть,
2. передача данных в облако и отображение информации на удаленном компьютере/смартфоне/планшете,
3. моделирование бизнес-процессов и финансово-экономических показателей хозяйства,
4. формирование различных производственных и финансово-экономических отчетов,
5. удаленное управление, настройка и изменение режимов работы оборудования.

Как правило, автоматизацией аквакультурного производства занимаются специализированные организации в кооперации с разработчиками и производителями оборудования, а также в кооперации с действующими хозяйствами.

По своему функционалу, набору, качеству и другим параметрам, программы сильно отличаются друг от друга, в основном они носят индивидуальный характер. Ценовой разброс также существенный.

Для малых предприятий экономически нецелесообразно заказывать суперсистемы, достаточно системы, позволяющей мониторить качество воды и работу оборудования. В последнее время становится актуальным внедрение программ, определяющих темпы роста рыбы. Эта программа позволяет технологу правильно выбрать стратегию выращивания любого вида рыбы, оптимально задействовать все бассейны и с наибольшей эффективностью управлять процессом кормления рыбы. Эта программа в целом позволяет управлять издержками предприятия и, таким образом, повысить эффективность деятельности хозяйства.

Внедрение цифровых технологий, определяющих скорость роста рыбы, позволяет некоторым хозяйствам на 30-40% увеличить прибыль в пересчете на один килограмм привеса.

Одним из примеров автоматизации аквакультурного производства может служить применение дронов, которые могут использоваться для мониторинга рыбоводческих ферм и выполнять любое количество задач, которые в настоящее время требуют специализированного и дорогостоящего вмешательства человека.

Дроны также способны собирать информацию, которая может быть использована для создания алгоритмов, которые способствуют дальнейшему развитию технологий или приложений, доступных в производстве аквакультуры.

Дроны и роботы используют датчики для навигации под водой и сбора таких данных, как рН воды, соленость, уровень кислорода, мутность и загрязняющие вещества.

Современной технологией является технология, которая собирает телеметрию рыб и анализирует более 20 параметров аквафермы. Использование автоматических кормушек с помощью дозатора корма позволяет рассчитывать дозу исходя из биомассы рыбы и уровня кислорода. Технология может использоваться на предприятии любого размера и может уменьшить затраты, при этом

исключаются ошибки управления и расчетов, в несколько раз снижается количество аварий, которые приносят до 30% убытков. В итоге повышается рентабельность аквакультурного производства за счет ускорения процесса выращивания рыбы (до 15%), экономии на кормах (около 20%), снижения затрат на персонал.

Собирая большую часть своей информации с датчиков, многие технологические компании в области аквакультуры используют возможности искусственного интеллекта для улучшения процесса принятия решений. Роботы должны уметь ориентироваться в окружающей среде, избегать препятствий, подзаряжаться на зарядных станциях и принимать решения независимо от людей.

Выводы

Рыбоводческие хозяйства постоянно совершенствуют своё производство, добиваясь при этом улучшения производственно-экономических показателей [4].

Автоматизация постепенно включается во все бизнес-процессы, включая кормление, освещение, контроль микробиологического биома, взаимодействие биологических и химических процессов в воде, что повышает общую эффективность производства аквакультуры и позволяет увеличивать масштабы, что в конечном итоге ведет к снижению производственных затрат.

Библиографический список

1. Гутникова О.Н. Научный подход к классификации аквакультуры и ее объектов // Пищевая промышленность. 2020. № 1. С. 41–45.
2. Серeda Д.С. Организационно-экономические аспекты развития аквакультуры в Российской Федерации // Инновации и инвестиции. 2014. №9. С. 239–242.
3. Скрипко Л.П., Скрипко А.А. Автоматизация системы замкнутого водоснабжения для объектов аквакультуры // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2021. № 3. С. 49–55.
4. Шмелева Л.А. Разработка инвестиционного проекта аквакультурного производства // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2022. № 4 (2). С. 259–264.