

РАЗВИТИЕ ПРУДОВОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА НА КОНВЕРГЕНТНОЙ ПРИРОДОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ПЛАТФОРМЕ

¹Мелихов В.В., ¹Сизов Ю.И., ^{1,2}Медведева Л.Н., ^{1,2}Плотников А.С. ³Федоров А.Л.

¹Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия,
г. Волгоград, Российская Федерация

²ФГБУ ВО Волгоградский государственный технический университет,
г. Волгоград, Российская Федерация

³Администрация Котельниковского городского поселения Волгоградской области,
г.п. Котельниковское, Российская Федерация

Аннотация. В статье представлены материалы, раскрывающие вопросы применения умных (информационных) и природосберегающих технологий в сельском хозяйстве на конвергентной платформе. Усиливающееся антропогенное вмешательство в гидрологические объекты приводит к сокращению естественной кормовой базы рыб и водных организмов, развитию синезеленых водорослей, создающих эффект «цветения воды». Представлены научные разработки по автоматизации прудового бизнеса, оздоровлению (альголизации) природных водоемов на основе вселения штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111. Теоретическая значимость: расширены представления о совершенствовании процесса управления прудовым бизнесом и оздоровлению водоемов на основе применения инновационных технологий; практическая – представлена доказательная база по ускорению процесса выращивания рыб до 15 %, экономии кормов до 20 %.

Ключевые слова. Сельское хозяйство, прудовое предпринимательство, умные технологии, аквакультура, альголизация водоемов, рыбопродуктивность.

DEVELOPMENT OF POND ENTREPRENEURSHIP ON A CONVERGENT ENVIRONMENTAL PLATFORM

¹Melikhov V.V., ¹Sizov Y.I., ^{1,2}Medvedeva L.N., ^{1,2}Plotnikov A.C. ³Fedorov A.L.

¹FSBSI "All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd, Russian Federation

²Volgograd state technical University, Volgograd, Russian Federation

³ Administration of the Kotelnikovsky urban settlement of the Volgograd region,
Kotelnikovskoe, Russian Federation

Abstract. The article presents materials that reveal the issues of using smart (information) and environmentally friendly technologies in agriculture on a converged platform. The increasing anthropogenic interference with hydrological objects leads to a reduction in the natural food supply of fish and aquatic organisms, the development of blue-green algae, which creates the effect of "water bloom". Scientific developments on automation of the pond business, rehabilitation (algolization) of natural reservoirs based on the introduction of the *Chlorella vulgaris* strain IGF No. C-111 are presented. Theoretical significance: expanded ideas about improving the management of the pond business and improving water bodies through the use of innovative technologies; practical - the evidence base is presented to accelerate the process of fish farming up to 15%, feed savings up to 20%.

Keywords. Agriculture, pond entrepreneurship, smart technologies, aquaculture, algolization of water bodies, fish productivity.

Введение. Сельское хозяйство России стоит перед выбором: с одной стороны, необходимо увеличить использование земельных и водных ресурсов в условиях осваивающейся конкуренции между отраслями экономики, а с другой - обеспечить адаптацию агротехнологий к изменяющемуся климату. Решить многие проблемы берется набирающая обороты цифровизация. Впервые термин «цифровая экономика» (digital economy) был использован в трудах американского ученого Николаса Негропonte (1995г) [2]. Сегодня нам трудно представить экономику, существующую без гибридного мира, без слияния реального и виртуального мира. Конвергенция как процесс сближения разных направлений знаний на одной площадке достаточно востребован в обществе. Под конвергентными технологиями в

сельском хозяйстве понимается, во-первых, объединение человеческих, материальных, финансовых и инновационных ресурсов; во-вторых, передача части функционала работников сельского труда роботам, цифровым технологиям и управление бизнесом дистанционно «из любой точки мира». Конвергентная платформа «Smart agriculture» – это площадка инновационных агрорешений, направленных на производство экологически чистой продукции, сохранение природной среды [4]. Усиливающиеся загрязнение Мирового океана и истощение природных ресурсов ускоряет добычу и разведение рыбы, аквакультуры в искусственных водоемах [9]. В связи с изменением климата с каждым годом получать товарную рыбу становится все труднее, приходится держать под контролем большое количество внешних факторов, вести мониторинг за состоянием воды (температура, насыщение кислородом, содержание озона и микроэлементов) и зоопланктона (видовой состав, соотношение между полезными и вредными организмами, инфекции). Рыбу и отдельные биоресурсы выращивают тремя способами: в прудах, садках, установленных на водоемах и на рыбопроизводных заводах [8]. Одно из направлений обеспечения населения рыбной продукцией – развитие прудового бизнеса. В бассейне рек Дона и Волги находится немало количество рыбопроизводных хозяйств, которые используют для своих производственных целей природную воду. Например, в Волгоградской области зарегистрировано 13 рыбопроизводческих колхозов, 6 прудовых хозяйств, а также более десятка ЛПХ по разведению рыбы и ракообразных (таблица 1) [3].

Таблица 1 – Прудовые хозяйства Волгоградской области, 2018 год

<i>Наименование</i>	<i>Специализация / производство</i>
СПК Ергенинский, Светлоярский район	Сазан, толстолобики, белый амур, карась, карп
ИП КФХ Лозина Я.В., Среднеахтубинский район	Карп, толстолобики, белый амур
ООО Прибой, Быковский район	Ленский осетр, карп, толстолобики, белый амур
ФГУП МЭРЗ, Даниловский район	Карп, толстолобик, белый амур, веслонос, стерлядь
ОАО Ляпичевское, Калачёвский район	Карп, толстолобики, белый амур
ООО Свобода, Городищенский район	Карп, толстолобики, белый амур

Источник: комитет по сельскому хозяйству Волгоградской области

Важнейшими аспектами экономической деятельности рыбопроизводческих организаций является поддержание биопродуктивности прудов, снижение себестоимости продукции, сокращение производственного цикла от посадочного материала до получения товарной продукции. От эффективности управления столь сложным хозяйством напрямую зависит уровень рентабельности бизнеса. Одно из решений – перевод бизнеса на конвергентную платформу [4]. Рыбопроизводческие фермы в большинстве развитых странах мира отличаются высоким уровнем компьютеризации производственных процессов [8,11]. Значительным подспорьем для развития бизнеса являются автоматизированные учетные и мониторинговые системы. Преимущества данных систем состоит в том, что они не требуют значительных изменений в налаженных бизнес-процессах, позволяют осуществлять непрерывный мониторинг и контроль за внешней и внутренней средой, повышать предсказуемость результатов [1]. Российская компания AQUAL (резидент Сколково) разработала программу для умной фермы, которая включает: аппаратно - программный комплекс Aqua Digital Life, интеллектуальные системы управления AI & ML, инновационное технологическое оборудование (биофильтры, автокормушки, анализаторы) [5]. Автоматизация бизнеса и использование возобновляемых источников энергии позволяет повысить эффективность многих процессов: освещение, автоматическое кормление рыб, удаленный мониторинг за качеством воды, работой насосных агрегатов, водоочистным и периферийным оборудованием. Объединяя в единую автоматическую систему: контроль за качеством воды (кислород, температура, растворенный озон, кислотность, соленость и мутность), водоподготовку, кормление, освещение, специализированное программное обеспечение для настройки и мониторинга всех процессов жизнеобеспечения, облачный сервис Smart Fish Farm для учета, хранения, обработки и аналитики всех данных, фермер обеспечивает прогрессивное стратегическое развитие своего бизнеса [10]. Современные направления применения цифровых технологий в прудовом бизнесе – это обработка и анализ больших объемов данных, применение адаптивных нейронных сетей. Умные технологии позволяют решать и вопросы экологии. Усиление антропогенной нагрузки на водоемы приводят к появлению такого эффекта, как «цветение воды», которое создается сине-зелеными водорослями. Выделяемые сине-зелеными водорослями токсины, оказывают угнетающее действие на зоопланктон и рыб, снижают эффективность прудового бизнеса [14,15].

Целью исследования является определение технологических и экономических предпосылок, обеспечивающих целесообразность и скорость внедрения умных и природосберегающих технологий в прудовом предпринимательстве.

Материалы и методы. Эмпирический анализ позволил обосновать рабочую гипотезу – спрогнозировать применение передовых (умных и природосберегающих) технологий в прудовом бизнесе. ИП КФХ Лозина Я.В. (Волгоградская область) выращиваются несколько видов рыб: веслонос, карп, белый амур. Для исследования были выбраны: пруд №2 – площадь водного зеркала 61 га (контрольный), пруды №1 – 61 га, №4 – 60 га (опытные). В опытных прудах производилось вселение штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111. Акватория прудов была идентифицирована с помощью спутниковой фотофиксации и интерактивной Web-программы Google Earth. В период наблюдения производился отбор гидрологического, гидрохимического, гидробиологического материала; изучалась степень загрязнения прудов сине-зелеными водорослями. Состояние зоопланктона определялось батометром Молчанова и количественной сетью Джеди. В качестве индикаторных показателей, характеризующих состояние прудов, использовались: концентрация растворенного кислорода в воде (1), прозрачность воды (2), биомасса зеленых водорослей (3), биомасса зоопланктона (4), биомасса сине зелёных водорослей (5) (рисунок 1).



Рисунок 1 – Взятие проб воды и зоопланктона, определение станций для вселения штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 в прудах №2, №4 ИП КФХ Лозина Я.В., весна-лето 2018 г

За период наблюдений содержание растворенного кислорода не опускалось ниже рыбохозяйственной нормы, было на уровне: 7,5 – 19,4 мг O₂/дм.³ Максимальные показатели кислорода: 12,4 – 19,4 мг O₂/дм.³ были зарегистрированы в опытных прудах (эффект вселения хлореллы). Вселение штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 в водоем, проводилось по технологии, разработанный в ФГБНУ ВНИИОЗ (таблица 2).

Таблица 2 – Объемы вселения суспензии штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 в опытные пруды, литры на 1 га площади водного зеркала, 2018 г

Наименование	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
Пруд №1 – опытный пруд	20	20	40	60	60	60	-
Пруд №4 – опытный пруд	20	20	20	40	40	20	-
Пруд №2 – контрольный пруд	-	-	-	-	-	-	-

Источник: составлено авторами

Сезонные количественные показатели водорослей колебались в пределах от 0,084 до 69,86 млн. кл/л; общая биомасса от 0,016 до 5,9 г/м³. Основу биомассы составляли 4 отдела водорослей: диатомовые, сине зелёные, зелёные и пиррофитовые. *Chlorella vulgaris* была зарегистрирована с июня по август в опытных прудах с показателями от 0,1 до 10 % от общей биомассы фитопланктона. Максимальная численность сине зелёных водорослей была отмечена в контрольном пруде. Информация с датчиков температуры воды и содержания кислорода отражались на компьютере несколько раз в сутки.

Результаты и обсуждение. Исследование, проведенное в ИП КФХ Лозина Я.В., весной-летом 2018 года показало, что в опытных прудах №1 и №4 заметно улучшилась рыбопродуктивность. Средний прирост карпа составил от 1110 до 1620 грамм, а в контрольном – 45 грамм (-1200 грамм); прирост веслоноса – 2720 грамм, в контрольном 2520 грамм (- 200грамм), белого амура в опытных прудах 1729 и 1750 грамм в контрольном 1015 грамм (-700 грамм). В опытных прудах №1, №4 на протяжении периода наблюдений отмечалось высокая жизнеспособность и стрессоустойчивость посадочного

материала; произошло уменьшение количества заболеваний (жаберный некроз, лернеоз, арглез), что позволило получить экономию на приобретении ветпрепаратов. Применение штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 ускорило созревание посадочного материала (личинок) до жизнестойких стадий (сформировавшейся пищеварительной системой), оздоровило экосистему прудов [12,13]. Совместно с учеными ВПИ (филиал) ВолгГТУ проводятся исследования по применению солнечных панелей в организации кормления рыб и освещении хозяйственных построек. Автоматизация процесса, организация учета (ведение журнала рыбовода), мониторинг показателей качества воды, облачный доступ и разграничение прав доступа позволили расширить представления об организации прудового бизнеса. В прудовых хозяйствах для автоматизации процесса целесообразно обеспечить функционирование четырех комплексов:

- *организационно-правовой*: разработка бизнес-плана, профессиональное обучение, приобретение или аренда водных объектов, маточного стада и мальков, кормов;
- *организационно - закупочный*: приобретение основных фондов;
- *организация мониторинга*: параметров воды, ветра, состояние биоценозов;
- *организация бизнеса*: составление карт кормления, альголизация водоема

Для мониторинга прудов необходимо использовать IT-устройства и приборы: термооксиметры, pH-метры, метеостанции, датчики уровня воды, надводные и подводные видеокамеры, интеллектуальное программное обеспечение на базе нейронных сетей. Для проведения альголизации (вселение штамма *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111 в водоем) можно использовать, разработанную в ФГБНУ ВНИИОЗ, программу для ЭВМ и автоматическое плавсредство (рисунок 2) [6,7,12].



Рисунок 2 – Плавсредство для вселения *Chlorella* в водоем и Свидетельство на программу для ЭВМ по системе искусственного интеллекта для альголизации водоемов, ФГБНУ ВНИИОЗ, 2021год

Выводы. Современные информационные технологии быстро меняют привычные бизнес-процессы, трансформируя и преобразяя традиционные производства. Практика показывает, что автоматизацию прудового хозяйства целесообразно выполнять с учётом достижений «Индустрия 4.0», применяя облачные технологии и нейронные сети (neural networks), высокотехнологичное компьютерное оборудование с применением механизма государственно-частного партнерства. Искусственный интеллект (artificial intelligence) и предписывающая аналитика (predictive / prescriptive analytics) позволят обеспечить управление прудовым бизнесом с учетом территориальных и климатических особенностей. В ходе исследования была доказана эффективность использования штамма *Chlorella vulgaris* ИФР №С-111 в оздоровлении водоемов, использовании в качестве живого корма. Теоретическая значимость заключается в том, что расширены представления о совершенствовании процесса управления прудовом бизнесом на основе применения умных технологий; практическая – рыбоводческие хозяйства смогут улучшить показатели экологии и экономики: сохранить здоровье рыб, снизить себестоимость продукции, повысить рентабельность (ускорить процесс выращивания рыб до 15 %, сэкономить на кормах до 20 %). Прудовое хозяйство является существенной составляющей в обеспечении Продовольственной безопасности страны.

Список использованных источников

1. Автоматизированная система управления многофункциональными устройствами докорма и защиты рыбы в прудовых хозяйствах [Электронный ресурс] / В.Е. Костин, А.В. Савчиц, А.С. Корнеев, В.А. Ким // 17-я научно-практическая конференция ППС ВПИ (филиал) ВолгГТУ (г. Волжский, 23-27 января 2018 г.): материалы конференции / под ред. С.И. Благинина. ВПИ (филиал) ВолгГТУ, Волгоград. - 2018. - С. 48-50.
2. Бухтиярова Т. И. Цифровая экономика: особенности и тенденции развития // Научный журнал «Бизнес и общество». 2019. - №1 (21). - С. 1-12
3. Воробьев, Н.Н. Проблемы и перспективы развития прудового хозяйства в Волгоградской области / Наука и молодежь: новые идеи и решения: материалы XI Международной научно-практической конференции молодых исследователей. 2017. - С. 14-17.
4. Гурина, И.В. Медведева, Л.Н. Рогачев, А.Ф. Медведев, А.В. Конвергентная платформа smart agriculture и применение цифровых информационных технологий в агробизнесе / Учет и статистика. 2019. - № 3 (55). - С. 74-84
5. Компания AQUAL. URL: https://www.AQUAL_2019_3_Present (aquadigitallife.com) (дата обращения: 28.08.2021)
6. Медведева Л. Н., Фролова М. В., Московец М. В., Медведев А. В. Внедрение природосберегающих технологий – экологический императив в развитии регионов // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. 2019. - Т. 21. - № 4. - С. 126 -140.
7. Московец, М.В., Фролова, М.В., Птицына, Л.А., Торопов, А.Ю. Особенности влияния штамма *Chlorella vulgaris* ИФР N C-111 на качество воды в прудовом рыбоводстве // Орошаемое земледелие, 2019. - № 3. - С.46-49.
8. Муратова, Е. Организация прудового хозяйства: оценка доходности и перспективы развития // International agricultural journal. 2019. - №4. - С 195-203.
9. Никифоров-Никишин, А. Л., Шатохин, М. В. Развитие мирового рынка аквакультуры // Дельта науки, 2019. - № 1. - С.4-6.
10. Программа FishWeb для предприятий аквакультуры // URL: <https://fishweb.ru> (дата обращения: 12.06. 2021).
11. Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 68 с.
12. Фролова, М.В. Использование кормовой добавки хлореллы при выращивании стерляди в прудовых хозяйствах / М.В. Фролова, М.В. Московец, А.Ю. Торопов // Орошаемое земледелие, 2020. - №3. - С.54-57.
13. Aquaculture 4.0: applying industry strategy to fisheries management // URL: <https://www.governmenteurope.eu/aquaculture-4-0/93038> / (дата обращения: 28.06.2021).
14. Caporgno, M.P., Mathys, A. Trends in microalgae incorporation into innovative food products with potential health benefits // Front Nutr, 2018. - vol. 5. - pp. 58-63.
15. New Horizons for the Application of Microalgae in the National Economy/ L.N. Medvedeva, O. Roiss, O/ ICT Systems and Sustainability Proceedings of ICT4SD 2020, Volume 1. pp 733-740.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Администрации Волгоградской области в рамках научного проекта №7 от 10 декабря 2020 года «Восстановление экосистемы Дона на основе повышения потенциала микроводорослей, участвующих в развитии биологических ресурсов».