

МИРОВАЯ ЭКОНОМИКА

Балтийский экономический журнал. 2026. № 2(54). С. 175-192.

Baltic Economic Journal. 2026. No. 2(54). P. 175-192.

МИРОВАЯ ЭКОНОМИКА

Научная статья

УДК 338.49, 639.3.05

doi: 10.46845/2073-3364-2026-0-2-175-192

Основные тенденции развития аквакультуры Китая (обзор)

Сергей Михайлович Ежелый

ИНОТЭКУ ФГБОУ ВО "КГТУ, Калининград, Россия,

sergey.ezheliy@klgtu.ru

Аннотация: Цель работы – оценка современного состояния аквакультуры Китая как мирового лидера и его влияния на российское рыбководство. Тенденции развития крупнейшей в мире китайской аквакультуры заданы политикой государства, партии, крупнейших холдингов, включая требование экологизации рыбководства. По мере роста уровня жизни и стремительной урбанизации пресноводные пруды стали уменьшаться в количестве и сокращаться в площадях акваторий, но при этом объем выращенной в них продукции ежегодно увеличивался в весовом и денежном выражении, что свидетельствует об очень высоком потенциале аквакультуры, позволяющем при сокращении персонала продолжать увеличивать производительность труда и уровень зарплат в отрасли. Рыбководство становится индустриальной сферой, где наблюдается амплификация платежеспособного спроса на номенклатуру и качество искусственно выращиваемых организмов. Усиливается сопряжение и взаимосвязанность с другими экономическими отраслями, наукой и образованием. Расширение производства возможно за счет интенсификации разведения пресноводных гидробионтов, масштабирования оффшорной и глубоководной марикультуры. Власти КНР признают проблему нехватки объемов и низкого качества рыбных кормов отечественного производства. Решение власти видят в организации соответствующих научно-исследовательских центров, учреждении новых локальных компаний по производству кормов. Автоматизация, датчики и анализ данных относятся к числу технологических усовершенствований, повышающих конкурентоспособность, максимально расширяющих возможности аквакультуры. Эти направления неизбежно вызывают наращивание капиталоемкости и потребность в селекционно-генетических ресурсах.

Ключевые слова: аквакультура, марикультура, экономика, тенденции, рынок, Китай

Для цитирования: Ежелый С. М. Основные тенденции развития аквакультуры Китая (обзор) // Балтийский экономический журнал. 2026. № 2(54). С. 175-192. <https://doi.org/10.46845/2073-3364-2026-0-2-175-192>

Main trends in the development of China's aquaculture (overview)**Sergey M. Ezheliy**

INOTECU FGBOU VO "KSTU", Kaliningrad, Russia

sergey.ezheliy@klgtu.ru

Abstract. The development trends of China's largest aquaculture industry are driven by government policies, party policies, and the policies of major holding companies, including the requirement for the greening of fish farming. It is becoming an industrial sector where there is an increase in the demand for the range and quality of artificially grown organisms. There is also an increase in the integration and interconnectedness with other economic sectors, science, and education. The expansion of production can be achieved through the intensification of freshwater aquaculture and the scaling up of offshore and deep-sea mariculture. The Chinese authorities recognize the problem of a lack of volume and low quality of domestically produced fish feed. The authorities see the solution in establishing relevant research centers and new local feed production companies. These areas inevitably lead to an increase in capital intensity and the need for breeding and genetic resources.

Keywords: aquaculture, mariculture, economy, trends, market, China

For citation: Ezheliy S. M. Main trends in the development of China's aquaculture (overview) // Baltic Economic Journal. 2026;2(54):175-192. (In Russ.). <https://doi.org/10.46845/2073-3364-2026-0-2-175-192>

Введение

Аквакультура практикуется на протяжении тысячелетий, но ее экономическая роль в мировом рыбном хозяйстве мире стала заметной с 1970-х годов [1]. По данным Всемирной продовольственной организации (ФАО), в настоящее время искусственно выращивается около 730 видов водных животных и растений, на 17 из них приходится 60 % глобальной продукции, остальные виды имеют значение на местном уровне. Гидробионты используются в пищевой (около 89 % выращенной продукции), кормовой и технической промышленности [37].

По оценкам Международного банка реконструкции и развития, рыбоводство характеризуется экономической устойчивостью, эффективностью использования ресурсов, высокой степенью экологичности. С 1950-х годов стабильна рыночная тенденция ежегодного роста производства. Объем мирового рынка аквакультуры в 2025 г. составил около 607,1 млрд. долл. США. По прогнозам, в 2026 г. он вырастет до 653,8 млрд. долл., к 2034 г. - до 1150,6 млрд. долл. Тем самым, среднегодовой цепной темп роста в денежной оценке ожидается на уровне 7-7,3 %. [2]. Мировой рынок аквакультуры претерпевает изменения ввиду растущего спроса на полезные и безопасные продукты, повышенного внимания к вопросам устойчивого развития, стремительных изменений в

торговых, логистических и энергетических отношениях между государствами, спонтанных аномальных тарифных и нетарифных барьеров по всему миру, локальных и региональных военных конфликтов [3].

Последние десятилетия на глобальном рынке аквакультуры доминирует Азиатско-Тихоокеанский регион, где сосредоточены и продолжают увеличиваться самые большие рыбоводные мощности. Китай, Индия, Вьетнам, Индонезия и Бангладеш занимают первые пять мест, и суммарно производят 77 % водных животных; Китай, Индонезия, Южная Корея, Филиппины и КНДР составляют первую пятерку стран по производству водорослей с суммарной долей свыше 96 % [4]. Достижение значимых результатов стало возможным в связи с созданием в названных азиатских государствах национальных агропродовольственных систем. Согласно определению ФАО, такие системы "охватывают весь путь продовольствия от фермы до стола, включая выращивание, вылов, уборку урожая, переработку, упаковку, транспортировку, распределение, продажу, покупку, приготовление, употребление в пищу и утилизацию. Кроме того, они включают непродовольственную продукцию, которая служит источником средств к существованию, а также всех тех, чья деятельность, инвестиции и решения способствуют снабжению населения продовольствием и сельскохозяйственной продукцией" [5].

Рыбные отрасли Китая, Индии и Индонезии во многом определяют глобальные тенденции в аквакультуре. Компании, экспортирующие рыбоводную продукцию из этих государств, являются конкурентами российских предприятий, в том числе непосредственно на внутреннем российском рынке.

В этой связи зарубежный опыт управления экономикой аквакультуры, ее перспективы и интеграция с другими отраслями, обеспечение рационального питания населения и продовольственной безопасности в целом представляет интерес для экономических исследований в нашей стране.

Методы и материалы

Задачи: аналитический обзор экономических исследований; описание организационно-экономического механизма; выявление экономических тенденций и рыночного опыта рыбоводства, который может быть использован при развитии российской аквакультуры.

Используемые методы включают: монографический метод (исследование развития китайской аквакультуры как экономико-социального явления, выделение в ней экономических и политико-экономических тенденций и трендов); оценочный экономический анализ мировой и китайской статистики рыбоводческой деятельности за 2005-2025 гг.; аналитико-синтетическую переработку первичной информации (для оценки уровня и перспектив развития и увеличения степени суверенизации аквакультуры).

Материалами данной работы послужили китайские статистические сведения, литературные источники ScienceDirect, Scopus, ResearchGate и

eLIBRARY, описывающие экономические аспекты технологий, применяемых для аквакультуре.

Исследование опиралось на диалектический подход, рассматривающий процессы и явления современного мира комплексно, во взаимосвязи и взаимообусловленности, в непрерывном изменении и развитии.

Результаты и обсуждение

В 2024 г. в КНР в аквакультуре получено продукции массой 60,6003 млн. тонн с ростом на 4,31 % к 2023 г. Для сравнения, в том же году национальный объем океанического рыболовства составил 2,1891 млн. тонн, что на 5,74 % меньше по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. Объем производства морской аквакультуры (марикультуры) достиг 503,438 млрд. юаней, пресноводной аквакультуры - 878,665 млрд. юаней соотношение стоимости продукции аквакультуры к продукции рыболовства составляет отношение 82,5:17,5. Площадь рыбоводных участков составила 7 567,88 тыс. га, что на 0,74 % меньше по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. Среди них площадь марикультуры составила 2240,06 тыс. га, увеличившись на 1,14 % в годовом исчислении; площадь пресноводной аквакультуры составила 5327,82 тыс. га, уменьшившись на 1,51 % в годовом исчислении; соотношение площадей марикультуры и пресноводной аквакультуры составило 29,6:70,4 [6].

В 2024 г. внешнеэкономическая торговля пищевой продукцией из гидробионтов (в млрд. долл. США в год): экспорт достиг 20,74 (масса - 4,2396 млн. тонн), импорт 23,097 (масса – 6,9324 млн. тонн). Число жителей страны сократилось до 1,408 млрд. человек, подушевое потребление рыбы и морепродуктов в Китае возросло до 42 кг в год [6, 7].

Структура и конфигурация рынка производителей отражает индустриальный характер китайского рыбоводства. В настоящее время в стране искусственно выращиваются 300 видов гидробионтов. Несмотря на то, что абсолютное большинство отраслевых хозяйствующих субъектов относятся к микробизнесу или малому бизнесу, тенденции развития находится под сильным влиянием ключевых китайских корпораций, в которых рыбоводство является одним из направлений деятельности. Сопоставление ведущих 10 мировых и 10 китайских корпораций (таблица 1) демонстрирует высокий потенциал консолидации капиталов, инвестирования, страхования рисков и технологичности в китайской аквакультуре [2, 8].

Все крупнейшие компании аквакультуры представляют собой вертикально интегрированные концерны, в которых доля рыбоводства не превышает 30%. Китайские концерны в отличие от иностранных резидентов активнее реинвестируют прибыли от реализации аквакультурной продукции в новые и инновационные проекты рыбоводства [17, 20]. В этих условиях, суммарный доход китайских корпораций (таблица 1) свидетельствует об устойчивости отрасли и очень высокой конкурентоспособности.

Таблица 1 – Крупнейшие компании аквакультуры вне и внутри Китая, на 2025 г.
Table 1 – Largest aquaculture companies outside and within China, 2025

№ в рейтинге	Наименование иностранной компании	Резидент	Оценочный доход за 2025 г., млрд. долл.		Наименование китайской компании
1	Nissui	Япония	6,24	10	Tongwei Group
2	Umios Group	Япония	6	5	Blue Ridge Aquaculture
3	Mowi ASA	Норвегия	5,7	3,5	Guangdong Evergreen Group
4	Thai Union Group PCL	Таиланд	4,3	2,8	Zhanjiang Guolian Aquatic Products
5	SalMar ASA	Норвегия	2,6	2,5	Zhangzidao Group
6	Dongwon Industries	Корея	2,5	2	Shandong Homey Aquatic Development
7	Lerøy Seafood Group	Норвегия	2,5	1,8	Zoneco Group
8	Cooke Inc.	Канада	2,4	1,5	Dalian Zhangzidao Fishery Group
9	Cermaq Group AS	Норвегия	1,9	1,2	Tongwei International Group
10	Salmones Camanchaca	Чили	1,5	1.1	Guolian Aquatic Products
Суммарный доход			35,64	31,4	

Китайский рыбовод по состоянию на конец 2025 г. имел годовой средний заработок около 185 тыс. юаней (около 2 млн. рублей), что превышало среднюю зарплату по стране (около 124 тыс. юаней, при этом в АПК – 67 тыс. юаней); в зависимости от провинции годовой заработок варьировался от 94,3 тыс. юаней (1 млн. рублей) до 283,4 тыс. юаней (3,1 млн. рублей) юаней [7, 9]. Отрасль является привлекательной для трудоустройства, кадрового дефицита нет.

Китайские исследователи отмечали период снижения темпов роста производства пресноводных организмов в 2017 г. (таблица 2). Площадь аквакультурных прудов в большинстве провинций КНР стабилизировалась или начала сокращаться. Наложённый в 2019 г. запрет на прибрежный промысел привел к росту эффективности аквакультуры и марикультуры на выделенных рыбоводных участках уже с 2020 г. (см. цепные темпы роста в таблице 2).

Таблица 2 – Производство в рыбоводстве за 2015-2024 гг., млн. тонн [7]

Table 2 – Fish farming production for 2015-2024, million tons

Год	Морские водные организмы			Пресноводные организмы		
	Производство	Абсолютный цепной прирост	Цепной темп роста, %	Производство	Абсолютный цепной прирост	Цепной темп роста, %
2015	17,966	-	-	27,793	-	-
2016	19,163	1,197	106,6	28,779	0,986	103,7
2017	20,007	0,844	104,4	29,058	0,279	100,9
2018	20,312	0,305	101,5	29,598	0,54	101,8
2019	20,653	0,341	101,7	30,137	0,539	101,8
2020	21,353	0,70	103,4	30,889	0,759	102,5
2021	22,111	0,758	103,5	31,833	0,944	103,0
2022	22,757	0,646	102,9	32,898	0,298	103,3
2023	23,956	1,199	105,2	34,131	1,233	103,7
2024	25,276	1,317	105,5	35,324	1,193	103,9

Производительность в традиционном прудовом рыбоводном хозяйстве колеблется в пределах 6,5-7 тонн с гектара акватории рыбоводного участка [10]. Для сравнения, в Индии производительность прудового рыбоводства в среднем 3 тонны с гектара, правительство планирует поднять ее к 2030 г. до 5 тонн [11].

Анализ факторов показал, что наличие прибрежных низменностей является необходимым условием для масштабного строительства прудов для аквакультуры. Социально-экономические факторы в значительной степени определяют динамику развития аквакультуры. В прибрежной зоне Китая аквакультурные пруды увеличивались в период низкого уровня жизни местного населения, но по мере роста уровня жизни и стремительной урбанизации стали уменьшаться в количестве и сокращаться в площадях акваторий [12, 13]. Поскольку объем выращенной пресноводной продукции ежегодно увеличивался в весовом и денежном выражении (таблица 2), следует говорить об очень высоком потенциале аквакультуры, позволяющем при сокращении персонала продолжать увеличивать производительность труда и уровень зарплат в отрасли.

С 2023 г. в аквакультуре КНР наступил переломный момент: производство кормов для аквакультуры впервые сократилось, наступил временный период ослабления спроса на продукты аквакультуры в странах Евросоюза, являвшихся традиционным рынком сбыта, на который повлияли антикитайская пропаганда и волатильность импортных пошлин в США. На местном рынке повысилась стоимость кормов и, одновременно, снизились закупочные цены поставщиков и торговых сетей [13]. Наметился переход от количественного роста объемов производимого сырья к качественному росту переработанных товаров, соответственно, увеличилась продолжительность производственных циклов. Не выделенным в качестве формального направления, но фактически важнейшим является совокупность усилий по минимизации смертности гидробионтов, начиная с первых дней жизни и на протяжении всего цикла выращивания [13].

Потенциал отрасли позволил не только преодолеть замедление роста производства в 2017-2019 гг., но и увеличить производство и сбыт продукции на 10 % в 2024 г. по сравнению с отчетным 2022 г. Вместе с тем, масштаб прибрежного морского рыбоводства в Китае достиг предельной нагрузки на морские акватории [14]. Руководство государства поставило долгосрочную цель научно определить подходящие, ограниченные и запретные зоны для аквакультуры. Переход от прибрежного к оффшорному и глубоководному рыбоводству стал основной тенденцией развития марикультуры Китая [12-14].

Рынок потребителей аквакультуры специфичен. В провинциях Китая потребление рыбы и морепродуктов имеет "анизоморфный" характер. В целом по Китаю наблюдается сглаженный рост потребления (рисунок), который коррелировал с ростом средней зарплаты до 2020 г., после чего вышел на "плато" 42 кг в год на человека. Наибольший уровень потребления в 2024-2025 гг. показали приморские территории, имеющие островные части: Макао (70,26 кг в год на человека), Гонконг (65,79), в среднем по Китаю – 41,65.

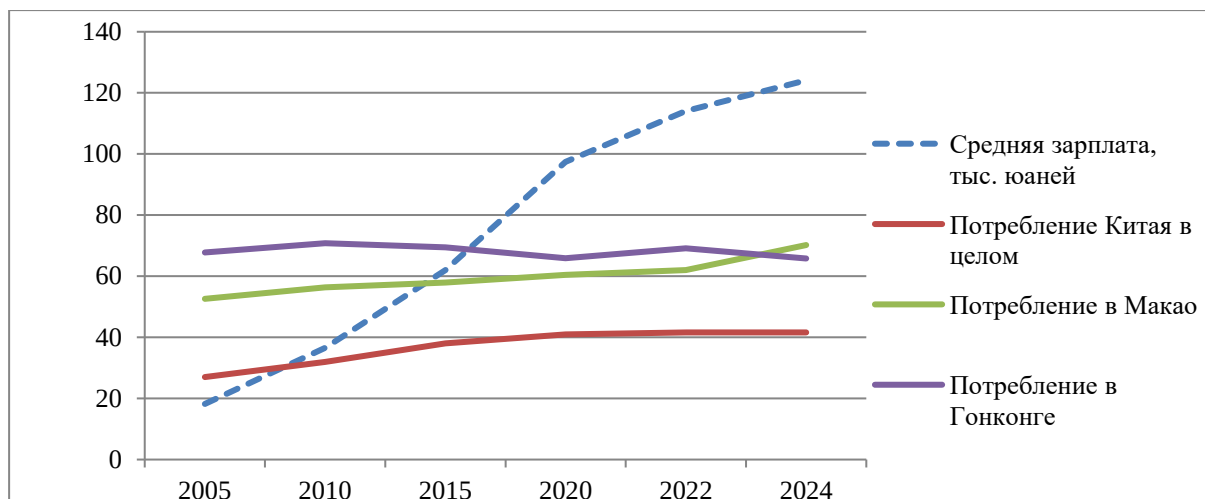


Рисунок – Потребление рыбы и морепродуктов в Китае и отдельных провинциях в 2005-2024 гг., кг в год на человека [6, 7, 10]

Figure - Consumption of fish and seafood in China and individual provinces in 2005-2024, kg per year per person

Факторы эффективной стратегической маркетинговой политики, модных тенденций в питании, пропаганды здорового образа жизни оказывают значительную поддержку потреблению гидробионтов, что позволяет прогнозировать дальнейший рост потребления до уровня, близкого к потреблению в Гонконге (+20 кг в год на человека). Китайская экономическая политика в рыбохозяйственном комплексе передает правительствам провинций гораздо больше полномочий по управлению рыбной отраслью в целом и аквакультурой в частности.

Стремительный рост аквакультуры вызвал цепное повышение спроса на корма и удобрения для планктона. В целом, иностранные компании сильно ограничены в возможностях инвестирования в промышленное рыболовство в Китае, а также других азиатских странах [15]. Однако иностранные инвестиции в производство фирменных кормов поощряются, если в Китае создаются китайские фирмы, входящих в транснациональные холдинги: Cargill (США), Alltech (США), BioMar (Дания) Aller Aqua (Дания), Skretting (резидент Норвегии, является дочерней компанией нидерландской корпорации Nutreco, руководитель бывший госсекретарь США Э. Блинкен), Charoen Pokphand Group (Таиланд) и др. [16]. Очень активно поддерживается отечественное производство. Крупнейшие китайские компании с ежегодными продажами от 100 млн. до 1 млрд. долл. Guangdong Haid Group Co., Ltd., New Hope Liuhe Co., Ltd., Guangdong Yuehai Feed Group Co. В десятку крупнейших локальных производителей кормов входит китайский агрохолдинг Tongwei Group Co. (таблица 1), а также совместное предприятие BioMar-Tongwei Biotech (Wuxi). Вместе с тем, подавляющее большинство кормов для рыбоводства производится в малом и среднем бизнесе по всей номенклатуре (для личинок, мальков, сеголеток, подращенных мальков,

взрослой рыбы, членистоногих и беспозвоночных). Совокупно все производители в 2024 г. изготовили свыше 18 млн. тонн рыбных кормов [17].

В финансовых моделях рыбоводных предприятий закладывается конверсия корма (отношение массы использованного корма к массе выращенной продукции) от 1 до 3. Она зависит от назначения (пресноводное, морское и пр.), технологий, условий работы. Увеличение объемов и масштабов производства кормов требует создания и наращивания производственных мощностей, что сопряжено с развитием подотрасли машиностроения, заимствованием (обратным инжинирингом) иностранных технологий, увеличением стоимости основных средств и дополнительным потреблением энергии. Одновременно выросли импортные потоки таких ингредиентов, как: рыбная мука, продукты переработки сои и кукурузы, рыбий жир; добавки: витамины и минералы, аминокислоты, антибиотики, подкислители кормов и пр. На китайских резидентов сейчас приходится свыше 40 % глобального импорта. Например, только из Перу в 2024 г. ввезено свыше 771 тыс. т рыбной муки. Настойчивое следование политике создания отечественного кормопроизводства позволило начать и далее наращивать экспорт готовой продукции. В 2024 г. Китай вывез за рубеж свыше 254 тыс. т кормов премиального качества [18]. В исследовании [36] показано медленное повышение эффективности использования кормов в 2017-2023 гг., значительное негативное влияние на коэффициент конверсии корма низкого уровня образования фермеров, стажа работы в рыбоводстве и плотности посадки гидробионтов на единицу площади. Традиционные пруды-отстойники демонстрировали более высокую эффективность конверсии корма по сравнению с промышленным рыбоводством; фермеры, использующие фирменные корма, добиваются более высоких показателей эффективности, чем те, кто использует корма других производителей. Поскольку к 2030 г. прогнозируется рост производства кормов до 32 млн. т, компании, работающие в КНР, будут наращивать импорт ингредиентов. Власти КНР признают проблему нехватки объемов и низкого качества рыбных кормов отечественного производства. Решение власти видят в организации соответствующих научно-исследовательских центров, учреждении новых локальных компаний по производству кормов и селекционно-племенных организаций для проведения совместных прикладных технико-экономических исследований и внедрения их результатов [19].

С 2024 г. экономическая отрасль рыбоводства переживает период значительных изменений, вызванных снижением и последующей волатильностью закупочных цен, ростом стоимости кормов и других внутренних трудностей, острой ситуацией возросшего внешнего давления [20]. По мере развития методов аквакультуры, применения ветеринарных препаратов, повышаются показатели выживаемости, основное внимание фермеров уделяется максимизации прибыли за счет сокращения расходов на корма и управление фермами. В этих условиях производители следуют за спросом китайских потребителей на ценные и редкие

виды гидробионтов. В частности, в КНР производится до 2,5 млн. тонн креветки, спрос на которую опережает предложение.

Товарная аквакультура очень медленно индустриализовалась [21]. В 1980-х годах Китай внедрил зарубежные системы рециркуляционной аквакультуры с установками замкнутого водопользования (далее – УЗВ). Китайские производители в настоящее время предлагают готовые решения в виде модульных ферм УЗВ не только с пресной, но и солоноватой и с подготовленной морской водой [22]. В КНР традиционные системы аквакультуры можно разделить на четыре типа: с циркуляционным фильтром, с теплым дренажем, с течением проточной воды и с течением теплой воды [23]. Однако внедренные установки не получили широкого применения из-за высоких капитальных и эксплуатационных затрат, которые в зависимости от вида организмов варьируются в 23–57 % от общей стоимости нового проекта. Отрицательно влияют неконкурентоспособные рыночные цены на продукцию УЗВ, неравномерное распределение производственных и сельскохозяйственных площадей, нехватка квалифицированных менеджеров и операторов систем рециркуляционной аквакультуры.

Если в 2004 г. индустриальное рыбоводство Китая выработало около 150 тыс. тонн (0,4 % от общего объема производства продукции аквакультуры.), то к 2021 г. объем производства вырос до 680 тыс. тонн, что составило 1,2 % от общего производства рыбоводства КНР [20]. К 2027 г. ожидался рост до 1,5 млн. т. [21]. Среди решений, которые могут способствовать росту индустриальной аквакультуры, предлагаются следующие [27–29]:

- технологические инновации в области оптимизации систем;
- использование возобновляемых источников энергии и технологии биофлокуляции;
- сертификация продукции промышленной аквакультуры как экологически чистой;
- увеличение числа специалистов по контролю качества воды и утилизации отходов;
- финансовая поддержка компаний и фермеров, задействованных в производственной цепочке аквакультуры;
- аквапоника (способ ведения сельского хозяйства, сочетающий аквакультуру (выращивание водных животных) и гидропонику);
- судостроение специализированных ферм на судах [29].

В связи со стратегическим спросом на товары, произведенные в условиях минимизации экологического воздействия и энергосбережения, в Китае созданы отечественные системы акваоники. Современные направления исследований: с песком в качестве субстрата; с водорослями в качестве субстрата; с солоноватой и соленой водой; с вертикальным земледелием (технологии позволяют выращивать сухопутные и водные растения без почвы в вертикально подвешенных конструкциях); с технологией биофлока; с вермикультурой; со

сквозными цифровыми технологиями включая кибернетический разум (т. н. "умная аквапоника") [27-29].

Технология биофлокуляции (биофлока) представляет собой перспективную альтернативу, призванную способствовать внедрению экологически устойчивых методов в аквакультуре. Разработка этой технологии не прекращается и направлена на достижение преимуществ за счет снижения потребления воды, уменьшения объема сточных вод и зависимости от синтетических кормов, повышения уровня биобезопасности [24, 29]. Одним из очевидных недостатков является повышенный уровень насыщения кислородом и, как следствие, высокие энергозатраты, необходимые для поддержания оптимальных условий как для креветок, так и для микробиоты [25]. Система биофлокуляции не может пережить отключение электроэнергии более чем на несколько минут. Эффективное управление системой биофлокуляции требует значительно более высокого уровня квалификации и хорошо оснащенных исследовательских центров. Сокращение потребления воды в аквакультуре может существенно снизить финансовые затраты, связанные с водообменом, который может накладывать ограничения на интенсивные методы аквакультуры. К технологии биофлока, предложенным в 1970-х годах, рыбоводы КНР стали прибегать только в 2000-х годов, когда были получены достоверные данные о преимуществах биофлока для защиты ракообразных (прежде всего креветок) от вирусных болезней, распространявшихся вместе с циркулировавшей водой [26].

В работе ученых Шанхайского океанического университета в 2024 г. впервые представлена концептуальная модель механизма конкурентоспособности аквакультуры Китая [30]. Исследователи адаптировали конкурентный ромб М. Портера к реалиям КНР, пришли к выводу, что прямой связи между экономической выгодой от реализации произведенной продукции и развитием научно-технической среды не имеется.

Группа китайских ученых [31] в конце 2025 г. опубликовала обзор, основанный на всестороннем анализе более 100 исследований. На протяжении десятилетий ведутся совместные прикладные рыбоводные исследования в сфере прецизионной аквакультуры (точной аквакультуры) с использованием сложных нейросетей, комплексных моделей с машинным зрением и глубоким обучением. По-прежнему актуальны такие проблемы, как ухудшение качества подводных изображений, неопределенность измерений, связанная с положением тела, неоднородность данных, обобщенность моделей, вычислительные ограничения и интеграция фенотипических и геномных данных для точной селекции. Несмотря на стремительный прогресс в области методологии, большинство существующих исследований проводятся в лабораторных или частично контролируемых условиях, а их масштабное внедрение в коммерческие производственные системы пока ограничено. Причина в стоимости инвестиций в опытное предприятие, многократно превышающих размер инвестиций в традиционное контрольное предприятие на единицу кубического метра воды при одинаковом ожидаемом

объеме производства опытного и контрольного предприятия. Кроме того, неизбежны дополнительные постоянные и переменные издержки, связанных с оплатой услуг информационно-телекоммуникационного характера, обязательностью привлечения специально подготовленных работников, квалифицированных для работы в условиях постоянного использования вышеуказанных технологий, с увеличенными рисками при страховании.

В научном дискурсе возможные пути развития, в том числе создание эффективных и гибких платформ для сбора данных, облегченная обработка данных в режиме реального времени, трансферное обучение и обучение с малым количеством примеров, объединение мультимодальных данных, новые методы количественной оценки фенотипов и стандартизированные открытые наборы данных. Реализация предложений возможна, поскольку в КНР создается инфраструктура связи, позволяющая не только использовать интернет вещей, но и использовать отечественные суперкомпьютеры и хранилища данных. По данным порта на январь 2026 г., в Китае существует 37 технологических стартапов в области аквакультуры [32]. Они разрабатывают цифровые платформы, объединяющие рыбаков, рыбоводов и дистрибьюторов морепродуктов. Предлагается использование облачных вычислений, обработка больших данных, оказание цифровых услуг. Небольшая часть стартапов заявляет о готовности разработки решений по управлению цепочками поставок для индустриальной аквакультуры. Большинство разработчиков сообщают о создании агрегаторов в сфере продаж, маркетинга, логистики, таможенного оформления, проверки качества продукции.

Ключевые конкуренты используют различные стратегии для получения конкурентного преимущества, включая продуктовые инновации, технологическое развитие, стратегическое сотрудничество и мощную рекламу. Производители вкладывают значительные средства в исследования и разработки, чтобы создать уникальное и эффективное оборудование, отвечающее меняющимся потребностям фермеров, занимающихся аквакультурой. Автоматизация, датчики и анализ данных относятся к числу технологических усовершенствований, повышающих конкурентоспособность, поскольку производители конкурируют за предоставление передовых технологий, которые максимально расширяют возможности аквакультуры [33]

Выводы

В 2012-2013 гг. в КНР обновлена концепция продовольственной безопасности, создана национальная продовольственная система, которая обеспечивает базовую самодостаточность по зерну и абсолютную безопасность рационов питания, суверенизацию производственных мощностей, умеренный импорт и научно-техническую поддержку [35]. Для целей продовольственной безопасности обязательными критериями служит масса не рыбы-сырца, а потребления каждым жителем высококачественного белка, жиров, углеводов и

диетических волокон, которые особенно характерны для гидробионтов. Абсолютное большинство искусственно выращенных гидробионтов предназначено для внутреннего рынка. Страна как глобальный лидер в аквакультуре заинтересована в продолжении таких форм международного кооперирования в рыбоводстве, которые обеспечивают китайских производителей сырьевыми компонентами и создают цепочки реализации китайской продукции с максимальной добавленной стоимостью.

Конфигурация современного промышленного рыбоводства позволяет государству уверенно использовать стимулы для работы в КНР крупнейших иностранных технологических лидеров на тех правилах, которые позволяют китайским концернам за счет внедрения иностранных решений увеличивать как свои реализационные доходы, так и доли внешних рынков. Наиболее важным фактором роста производства гидробионтов остается высокий платежеспособный спрос на продукцию аквакультуры и марикультуры на внутреннем рынке. Менее важным для дальнейшего роста является наличие устойчивых цепочек поставок на внешние рынки.

Официально признано, что повышенный спрос и маржинальность аквакультурной продукции влекут востребованность низкокачественных и опасных кормов и ветеринарных средств, что чревато экологическим ущербом, высоким уровнем угроз эпизоотий и эпифитотий и обвинениями в отсутствии экологичности продукции, что ставит барьеры перед китайскими товарами [34]. Значительно увеличилась доля теневого бизнеса, связанного с подменой дорогостоящих или высококачественных видов гидробионтов, другими преступными деяниями [5]. Купирование рисков требует изменений в организационных управленческих механизмах со стороны государства, увеличения прямых и косвенных затрат бюджета и производителей, что отражается в повышении уровня цен готовой продукции.

Китай поощряет международные обмены и сотрудничество в области рыбоводства, активно участвует в международном управлении рыболовством и рыбоводством и содействует научному сохранению и устойчивому использованию мировых рыбных ресурсов [19]. По данным Аналитического центра Рыбного союза РФ, в 2024 г. российский импорт рыбы и морепродуктов из Китая вырос по сравнению с 2023 г. на 66 %, вес достиг 84 тыс. тонн. В 2025 г. импорт в весовом показателе вырос на 14 % по сравнению с 2024 г., до 96 тысяч тонн на сумму 410 млн. долл. На учете в Россельхознадзоре на 24.02.2026 г. стоят 32 китайских поставщика аквакультурной продукции. Для сравнения, в реестре 85 индийских поставщиков [35].

Рынок производства альгинатов быстро растет и уже к 2028 году может достигнуть 1 млрд. долл. (альгинаты — это полисахариды, которые получают из бурых водорослей; используются для производства одежды, удобрений, кормов). В России есть все предпосылки для создания конкурентоспособного производства альгинатов. Например, в отдельных прибрежных регионах сосредоточены

большие запасы бурых водорослей. Сейчас РФ практически полностью зависит от импорта альгинатов, в основном из Китая.

Автор полагает, что для России будет крайне полезен китайский опыт использования эффективной стратегической маркетинговой политики, формирования модных тенденций в питании с учетом национальных традиций в разных регионах России, пропаганды здорового образа жизни, которые в совокупности окажут значительную поддержку спросу на искусственно выращиваемые гидробионты. Устойчивое развитие аквакультуры видится в создании комплексов, усиленных промышленными установками на морской воде. Масштабы и эффективность рыбоводства зависят от объема капитальных вложений, наличия качественных кормов, уровня интенсификации и автоматизации, количества затраченного труда. Российская аквакультура в условиях изменения климата, ограниченности ресурсов и требования суверенизации вновь будет использовать наработки отечественных ученых и часть практического опыта китайских рыбоводов, в первую очередь внедрения экономически и экологически устойчивых моделей аквакультуры.

Список источников

1. Nakajima T., Hudson M. J., Uchiyama J., Makibayashi K., Zhang J. Common carp aquaculture in Neolithic China dates back 8,000 years // *Nature Ecology & Evolution*. 2017. N 3. P. 1415-1418.
2. Fortune Business Insights. URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/aquaculture-market-102100> (дата обращения: 25.03.2026).
3. *Harnessing the Waters Volume 1. A Trillion Dollar Investment Opportunity in Sustainable Aquaculture*. International Bank for Reconstruction and Development / Washington: The World Bank, 2025. 78p.
4. Развитие аквакультуры: мировые тенденции и возможности российского производства / С. Н. Серегин, Х. Н. Гасанова, М. С. Караваева, Р. Р. Тазетдинов // *Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве*. 2023. № 2(96). С. 113-125.
5. Положение дел в области продовольственной безопасности и питания в мире – 2025. Решение проблемы высокой продовольственной инфляции в интересах обеспечения продовольственной безопасности и питания. Рим: ФАО, МФСР, ЮНИСЕФ, ВПП и ВОЗ, 2025.
6. Национальный Бюллетень экономической статистики рыболовства за 2024 год. URL: https://yyj.moa.gov.cn/gzdt/202507/t20250707_6475475.htm (дата обращения: 25.03.2026).
7. Национальное бюро статистики Китая. URL: <https://www.stats.gov.cn/sj/nds/2025/indexeh.htm> (дата обращения: 25.03.2026).
8. ESSFeed.com. URL: <https://essfeed.com/top-10-aquaculture-brands-in-china> (дата обращения: 25.03.2026).

9. World Salaries.com. URL: <https://worldsalaries.com/average-aquaculture-and-seafood-farmer-salary-in-china> (дата обращения: 25.03.2026).
10. Статистический ежегодник по рыболовству Китая-2023. Пекин: Agriculture Press, 2024. 151 с.
11. Годовой отчет Департамента рыболовства Министерства рыболовства, животноводства и молочной промышленности за 2024-25 годы. Дели: Department of fisheries of ministry of fisheries, animal husbandry and dairying, 2025. 197 с.
12. Yuanqiang Duan, Bo Tian, Xing Li, Dongyan Liu, Dhritiraj Sengupta, Yujue Wang, Ya Peng. Tracking changes in aquaculture ponds on the China coast using 30 years of Landsat images. // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2021. Vol. 102. 102383.
13. Дун Ш. Научная и экономическая логика развития глубоководного морского рыбоводства в Китае / Ш. Дун, Ю. Су // Труды ВНИРО. 2025. т. 200. С. 80-91.
14. Ли Д., Хань Л. Исследование по формированию новой системы обеспечения продовольственной безопасности на основе комплексного подхода "суша–море" // Журнал социальных наук. 2019. № 6. С. 109-117.
15. Fortune Business Insights. URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/aquaculture-fertilizer-market-106684> (дата обращения: 25.03.2026).
16. IMARC Group. URL: <https://www.imarcgroup.com/china-aquafeed-market> (дата обращения: 25.03.2026).
17. The EU fish market European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture Products (EUMOFA). 2025. ISBN 978-92-68-34342-5.
18. Marketsanddata.com. URL: <https://www.marketsanddata.com/industry-reports/china-aqua-feed-market> (дата обращения: 25.03.2026).
19. Министерство сельского хозяйства и сельских дел КНР. URL: https://yyj.moa.gov.cn/scyz/202403/t20240313_6451337.htm (дата обращения: 25.03.2026).
20. The Inflection Point for Aquaculture in 2025: Challenges and Opportunities on the Horizon. Comexposium-SIAL Exhibition Co., Ltd. Beijing. 2025.
21. Chen W, Gao S. Current status of industrialized aquaculture in China: a review. // Environ Sci Pollut Res Int. 2023. 30(12):32278-32287.
22. Aquafeed.com. URL: <https://www.aquafeed.com/newsroom/editors-picks/reformulating-success-chinas-aquafeed-industry-navigates-a-new-aquaculture-era> (дата обращения: 25.03.2026).
23. Статистический ежегодник по рыболовству Китая-2020. Пекин: Agriculture Press, 2021. 98 с.
24. Brito L. O., Arana L. A. V., Soares R. B., Severi W., Miranda R. H., da Silva S. M. Water quality, phytoplankton composition and growth of *Litopenaeus vannamei* (Boone) in an integrated biofloc system with *Gracilaria birdiae* (Greville) and *Gracilaria domingensis* (Kutzing) // Aquac. Int. 2014. 22:1649–1664.

25. Kuhn D. D., Lawrence A. Ex-situ biofloc technology. In: Avnimelech Y., editor. *Biofloc Technology-A Practical Guide Book*. 3rd ed. / The World Aquaculture Society; Baton Rouge, LO, USA: 2015. 87-99.
26. Raza B, Zheng Z, Yang W. A Review on Biofloc System Technology, History, Types, and Future Economical Perceptions in Aquaculture. // *Animals (Basel)*. 2024. May 17; 14(10):1489.
27. Fan Y., Fang C. Circular economy development in China -current situation, evaluation and policy implications // *Environ Impact Asses*. 2020. 84:106441.
28. Wang F., Lei J, Gao C., Huang B., Zhai J. Review of industrial recirculating aquaculture research at home and abroad. // *J Fish Sci China*. 2013. 20:1100–1111.
29. Cang P. Comprehensive economic analyses of turbot farming industry transformation from the environment-friendly perspective. Dissertation, Shanghai Ocean University. 2019.
30. Cao, Xun & Shen, Xin & Liu, Qiao. Mechanism of aquaculture competitiveness in China // *Aquaculture Reports*. 2024. 37.102195.
31. Lin, Kai & Zhang, Shi Yu & Wang, Wei & Dong, Tian & Ding, Wen & Geng, Chenfan & Lu, Yihang & Hu, Hongxia. Advancing Non-Contact Fish Phenotyping via Optical Sensing: Toward Precision // *Aquaculture. Reviews in Aquaculture*. 2025. 18.10.1111.
32. Tracxn Technologies Limited. URL: https://tracxn.com/d/explore/aquaculture-tech-startups-in-china/_tiKNnmps9Vb8C8LNG9r2df-z7Q9cWAFJzaMoE6ZcuVo/ companies (дата обращения: 25.03.2026).
33. Global Market Insights Inc. URL: <https://www.gminsights.com/zh/industry-analysis/aquaculture-equipment-market> (дата обращения: 25.03.2026).
34. Государственный Совет КНР. URL: https://www.gov.cn/zhengce/2019-10/14/content_5439410.htm (дата обращения: 25.03.2026).
35. Россельхознадзор. URL: <https://navigator.fsvps.gov.ru/trafficking/country/index> (дата обращения: 25.03.2026).
36. Haiqing Zhang, Xiujie Zi, Hongtao Jin, Shiwei Xu, Zhang Mengna. Study on Feed Utilization Efficiency and Its Influencing Factors in Chinese Aquaculture. 2025. Beijing. P. 140-163.
37. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры (SOFIA) ФАО, Рим, 2024. С. 264.

References

1. Nakajima T., Hudson M. J., Uchiyama J., Makibayashi K., Zhang J. Common carp aquaculture in Neolithic China dates back 8,000 years // *Nature Ecology & Evolution*. 2017. N. 3. P.1415-1418. doi:10.1038/s41559-019-0974-3.
2. Fortune Business Insights. URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/aquaculture-market-102100> (accessed: 25.03.2026).

3. Harnessing the Waters Volume 1. A Trillion Dollar Investment Opportunity in Sustainable Aquaculture. International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. 2025. Washington. 78p.

4. Seregin S., Gasanova K., Karavaeva M., Tazetdinov R. Development of Aquaculture: World Trends and Possibilities of Russian Production // Economics, Labor, Management in Agriculture, №2(96), 2023. P.113-125. doi: 10.33938/232-113.

5. FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. 2025. The State of Food Security and Nutrition in the World 2025 – Addressing high food price inflation for food security and nutrition. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd6008en>.

6. 2024 National Fisheries Economic Statistics Bulletin. URL: https://yyj.moa.gov.cn/gzdt/202507/t20250707_6475475.htm (accessed: 25.03.2026).

7. China Statistical Yearbook 2025. URL: <https://www.stats.gov.cn/sj/ndsj/2025/indexeh.htm> (accessed: 25.03.2026).

8. ESSFeed.com. URL: <https://essfeed.com/top-10-aquaculture-brands-in-china> (accessed: 25.03.2026).

9. World Salaries.com. URL: <https://worldsalaries.com/average-aquaculture-and-seafood-farmer-salary-in-china> (accessed: 25.03.2026).

10. China Fisheries Statistical Yearbook. ISBN: 9787109307780. Publisher: China Agriculture Press, Beijing. 2023. 151p.

11. Annual Report 2024-25 Department of fisheries of ministry of fisheries, animal husbandry and dairying. 2025, Delhi.197p.

12. Yuanqiang Duan, Bo Tian, Xing Li, Dongyan Liu, Dhritiraj Sengupta, Yujue Wang, Ya Peng. Tracking changes in aquaculture ponds on the China coast using 30 years of Landsat images. // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. Volume 102. 2021. doi: 10.1016/j.jag.2021.102383.

13. Dong Shuanglin, Su Yuepeng. Scientific and economic logic of deep-offshore mariculture development. // TRUDY VNIRO. 2025. V. 200. 80-91 doi: 10.36038/2307-3497-2025-200-80-91.

14. Li D., Han L. A study on the formation of a new food security system based on an integrated land–see approach // Journal of Social Sciences. 2019. V.6: 109-117.

15. Fortune Business Insights. URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/aquaculture-fertilizer-market-106684> (accessed: 25.03.2026).

16. IMARC Group. URL: <https://www.imarcgroup.com/china-aquafeed-market> (accessed: 25.03.2026).

17. The EU fish market European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture Products (EUMOFA). 2025 ISBN 978-92-68-34342-5 ISSN 2363-4154 doi: 10.2771/1531521.

18. Marketsanddata.com. URL: <https://www.marketsanddata.com/industry-reports/china-aqua-feed-market> (accessed: 25.03.2026).

19. Ministry of Agriculture and Rural Affairs of the People's Republic of China. URL: https://yyj.moa.gov.cn/scyz/202403/t20240313_6451337.htm (accessed: 25.03.2026).

20. The Inflection Point for Aquaculture in 2025: Challenges and Opportunities on the Horizon. Comexposium-SIAL Exhibition Co., Ltd. URL: <https://www.sialchina.com> (accessed: 25.03.2026).
21. Chen W, Gao S. Current status of industrialized aquaculture in China: a review. // *Environ Sci Pollut Res Int*. 2023; 30(12):32278-32287. doi: 10.1007/s11356-023-25601-9.
22. Aquafeed.com. URL: <https://www.aquafeed.com/newsroom/editors-picks/reformulating-success-chinas-aquafeed-industry-navigates-a-new-aquaculture-era> (accessed: 25.03.2026).
23. China fishery statistical yearbook-2020. China Agriculture Press. 2021.
24. Brito L. O., Arana L. A. V., Soares R. B., Severi W., Miranda R. H., da Silva S. M. Water quality, phytoplankton composition and growth of *Litopenaeus vannamei* (Boone) in an integrated biofloc system with *Gracilaria birdiae* (Greville) and *Gracilaria domingensis* (Kutzing). // *Aquac. Int*. 2014; 22:1649–1664. doi: 10.1007/s10499-014-9771-9.
25. Kuhn D. D., Lawrence A. Ex-situ biofloc technology. In: Avnimelech Y., editor. *Biofloc Technology-A Practical Guide Book*. 3rd ed. The World Aquaculture Society; Baton Rouge, LO, USA. 2015. 87–99.
26. Raza B, Zheng Z, Yang W. A Review on Biofloc System Technology, History, Types, and Future Economical Perceptions in Aquaculture. // *Animals (Basel)*. 2024 May 17;14(10):1489. doi: 10.3390/ani14101489.
27. Fan Y, Fang C. Circular economy development in China -current situation, evaluation and policy implications. // *Environ Impact Asses*. 2020; 84:106441. doi: 10.1016/j.eiar.2020.106441.
28. Wang F, Lei J, Gao C, Huang B, Zhai J. Review of industrial recirculating aquaculture research at home and abroad. // *J Fish Sci China*. 2013; 20:1100–1111. doi: 10.3724/SP.J.1118.2013.01100.
29. Cang P Comprehensive economic analyses of turbot farming industry transformation from the environment-friendly perspective. Dissertation, Shanghai Ocean University. 2019.
30. Cao, Xun & Shen, Xin & Liu, Qiao. Mechanism of aquaculture competitiveness in China. // *Aquaculture Reports*. 2024; 37. 102195. doi: 10.1016/j.aqrep.2024.102195.
31. Lin, Kai & Zhang, Shi Yu & Wang, Wei & Dong, Tian & Ding, Wen & Geng, Chenfan & Lu, Yihang & Hu, Hongxia. Advancing Non-Contact Fish Phenotyping via Optical Sensing: Toward Precision Aquaculture. // *Reviews in Aquaculture*. 2025. doi: 18. 10.1111/raq.70123.
32. Tracxn Technologies Limited. URL: https://tracxn.com/d/explore/aquaculture-tech-startups-in-china/_tiKNmmps9Vb8C8LNG9r2df-z7Q9cWAFJzaMoE6ZcuVo/companies (accessed: 25.03.2026).

33. Global Market Insights Inc. 水产养殖设备市场规模. URL: <https://www.gminsights.com/zh/industry-analysis/aquaculture-equipment-market> (accessed: 25.03.2026).
34. State Council of the People's Republic of China. URL: https://www.gov.cn/zhengce/2019-10/14/content_5439410.htm (accessed: 25.03.2026).
35. Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance (Rosselkhoz nadzor). URL: <https://navigator.fsvps.gov.ru/trafficking/country/index> (accessed: 25.03.2026).
36. Haiqing Zhang, Xiujie Zi, Hongtao Jin, Shiwei Xu, Zhang Mengna. Study on Feed Utilization Efficiency and Its Influencing Factors in Chinese Aquaculture. 2025. doi.org/10.2139/ssrn.5648733.
37. The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA) FAO. Rome, 2024, 264 S.

Информация об авторе

С. М. Ежелый – старший преподаватель кафедры экономической безопасности ИНОТЭКУ ФГБОУ ВО "КГТУ"

Information about the author

S. M. Ezheliy – senior lecturer of economic security department INOTEKU FGBOU VO "Kaliningrad State Technical University"

Статья поступила в редакцию 16.03.2026; одобрена после рецензирования 03.04.2026; принята к публикации 20.04.2026.

The article was submitted 16.03.2026; approved after reviewing 03.04.2026; accepted for publication 20.04.2026.