



УДК 639.2: 639.3

## Рубрика

# Современные тенденции трансформации производства продукции рыбного хозяйства: от рыболовства к аквакультуре

А. В. Лосева, А. П. Цыпин

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (ФГОБУ ВО «Финансовый университет»), Ленинградский пр-т, 49/2, Москва, 125167  
E-mail: avloseva@fa.ru, aptsy-pin@fa.ru  
SPIN-код: А. В. Лосева – 5149–4446; А. П. Цыпин – 1214–7508.

**Цель:** дать характеристику процессам трансформации мирового рыбного хозяйства в контексте опережающего развития аквакультуры под воздействием факторов различного происхождения.

**Методы:** в работе используется метод построения относительных величин структуры, динамики, сравнения и интенсивности; расчёт дескриптивных характеристик распределения; оценка коэффициента ранговой корреляции, моделирование временных рядов.

**Новизна:** проведён подробный анализ влияния факторов трансформации рыбного хозяйства и роста роли аквакультуры, с учётом дифференциации условий и особенностей производства в отдельных секторах отрасли; доказана важность увязки экономических и биологических факторов при анализе направлений и перспектив развития видов аквакультуры.

**Результаты:** продемонстрирована и оценена роль различных факторов в возможности и интенсивности развития аквакультуры; при этом выделены такие ключевые факторы как рост мирового спроса на продукцию рыбного хозяйства, ограничение и истощение природных ресурсов, дифференциация разных направлений аквакультуры по уровню трудоёмкости и потребления ресурсов, рыночный уровень отпускных цен на продукцию, рентабельность производства, биологические характеристики видов водных животных, а также отношение общества к проблеме различия качества аквакультурной продукции и продукции дикого вылова; с помощью построения ARIMA моделей на данных периода 1950–2023 гг. для каждой из укрупнённых групп продукции аквакультуры описаны статистические особенности поведения её динамического ряда, что даёт представление о закономерностях развития и возможностях прогнозирования; по основным группам продукции аквакультуры сделан краткосрочный прогноз объёмов производства, на основе чего предсказано ожидаемое направление трансформации отрасли в ближайшие годы.

**Ключевые слова:** аквакультура, отраслевая структура, факторы развития, экономическая эффективность, ARIMA модели, прогноз.

## Current trends in the transformation of fisheries production: from fishing to aquaculture

Anna V. Loseva, Alexander P. Tsy-pin

Financial University under the Government of the Russian Federation («Finuniversity»), 49/2, Prosp. Leningradsky, Moscow, 125167, Russia

**Purpose:** to characterize the processes of transformation of the global fishery in the context of the accelerated development of aquaculture under the influence of factors of various origins.

**Method:** the study employs the method of constructing relative values of structure, dynamics, comparison and intensity; calculation of descriptive characteristics of distribution; assessment of the rank correlation coefficient; time series modeling.

**Novelty:** a detailed analysis is conducted of the influence of transformation factors in fisheries and the growing role of aquaculture, taking into account the differentiation of conditions and production features in individual sectors of the industry; the importance of linking economic and biological factors in analyzing the directions and development prospects of aquaculture species is substantiated.

**Results:** the role of various factors in the feasibility and intensity of aquaculture development is demonstrated and assessed; key factors highlighted include the growth of global demand for fishery products, the limitation and depletion of natural resources, the differentiation of various aquaculture branches by labor intensity and resource consumption, the market level of ex-farm prices, production profitability, biological characteristics of aquatic animal species, as well as societal attitudes toward the quality disparity between aquaculture products and wild-caught products; using ARIMA models built on data from 1950 to 2023 for each aggregated group of aquaculture products, the statistical behavior of their dynamic series is described, providing insight into development patterns and forecasting capabilities; a short-term forecast of production volumes is made for the main aquaculture product groups, based on which the expected direction of the industry's transformation in the coming years is predicted.

**Keywords:** aquaculture, industry structure, development factors, economic efficiency, ARIMA models, forecast.

## ВВЕДЕНИЕ

Продукция рыбного хозяйства является одним из ключевых элементов глобального продовольственного производства. Как следствие, рыбное хозяйство играет в глобальном сельскохозяйственном комплексе значительную роль, особенно значимую для прибрежных государств, где рыбные продукты зачастую составляют наиболее значимую часть рациона питания. Оценка масштабов и социально-экономической значимости данного сектора экономики традиционно привлекает внимание исследователей [Богачев, 2018; Макаров, 2023; Гаджимирзоев и др., 2024; Коник и др., 2024]. Одним из ключевых вопросов, при этом, выступает заметная трансформация структуры рыбного хозяйства.

Мировое промышленное рыболовство в последние годы вступило в состояние относительной стагнации, а с 2022 г. даже уступает по объёмам производства отрасли аквакультуры (что демонстрирует статистика Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединённых Наций – FAO). В качестве одного из ключевых факторов этого процесса авторы научных публикаций [Сенотрусова, 2024] часто приводят влияние Целей устойчивого развития ООН (ЦУР), где одним из направлений глобального развития на долгосрочную перспективу заявлено сохранение ресурсов Мирового океана.

Если говорить точнее, то речь идёт о 14-й ЦУР («Сохранение морских экосистем»)<sup>1</sup>, где основным контекстом является тот факт, что к настоящему времени 80% мировых рыбных запасов находятся в стадии истощения, что существенно ограничивает текущие и перспективные возможности «традиционного» промышленного рыболовства [Анищенко, 2020; Бекашев, Бекашев, 2020; Бутакова, Косенко, 2023]. Соответственно, на ключевые страны-производители в мировом рыболовстве накладываются определённые ограничения и обязательства по сокращению или регулированию вылова рыбы. Помимо того, сказываются также тенденции продолжающегося демографического роста и повышения уровня жизни с соответствующими требованиями к увеличению потребления продуктов питания, в том числе рыбы. В конечном итоге, сумма этих факторов роста спроса и конечности ресурсов подводит к необходимости закрытия национальных и глобальных потребностей в рыбной

продукции за счёт расширения аквакультурного производства [Труба, 2023; Яркина, Логунова, 2024]. Особенно этот вопрос актуален для государств, имеющих одновременно демографические проблемы быстрого роста населения и ограниченность доступных рыбных ресурсов: в основном это касается развивающихся стран Азии [Чеснокова, 2019; Дерюгина, 2023; Лосева, Гаджимирзоев, 2023].

Напротив, для многих стран, не сталкивающихся с проблемами перенаселённости и имеющих в своём распоряжении значительные природные рыбные ресурсы, аквакультурное производство не имеет экономического резона в силу доступности более дешёвых ресурсов «традиционного» промышленного рыболовства и недостигнутых показателей квотирования [Коник и др., 2024; Михайлов, 2025; Яковлев, Михайлов, 2025]. Поэтому процесс развития аквакультурного производства в мире не является повсеместным и имеет лишь несколько точек глобального роста. В частности, в России, многих странах Европы, Латинской Америки аквакультура не находит широкого распространения, как, например, в странах Юго-Восточной Азии.

Исходя из этого, данное исследование направлено не только на текущий и ретроспективный анализ показателей промышленного рыболовства и аквакультурного производства, но также на характеристику экономических аспектов этой структурной трансформации. В таком контексте в работе анализируются факторы, способствующие переносу основного фокуса развития глобального рыбного хозяйства к аквакультуре под влиянием 14-й ЦУР и закономерностей экономики отрасли и мирового рынка рыбной продукции.

## МЕТОДЫ

Ключевым источником эмпирических данных для исследования является Ежегодник Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединённых Наций (FAO) «Fishery and Aquaculture Statistics – Yearbook 2023»<sup>2</sup>, посвящённый статистике глобального рыболовства и аквакультурного производства. Для задач исследования из указанного Ежегодника использовались временные ряды и массивы информации по показателям международной статистики промышленного рыболовства и аквакультуры в различных разрезах: территориальном, временном, а также по группам и видам продукции рыбного хозяйства.

<sup>1</sup> Цели в области устойчивого развития: поддержка ПРООН в реализации 14-й цели устойчивого развития, «Управление океанами, морями и морскими ресурсами». [https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/SDG14\\_Oceans\\_RU%20-%20web.pdf](https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/SDG14_Oceans_RU%20-%20web.pdf). 10.02.2026.

<sup>2</sup> <https://www.fao.org/cwp-on-fishery-statistics/handbook/tools-and-resources/list-of-fao-yearbooks-of-fishery-statistics/en/>. 10.02.2026.

Кроме того, с целью раскрытия вопроса особенностей экономики сектора аквакультуры и выявления факторов, влияющих на его развитие, использовались данные, приведённые в двух томах отчёта Всемирного Банка «Harnessing the Waters: A Trillion Dollar Investment Opportunity in Sustainable Aquaculture» 2025 года, в котором анализируются инвестиционные тенденции и финансовые механизмы, определяющие будущее мирового рыбного хозяйства.

Для получения количественных оценок в рамках поставленных вопросов исследования и подтверждения выдвигаемых предположений в работе решались следующие задачи статистического анализа: сопоставление, определение типичного уровня явления и степени вариативности его количественных значений, выявление наличия взаимосвязи между количественными показателями, характеристика структуры совокупности, анализ динамики показателей и краткосрочное прогнозирование их значений. Соответственно, в качестве методов обработки данных и анализа в работе использовались: графическая визуализация; построение относительных величин структуры, динамики, сравнения и интенсивности; расчёт таких дескриптивных статистик как среднее, стандартное отклонение и коэффициент вариации; оценка коэффициента ранговой корреляции, моделирование временных рядов. Для реализации расчётов и построения графиков использовались Microsoft Excel и среда языка программирования R.

Стоит отметить, что методы анализа отбирались с учётом условий и ограничений, обусловленных степенью доступности и детализации официальной статистической информации. Так, для оценки парной корреляции показателей производства рыбного хозяйства по 18-ти выделенным видам водных животных применялся непараметрический подход с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена ( $\rho$ ), определяемого по формуле:

$$\rho = 1 - \frac{6S}{n(n^2 - 1)}, \quad (1)$$

где  $S$  – сумма квадратов разностей рангов значений количественных или качественных порядковых переменных пары  $x$  и  $y$ , определяемая как:

$$S = \sum_{i=1}^n d_i^2, \quad (2)$$

где  $d_i = \text{rank}(x_i) - \text{rank}(y_i)$ ;  $n$  – число наблюдений (единиц исследуемой совокупности).

Данный показатель взаимосвязи принимает значения в диапазоне  $[-1; 1]$  относительно которого дается интерпретация силе связи и её направлению.

Для оценки статистической значимости полученного значения  $\rho$ , принимая во внимание малый размер исследуемой выборки, нулевая гипотеза (отсутствие монотонной связи) проверялась с помощью алгоритма «AS 89» [Best, Roberts, 1975], который использует непосредственно распределение величины  $S$ , принимающей значения от 0 (полное совпадение рангов при функциональной положительной связи) до максимума, равного  $n(n^2 - 1)/3$ , когда ранги строго противоположны друг другу в случае обратной функциональной связи.

В программной среде R вышепредставленный метод реализуется, например, с помощью функции `cor.test()` из библиотеки базовой инсталляции {stats}.

При анализе степени разнородности видов продукции аквакультуры по экономическим характеристикам использовался традиционный коэффициент вариации, определяемый как соотношение стандартного отклонения к среднему уровню показателя в совокупности.

Временные ряды, отражающие мировое производство аквакультуры, характеризуются ярко выраженной трендовой составляющей. Для аналитического описания таких рядов в работе используется проинтегрированная модель авторегрессии и скользящего среднего ARIMA (Auto Regressive Integrated Moving Average) [Сажин и др., 2013; Лосева, 2024].

Модель в общем виде записывается как  $ARIMA(p, d, q)$ , где  $p$  – порядок авторегрессии,  $d$  – порядок взятия разностей (обеспечивающий стационарность),  $q$  – порядок скользящего среднего.

Формально модель задаётся следующим уравнением:

$$\phi(B) \nabla^d y_t = \theta(B) \varepsilon_t, \quad (3)$$

где  $y_t$  – исходный ряд;  $\nabla^d = (1 - B)^d$  – оператор разности порядка  $d$ ;  $B$  – оператор сдвига назад ( $By_t = y_{t-1}$ );  $\varepsilon_t$  – белый шум (некоррелированная случайная величина с нулевым математическим ожиданием и постоянной дисперсией). Полиномы  $\phi(B)$  и  $\theta(B)$  имеют вид:

$$\begin{aligned} \phi(B) &= 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p; \\ \theta(B) &= 1 + \theta_1 B + \theta_2 B^2 + \dots + \theta_q B^q. \end{aligned} \quad (4)$$

Выбор параметров модели осуществлялся в соответствии с итеративной процедурой, предложенной Дж. Боксом и Г. Дженкинсом (метод Бокса-Дженкинса). Задача метода – описать исследуемый ряд с помощью сравнительно небольшого числа параметров, улавливающих его авторегрессию (инерцию), скользящее среднее (накопленные случайные возмущения) и нестационарность (разности).

Процесс отбора наилучшей модели включает следующие основные этапы.

1. Идентификация модели. Оценивается стационарность временного ряда. При наличии тренда или сезонности ряд приводился к стационарному виду с помощью взятия последовательных разностей (параметр  $d$  – порядок дифференцирования). Для предварительного выбора порядков авторегрессии ( $p$ ) и скользящего среднего ( $q$ ) анализируются графики автокорреляционной (ACF) и частной автокорреляционной функций (PACF). Быстрое затухание ACF указывает на необходимость включения скользящего среднего, а PACF – авторегрессионных членов.

2. Оценка параметров  $\varphi_1, \dots, \varphi_p; \theta_1, \dots, \theta_q$ . Подобранные на первом шаге гипотетические модели ARIMA( $p, d, q$ ) оцениваются с помощью методов максимального правдоподобия. На этом этапе рассчитываются коэффициенты при авторегрессионных членах и членах скользящего среднего, а также проверяется их статистическая значимость.

3. Диагностическая проверка. Качество итоговой модели оценивается на основе значений остатков (разности между фактическими и предсказанными значениями). Ключевое условие – отсутствие автокорреляции остатков – проверяется с помощью тестов Льюинга-Бокса (Q-статистика). Если имеет место корреляция остатков или модель избыточно сложная, на что указывает незначимость коэффициентов, процедура возобновляется, начиная с этапа идентификации для коррекции порядка ( $p$ ) или ( $q$ ).

В результате итеративной реализации вышеописанных шагов выбирается экономная ARIMA-модель, адекватно описывающая структуру ряда и пригодная для краткосрочного прогнозирования. Подход позволяет описывать и прогнозировать широкий спектр процессов динамики разного характера, так как ARIMA объединяет в себе три класса моделей: авторегрессионные (AR – учёт прошлых значений ряда), интегрированные (I – разности для устранения тренда) и скользящего среднего (MA – учёт прошлых ошибок). При этом часто обеспечивается высокая точность прогноза. В этой связи данный подход к моделированию временных рядов широко применяется для прогнозирования в прикладных исследованиях, том числе, в сфере рыбного хозяйства [Sanz-Fernandez et al., 2026 Siddique et al., 2024].

Для наглядной характеристики качества полученных моделей будем использовать показатель Средней абсолютной ошибки в процентах MAPE (Mean Absolute Percentage Error), которая является распространённой метрикой точности прогноза и измеряет среднее абсолютное отклонение прогнозных значе-

ний от фактических, выраженное в процентах относительно фактических значений:

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right|, \quad (5)$$

где  $n$  – число уровней временного ряда (series);  $y_t$  – фактические значения уровней;  $\hat{y}_t$  – прогнозные значения уровней.

Таким образом, метрика MAPE буквально отражает, на сколько процентов в среднем прогноз отклоняется от факта. Примерной шкалой для интерпретации точности прогноза по модели является следующая градация значений:

- Очень высокая точность:  $MAPE < 5\%$ ;
- Высокая точность:  $5\% \leq MAPE < 10\%$ ;
- Приемлемая точность:  $10\% \leq MAPE < 20\%$ ;
- Удовлетворительная точность:  $20\% \leq MAPE < 50\%$ ;
- Низкая точность:  $MAPE \geq 50\%$ .

Однако, данная шкала не является универсальной, и при интерпретации полученных значений MAPE следует принимать во внимание тип данных и контекст аналитической задачи.

Построение ARIMA моделей и прогнозирование на их основе осуществлялось в программной среде R инструментами внешней библиотеки {forecast}, предназначенной для построения адаптивных моделей краткосрочного прогнозирования.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

На первом этапе исследования дадим общую характеристику картине развития глобального рыболовства и аквакультуры в динамике (рис. 1), а также распределению и объёмов их производства по регионам мира и отдельным странам – ведущим производителям.

Как можно видеть из рис. 1, динамика аквакультурного производства имеет линейный характер ро-

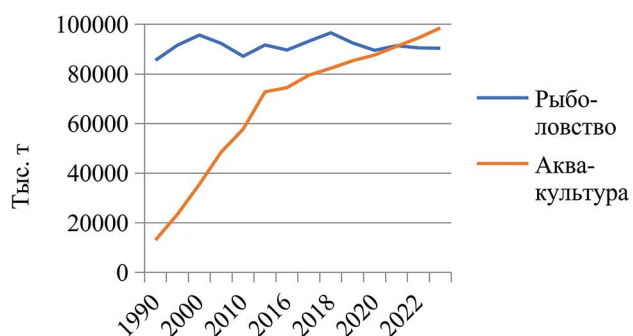


Рис. 1. Динамика мирового промышленного рыболовства и аквакультурного производства в 1990–2023 гг., тыс. т

Fig. 1. Dynamics of world industrial fisheries and aquaculture production in 1990–2023, thousand tons

ста с ежегодным увеличением производства порядка 3–4 млн т. При этом показатели промышленного рыболовства остаются постоянными уже на протяжении более чем 30 лет, что подтверждает тезис об ограниченности природных ресурсов Мирового океана, а также ограниченной возможности современного технологического уровня промысла. Соответственно, на сегодняшний день можно констатировать отсутствие возможности прироста производства рыбы только за счёт традиционного вылова. При этом спрос на продукцию рыбного хозяйства продолжает расти за счёт увеличения численности населения и среднего уровня потребления рыбных продуктов, и именно аквакультура в последние десятилетия играет решающую роль в удовлетворении растущего мирового спроса, а также в снижении нагрузки на мировые природные запасы биологических водных ресурсов.

Приведём данные о распределении мирового производства секторов отрасли «Рыболовство и ры-

боводство» на 2023 г., а также уровне потребления её продукции (табл. 1).

Таблица 1 демонстрирует ключевую роль азиатских государств в мировом аквакультурном производстве: всего на 5 стран (Китай, Индию, Индонезию, Вьетнам и Бангладеш) приходится более 81% валового объёма продукции сектора. Фактически остальные страны производят незначительное количество аквакультурных продуктов. Из неазиатских государств сколь-нибудь значимые объёмы демонстрируют Норвегия (1,7%) и Чили (1,5%).

Примечательно, что для каждой из упомянутых стран доля аквакультуры не опускается ниже 42% (Индонезия), а для Китая превышает 80% общего объёма продукции рыбного хозяйства. Из стран, не представленных в табл. 1, следует указать, что такие страны как Египет, Эквадор и Бразилия также имеют долю аквакультуры в общем объёме производства рыбы и водных продуктов более 50% (77,6%, 64%

**Таблица 1.** Мировой вылов и производство рыбы и водных животных в 2023 г., тыс. т<sup>3</sup>

**Table 1.** World catch and production of fish and aquatic organisms in 2023, thousand tons<sup>3</sup>

Наименование	Аквакультура	Доля в мире, %	Рыболовство	Доля в мире, %	Всего	Доля в мире, %	Доля аквакультуры в производстве, %	Потребление (2021 г.)	Потребление на душу, кг (2021 г.)
Весь мир	98507	100	90373	100	188879	100	52,2	162669	20
Африка	2334	2,4	10515	11,6	12849	6,8	18,2	12986	9
Америка	5056	5,1	16175	17,9	21231	11,2	23,8	15724	15
Азия	87462	88,8	48037	53,2	135499	71,7	64,5	116640	25
Европа	3422	3,5	14070	15,6	17492	9,3	19,6	16356	22
Океания	233	0,2	1531	1,7	1764	0,9	13,2	963	22
<b>По отдельным государствам</b>									
Китай	55212	56,0	13205	14,6	68417	36,2	80,7	59396	42
Индия	11315	11,5	6106	6,8	17421	9,2	65,0	12554	9
Индонезия	5600	5,7	7733	8,6	13333	7,1	42,0	11365	41
Вьетнам	5368	5,4	3417	3,8	8785	4,7	61,1	4020	41
Россия	327	0,3	5385	6,0	5712	3,0	5,7	3316	23
Бангладеш	2852	2,9	2063	2,3	4915	2,6	58,0	4627	28
США	456	0,5	4147	4,6	4603	2,4	9,9	7980	23
Норвегия	1650	1,7	2356	2,6	4006	2,1	41,2	279	52
Чили	1487	1,5	2145	2,4	3632	1,9	40,9	286	15
Перу	105	0,1	3485	3,9	3590	1,9	2,9	878	26

<sup>3</sup>FAO Yearbook of Fishery and Aquaculture Statistics (Fishery and Aquaculture Statistics). Table T.3. Production of aquatic animals by continent, region, economic group and top producer in 2023; Table T.51. Apparent consumption of aquatic animal food by continent, economic group and top consumer in 2021; Table T.52. Per capita apparent consumption of aquatic animal food by continent, economic group and top consumer in 2021 // Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/cwp-on-fishery-statistics/handbook/tools-and-resources/list-of-fao-yearbooks-of-fishery-statistics/en/>. 10.02.2026.

и 50,4%, соответственно). Эти государства находятся на 16, 17 и 19 местах по валовому производству, соответственно.

Таким образом, можно заключить, что аквакультура обеспечивает ключевые позиции отдельных стран в глобальном рыбном производстве. Страны с развитой аквакультурной отраслью, как правило, имеют уровень потребления рыбы выше среднемировых показателей (кроме Индии и Чили). Другими словами, развитая отрасль выращивания рыбы и водных продуктов позволяет обеспечить более высокий уровень жизни для граждан в этом отношении (кроме расширения возможностей экспорта продукции). Таким образом, очевидна стратегическая и социальная роль отрасли в отношении обеспечения продовольственной безопасности. Как отмечается в работе [Хейфец, Чернова, 2022], обострение проблемы продовольственного обеспечения в мире ставит перед странами задачу пересмотра и трансформации модели производства и потребления продуктов питания. Для России в настоящее время острой проблемой является тотальное ухудшение качества питания вследствие снижения качества производства ключевых продуктов, как, например, мясных, или их ценовой недоступности [Макар, Ярашева, 2022; Макаров, Ушаков, 2023]. Последняя проблема напрямую касается возможности потребления населением рыбы как важного источника элементов для формирования и поддержания здоровья. Для решения данной проблемы можно рассматривать разные направления. С одной стороны, Россия имеет преимущества в осуществлении импорта продукции в рамках объединения БРИКС, сотрудничая с ведущими странами рыболовства и аквакультуры – Китаем, Индией и Бразилией, с нарастающей интенсивностью торгово-экономического взаимодействия [Бабешко, Бывшев, 2025; Михайлов 2025]. Другое направление – перспективное развитие российского рыболовства в Арктической зоне Российской Федерации, а также других регионах, на фоне задач освоения Арктики и использования потенциала российских территорий [Кузнецова, Кузнецов, 2022; Лаврикова и др., 2024; Аверкиев, 2025; Мнацаканян, Харин, 2025].

Однако, именно наращивание собственной отрасли аквакультуры является не только решением проблем продовольственной безопасности, но и способствует повышению уровня самодостаточности и конкурентоспособности национальной экономики, укреплению потенциала её регионов. В работах К. В. Колончина с соавторами [2021], В. М. Михайлова [2025], А. Г. Мнацаканяна и А. Г. Харина [2025], М. Е. Косова и др. [2025] подчёркивается стратегическая роль

и необходимость развития аквакультуры для российских территорий, что согласуется с общей повесткой стимулирования регионального развития путём применения различных инструментов поддержки видов экономической деятельности на региональном и федеральном уровнях. Данные усилия призваны, в конечном счёте, способствовать положительным качественным изменениям и преобразованиям отечественной экономической системы. Однако, на сегодняшний день, объёмы продукции российской аквакультуры несопоставимы не только с мировыми лидерами отрасли, но и оценочными значениями внутреннего потенциала. В целом, основным препятствием для развития перспективных направлений аквакультуры является отсутствие требуемого уровня инвестиций в технологическое оснащение отрасли.

Рассмотрим, как развитие и трансформация рыбного хозяйства затрагивает базовые структурные процессы национальной экономики. Виды экономической деятельности различаются по уровню затрат труда, трудоёмкости и её квалификационной структуры, а также способности стимулировать создание рабочих мест в смежных отраслях [Единак, 2021]. В этой связи стоит обратить внимание на то, как процесс переноса основного фокуса рыбного хозяйства с промышленного рыболовства к аквакультурному производству неизбежно приводит и к структурной трансформации на рынке труда. Эти процессы отражены в табл. 2, где кроме численности занятых в мировом масштабе представлена информация по странам-лидерам данного показателя (ТОП-3).

Таблица 2 демонстрирует значительный рост занятых в аквакультурной отрасли (fish farmers): рост более чем в 2 раза при росте производства более чем в 4 раза (см. рис. 1). При этом отрасль промышленного рыболовства, сохраняя примерно неизменным объём производства рыбы, демонстрирует рост занятости (fishers) примерно в 1,5 раза. Это свидетельствует о двух процессах: нарастающей фактической трудоёмкости промышленного рыболовства на фоне её сокращения для аквакультурного производства. Рис. 2 демонстрирует эту тенденцию: на основе статистики FAO авторами рассчитаны обобщённые значения производительности труда для двух секторов рыбного хозяйства.

Безусловно, данные столбиковой диаграммы на рис. 2, являются очень общей оценкой, отражающей лишь главную закономерность, наблюдаемую в отрасли. Действительный интерес для дальнейших исследований представляет детализация уровня производительности труда в различных разрезах сегментов мирового рыбного хозяйства, что в свою очередь,

Таблица 2. Численность занятых в мировом рыбном хозяйстве в 1995–2023 гг., млн чел.<sup>4</sup>

Table 2. The number of people employed in the fisheries industry in global terms in 1995–2023, million people

Наименование	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022	2023	2023, %
Рыболовство	23,2	26,0	29,7	31,3	31,4	34,2	33,5	33,8	34,2	100
Индия	6,5	6,5	9,4	9,3	8,6	11,7	10,9	10,9	10,9	31,9
Индонезия	2,5	3,1	2,6	2,6	2,8	2,8	2,9	3,0	3,2	9,4
Мьянма	0,9	2,6	2,8	2,9	3,0	2,6	2,5	2,5	2,5	7,2
ТОП-3, %	42,7	47,3	49,5	47,6	45,9	50,2	48,8	48,6	48,5	48,5
Аквакультура	11,2	13,8	16,2	19,9	22,0	22,1	22,0	21,9	23,0	100
Бангладеш	2,8	2,8	2,9	3,6	4,2	5,1	5,2	5,2	6,2	26,8
Индия	1,4	1,9	2,7	4,2	4,7	5,7	5,7	5,7	5,7	24,9
Китай	2,7	3,7	5,4	5,0	5,1	4,6	4,4	4,3	4,4	19,3
ТОП-3, %	61,1	60,5	68,2	64,0	63,4	69,4	69,1	69,8	71,0	71,0

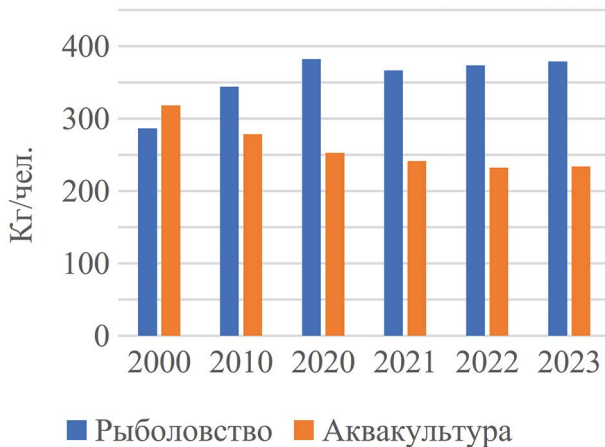


Рис. 2 Динамика производительности труда мирового промышленного рыболовства и аквакультурного производства водных животных в 2000–2023 гг., кг/чел.<sup>5</sup>

Fig. 2. The dynamics of labor productivity in the global industrial fisheries and aquaculture production of aquatic animals in 2000–2023, kg per employed person

ограничено возможностями учёта таких показателей производительности и отсутствием их публикации в открытом доступе.

<sup>4</sup> FAO Yearbook of Fishery and Aquaculture Statistics (Fishery and Aquaculture Statistics). Table T.45. Fishers by top capture fisheries producers ; Table T.46. Fish farmers by top aquaculture producers// Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://www.fao.org/cwp-on-fishery-statistics/handbook/tools-and-resources/list-of-fao-yearbooks-of-fishery-statistics/en/>. Дата обращения: 10.02.2026 г.

<sup>5</sup> FAO Yearbook of Fishery and Aquaculture Statistics (Fishery and Aquaculture Statistics). Table T.32. Capture fisheries production of aquatic animals by continent, economic group and top producers in 2023; Table T.16. Aquaculture production of aquatic animals by continent, economic group and top producers in 2023 // Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/cwp-on-fishery-statistics/handbook/tools-and-resources/list-of-fao-yearbooks-of-fishery-statistics/en/>. 10.02.2026.

Однако, подчёркивая факт сравнительно низкого уровня трудоёмкости в аквакультуре, следует освещать его в контексте эффективности данного сектора, а не перспектив сокращения занятости в отрасли рыболовства и рыбоводства. Напротив, по прогнозам Всемирного Банка в долгосрочной перспективе ожидается только возрастание числа занятых в аквакультуре. Так, в отчёте «Harnessing the Waters...»<sup>6</sup> приведено предположение о том, что при должном уровне инвестирования сектор аквакультуры сформирует ещё около 22 миллионов новых рабочих мест к 2050 г.

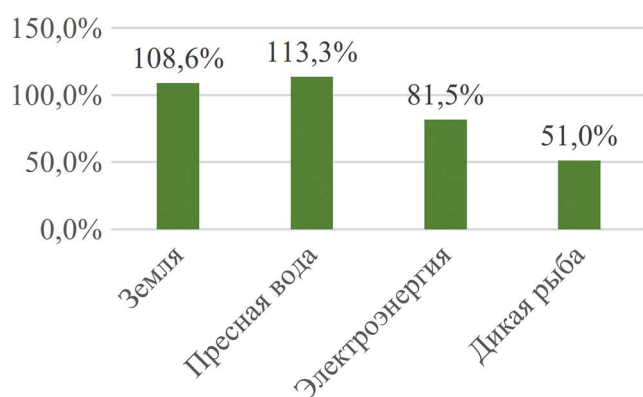
Несмотря на наличие общих тенденций трансформации, отрасль рыбного хозяйства довольно дифференцирована по своим секторам в разрезе видов продукции и условий производства, что также определяет направления и перспективы их развития. Наглядный пример различия экономических условий по ключевым водным животным аквакультуры представлен в табл. 3, составленной по данным отчёта «Harnessing the Waters ...».

Таблица 3 демонстрирует существенность различий уровня требуемых ресурсных затрат среди представленных примеров продукции аквакультуры. Причём, различие проявляется как в общем уровне типичных затрат, так и в размере его разброса для отдельного вида продукции. Также, возникает вопрос, по каким видам ресурсов проявляется наибольшая дифференциация. Оценим степень различия или схожести (однородности) вышепредставленных видов продукции аквакультуры по потреблению ресурсов. Для этого по каждому виду ресурсов рассчитаем базовую дескриптивную меру – коэффициент вариации (рис. 3).

<sup>6</sup> Harnessing the Waters - Volume I (English). Washington, D.C.: World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/099062325120031041>. 10.02.2026.

**Таблица 3.** Уровни удельного потребления ресурсов на тонну продукции по основным объектам аквакультуры<sup>7</sup>  
**Table 3.** Resource use per ton of production for the main aquaculture species

Объекты аквакультуры	Потребление ресурсов			
	Земля, га/т	Пресная вода, м <sup>3</sup> /т	Электроэнергия, ГДж/т	Кормовая рыба, кг/т
Белоногая креветка	0,40–0,60	8 000–12 000	55,00–65,00	600–800
Чёрная тигровая креветка, в том числе:				
без использования комбикормов	2,66	10	0,73	-
с использованием комбикормов	0,34	5916	17,34	1 310
Гигантская пресноводная креветка	1,88–2,62	32 432–50 251	34,20–60,10	1 270–1 325
Атлантический лосось	0,14–0,16	2 013–2 281	5,60–8,29	1540–1750
Пангасиус	0,192–0,195	5 602–7 297	7,09–7,19	524–531
Нильская тилапия	0,32–0,35	15 190–32 710	20,00–37,10	247–297
Карп	0,42–0,47	2 138–4 422	5,40–16,60	-



**Рис. 3.** Значения коэффициентов вариации потребления ресурсов в аквакультуре основных видов водных животных  
**Fig. 3.** Coefficient of variability of resource use in aquaculture of the main aquatic animals species

Общепринятой границей для интерпретации коэффициента вариации считается значение 63%, превышение которого свидетельствует о существенной разнородности среди объектов совокупности. Исходя из этого, значение по потреблению дикой рыбы в составе комбикормов (51%) можно трактовать как среднюю, невысокого уровня разнородность производств по уровню вовлечения данного ресурса. По потреблению электроэнергии рассматриваемые виды продукции аквакультуры различаются гораздо значительно (81%). Но, в гораздо большей степени различие проявляется в использовании таких активов как пресная вода и земельные площади, возможности вовлечения которых во многом зависят от внешних условий. Проведённое сравнение, даже на таком агрегированном

уровне, высвечивает тот факт, что развитие аквакультуры и трансформация рыбного хозяйства подвержены влиянию ряда факторов-ограничений. При этом, сила воздействия таких факторов различается в зависимости от вида продукции аквакультуры, что, несомненно, сказывается на формировании структуры отрасли.

Соответственно, факторы потребностей в ресурсах влияют и на формирование мирового рынка продуктов аквакультуры, обуславливая различие в стоимости её продажи, а также отличие от стоимости аналогичной продукции, полученной путём дикого вылова. В табл. 4, по более детальным группам водных животных, представлены данные FAO о стоимости продукции рыболовства и аквакультуры и её совокупных натуральных объёмах в 2023 г. При этом стоимость тонны продукции рассчитывается на основе отпускных цен производителей и приведена в номинальной оценке.

По данным табл. 4 можно заключить, что в целом стоимость тонны аквакультурного производства превышает стоимость тонны продукции традиционного вылова: при общем осреднении различие составляет 2,1 раза. Однако по ряду продуктов ситуация прямо противоположная (например, моллюски, устрицы, мидии). Кроме того, обращает на себя внимание колоссальное превышение объёмов производства аквакультуры над рыболовством по некоторым позициям, что объясняется разными причинами. Так, например, из общей картины выделяются семейство карповых, пресноводных ракообразных, устриц и мидий объём выращивания которых в условиях аквакультуры значительно больше их промышленного вылова, не смотря на существенно более высокую стоимость аквакультурного производства. Тем не менее, налицо существенная роль экономического фактора в трансформации отрасли – преобладании аквакультуры в общей структуре производства данных видов. Но, стоит отметить, что на структуру

<sup>7</sup> Harnessing the Waters - Volume II (English). Table I.4. Resource Use Estimates Per Ton of Production for the Seven Aquaculture Species. Washington, D.C.: World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/099092925151531252>. 10.02.2026.

**Таблица 4.** Сравнение уровней отпускной цены одной тонны аквакультурного производства и промышленного вылова различных видов водных животных в 2023 г., долларов США/т<sup>8</sup>**Table 4.** Comparison of a tonne gate price of aquaculture and capture production by species of aquatic animals in 2023, USD/tonne

Наименование	Средняя отпускная цена одной тонны		Отношение столбца 2 к столбцу 1, раз	Производство всего, тыс. т.		Отношение столбца 5 к столбцу 4, раз
	Вылов	Аквакультура		Вылов	Аквакультура	
A	1	2	3	4	5	6
Карповые	910	2437	2,7	2035	33226	16,3
Цихлиды	800	2159	2,7	852	6776	8,0
Другие пресноводные рыбы	760	2959	3,9	8060	13685	1,7
Осетровые	8100	6678	0,8	1	179	179
Угревые (речные)	15900	8415	0,5	8	332	41,5
Лососёвые	3500	7062	2,0	1152	4272	3,7
Камбала, палтус	3200	8789	2,7	791	181	0,2
Треска, хек, пикша	1420	3737	2,6	6323	11	0,00
Другие прибрежные морские рыбы	3200	3834	1,2	7339	2245	0,3
Тунец	2050	14213	6,9	8353	68	0,01
Пресноводные ракообразные	3160	10878	3,4	266	4734	17,8
Крабы	4380	7581	1,7	1630	431	0,3
Креветки	4650	6244	1,3	3170	8520	2,7
Пресноводные моллюски	2380	1815	0,8	173	212	1,2
Устрицы	1450	1373	0,9	100	7504	75,0
Мидии	2750	2047	0,7	457	5910	12,9
Другие морские моллюски	2400	1251	0,5	588	1342	2,3
Все водные животные	1705	3525	2,1	90373	98507	1,1

рыбного хозяйства влияют не только причины экономических выгод. Продукцию осетровых рыб, по которым наблюдается самое значительное превышение натурального объёма аквакультуры (табл. 4), а также угрей, в настоящее время получают только в секторе аквакультуры, что связано с истощением природных запасов этих видов.

При сравнении показателей стоимости тонны и объёмов производства по двум сектора рыбного хозяйства возникает вопрос возможной обратной взаимосвязи между ними, наличие которой подтвердило бы преобладание экономических факторов в опережающем развитии видов аквакультуры. Для проверки данного предположения проведём оценку корреляции по парам показателей, информацию о которых содержит табл. 4:

1) «Средняя отпускная цена одной тонны» – «Производство всего» по аквакультуре;

2) «Соотношение средней цены тонны продукции аквакультуры и рыболовства» – «Соотношение объёмов производства продукции аквакультуры и рыболовства».

Для обеих пар рассчитаем коэффициент ранговой корреляции Спирмена, описание применения которого представлено в разделе Методы. Результаты оценки корреляции представлены в табл. 5.

Как видим по данным табл. 5, сами по себе значения коэффициента ранговой корреляции свидетельствуют о наличии не сильной, но заметной, умеренной обратной взаимосвязи между показателями, согласно принятой интерпретации. Данный факт можно трактовать как присутствие, в определённой степени, влияния экономических факторов на глобальную структуру рыбного хозяйства и её изменение в пользу аквакультуры. Такое предположение согласуется, в целом, с результатами качественного анализа тенденций развития рыбного хозяйства. Но, при этом обращает на себя внимание довольно высокое значение  $p$ -value, которое, по результатам теста по методике «AS 89», превышает уровень 0,05. С позиции статистической оценки мы не можем отвергнуть нулевую гипотезу  $H_0$  о равенстве ко-

<sup>8</sup> FAO Yearbook of Fishery and Aquaculture Statistics (Fishery and Aquaculture Statistics). Table T.7. Fisheries and aquaculture production by ISSCAAP group (quantity and estimated value) // Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/cwp-on-fishery-statistics/handbook/tools-and-resources/list-of-fao-yearbooks-of-fishery-statistics/en/>. 10.02.2026 г.

**Таблица 5.** Результаты оценки тесноты связи между показателями мирового производства аквакультуры и рыболовства (по данным 2023 г.)

**Table 5.** Results of the correlation assessment for global aquaculture and fisheries production indicators (based on data from 2023)

Показатели, между которыми оценивается взаимосвязь	Значение коэффициента Спирмена ( $\rho$ )	Сумма квадратов разностей рангов ( $S$ )	Уровень значимости ( $p$ -value)
Средняя отпускная цена одной тонны (аквакультура) Производство всего (аквакультура)	-0,368	1326	0,1331
Соотношение средней цены тонны продукции аквакультуры и рыболовства Соотношение объёмов производства продукции аквакультуры и рыболовства	-0,397	1140	0,1152

эфициента ранговой корреляции нулю. Однако, следует учитывать условия, в которых получены данные оценки – малый размер выборки из 18 видов водных животных при наличии нескольких нетипичных случаев среди них, которые описаны выше. Таким образом, полученный результат, все же, можно использовать как отправную точку для дальнейшего исследования влияния экономических факторов интенсивного развития аквакультуры в мировом масштабе, что безусловно, требует более детальных и статистически «полноцен-

ных» данных о развитии отрасли и её характеристиках. Более того, специфика экономических условий производства аквакультурных продуктов обуславливает разный уровень рентабельности. Опубликованные оценки Всемирного Банка<sup>9</sup> позволяют нам рассчитать показатели рентабельности одного кг продукции аквакультуры по основным группам водных животных (табл. 6).

Как видно из табл. 6, уровень рентабельности заметно разнится по видам. Особо выделяется производство тигровых креветок: валовая прибыль пре-

**Таблица 6.** Рентабельность производства одного кг продукции аквакультуры по основным видам водных животных

**Table 6.** Profitability of production of one kg aquaculture products by the main types of aquatic animals

Вид водных животных аквакультуры	Долларов США / кг			Процентов	
	Стоимость отгруженной первичной продукции	Затраты, всего	Стоимость отгруженной первичной продукции за вычетом затрат (ст. 1 – ст. 2)	Рентабельность общих затрат на производство одного кг продукции (ст. 3 / ст. 2)	Рентабельность продаж одного кг продукции (ст. 3 / ст. 1)
А	1	2	3	4	5
Атлантический лосось	8,69	5,80	2,89	49,8	33,3
Белоногая креветка	3,00	2,30	0,70	30,4	23,3
Чёрная тигровая креветка, без использования комбикормов	8,00	1,09	6,91	633,9	86,4
Чёрная тигровая креветка, с использованием комбикормов	8,00	3,05	4,95	162,3	61,9
Гигантская пресноводная креветка, традиционные фермы (Conventional farm)	5,86	2,34	3,52	150,4	60,1
Гигантская пресноводная креветка, однополюе фермы (All-male farm)	6,95	4,46	2,49	55,8	35,8
Нильская тилапия	2,00	1,59	0,41	25,8	20,5
Карп	2,30	1,35	0,95	70,4	41,3

<sup>9</sup> Harnessing the Waters - Volume II (English). T Table I.3. Typical Feed Conversion Ratio, Feed Cost, Harvest Value, and Production Cost for the Seven Aquaculture Species. Washington, D.C.: World Bank Group. URL: <http://documents.worldbank.org/curated/en/099092925151531252>. Дата обращения 10.02.2026 г.

восходит затраты в разы за счёт высокой стоимости продаж. В целом, морские креветки относятся к популярным и дорогостоящим продуктам аквакультуры, и основная часть этой продукции поставляется из стран с низким уровнем дохода в Европу, США, Канаду и Японию.

Современная история развития аквакультурного производства креветок (со второй половины XX в.) является наглядным примером влияния экономических, рыночных факторов на отраслевую трансформацию. Так, изначально чёрные тигровые креветки являлись первым и основным видом креветок в секторе аквакультуры, пик развития которого приходится на 1970–1980-е гг. Далее, белоногие креветки из восточной части Тихого океана были завезены в страны Азии, и их аквакультурное производство получило стремительное развитие с 2000-х гг. по сегодняшний день, сделав данный вид лидером мирового производства к 2022 г. Решающую роль здесь сыграли относительная простота и дешевизна выращивания. В результате в разы сократилось мировое производство чёрных тигровых креветок [Boyd et al., 2021]. Однако, чёрная тигровая креветка по своим потребительским качествам позиционируется как более дорогой продукт и, как видно из табл. 6, в настоящее время обеспечивает беспрецедентно высокую рентабельность. Кроме того, многолетняя селекционная работа позволила улучшить некоторые параметры данного вида, например, устойчивость к болезням. В свою очередь, экспертами отмечается, что увеличение производства белоногой креветки привело к снижению её цены вследствие роста конкуренции за рынки сбыта. В этой связи выдвигается предположение, что соотношение объёмов производства этих двух видов может претерпеть изменения в ближайшие годы, вызвав структурную трансформацию данного сегмента отрасли вследствие переориентации производителей на более доходный вид креветки<sup>10</sup>.

Однако, на сегодняшний день изменений не наблюдается, что обусловлено весомыми причинами. Говоря о производстве на основе культивирования живых организмов и перспектив его развития, следует помнить, что в данном случае экономические факторы тесно переплетаются с биологическими. Так, сравнение важных для процесса выращивания характеристик двух видов креветок приведено в работе Р.Р. Борисова с соавторами [2025]. Отмечается,

что при схожести жизненного цикла тигровой и белоногой креветок, последняя обладает рядом преимуществ, которые являются решающими для производителей при выборе объекта культивирования. Белоногая креветка обладает меньшим уровнем агрессии и каннибализма, большей устойчивостью к заболеваниям, а также низкой инвазивной активностью. Эти свойства позволяют производителям, например, использовать системы выращивания с замкнутым циклом водообмена и высокой плотностью посадки и, кроме того, снижать риск нарушения баланса окружающей среды. Таким образом, биологические характеристики отдельных видов аквакультуры должны быть неотъемлемой составляющей анализа и оценки экономических факторов трансформации производства продукции рыбного хозяйства.

Рассматривая аквакультуру с позиции стоимости и затрат производства, отметим также её роль в развитии вспомогательных видов экономической деятельности, межотраслевых связей и созданию цепочек добавленной стоимости на уровне экономик отдельных стран и мирового хозяйства в целом. В первую очередь, это касается разработки, производства и реализации комбикормов, соответствующих пищевым потребностям различных видов водных животных.

Так, в обзорной статье журнала «World Aquaculture Trends and Future Prospects» приведена приблизительная оценка мирового потребления в 2021 г.: на основные группы водных животных кормовой аквакультуры пришлось 62,5 млн тонн комбикормов в целом, в том числе, по их основным группам с наибольшим потреблением, объём и доля составили<sup>11</sup>:

- Карповые – 14,43 млн тонн (23,9%);
- Тилапия – 10,29 млн тонн (16,5%);
- Морские креветки – 9,58 млн тонн (15,3%);
- Сом – 6,62 (10,6%);
- Морские рыбы – 4,8 млн тонн (7,7%);
- Прочие пресноводные рыбы – 4,54 млн тонн (7,3%);
- Пресноводные ракообразные – 4,26 млн тонн (6,8%);
- Лосось – 4,14 млн тонн (6,6%).

Из вышесказанного следует, что развитие аквакультуры даёт мощный импульс для роста масштабов соответствующих видов экономической деятельности в отрасли производства пищевых продуктов. Данный

<sup>10</sup> Harnessing the Waters - Volume II (English). Washington, D.C.: World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/099092925151531252>. 10.02.2026 г.

<sup>11</sup> Tacon, A. G. J. 2023. World Aquaculture Trends and Future Prospects // World Aquaculture. № 49 (December). P. 22–25. <https://was.org/Magazine/2023/04/22/> 10.02.2026.

вопрос также является предметом исследований в области развития мирового рыбного хозяйства [Boyd et al., 2022]. Затраты на корма могут составлять свыше 50% себестоимости аквакультурной продукции. Здесь, также принципиально важным является вид водных животных. Различие в уровне потребления комбикормов, в первую очередь, демонстрирует такой ключевой показатель отрасли как коэффициент конверсии корма – FCR (Feed Conversion Ratio). Значения его общих уровней по видам водных животных представлены на рис. 4.

На рис. 4 наблюдается относительно небольшой разброс уровня конверсии корма. Однако, учитывая значимость доли кормов в затратах отрасли, очевидно, что изменение коэффициента даже на 0,1 даёт ощутимый экономический эффект для производства. Нередко в аналитических материалах приводятся сравнения типичных значений FCR аквакультуры и отраслей животноводства, при этом отмечается значительное отличие аквакультуры от свиноводства и выращивания крупного рогатого скота (примерные значения FCR – 3,0 и 6,0, соответственно) и схожесть с аналогичным показателем птицеводства в части выращивания бройлеров (FCR около 1,5). Однако, здесь некорректно делать выводы об экономической выгоде в части затрат на корм той или иной отрасли сельского хозяйства в силу несопоставимости таких ключевых параметров как состав и калорийность корма, а также состав продукции на выходе в контексте чистого веса, отходов, побочных продуктов, содержания

белка и т.д. Более того, по таким же причинам непросто сделать сравнительную однозначную оценку экономических выгод по типам водных животных в аквакультуре, ориентируясь лишь на показатель FCR [Fry et al., 2018]. Методологически, коэффициент конверсии корма можно назвать своего рода обобщающей интегральной величиной, отражающей, в результате, совокупность воздействия параметров выращивания: баланс кормления, среды и биологии отдельного вида водных животных, которые существенно разнятся по группам аквакультуры. Для более детальной оценки этих разных аспектов разработана система показателей, оценивающих, например, конверсию белка, эффективность использования белка и липидов<sup>13</sup>, эффективность преобразования корма в живую биомассу и прочие параметры.

Таким образом, биологические и экономические факторы в части вопроса использования ресурсов кормления также оказывают влияние на структуру аквакультуры, что, в свою очередь, отражается на объёме производства и специализации производителей кормов.

Ещё одним источником факторов развития аквакультуры в мире можно назвать формируемое отношение к различию характеристик её видов по сравнению с аналогами, добываемыми промышленным рыболовством. Говоря об экономической и экологической целесообразности развития аквакультуры в мировом рыбном хозяйстве нельзя не упомянуть проблему неоднозначности мнений и экспертных суж-

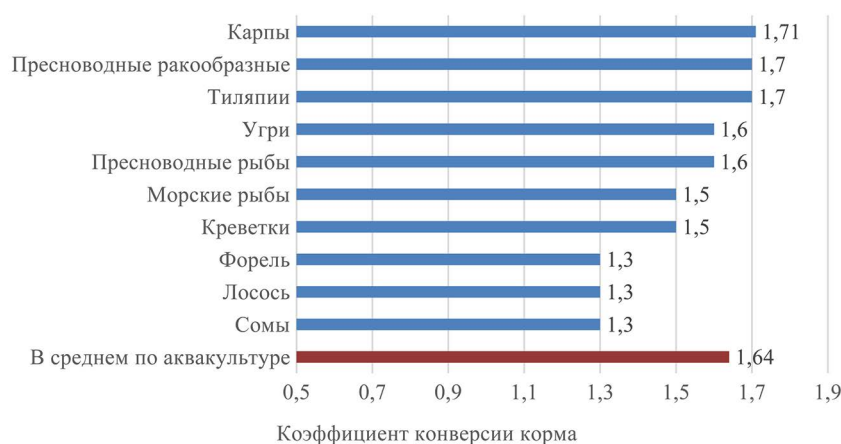


Рис. 4 Значения коэффициента конверсии корма по видам водных животных<sup>12</sup>

Fig. 4. Feed Conversion Ratio value by aquatic animals species

<sup>12</sup> Harnessing the Waters - Volume II (English). Table I.2. Typical Feed Conversion Ratio in Feed-Based Animal Source Meat Washington, D.C.: World Bank Group. URL: <http://documents.worldbank.org/curated/en/099092925151531252>. Дата обращения 10.02.2026 г.

<sup>13</sup> Boyd C. E. Reducing FCR lowers feed costs and provides environmental benefits // Global Seafood Alliance. <https://www.globalseafood.org/advocate/feed-efficiency-indicators-for-responsible-aquaculture/>. 10.02.2026.

дений относительно превосходства качества рыбной продукции дикого вылова над продукцией аквакультуры. Дискуссия о сравнительных достоинствах дикой и аквакультурной рыбы ведётся на протяжении десятилетий, наряду с опережающим развитием производства последней. По мере роста роли аквакультуры в структуре рыбного хозяйства вопрос приобретает всё большую остроту как для конечных потребителей, так и для производителей и регулирующих органов. При этом, распространённым является утверждение о более высоком качестве продукции дикого аналога. Тем не менее, данное утверждение не может быть универсальным для всех случаев и восприниматься как безусловная истина. Проводимые в мире исследования выявляют сложность и неоднозначность данного вопроса [Casanova-Martínez et al., 2025; Kelai et al., 2025; Grigorakis et al., 2025; Zheng et al., 2025; Menozzi et al., 2020; Foran et al., 2005].

Сравнительный анализ качества дикой и аквакультурной продукции проводится по различным аспектам. Основными темами для обсуждений и оценок являются:

- химический состав и пищевая ценность, а также органолептические свойства [Kelai et al., 2025; Zheng et al., 2025];
- безопасность для потребления и содержание загрязнителей различного происхождения [Casanova-Martínez et al., 2025; Foran et al., 2020];
- экологические параметры как самой производимой продукции, так и влияния процессов производства на окружающую среду [Grigorakis et al., 2025];
- экономические аспекты в части стоимости продукции, а также спроса и потребительского поведения относительно неё [Menozzi et al., 2020].

Тем не менее, судя по обзору материалов российских и зарубежных средств массовой информации, рядовой потребитель скорее склонен к мнению о лучшем качестве продукции дикого вылова, по сравнению с аквакультурным аналогом. Помимо этого, кроме результатов научных исследований и дискуссий, проблема сравнения качества проявляется также в ряде событий истории рыбного хозяйства, наиболее известными из которых являются возникновение масштабной проблемы заболевания выращиваемого норвежского лосося в 2023 г. с вытекающими экономическими последствиями и регуляторными отраслевыми ужесточениями<sup>14</sup>, а также инициация проверок и ограничений относительно китайских ракообразных и тилипии [Дворянинова и др., 2020], выращиваемых

с использованием воды низкого качества и прочими нарушениями<sup>15</sup>. На основе вышесказанного логично предположить, что предпочтения потребителей и их готовность платить более высокую цену за продукцию дикого вылова могут оказать влияние на развитие и структуру рыбного хозяйства отдельных стран, а также на его структуру в потоках международной торговли.

На заключительном этапе исследования приведём результаты прогноза с помощью ARIMA моделей, выбранных в ходе применения аналитических инструментов языка программирования R. Модели строились на временных рядах производства продукции аквакультуры и рыболовства, охватывающих период с 1950 по 2023 гг.

В табл. 7 представлены точечные прогнозы объёмов производства продукции аквакультуры (AQ - Aquaculture production) и рыболовства (CA - Capture production) с её подразделением по группам ISSCAAP (Международная стандартная статистическая классификация водных животных и растений) на три ближайших года, начиная от последних имеющихся данных международной статистики (2023 г.). По каждому прогнозу дана характеристика выбранной оптимальной ARIMA модели со значением средней абсолютной ошибки в процентах (MAPE).

Чтобы дать характеристику особенностям развития каждой группы водных животных и растений, представим интерпретацию полученных моделей временных рядов и оценок их качества.

#### 1. Пресноводные рыбы (Freshwater fishes).

Модель динамики развития аквакультуры ARIMA(0,2,1) в структуре содержит двойное дифференцирование ( $d = 2$ ) и одно скользящее среднее ( $q = 1$ ) предполагает ускоряющийся тренд (поскольку требуется двойное взятие разностей для достижения стационарности). Точность прогноза (4,2%) трактуется как очень высокая.

Модель динамики развития рыболовства ARIMA(0,1,0) with drift по структуре является моделью случайного блуждания с дрейфом (random walk model with drift), то есть ряд имеет устойчивый нелинейный тренд, наилучший прогноз основывается на последнем наблюдении плюс среднее приращение. Точность прогноза (3%) трактуется как очень высокая.

#### 2. Диадромные рыбы (Diadromous fishes).

Модель динамики развития аквакультуры ARIMA(1,2,2) содержит в структуре авторегрессию

<sup>14</sup> Dying salmon trouble Norway's vast fish-farm industry. <https://phys.org/news/2024-04-dying-salmon-norway-vast-fish.html>. 10.02.2026 г

<sup>15</sup> Россия ограничит импорт самой токсичной рыбы из Китая – тилипии. <https://www.epochtimes.ru/v-kitae-ryba-tilyapiya-samaya-toksichnaya-rossiya-ogranichit-eyo-import-99031077/?ysclid=mo94t9ao61198895532>. 10.02.2026 г.

**Таблица 7.** Результаты прогноза динамики мирового производства продукции аквакультуры и рыболовства на период 2024–2026 гг.

**Table 7.** Global aquaculture and fisheries production forecast for the period 2024–2026

Группа ISSCAAP	Сектор	2023 <sup>16</sup>	Модель	MAPE	Точечный прогноз		
					2024	2025	2026
Пресноводные рыбы (Freshwater fishes)	AQ	53688	ARIMA(0,2,1)	4,2	55481	57273	59066
	CA	10946	ARIMA(0,1,0) with drift	3,0	11072	11198	11324
Диадромные рыбы (Diadromous fishes)	AQ	6153	ARIMA(1,2,2)	3,7	6287	6451	6599
	CA	2052	ARIMA(1,1,0) with drift	5,9	1797	2011	1879
Морские рыбы (Marine fishes)	AQ	4001	ARIMA(0,2,1)	5,9	4178	4355	4532
	CA	64468	ARIMA(0,2,2)	3,3	64647	64518	64389
Ракообразные (Crustacens)	AQ	13688	ARIMA(0,2,1)	12,0	14569	15450	16331
	CA	6200	ARIMA(0,1,0) with drift	3,0	6275	6350	6425
Моллюски (Molluscs)	AQ	19511	ARIMA(0,2,2)	4,7	20044	20498	20952
	CA	6317	ARIMA(0,1,1) with drift	4,4	6389	6456	6523
Прочие виды водных животных (Miscellaneous aquatic animals)	AQ	1466	ARIMA(0,2,1)	12,0	1590	1713	1837
	CA	389	ARIMA(2,1,3)	16,0	453	417	406
Водоросли (Algae)	AQ	37649	ARIMA(1,2,1)	7,5	38728	39792	40851
	CA	1354	ARIMA(2,1,1)	6,3	1387	1393	1375

первого порядка, двойное дифференцирование, скользящее среднее второго порядка. То есть сильная нестационарность (ускоряющийся тренд) сочетается с инерционностью (авторегрессия) и влиянием двух предшествующих случайных возмущений. Точность прогноза (3,7%) трактуется как очень высокая.

Модель динамики развития рыболовства ARIMA(1,1,0) with drift по структуре является моделью авторегрессии первого порядка с однократным дифференцированием и дрейфом, предполагает нелинейный тренд с авторегрессией приростов. Точность прогноза (5,9%) трактуется как высокая.

### 3. Морские рыбы (Marine fishes).

Модель динамики развития аквакультуры ARIMA(0,2,1) имеет в структуре двойное дифференцирование и одно скользящее среднее, учитывает только один лаг ошибок, что слишком упрощает подход к моделированию. Точность прогноза (5,9%) трактуется как высокая, но может быть скорректирована путём включения второго члена скользящего среднего.

Модель динамики развития рыболовства ARIMA(0,2,2) содержит в структуре двойное дифференцирование, два члена скользящего среднего, без

авторегрессии. То есть, после двойного взятия разностей ряд описывается только прошлыми случайными шоками (два лага). Это характерно для процессов, где нет собственной инерции, но есть память по ошибкам. Точность прогноза (3,3%) трактуется как очень высокая.

### 4. Ракообразные (Crustacens).

Модель динамики развития аквакультуры ARIMA(0,2,1) по структуре аналогична модели ряда производства морских рыб, но характеризуется более низкой точностью, трактуемой как приемлемая (12%).

Модель динамики развития рыболовства ARIMA(0,1,0) with drift – модель случайного блуждания с дрейфом, то есть ряд вылова ракообразных хорошо аппроксимируется нелинейным трендом с белым шумом. Характеризуется очень высокой точностью прогноза (3%).

### 5. Моллюски (Molluscs).

Модель динамики развития аквакультуры ARIMA(0,2,2) содержит в структуре двойное дифференцирование, два скользящих средних, характеризуется очень высокой точностью (4,7%).

Модель динамики развития рыболовства ARIMA(0,1,1) with drift содержит однократное дифференцирование, одно скользящее среднее, а также дрейф-модель экспоненциального сглаживания с трендом, без сезонности. Учитывается как дрейф (устойчивый нелинейный тренд), так и корреляция последовательных ошибок. Точность прогноза трактуется как очень высокая.

<sup>16</sup> FAO Yearbook of Fishery and Aquaculture Statistics (Fishery and Aquaculture Statistics). Table T.6. Fisheries and aquaculture production by ISSCAAP division and production source // Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://www.fao.org/cwp-on-fishery-statistics/handbook/tools-and-resources/list-of-fao-yearbooks-of-fishery-statistics/en/>. Дата обращения: 10.02.2026 г.

6. Прочие виды водных животных (Miscellaneous aquatic animals).

Модель динамики развития аквакультуры ARIMA(0,2,1) содержит в структуре двойное дифференцирование, одно скользящее среднее, то есть ряд демонстрирует сильную волатильность или наличие выбросов. Модель улавливает ускоряющийся тренд и влияние одной прошлой ошибки, но не обеспечивает высокой точности (12%).

Модель динамики развития рыболовства ARIMA(2,1,3) является самой сложной моделью из полученных. Содержит в структуре два авторегрессионных члена, однократное дифференцирование, три скользящих средних. Точность прогноза самая низкая среди всех моделей (16%), так как согласно своей структуре модель подстраивается под случайные колебания прошлого, что ухудшает прогноз.

#### 7. Водоросли (Algae).

Модель динамики развития аквакультуры ARIMA(1,2,1) содержит один авторегрессионный член, двойное дифференцирование, одно скользящее среднее. Точность трактуется как высокая (7,5%), но близкая к пограничному значению – двойное дифференцирование вносит дополнительный шум.

Модель динамики развития рыболовства ARIMA(2,1,1) содержит в структуре два авторегрессионных члена, однократное дифференцирование, одно скользящее среднее и, таким образом, учитывает два предыдущих значения прироста (инерция) и одну прошлую ошибку. Точность прогноза трактуется как высокая (6,3%).

В результате, можно заключить, что все полученные модели временных рядов по группам видов во-

дных животных и растений в той или иной степени пригодны для краткосрочного прогноза.

С помощью полученных прогнозов сравним перспективные изменения объёмов производства групп продукции рыбного хозяйства (рис. 5).

Как видно по рис. 5, спад продукции рыболовства ожидается только по морским и диадромным рыбам. По остальным группам можно отметить заметный разрыв между показателями динамики аквакультуры и рыболовства (темпами роста в процентах). Причём, группы различаются по степени данного разрыва, что отражает дифференциацию условий и факторов развития производства отдельных видов водных животных, входящих в группы, и влияет на формирование структуры отрасли. На рис. 6 представлено сравнение прогнозируемых структур аквакультуры и рыболовства к 2026 году.

В дополнение к информации рис. 6 можно привести следующее наблюдение. По соотношению темпов прироста отдельных групп на рис. 5 и их объёмов производства в табл. 5 прослеживается тенденция к существенному для трёх лет росту увеличению группы «Ракообразные», к которой относится выращивание креветок. Согласно расчёту, рост доли данной группы в мировой аквакультуре по прогнозу составит 1%, благодаря своему объёму производства и опережающим темпам роста, по сравнению с другими основными группами. За счёт этого несколько снизится доля двух крупнейших групп аквакультуры «Пресноводные рыбы» и «Моллюски». Таким образом, в свете вопроса будущих структурных изменений отрасли, динамика производства группы «Ракообразные» заслуживает особого внимания. Кроме того, интерес представляют

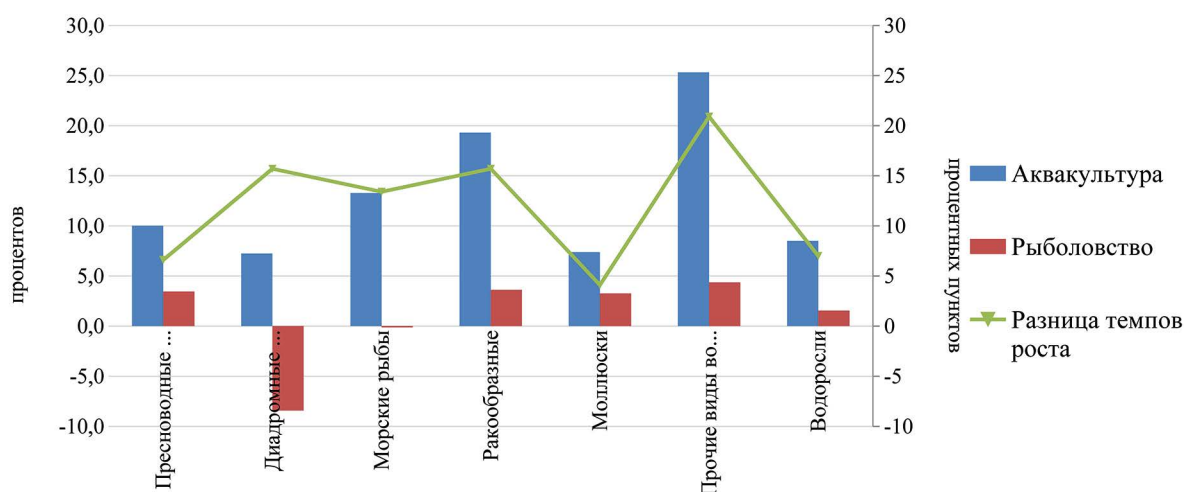
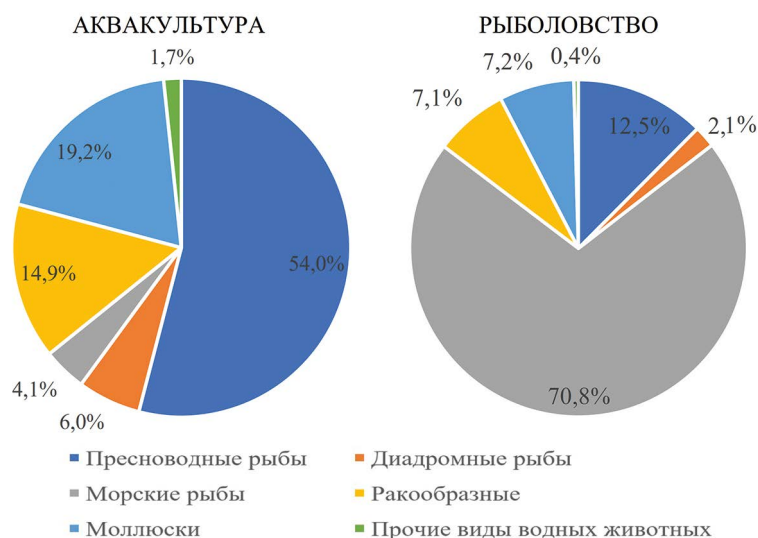


Рис. 5. Сравнение прогнозных темпов прироста аквакультуры и рыболовства в разрезе групп ISSCAAP к 2026 г. по отношению к 2023 г.

Fig. 5. Comparison of projected growth rates of aquaculture and fisheries by ISSCAAP groups by 2026 in relation to 2023



**Рис. 6.** Структура аквакультуры и рыболовства в разрезе групп ISSCAAP в соответствии с прогнозными объёмами производства на 2026 г.

**Fig. 6.** Structure of aquaculture and fisheries by ISSCAAP groups according to the projected production volumes for 2026

прогнозируемые объёмы производства диадромных рыб, к которым относится в том числе атлантический лосось, являющийся одним из основных объектов аквакультуры рыб. Указанные вопросы являются предметом дальнейших исследований в области трансформации производства продукции рыбного хозяйства.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование выявило разнообразие факторов трансформации рыбного хозяйства на фоне роста преобладания аквакультуры. Статистический анализ показал, что вид культивируемых водных животных во многом определяет характер и интенсивность воздействия этих факторов. Применение аналитических инструментов прогноза подтвердило предположение, что в краткосрочной перспективе наиболее экономически целесообразные направления аквакультуры будут развиваться опережающими темпами, показав заметный рост доли выращивания креветок. Однако в статье доказано, что тезис о безусловном превосходстве экономических аспектов развития аквакультуры является упрощением. Ключевое значение для долгосрочных перспектив имеют причины, связанные с биологическими особенностями объектов культивирования и ограничениями внешней среды. Таким образом, востребованным направлением исследований в области трансформации рыбного хозяйства является не противопоставление секторов рыболовства и аквакультуры, а выявление факторов, определяющих целесообразность и качество продукции в рамках обеих систем. Использование и развитие предложенного в статье подхода к анализу тенденций транс-

формации рыбного хозяйства может способствовать совершенствованию информационно-аналитического обеспечения задач стратегического планирования отраслевого развития и поддержки производителей, разработки реализации мер обеспечения продовольственной безопасности, а также принятия решений в области инвестирования.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

### Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы соблюдены.

### Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

### ЛИТЕРАТУРА

- Аверкиев А.В.* 2025. Перспективы расширения отечественного рыболовства в Арктической зоне Российской Федерации // Труды ВНИРО. Т. 202. С. 147–153. DOI 10.36038/2307–3497–2025–202–147–153.
- Анищенко К.И.* 2020. Тенденции и перспективы развития мирового рынка рыбы и морепродуктов // Финансовая экономика. № 7. С. 120–124.
- Бабешко Л.О., Бывшев В.А.* 2025. Анализ стабильности модели прогнозирования объёмов взаимной торговли России с партнёрами БРИКС // Финансы: теория и практика. Т. 29. № 4. С. 129–145. DOI 10.26794/2587–5671–2025–29–4–1902–01.
- Бекашев К.А., Бекашев Д.А.* 2020. Международно-правовые вопросы Целей устойчивого развития по сохранению

- морских экосистем в контексте рыболовства (ЦУР-14) // Рыбное хозяйство. № 5. С. 51–57. DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-51-57.
- Богачев А.И. 2018. Обеспечение продовольственной безопасности на основе развития рыбного хозяйства // Вестник НГИЭИ. № 5(84). С. 110–121.
- Борисов Р.Р., Воробьева Л.В., Кряхова Н.В. 2025. Анализ тенденций развития аквакультуры десятиногих ракообразных (Decapoda) в мире // Вопросы рыболовства. Т. 26. № 3. С. 7–26. DOI 10.36038/0234-2774-2025-26-3-7-26.
- Бутакова Н.А., Косенко В.Е. 2023. Международно-правовая защита биологического разнообразия Мирового океана // Неделя науки Санкт-Петербургского гос. морск. техн. ун-та. Т. 1. № 1. С. 93–97.
- Дворянинова О.П., Соколов А.В., Ряднов С.С. 2020. Сравнительная оценка ароматов мяса тилипии, выращенной в условиях аквакультуры России и Китая // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. № 4. С. 79–87.
- Дерюгина И.В. 2023. Аграрная экспортная политика в Индии: 2010–2020-е гг. // Международная торговля и торговая политика. Т. 9. № 1(33). С. 176–188. DOI 10.21686/2410-7395-2023-1-176-188.
- Гаджимирзоев Г.И., Цыпин А.П., Нуйкина Е.Ю. 2024. Анализ динамики производства и внешней торговли рыбной продукцией в России. Перспективы развития отрасли в условиях экономических санкций // Труды ВНИРО. Т. 197. С. 170–176. DOI 10.36038/2307-3497-2024-197-170-176.
- Единак Е.А. 2021. Оценка полных затрат труда в российской экономике с учётом квалификационного уровня работников // Проблемы прогнозирования. № 1(184). С. 94–105. DOI 10.47711/0868-6351-184-94-105.
- Колончин К.В., Бетин О.И., Волошин Г.А. 2021. Государственные меры по развитию рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации. Политика кластеризации. Потенциал развития рыбопромышленных кластеров в Азово-Черноморском бассейне полуострова Крым // Труды ВНИРО. Т. 183. С. 113–126. DOI 10.36038/2307-3497-2021-183-113-126.
- Коник Н.В., Лявина М.Ю., Наянов А.В., Шариков И.В. 2024. Тенденции развития рыбопромышленной отрасли в России // Экономика и предпринимательство. № 12(173). С. 1433–1439. DOI 10.34925/EIP.2024.173.12.259.
- Косов М.Е., Зверева А.О., Ахмадеев Р.Г., Голубцова Е.В. 2025. Усиление роли единого сельскохозяйственного налога в экономическом стимулировании агропромышленного комплекса // Финансы: теория и практика. Т. 20. № 1. С. 106–118. DOI 10.26794/2587-5671-2025-29-1-106-118.
- Кузнецова О.В., Кузнецов А.В. 2022. Разворот России на глобальный Юг как фактор ее регионального развития // Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право. Т. 15. № 6. С. 110–130. DOI 10.31249/kgt/2022.06.06.
- Лаврикова Ю.Г., Петров М.Б., Кожов К.Б. 2024. Сухой порт Северного морского пути в концепции формирования Урало-Арктического сектора России // Экономика региона. Т. 20. № 2. С. 574–590. DOI 10.17059/ekon.reg.2024-2-15.
- Лосева А.В., Гаджимирзоев Г.И. 2023. Динамика и перспективы развития рыбной отрасли Китая и ее роль в мировой экономике // Труды ВНИРО. Т. 194. С. 218–227. DOI 10.36038/2307-3497-2023-194-218-227.
- Лосева А.В. 2024. Эконометрическое моделирование оборота розничной торговли с использованием инструментов среды программирования R // Прикладная статистика и искусственный интеллект. Т. 1. № 4. DOI 10.62302/asai.2025.4.4.003.
- Макар С.В., Ярашева А.В. 2022. Потребительское поведение россиян: возможности и приоритеты // Народонаселение. № 4. С. 68–78. DOI 10.19181/population.2022.25.4.6.
- Макаров А.Ю., Ушаков В.В. 2023. Роль рыбной промышленности в обеспечении продовольственной безопасности // Теория и практика финансово-хозяйственной деятельности предприятий различных отраслей. Мат. V Нац. (все-росс.) науч.-практ. конф. Керчь, 26–27 октября 2023 года. Керчь: КГМУ. С. 468–473.
- Михайлов В.М. 2025. Оценка эффективности мер регионального протекционизма в аквакультуре // Вестник ГГУ. № 3. С. 580–589.
- Мнацаканян А.Г., Харин А.Г. 2025. Моделирование уровня потребления рыбы и рыбопродуктов в Российской Федерации // Труды ВНИРО. Т. 200. С. 196–205. DOI 10.36038/2307-3497-2025-200-196-205.
- Сажин Ю.В., Катынь А.В., Сарайкин Ю.В. 2013. Анализ временных рядов и прогнозирование: учебник. Саранск. Изд-во Мордовского университета. 192 с.
- Сенотрусова С.В. 2024. Ретроспективный анализ мирового рыбного хозяйства // Менеджмент в АПК. № 1. С. 18–25. DOI 10.35244/2782-3776-2024-4-1-18-25.
- Труба М.А. 2023. Фактор спроса на рыбу как условие развития аквакультуры // Теория и практика мировой науки. № 5. С. 16–18.
- Хейфец Б.А., Чернова В.Ю. 2022. Новые подходы развитых стран в обеспечении продовольственной безопасности // Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право. № 1. С. 151–166. DOI 10.31249/kgt/2022.01.07.
- Чеснокова Е.С. 2019. Роль развивающихся стран на мировом рынке рыбы и морепродуктов // Вестник Московского гос. обл. ун-та. Сер.: Естеств. науки. № 1. С. 34–43. DOI 10.18384/2310-7189-2019-1-34-43.
- Яковлев А.Ю., Михайлов В.М. 2025. Факторы, определяющие применение мер регионального протекционизма для развития аквакультуры // Муниципальная академия. № 2. С. 157–167. DOI 10.52176/2304831X\_2025\_02\_157.
- Яркина Н.Н., Логунова Н.А. 2024. Рыбное хозяйство в контексте устойчивой экономики // Труды ВНИРО. Т. 197. С. 142–151. DOI 10.36038/2307-3497-2024-197-142-151.

- Best D.J., Roberts D.E. 1975. Algorithm AS 89: The Upper Tail Probabilities of Spearman's Rho // Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics), V. 24. No. 3. P. 377–379. DOI 10.2307/2347111.
- Boyd C.E., McNevin A.A., Davis R.P. 2022. The Contribution of Fisheries and Aquaculture to the Global Protein Supply // Food Security. No. 14. P. 805–27. DOI 10.1007/s12571-021-01246-9.
- Boyd C.E., Davis R.P., McNevin. A.A. 2021. Perspectives on the Mangrove Conundrum, Land Use, and Benefits of Yield Intensification in Farmed Shrimp Production // Journal of the World Aquaculture Society. V.1. No. 53. P. 8–46. DOI 10.1111/jwas.12841.
- Casanova-Martínez I., Hernández-López E., Signes-Pastor A.J., Sendra E., Carbonell-Barrachina Á.A., Cano-Lamadrid M. 2025. Abiotic pollutant concentrations in fish: A comparative review of wild-caught and aquaculture sources // Food Control. V. 174. DOI 10.1016/j.foodcont.2025.111220.
- Foran J.A., Good D.H., Carpenter D., Hamilton C. 2005. Quantitative Analysis of the Benefits and Risks of Consuming Farmed and Wild Salmon // Journal of Nutrition. V. 135. No. 11. DOI 10.1093/jn/135.11.2639.
- Fry J.P., Mailloux N.A., Love D.C., Milli M.C., Cao L. 2018. Feed conversion efficiency in aquaculture: do we measure it correctly? // Environmental Research Letters. No. 13. DOI 10.1088/1748-9326/aaa273.
- Grigorakis K., Kogiannou D., Kotsiri M., Kleidas I., de Mello P.H., Habiballah S., Alshaikhi A., Alhafedh Y.S., Mohamed A.H.W. 2025. Freshness and Spoilage Patterns of Wild and Farmed Tropical Fish Species with Major Commercial Importance Originating from Saudi Arabian Waters // Foods. V. 690. No. 14(4). DOI 10.3390/foods14040690.
- Kelai E., Bensalem S., Boufekane B., Hamitouche A.-E., Bachari K., Harchouche K., Bachari N.E.I. 2025. Assessing the nutritional value of farmed and wild gilthead sea bream (*Sparus aurata*): Implications for local aquaculture in the central Algerian coast // Journal of Food Composition and Analysis. V.146. DOI 10.1016/j.jfca.2025.107944.
- Menozzi D., Nguyen Thong Tien, Sogari Gi. Taskov D., Lucas S., Castro-Rial J.L.S., Mora C. 2020. Consumers' Preferences and Willingness to Pay for Fish Products with Health and Environmental Labels: Evidence from Five European Countries // Nutrients. V. 12. No. 9. DOI 10.3390/nu12092650.
- Sanz-Fernandez V., Czerwinski I.A., Cabrera-Castro R., Munoz-Lechuga R., Queirolo D., Gutierrez-Estrada J.C., Pulido-Calvo I., Queirolo D. 2026. Univariate approaches for forecasting of commercial octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797) landings: comprehensive analysis of traditional time series models, machine learning algorithms and a deep learning algorithm // Fisheries Research. V. 293. DOI 10.1016/j.fishres.2025.107622.
- Siddique M.B., Mahalder B., Haque M.M., Shohan M.H., Biswas J. Ch., Akhtar Sh., Ahammad A.K. Sh. 2024. Forecasting of tilapia (*Oreochromis niloticus*) production in Bangladesh using ARIMA model // Heliyon. V. 10. No. 5. DOI 10.1016/j.heliyon.2024.e27111.
- Zheng J.-L., Zhu T., Jin W.-Y., Zhan Q.-H., Wan F.-G., Chen Y.-L. 2025. Comparative analysis of carotenoids, fatty acids, minerals, tastes, and odor in the skin of wild versus farmed large yellow croaker: Superior nutritional benefits with elevated heavy metal risks // Aquaculture V. 594. DOI 10.1016/j.aquaculture.2024.741471.

## REFERENCES

- Averkiev A.V. 2025. Prospects for Expanding Domestic Fisheries in the Russian Arctic. // Trudy VNIRO. V. 202. P. 147–153. DOI 10.36038/2307-3497-2025-202-147-153. (In Russ.).
- Anishchenko K.I. 2020. Trends and Prospects for the Development of the Global Fish and Seafood Market // Financial Economics. No. 7. P. 120–124. (In Russ.).
- Babeshko L.O., Byvshev V.A. 2025. Analysis of the stability of the model for forecasting mutual volumes Russia's trade with BRICS partners // Finance: Theory and Practice. V.29. No. 4. P. 129–145. DOI 10.36038/2307-3497-2025-202-147-153. (In Russ.).
- Bekyashev K.A., Bekyashev D.A. 2020. International Legal Issues of the Sustainable Development Goals for the Conservation of Marine Ecosystems in the Context of Fisheries (SDG-14) // Fisheries. No. 5. P. 51–57. DOI 10.37663/0131-6184-2020-5-51-57. (In Russ.).
- Bogachev A.I. 2018. Ensuring Food Security through the Development of Fisheries // Bulletin of NGIEI. No. 5(84). P. 110–121. (In Russ.).
- Borisov R.R., Vorob'eva L.V., Kryakhova N.V. 2025. Analysis of Decapoda aquaculture development trends in the world // Fisheries Issues. V. 26. No. 3. P. 7–26. DOI 10.36038/0234-2774-2025-26-3-7-26. (In Russ.).
- Butakova N.A., Kosenko V.E. 2023. International Legal Protection of the Biological Diversity of the World Ocean // Science Week of the Saint Petersburg State Marine Techn. Univ. V. 1. No. 1. P. 93–97. (In Russ.).
- Dvoryaninova O.P., Sokolov A.V., Ryadnov S.S. 2020. Comparative evaluation of the flavors of tilapia meat grown in the conditions of aquaculture in Russia and China // Technologies for the Food and Processing Industry of AIC – Healthy Food. No. 4. P. 79–87.
- Deryugina I.V. 2023. Agricultural Export Policy in India: 2010–2020s // International Trade and Trade Policy. V. 9, No. 1(33). P. 176–188. DOI 10.21686/2410-7395-2023-1-176-188. (In Russ.).
- Gadzhimirzoev G.I., Tsy-pin A.P., Nuykina E.Y. 2024. Analysis of the dynamics of production and foreign trade of fish products in Russia. Prospects for the development of the industry in the context of economic sanctions // Trudy VNIRO. V. 197. P. 170–176. DOI 10.36038/2307-3497-2024-197-170-176. (In Russ.).
- Edinak E.A. 2021. Estimation of Total Labor Costs in the Russian Economy Taking into Account the Qualification

- Level of Employees // *Problemy Prognozirovaniya*. V. 184. No. 1. P. 94–105. (In Russ.)
- Kolonchin K.V., Betin O.I., Voloshin G.A.* State measures for the development of the fisheries complex of the Russian Federation. Clustering policy. Development potential of fishing clusters in the Azov-Black Sea basin of the Crimean Peninsula // *Trudy VNIRO*. V. 183. P. 113–126. DOI 10.36038/2307-3497-2021-183-113-126. (In Russ.)
- Konik N.V., Lyavina M.Yu., Nayanov A.V., Sharikov I.V.* 2024. Trends in the Development of the Fishing Industry in Russia // *Economy and Entrepreneurship*. V.173. No. 12. P. 1433–1439. DOI 10.34925/EIP.2024.173.12.259. (In Russ.)
- Kosov M.E., Zvereva A.O., Akhmadeev R.G., Golubtsova E.V.* 2025. Strengthening the role of the unified agricultural tax in economic incentives of the agro-industrial complex // *Finance: Theory and Practice*. V. 29. No.1. P. 106–118. DOI 10.26794/2587-5671-2025-29-1-106-118. (In Russ.)
- Kuznetsova O.V., Kuznetsova A.V.* 2022. Russia's Pivot to the Global South as a Factor of Its Regional Development // *Outlines of Global Transformations: Politics, Economics, Law*. V 15. No. 6. P. 110–130. DOI 10.31249/kgt/2022.06.06. (in Russ.)
- Lavrikova Yu.G., Petrov M.B., & Kozhov K.B.* 2024. The Dry Port on the Northern Sea Route in the Formation of the Ural-Arctic Sector of Russia // *Economy of regions*. V. 20. No. 2. P. 574–590. DOI 10.17059/ekon.reg.2024-2-15. (In Russ.)
- Loseva A.V., Gadzhimirzoev G.I.* 2023. Dynamics and prospects of development of China's fishing industry and its role in the global economy // *Trudy VNIRO*. V. 194. P. 218–227. DOI 10.36038/2307-3497-2023-194-218-227. (In Russ.)
- Loseva A.V.* 2024. Econometric modeling of retail trade turnover using the tools of the R programming environment // *Applied Statistics and Artificial Intelligence*. V. 1. No. 4. DOI 10.62302/asai.2025.4.4.003. (In Russ.)
- Makar S.V., Yarasheva A.V.* 2022. Consumer behavior of Russians: opportunities and priorities // *Narodonaselenie [Population]*. V. 25. No. 4. P. 68–78. DOI 10.19181/population.2022.25.4.6. (In Russ.)
- Makarov A.Yu., Ushakov V.V.* 2023. The Role of the Fishing Industry in Ensuring Food Security // *Theory and Practice of Financial and Economic Activities of Enterprises in Various Industries*. Proc. of the V Nat. (All-Russian) Scient. and Pract. Conf., Kerch, October 26–27, 2023. Kerch: KSMTU. P. 468–473. (In Russ.)
- Mikhailov V.M.* 2025. Assessing the Effectiveness of Regional Protectionism Measures in Aquaculture // *Vestnik of Gjel State University*. No. 3. P. 580–589. (In Russ.)
- Mnatsakanyan A.G., Kharin A.G.* 2025. Model of fish and fish product consumption in the Russian federation // *Trudy VNIRO*. V. 200. P. 196–205. DOI 10.36038/2307-3497-2025-200-196-205. (In Russ.)
- Sazhin Yu.V., N., Katyn A.V., Saraykin Yu.V.* 2013. Time series analysis and forecasting: textbook. Saransk: Mordovian SU. 192 pp. (In Russ.)
- Senotrusova S.V.* 2024. Retrospective Analysis of the Global Fisheries Industry // *Management in the Agro-Industrial Complex*. No. 1. P. 18–25. DOI 10.35244/2782-3776-2024-4-1-18-25. (In Russ.)
- Truba M.A.* 2023. The Demand Factor for Fish as a Condition for Aquaculture Development // *Theory and Practice of World Science*. No. 5. P. 16–18. (In Russ.)
- Kheifets B.A., Chernova V.Y.* 2022. Changing Food Security Strategies in the Developed Countries // *Outlines of Global Transformations: Politics, Economics, Law*. V. 15. No. 1. P. 151–166. DOI 10.31249/kgt/2022.01.07. (In Russ.)
- Chesnokova E.S.* 2019. The Role of Developing Countries in the Global Fish and Seafood Market // *Bull. of Moscow State Reg. Univ. Ser.: Natural Sciences*. No. 1. P. 64–43. DOI 10.18384/2310-7189-2019-1-34-43. (In Russ.)
- Yakovlev A.Yu., Mikhailov V.M.* 2025. Factors Determining the Application of Regional Protectionism Measures for the Development of Aquaculture // *Municipal Academy*. No. 2. P. 157–167. DOI 10.18384/2310-7189-2019-1-34-43. (In Russ.)
- Yarkina N.N., Logunova N.A.* 2024. Fisheries in the Context of a Sustainable Economy // *Trudy VNIRO*. V. 197. P. 142–151. DOI 10.36038/2307-3497-2024-197-142-151. (In Russ.)
- Best D.J., Roberts D.E.* 1975. Algorithm AS 89: The Upper Tail Probabilities of Spearman's Rho // *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)*, V. 24. No. 3. P. 377–379. DOI 10.2307/2347111.
- Boyd C.E., McNevin A.A., Davis R.P.* 2022. The Contribution of Fisheries and Aquaculture to the Global Protein Supply // *Food Security*. No. 14. P. 805–27. DOI 10.1007/s12571-021-01246-9.
- Boyd C.E., Davis R.P., McNevin A.A.* 2021. Perspectives on the Mangrove Conundrum, Land Use, and Benefits of Yield Intensification in Farmed Shrimp Production // *Journal of the World Aquaculture Society*. V.1. No. 53. P. 8–46. DOI 10.1111/jwas.12841.
- Casanova-Martínez I., Hernández-López E., Signes-Pastor A.J., Sendra E., Carbonell-Barrachina Á.A., Cano-Lamadrid M.* 2025. Abiotic pollutant concentrations in fish: A comparative review of wild-caught and aquaculture sources // *Food Control*. V. 174. DOI 10.1016/j.foodcont.2025.111220.
- Foran J.A., Good D.H., Carpenter D., Hamilton C.* 2005. Quantitative Analysis of the Benefits and Risks of Consuming Farmed and Wild Salmon // *Journal of Nutrition*. V. 135. No. 11. DOI 10.1093/jn/135.11.2639.
- Fry J.P., Mailloux N.A., Love D.C., Milli M.C., Cao L.* 2018. Feed conversion efficiency in aquaculture: do we measure it correctly? // *Environmental Research Letters*. No. 13. DOI 10.1088/1748-9326/aaa273.
- Grigorakis K., Kogiannou D., Kotsiri M., Kleidas I., de Mello P.H., Habiballah S., Alshaikhi A., Alhafedh Y.S., Mohamed A.H.W.* 2025. Freshness and Spoilage Patterns of Wild and Farmed Tropical Fish Species with Major Commercial Importance Originating from Saudi Arabian Waters // *Foods*. V. 690. No. 14(4). DOI 10.3390/foods14040690.
- Kelai E., Bensalem S., Boufekane B., Hamitouche A.-E., Bachari K., Harchouche K., Bachari N.E.I.* 2025. Assessing the

- nutritional value of farmed and wild gilthead sea bream (*Sparus aurata*): Implications for local aquaculture in the central Algerian coast // *Journal of Food Composition and Analysis*. V.146. DOI 10.1016/j.jfca.2025.107944.
- Menozzi D., Nguyen Thong Tien, Sogari Gi. Taskov D., Lucas S., Castro-Rial J.L.S., Mora C.* 2020. Consumers' Preferences and Willingness to Pay for Fish Products with Health and Environmental Labels: Evidence from Five European Countries // *Nutrients*. V. 12. No. 9. DOI 10.3390/nu12092650.
- Sanz-Fernandez V., Czerwinski I.A., Cabrera-Castro R., Munoz-Lechuga R., Gutierrez-Estrada J.C., Pulido-Calvo I., Queirolo D.* 2026. Univariate approaches for forecasting of commercial octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797) landings: comprehensive analysis of traditional time series models, machine learning algorithms and a deep learning algorithm // *Fisheries Research*. V. 293. DOI10.1016/j.fishres.2025.107622.
- Siddique M.B., Mahalder B., Haque M.M., Shohan M.H., Biswas J. Ch., Akhtar Sh., Ahammad A. K. Sh.* 2024. Forecasting of tilapia (*Oreochromis niloticus*) production in Bangladesh using ARIMA model // *Heliyon*. V. 10. No. 5. DOI 10.1016/j.heliyon.2024.e27111.
- Zheng J.-L., Zhu T., Jin W.-Y., Zhan Q.-H., Wan F.-G., Chen Y.-L.* 2025. Comparative analysis of carotenoids, fatty acids, minerals, tastes, and odor in the skin of wild versus farmed large yellow croaker: Superior nutritional benefits with elevated heavy metal risks // *Aquaculture* V. 594. DOI 10.1016/j.aquaculture.2024.741471.

*Поступила в редакцию 26.02.2026 г.  
Принята после рецензий 27.04.2026 г.*