

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ РЫБОЛОВСТВА

УДК 339.1

DOI: 10.36038/0234-2774-2025-26-4-159-166

EDN VPЕBAF

**ГРАВИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫХ
ПОТОКОВ РЫБНОГО СЫРЬЯ В РОССИИ**

© 2025 г. В.И. Кузин (spin: 4290-8635)

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
(КГТУ), Россия, Калининград, 236022
E-mail: vladimir.kuzin@klgtu.ru

Поступила в редакцию 16.06.2025 г.

Приводятся результаты анализа перемещения между федеральными округами рыбы и рыбных продуктов, за исключением рыбных консервов, в рамках модифицированной гравитационной модели. Цель работы – улучшение методологии управления рыбохозяйственным комплексом России, особенно в контексте принятия решений, принимающих во внимание пространственную организацию комплекса. В качестве исходных данных использованы сведения о межрегиональной торговле рыбой и переработанной рыбной продукцией (за исключением консервов) за 2024 г., опубликованные на BI Portal. Обоснован выбор гравитационной модели как инструмента для исследования товарных потоков, учитывающей как экономические, так и географические факторы. Результаты анализа демонстрируют, что традиционные детерминанты потребительского спроса и внешне-торговой активности обладают высокой объясняющей способностью при моделировании внутренних перевозок рыбной продукции железнодорожным транспортом.

Ключевые слова: рыболовство, рыбные ресурсы, пространственная структура рыбохозяйственного комплекса, моделирование, гравитационная модель.

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение продовольственной безопасности является одной из ключевых задач современного общества. Рыбохозяйственный комплекс России выступает ключевым элементом её обеспечения (Колончин и др., 2022; Кохан 2023). Одним из важных элементов продовольственной безопасности в России является промышленная добыча рыбы и разработка систем межрегионального перемещения рыбы и рыбных продуктов. В условиях глобализации и постоянных изменений на рынке, в том числе ограничений на трансграничное перемещение рыбы и рыбной продукции, особенно актуальным становится вопрос эффективного распределения ресурсов.

Межрегиональная торговля рыбой и рыбной продукцией играет важную роль в экономике страны, с учётом того, что Россия обладает значительными водными ресурсами,

которые расположены на её территории. Для анализа торговых потоков между регионами часто используется гравитационная модель, заимствованная из физики и адаптированная для экономических исследований (Каукин, 2013; Мишура, 2012; Сальников, 2024). В данной статье рассмотрим, как эта модель применяется для изучения торговли рыбой, какие факторы влияют на объёмы поставок и как можно оптимизировать логистику с учётом полученных данных.

Поскольку промышленное рыболовство России является одним из основных компонентов сферы продовольственной безопасности, поэтому разработка систем межрегионального перемещения рыбы и рыбных продуктов является важным аспектом деятельности рыбохозяйственного комплекса. Моделирование пространственного перемещения рыбы и рыбной продукции между регионами

России сталкивается с множеством проблем, требующих комплексного подхода и координации усилий на всех уровнях. Решение этих задач позволит повысить эффективность рыбохозяйственного комплекса, обеспечить продовольственную безопасность страны и улучшить качество жизни населения.

В настоящее время использование гравитационных моделей в экономике становится всё более актуальным. В рамках как региональных, так и международных исследований исследователи активно интегрируют разнообразные непрямые переменные и эффекты, а также применяют современные методы анализа. Тем не менее, в большинстве работ основу аналитики по-прежнему составляют эконометрические методы, особенно метод наименьших квадратов (Цоколаева, 2024).

По информации из отраслевой системы мониторинга (ОСМ), с начала января до конца декабря 2024 г. добыча в России составила 4882,8 тыс. т рыбы и морепродуктов, что на 8% меньше по сравнению с предыдущим годом. При этом около 76% от общего объёма вылова было произведено на Дальнем Востоке (ДВ), согласно материалам «ВАРПЭ». Анализ экспертов Рыбного союза показывает, что в 2024 г. баланс рыбного сырья на внутреннем рынке приблизительно соответствует уровню предыдущего года и составляет около 3,3 млн т. Это означает, что в расчёте на душу населения каждый человек может потреблять около 22,7 кг рыбы-сырца ежегодно. Кроме того, коэффициент самообеспеченности России рыбой и рыбной продукцией в 2024 г., согласно требованиям Доктрины продовольственной безопасности (минимум 85%), значительно превысил целевые показатели, составив 138,4%, по данным Министерства сельского хозяйства РФ.

При этом рыболовство характеризуется сезонностью и миграцией водных биологических ресурсов. С другой стороны изменения покупательной способности (относительных доходов населения) существенно влияет

на спрос на рыбную продукцию и рыбу. Это усложняет прогнозирование объёмов и местоположения уловов, что затрудняет планирование и моделирование их перемещения между регионами.

Отсутствие единой концепции и системы управления рыбохозяйственным комплексом приводит к фрагментации усилий и неэффективному использованию ресурсов. Это затрудняет координацию действий между различными регионами и участниками рынка.

Влияние международных экономических санкций, тарифных и нетарифных барьеров, а также политических факторов может ограничивать возможности свободного трансграничного перемещения рыбы и рыбной продукции.

Обеспечение продовольственной безопасности через межрегиональное перемещение рыбы и рыбных продуктов требует комплексного подхода. С течением времени, преодолев вызовы, связанные с транспортировкой и распределением, Россия может значительно улучшить доступность рыбы для населения. Здоровое будущее страны зависит от внедрения новых технологий и оптимизации процессов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве исходных использованы данные об объёмах сведений межрегиональной торговли рыбой и переработанной рыбной продукцией (за исключением консервов) за 2024 г., опубликованные на BI Portal (Межрегиональная торговля, 2025), а так же расстояния между федеральными округами. Помимо этого был использован показатель, совокупных доходов по округам, представляющий собой сумму региональных значений произведений подушевых доходов на численность населения.

Исследование представляет собой дальнейшее развитие подхода, направленного на обеспечение продовольственной безопасности с акцентом на экономическую доступность рыбы и продуктов её переработки (Кузин,

2024), где важным фактором являются логистические затраты, отраженные в модели через расстояния между округами. Автор предлагает решения, основанные на моделировании экономических процессов межрегионального перемещения рыбы и рыбных продуктов с учётом показателей покупательной способности населения.

Предлагаемый подход основан на применении метода гравитационной модели (Галимов, 2024; Сальников, 2024; Томаев, 2020). Гравитационная модель межрегиональной торговли представляет собой эконометрический инструмент, используемый для анализа и прогнозирования товарных потоков между регионами. Она основана на аналогии с законом всемирного тяготения в физике, где сила притяжения между двумя объектами пропорциональна произведению их масс и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. В контексте экономики эта модель предполагает, что объём торговли между двумя регионами зависит от их экономического потенциала, в качестве которого предлагается использовать и расстояния между ними.

Важным параметром получаемом, в рамках моделирования, является эластичность расстояния, который рассчитывается в рамках моделирования. Методика оценки этого параметра основана на использовании стандартных эконометрических методов и доступных данных.

Моделирование товарных потоков рыбы с учётом покупательной способности по регионам позволят обосновывать управленческие решения по формированию системы логистики для рыбы и рыбных продуктов, обеспечивающих снижение затрат на транспортировку и хранение. Кроме того в рамках модели может обосновываться внедрение современных технологий для контроля качества и условий хранения рыбных продуктов в процессе транспортировки. Например, использование термоконтейнеров и информатизации логистических процессов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Моделирование стало элементом развития системы управления рыбохозяйственным комплексом России (Мнацаканян, 2023; Храпов, 2014). Оно нашло широкое применение для обоснования управленческих решений в различных сферах. В качестве примера можно привести теоретическую модель, которая служит основой для принятия обоснованных инвестиционных решений. Основными параметрами данной модели являются объём запасов рыбных ресурсов, масштабы добычи, а также размер и стоимость существующих капиталовложений и инвестиций. Применение этой модели к исследованию рыболовства России в Балтийском море показало, что главным фактором, влияющим на выбор уровня инвестиций в этой отрасли, является соотношение удельных стоимостей текущих активов и новых инвестиций.

Значимой особенностью рыбохозяйственного комплекса страны является существенное разнесения центров добычи рыбы и её потребления. Основные объёмы добычи, как показано на рисунке 1 сосредоточены на Дальнем Востоке, в то время как проживает в Дальневосточном федеральном округе (ДФО) по имеющимся оценкам всего 5,38% населения России.

Таким образом, на этом примере видно, что пространственная структура добычи рыбы не совпадает с пространственной структурой потребления.

Объёмы межрегиональных потоков рыбы и переработанной рыбной продукции (за исключением консервов) в 2024 г. приведено в таблице (ниже).

На рисунке 2 показан ввоз и вывоз рыбы и рыбной продукции (за исключением консервов) по федеральным округам.

Обращают на себя внимание данные по ДФО, согласно которых за пределы федерального округа рыба и рыбная продукция не вывозилась. Это говорит о необходимости верификации данных при их использовании для обоснования управленческих реше-

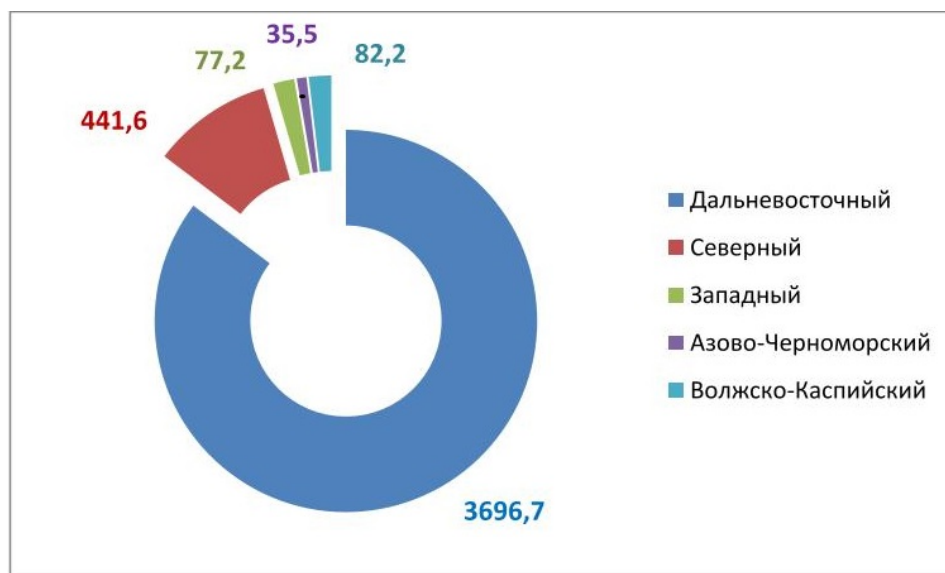


Рис. 1. Добыча рыбы и водных биологических ресурсов в России в 2024 г., тыс. т.

Таблица. Сведения о межрегиональных (между федеральными округами) потоках рыбы и переработанной рыбной продукции (за исключением консервов) в 2024 г., тыс. т

Округа ввоза	Округа, откуда производится вывоз товара							
	ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	СФО	ДФО
ЦФО	25 892,14	202,47	464,64	1 388,39	2 856,88		1 091,01	
СЗФО	2 895,35	1 465,12	77,88	190,07	738,02		112,76	
ЮФО	1 423,40		8 020,09	1 150,06	2 381,10	46,47		
СКФО	709,25		895,65	529,31	425,14			
ПФО	1 833,66	5,44	225,33	124,26	7 692,61	2 740,39	83,06	
УФО	830,89			51,57	780,61	2 715,58	404,19	
СФО	642,72	11,63	75,54		492,84	2 298,83	5 308,72	
ДФО	381,30			27,50	150,19		1 371,93	964,80

ний. При этом показатели потоков отражают не только рыбу-сырец, но и переработанную рыбу, за исключением рыбных консервов, что может приводить к тому, что сумма объёмов перемещений может превышать объёмы добычи, поскольку рыбное сырьё поступающее на предприятие в другом регионе и рыбная продукция произведённая из такого сырья могут учитываться дважды. Это объясняет то, что объём вывоза из ЦФО и ПФО превышает объём ввоза.

В рамках имеющихся данных при отсутствии информации о влиянии различных факторов на величину объёмов в межрегиональной торговле нередко становится серьёзным препятствием для проведения экономического анализа и принятия управленческих решений на национальном и субнациональном уровнях. Так, например, добыча в ДФО в 2024 г. составила 3,697 млн т. Внутреннее потребление ДФО составляет 964,8 тыс. т, а оставшийся объём рыбы проступает на экспорт.

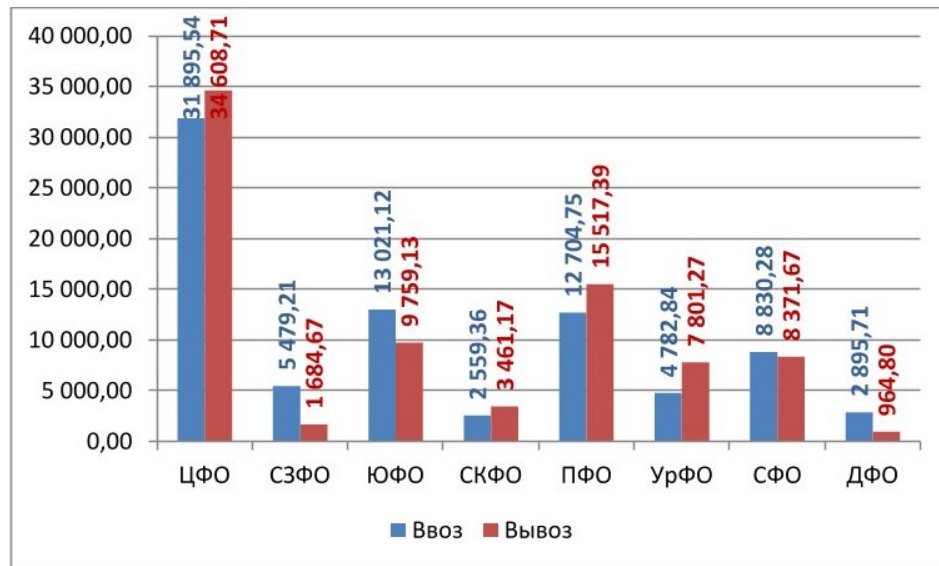


Рис. 2. Ввоз и вывоз рыбы и рыбной продукции (за исключением консервов) по федеральным округам, тыс. т. Источник: ВI Portal (Межрегиональная торговля, 2025).

Приведённые факторы формируют ограничения для модели, особенно при использовании данных по укрупненным регионам (федеральным округам). При моделировании потоков рыбы для субъектов федерации значение приведённых ограничений будут снижаться.

Традиционно гравитационная модель описывает торговые потоки между регионами по аналогии с притяжением между массами и имеет следующий вид (Каукин, 2013; Томаев, 2020; Цоколаева, 2024):

$$F_{ij} = (M_i \times M_j) / D_{ij} \quad (1)$$

где: F_{ij} – объём вывоза из региона i в регион j ;

M_i и M_j – экономические показатели регионов (например, ВВП, объём производства рыбы), регионов i и j ;

D_{ij} – расстояние между регионами i и j ;

В логарифмированной форме уравнение принимает вид:

$$\ln F_{ij} = K + a \ln M_i + b \ln M_j - c \ln D_{ij} \quad (2)$$

где, k – константа;

a , b , c – коэффициенты, отражающие эластичность вывоза из одного региона по соответствующим переменным.

Основные факторы, влияющие на товарные потоки рыбы и рыбной продукции, которые необходимо учитывать при моделировании включают:

а) Объём производства рыбы в регионе – чем больше регион производит, тем больше может вывозить и экспортировать.

б) Спрос на рыбную продукцию – регионы с высокой покупательной способностью привлекают больше поставщиков.

в) Расстояние и транспортные издержки – чем дальше регионы друг от друга, тем дороже перевозка, что повышает цену в регионе доставки.

г) Степень развития логистической инфраструктуры – развитость портов, железных дорог и холодильных складов способствует увеличению поставок.

В большинстве моделей в качестве экономических показателей регионов используется показатель ВРП. Однако, для более точного отражения реальных условий в модель необходимо внести дополнительные показатели (Аронов, 2024). Так, для моделирования

вывоза из региона i в j целесообразно использовать показатели, с одной стороны отражающие производство рыбы в регионе i (F_{pi}) и экономическую доступность рыбы и рыбной продукции в регионе, а именно совокупные доходы населения (Tr_j). Отсюда

$$M_{ij} = F_{pi} \times Tr_j.$$

Такая модификация, хотя и приводит к усложнению модели, но при этом обеспечивает отражение специфики торговли рыбой и рыбной продукцией.

В рассматриваемом случае в качестве расстояния между федеральными округами выбрано расстояние между их административными центрами. Поскольку расстояние является фактором, определяющим логистические затраты, то в случае моделирования вывоза между федеральными округами может давать смещённую оценку. Однако, в случае моделирования рыбных товарных потоков между субъектами федерации показатель расстояния не будет иметь критического значения.

Гравитационная модель является мощным инструментом для анализа межрегиональной торговли рыбой и рыбной продукцией. Она позволяет учитывать экономические, географические и инфраструктурные факторы, помогая бизнесу и государству принимать обоснованные решения. Дальнейшее развитие модели может включать учёт экологических аспектов и изменений климата, влияющих на рыболовство и логистику.

В рамках исследования применяется адаптированная версия гравитационной модели для анализа товарооборота рыбы и рыбопродукции (без учёта консервированной продукции) между федеральными округами РФ на основе статистики 2024 г.

Методом наименьших квадратов выведено регрессионное уравнение, демонстрирующее статистически значимое влияние всех включенных факторов:

$$\ln F_{ij} = -7,35 + 1,17 \ln M_{ij} + 1,08 \ln M_{ji} - 1,67 \ln D_{ij}.$$

Полученный коэффициент детерминации (R^2) составил 48,3%, что свидетельствует о достаточной объясняющей способности модели, учитывая её базовую трёхфакторную структуру.

Полученные данные свидетельствуют о наличии положительной связи между относительным объёмом вывоза региона-поставщика по отношению к его объёмам добычи морепродуктов и производства рыбной продукции и совокупной покупательной способности принимающего региона и интенсивностью межрегиональных товарных потоков.

Необходимо отметить, что уровень развития логистической инфраструктуры в модели не отражался. При этом модель показывает значительную зависимость от расстояния, которое непосредственно связано с величиной логистических затрат. Однако такие затраты определяются уровнем развития и качеством соответствующей инфраструктуры (Галимов, 2024).

Полученный результат подтверждает адекватность выбранного подхода для анализа межрегиональных торговых потоков в данном сегменте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Моделирование пространственного перемещения рыбы и рыбной продукции между регионами России сталкивается с множеством проблем, требующих комплексного подхода и координации усилий на всех уровнях. Решение этих задач позволит повысить эффективность рыбохозяйственного комплекса, обеспечить продовольственную безопасность страны и улучшить качество жизни населения.

Гравитационная модель межрегиональной торговли рыбой является эффективным инструментом для анализа и прогнозирования товарных потоков между регионами. Она позволяет учитывать ключевые факторы, влияющие на объёмы торговли, и служит основой для обоснования управленческих решений по формированию системы логистики с учётом покупательной способности населения региона.

Авторы модифицировали гравитационную модель, предназначенную для анализа факторов, влияющих на объёмы перемещения рыбы и рыбной продукции между федеральными округами России и обоснования управленческих решений, введя взамен показателя ВРП показатель, характеризующий его покупательную способность. Ключевыми параметрами этой модели являются – *объём перемещения, расстояние и совокупные доходы населения*. Применение модели к анализу перемещения рыбы и рыбных продуктов из Дальневосточного федерального округа в Северо-Западный федеральный округ показало, что главным фактором, определяющим объём перемещения, является соотношение совокупной покупательной способности и расстояния.

Несмотря на то, что предложенная модифицированная модель носит предварительный характер и имеет некоторые ограничения, эмпирическая проверка подтверждает её потенциал для использования в выработке оптимальных производственно-инвестиционных решений в области рыболовства и демонстрирует целесообразность продолжения работы в этом направлении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аронов И.З., Рыбакова А.М., Иванов А.В. Модификация гравитационной модели внешней торговли с учётом инфраструктуры качества // Российский внешнеэкономический вестник. 2024. № 10. С. 7–24. DOI 10.24412/2072-8042-2024-10-7-24.
- Галимов Д.И., Гнидченко А.А., Сальников В.А. Оценка расстояний между российскими регионами с учётом транспортной инфраструктуры // Пространственная экономика. 2024. Т. 20. № 1. С. 96–124. DOI 10.14530/se.2024.1.096-124.
- Каукин А.С. Теоретические аспекты формирования пространственного распределения торговых потоков (пространственная гравитационная модель внешней торговли): автореф. дис. ... канд. экон. наук. М., 2013. 139 с.
- Колончин К.В., Бетин О.И., Рудашевский В.Д., Мухамедова Т.О. Трансформация системы управления рыбохозяйственным комплексом России // Вопр. рыболовства. 2022. № 4. С. 5–15.
- Кохан А.Н., Кузин В.И. О взаимосвязи показателей устойчивого развития и продовольственной безопасности на региональном уровне // Балтийский морской форум: Материалы XI Международного Балтийского морского форума. В 8-ми томах, Калининград, 25–30 сентября 2023 года. Калининград: КГТУ, 2023. С. 244–254.
- Кузин В.И., Харин К.Г. Управление экономической доступностью рыбопродуктов как элемент политики социально-экономического развития // Балтийский экономический журнал. 2024. № 3(47). С. 68–86. DOI 10.46845/2073-3364-2024-0-3-68-86.
- Межрегиональная торговля основными пищевыми продуктами и зерном (Электронный ресурс). URL: <https://bi.rosstat.gov.ru/biportal/contourbi.jsp> (дата обращения 30.06.2025 г.)
- Мишура А.В. Оценка гравитационных моделей межрегиональной торговли монополистически конкурентными товарами в России // Мир экономики и управления. 2012. Т. 12. № 4. С. 52–58.
- Мнацаканян А.Г., Томкович А.В., Харин А.Г. Моделирование инвестиционной политики рыболовной фирмы на примере российского рыбного промысла в балтийском море // Тр. ВНИРО. 2023. Т. 191. С. 166–174.
- Сальников К.Н., Филатов А.Ю. Межрегиональная торговля России с точки зрения гравитационного подхода // Пространственная экономика. 2024. Т. 20. № 3. С. 98–127. DOI 10.14530/se.2024.3.098-127.
- Томаев А., Каукин А., Павлов П. Внутренняя торговля России: применение гравитационной модели // Экономическая политика. 2020. Т. 15. № 5. С. 60–89. DOI 10.18288/1994-5124-2020-5-60-89.
- Храпов В.Е., Иванов Т.Н. Моделирование пространственного распределения экономических ресурсов при размещении корпораций промышленного рыболовства // Региональная экономика: теория и практика. 2014. № 43. С. 13–19.
- Цоколаева З.Э. Теоретические основы применения гравитационных моделей в экономике // Инновации и инвестиции. 2024. № 10. С. 60–64.

**GRAVITY MODEL OF INTERREGIONAL FLOWS
OF FISH RAW MATERIALS IN RUSSIA**

© 2025 г. В.И. Кузин

*Analytical Center of the Institute of Industrial Economics and Management
of the Kaliningrad State Technical University
Russia, Kaliningrad, 236022*

The article presents the results of the analysis of the movement of fish and fish products between federal districts, with the exception of canned fish, within the framework of a modified gravity model. The aim of the work is to improve the methodology for managing the fisheries complex of Russia, especially when making decisions that take into account the spatial organization of the complex. The initial data were the data on interregional trade in fish and processed fish products (except canned goods) for 2024, published on the BI portal. The choice of the gravity model as a tool for studying commodity flows, observing both individual and geographical factors, is justified. The results of the analysis show that traditional determinants of consumer and foreign trade activity are characterized by a high explanatory function in modeling domestic transportation of fish products by rail.

Keywords: fisheries, fish resources, spatial structure of the fisheries complex, modeling, gravity model.