

## ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Кучерова С.В., Карпова Д.К.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, Владивосток, Россия (690014, г. Владивосток, ул. Гоголя, 41), e-mail: svetlana.kucherova@vvsu.ru, daria.karpova12@gmail.com*

В работе проведено исследование зависимости одного из элементов продовольственной безопасности, которым является «потребление рыбы и рыбопродуктов», от основных показателей рыбной отрасли Приморского края. В качестве статистического материала используются данные Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Приморскому краю. На основе корреляционно-регрессионного анализа выявлены и исключены коллинеарные и несущественные факторы. Построение эконометрических моделей проводилось с использованием пакета Statistica. В результате построения и анализа нескольких моделей получена наилучшая модель описывающая зависимость потребления рыбы и рыбопродуктов в Приморском крае от производства рыбной продукции и среднедушевых денежных доходов населения по Приморскому краю. Полученная модель будет использоваться для дальнейшего получения качественных прогнозов показателя «потребление рыбы и рыбопродуктов на душу населения» по Приморскому краю.

Ключевые слова: эконометрическое моделирование, факторный анализ, корреляция, продовольственная безопасность, рыбные ресурсы.

## ECONOMETRIC MODELLING OF BASIC ELEMENTS OF FISH INDUSTRY OF PRIMORSKY KRAI

Kucherova S.V., Karpova D.K.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Vladivostok State University Economics and Service, Russia (690014, Vladivostok, street Gogolya, 41), e-mail: svetlana.kucherova@vvsu.ru, daria.karpova12@gmail.com*

In this paper, the authors studied the dependence of the one of elements of food security "consumption of fish and fish products" on the set indicators characterizing fish industry of Primorye. The paper used data of Federal State Statistics in Primorye. The modeling was performed by econometric methods. Collinear and non-essential factors were excluded from the study. Development and analysis of regressions models conducted using a software package Statistica. In the result of design and analysis of different types of models on the basis of the relevant tests, the authors selected an adequate model of which describes the dependence of consumption of fish and fish products in the Primorsky region from the production fishery products and from the average per capita income in the Primorye. In the result of design and analysis of different types of models on the basis of the relevant tests, the authors selected an adequate model the describing dependence of consumption of fish and fish products in Primorye from production of fish products and average per capita income.

Keywords: econometric modeling; factor analysis, correlation, partial autocorrelation function, food security, fish resources.

Продовольственная безопасность – неотъемлемая часть экономического благосостояния и национальной безопасности любого государства. В настоящее время рыбные ресурсы являются одним из ключевых элементов продовольственной безопасности. Увеличение потребления рыбы и ее включение в рацион питания является мощным инструментом повышения продовольственной безопасности и улучшения питания, что объясняется рядом причин: высокой биологической доступностью рыбного белка и наличием ключевых питательных микроэлементов.

Приморский край обладает одним из крупнейших в системе рыбной промышленности страны рыбохозяйственным комплексом, что обусловлено мощной сырьевой базой, геостратегическим положением края, наиболее благоприятными для бассейна

климатическими условиями, наличием незамерзающих и выходящих на Транссибирскую магистраль морских рыбных портов и трудовых ресурсов [6,7]. В сентябре 2016г. в Приморье прошел XI Международный конгресс рыбаков. Ведущие мировые эксперты определяли стратегию развития рыбной отрасли в регионе. По информации департамента рыбного хозяйства и водных биологических ресурсов Приморья, главная тема конгресса в этом году – государственная поддержка, как механизм развития рыбной отрасли. Учитывая то, что действие государственной программы Приморского края по развитию рыбохозяйственного комплекса [6] продлили до 2020 г., анализ целевых показателей данной программы является весьма актуальным.

Целью данного исследования является построение функциональной зависимости потребления рыбы и рыбопродуктов в Приморском крае от некоторых показателей рыбной отрасли. В качестве исследовательского инструментария использовались эконометрические методы [1,9,11]. Эконометрические методы позволяют научно обосновать стратегию и методику анализа элементов рыбной отрасли, а также прогнозировать потребление рыбопродуктов населением Приморского края и те явления, которые порождают и обуславливают исследуемый показатель. Следует отметить, что применение эконометрических методов исследования и прогнозирования используется достаточно широко, например, в работах [2-5,8,10].

Опираясь на доктрину продовольственной безопасности Российской Федерации[7]и государственную программу Приморского края «Развитие рыбохозяйственного комплекса в Приморском крае» [6 ] для исследования были выбраны следующие показатели:

$y$  – потребление рыбы и рыбопродуктов на душу населения, кг в год,

$x_1$  – рыба и продукты рыбные переработанные и консервированные, тыс. тонн в год,

$x_2$ – индексы цен производителей по переработке и консервированию рыбо- и морепродуктов (в процентах, декабрь к декабрю предыдущего года),

$x_3$ – индексы потребительских цен на рыбную продукцию (в процентах, декабрь к декабрю предыдущего года),

$x_4$ – среднедушевые денежные доходы населения, рублей в месяц,

$x_5$ – объемы экспорта рыбной продукции, тыс. тонн,

$x_6$ – уровень использования производственных мощностей, %.

Данные анализировались за 16 лет с 2000 по 2015 гг. В качестве статистического материала использовались данные Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Приморскому краю.

На рисунке 1 представлена динамика изменения эндогенной переменной  $y$  – потребление рыбы и рыбопродуктов на душу населения, кг в год.

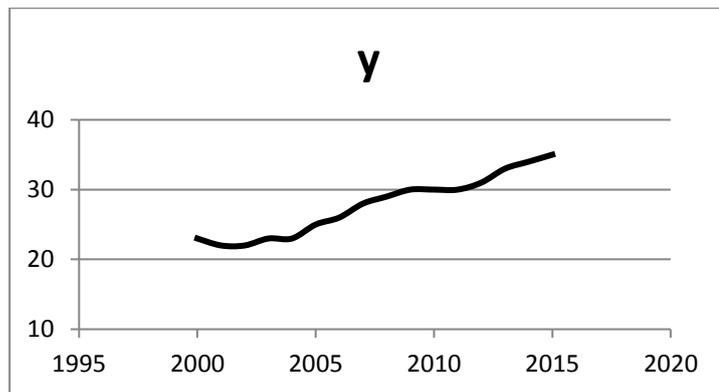


Рисунок 1- динамика потребления рыбы и рыбопродуктов на душу населения, кг в год

Первым этапом исследования является построение сквозной регрессионной модели с полным набором факторов. Результаты моделирования представлены на рисунке 2.

Итоги регрессии для зависимой переменной: Var1 (Таблица)  
R= ,99397919 R2= ,98799462 Скоорректир. R2= ,97999104  
F(6,9)=123,44 p<,00000 Станд. ошибка оценки: ,62304

N=16	БЕТА	Стд. Ош. БЕТА	В	Стд. Ош. В	t(9)	p-уров.
Св. член			9,471132	3,684269	2,57070	0,030153
Var2	0,264847	0,030517	0,006105	0,000904	2,41907	0,009203
Var3	-0,037104	0,069936	-0,013934	0,026265	-0,53054	0,608575
Var4	0,089433	0,063388	0,045361	0,032151	1,41087	0,191900
Var5	0,984841	0,094518	0,003062	0,000294	10,41964	0,000003
Var6	0,037973	0,102194	0,001668	0,004489	0,37158	0,718803
Var7	-0,083963	0,068656	-0,024337	0,019900	-1,22297	0,252399

Рисунок 2 – Оценки множественной линейной регрессии

По результатам регрессионного анализа можно сделать вывод о качестве построенной модели в целом. Коэффициент детерминации свидетельствует о том, что уравнением регрессии объясняется почти 99% дисперсии результативного признака, на долю остальных факторов приходится менее 2% ее дисперсии. Критерий Фишера говорит о существенности связи между эндогенной и экзогенными переменными. Опираясь на фактические значения критерия Стьюдента и p-уровень можно сделать вывод о незначимости и несущественности параметров при переменных  $x_2$ ,  $x_3$ ,  $x_5$ ,  $x_6$ , что говорит о необходимости более детального исследования данных факторов. В частности, данный факт может являться косвенным признаком коллинеарности факторов. Стандартизованные регрессионные коэффициенты позволяют сравнить степень влияния каждой независимой переменной на зависимую переменную. Анализ показал, что наибольшее влияние на результативный признак оказывает переменная  $x_4$  - среднедушевые денежные доходы населения, рублей в месяц. Метод Гольдфельда-Квандта показал несостоятельность остатков для показателей  $x_3$ ,  $x_6$ .

С целью улучшения качества модели проведены исследования данных на коллинеарность. Для оценки мультиколлинеарности факторов используется определитель

матрицы межфакторной корреляции. Матрица парных коэффициентов корреляции для полного набора факторов имеет вид, представленный в таблице 1. Определитель данной матрицы равен 0,0017, что говорит о наличии мультиколлинеарности факторов.

**Таблица 1**

Матрица межфакторных парных коэффициентов корреляции

Признак	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>
x <sub>1</sub>	1,00	0,24	0,08	0,35	0,78	0,09
x <sub>2</sub>	0,24	1,00	0,72	-0,06	0,27	-0,51
x <sub>3</sub>	0,08	0,72	1,00	-0,30	-0,09	-0,56
x <sub>4</sub>	0,35	-0,06	-0,30	1,00	0,79	0,67
x <sub>5</sub>	0,78	0,27	-0,09	0,79	1,00	0,28
x <sub>6</sub>	0,09	-0,51	-0,56	0,67	0,28	1,00

Для обнаружения факторов, ответственных за мультиколлинеарность были определены коэффициенты множественной детерминации, показывающие зависимость фактора x<sub>j</sub> от других факторов модели. Чем ближе значение коэффициента множественной детерминации к единице, тем больше ответственность за мультиколлинеарность фактора, выступающего в роли зависимой переменной. Сравнивая между собой коэффициенты множественной детерминации для полного набора факторов переменные были проранжированы по степени ответственности за мультиколлинеарность (таблица 2).

**Таблица 2**

Коэффициенты множественной детерминации

R <sup>2</sup> <sub>x5</sub>	R <sup>2</sup> <sub>x2</sub>	R <sup>2</sup> <sub>x6</sub>	R <sup>2</sup> <sub>x3</sub>	R <sup>2</sup> <sub>x4</sub>	R <sup>2</sup> <sub>x1</sub>
0,847054	0,764481	0,733864	0,708968	0,550684	0,497885

Учитывая коллинеарность и степень ответственности факторов за мультиколлинеарность, на первом этапе из модели был исключен фактор x<sub>5</sub> – объемы экспорта рыбной продукции, тыс. тонн. Вычисляя для оставшихся факторов определитель матрицы межфакторных парных коэффициентов корреляции, оценивая качество новой регрессионной модели, приходим к выводу об уменьшении мультиколлинеарности и улучшении качества модели. Аналогичным образом, поэтапно из модели были исключены факторы: x<sub>2</sub> – индексы цен производителей по переработке и консервированию рыбо- и морепродуктов (в процентах, декабрь к декабрю предыдущего года) и x<sub>6</sub> – уровень использования производственных мощностей, %, x<sub>3</sub> – индексы потребительских цен на рыбную продукцию (в процентах, декабрь к декабрю предыдущего года).

На каждом этапе исключения фактора проводился расчет определителя матрицы межфакторных парных коэффициентов корреляции, строилась регрессионная модель, оценивалось качество полученной модели. Основные показатели качества моделей, по мере исключения факторов (таблица 3) говорят об улучшении качества модели.

**Таблица 3**

Основные показатели качества модели					
Критерий	Фактор (исключенный)				
	-	x <sub>5</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>3</sub>
R <sup>2</sup>	0,988	0,987	0,987	0,984	0,979
F	123,44	175,17	235,78	274,06	298,2

Определитель матрицы межфакторных парных коэффициентов корреляции возрастет на каждом этапе удаления факторов из модели: R<sub>1</sub>=0,0017, R<sub>2</sub>=0,109, R<sub>3</sub>= 0,308, R<sub>4</sub>=0,76, тем самым подтверждается целесообразность исключения признаков-факторов из модели.

Опираясь вышеизложенное исследование, можно предположить, что индексы потребительских цен на рыбную продукцию и индексы цен производителей по переработке и консервированию рыбо- и морепродуктов не оказывают влияния на потребление рыбы населением, так как среднегодовой темп прироста данных показателей не претерпевает существенных изменений.

Показатель «уровень использования производственных мощностей» был исключен из модели. То есть для увеличения потребления рыбы и рыбопродуктов на душу населения в Приморском крае нет необходимости наращивать производственные мощности для переработки водных биоресурсов на территории Приморского края. Их увеличение может сказаться опосредовано через увеличение среднедушевых денежных доходов населения.

Из тесной взаимосвязи фактора x<sub>5</sub> – «объемы экспорта рыбной продукции» с факторами x<sub>4</sub> – «среднедушевые денежные доходы населения» и x<sub>1</sub> – «рыба и продукты рыбные переработанные и консервированные» можно предположить, что увеличение объема экспорта косвенно влияет на увеличение потребления рыбы населением.

Учитывая то, что при исключении коллинеарных факторов может быть отброшена существенная переменная, в дальнейшем будут проведены тесты на выявление пропущенных факторов, например RESET-тест Рамсея.

Результаты выявления взаимосвязи основных показателей рыбной отрасли Приморского края свидетельствуют о том, что необходимо сделать акцент на второй вариант преодоления проблем развития рыбохозяйственного комплекса Приморского края[6]. В основу этого варианта положена система мер по поддержке доходов отечественных

производителей посредством развития внутреннего рынка рыбных товаров (развитие рыбоперерабатывающего кластера, аукционная торговля, развитие рыбных рынков).

Таким образом, для дальнейшего исследования и регулирования целевого показателя «потребление рыбных продуктов» на данном этапе можно работать с признаками «среднедушевые денежные доходы населения» и «производство рыбы и продуктов рыбных переработанных и консервированных».

Для моделирования взаимосвязи оставшихся показателей были построены и оценены линейная и экспоненциальная модели множественной регрессии. Оценка качества моделей проведена с помощью множественного коэффициента корреляции, коэффициента детерминации, F-критерия Фишера, t-критерия Стьюдента, доверительных интервалов параметров. Статистические выводы о качестве полученных оценок могут быть неадекватными. В связи с этим был проведен анализ состоятельности оценок параметров. Для исследования остатков на гомоскедастичность использовался метод Гольдфельда-Квандта.

Результаты построения линейной модели представлены на рисунке 3

Итоги регрессии для зависимой переменной: Var1 (таблица)						
R= ,98927616 R2= ,97866732 Скорректир. R2= ,97538537						
F(2,13)=298,20 p<,00000 Станд. ошибка оценки: ,69103						
N=16	БЕТА	Стд.Ош. БЕТА	B	Стд.Ош. B	t(13)	p-уров.
Св.член			10,19833	1,814626	5,62007	0,000083
Var2	0,152799	0,048431	0,01101	0,003491	3,15496	0,007599
Var5	0,897238	0,048431	0,00279	0,000151	18,52594	0,000000

Рисунок 3 – Результаты множественной линейной регрессии в пакете Statistica

Линейная модель множественной регрессии имеет вид:

$$y = 10,19 + 0,01x_1 + 0,003x_4.$$

По результатам моделирования сделан вывод о качестве полученной модели. F-критерий Фишера говорит о том, что полученное уравнение, в целом, статистически значимо и может быть использовано для прогноза. Доля дисперсии результативного признака составляет 97,8%, что говорит о том, что доля дисперсии, вызванная влиянием неучтенных в модели факторов, составляет всего 2,2%. Согласно критерию Стьюдента и доверительным интервалам для параметров, можно сделать вывод о том, что коэффициенты при оставшихся факторах значимы и надежны, то есть, на них можно опираться при построении прогноза. Метод Гольдфельда-Квандта показал гомоскедастичность остатков обоих факторных признаков. Все оценки параметров оказались состоятельными.

Результаты построения множественной экспоненциальной регрессии представлены на рисунке 4.

Итоги регрессии для зависимой переменной: LN-V1 (Таблица)						
R= ,99165171 R2= ,98337312 Скорректир. R2= ,98081514						
F(2, 13)=384,43 p<,00000 Станд. ошибка оценки: ,02216						
N=16	БЕТА	Стд. Ош. БЕТА	В	Стд. Ош. В	t(13)	p-уров.
Св.член			2,691559	0,058203	46,24408	0,000000
Var2	0,137676	0,042757	0,000361	0,000112	3,21995	0,006705
Var5	0,909484	0,042757	0,000103	0,000005	21,27085	0,000000

Рисунок 4 – Результаты множественной экспоненциальной модели в пакете Statistica

Экспоненциальное уравнение множественной регрессии принимает вид:

$$y = e^{(2,69+0,0004x_1+0,0001x_4)}.$$

Значение F-критерия Фишера говорит о том, что полученное уравнение, в целом, качественное и может быть использовано для прогноза. Доля дисперсии результативного признака составляет 98,3%. В результате оценивания параметров с помощью критерия Стьюдента и доверительных интервалов все коэффициенты оказались значимыми и надежными. Все оценки параметров оказались состоятельными. Диаграмма рассеяния между расчетными и фактическими значениями зависимой переменной показала хорошее качество подгонки диаграммы рассеяния экспоненциальной модели.

Сопоставляя стандартные ошибки построенных моделей (таблица 4) и учитывая все вышеизложенное, можно сделать вывод о том, что экспоненциальная модель множественной регрессии превосходит линейную модель по основным рассмотренным показателям.

**Таблица 4**

Основные показатели регрессионного анализа

Статистика	Экспоненциальная модель	Линейная модель
F критерий Фишера	384,4333	298,1969
p	2,72E-12	1,38E-11
Стд. ош. оценки	0,0222	0,691

Учитывая показатели качества экспоненциальной модели приходим к выводу о возможности использования данной модели множественной регрессии для описания зависимости потребления рыбы и рыбопродуктов в Приморском крае от производства рыбной продукции и среднедушевых денежных доходов населения. Для прогнозирования экзогенных переменных, в качестве которых выступают показатели «среднедушевые денежные доходы населения» и «рыба и продукты рыбные переработанные и консервированные», будут в дальнейшем использоваться авторегрессионные модели прогнозирования (ARIMA, GARCH), модели экспоненциального сглаживания (ES) и другие модели прогнозирования временных рядов[3,4,10]. Выявленная зависимость может также использоваться для анализа влияния результатов проведенных мероприятий по улучшению одного из показателей рыбной отрасли Приморского края «потребление рыбы и

рыбопродуктов на душу населения». Результаты, изложенные в представленной статье, являются одним из этапов исследований, связанных с изучением взаимосвязи между показателями рыбной отрасли с целью получения качественного прогноза потребления рыбы населением Приморского края и будут использованы в последующих работах авторов.

#### Литература

1. Айвазян С.А. Эконометрика. / С. А. Айвазян, С. С. Иванова. – М.: Маркет ДС, 2007. – 104 с.
2. Волгина О.А., Шуман Г.И. Анализ и прогнозирование предпринимательской активности на основе данных территориального органа пенсионного фонда РФ. //Экономика и предпринимательство. – 2013. – № 6 (35). – С.544-553.
3. Голодная Н.Ю., Одияко Н.Н. Применение аддитивной и мультипликативной моделей прогнозирования // Экономика и предпринимательство. – 2013. – №12. – Ч.1.– С.667-674.
4. Гузенко А.Г., Одияко Н.Н., Лавренюк К.И. Моделирование потребительского рынка торговой марки // Экономика и предпринимательство. – 2013. – №5 (34) – С.384-389.
5. Государственная программа «Развитие рыбохозяйственного комплекса в Приморском крае на 2013-2017 годы»[Текст]:Постановление Администрации Приморского края от 07 декабря 2012 года № 389-па
6. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации[Текст]: Указ Президента Российской Федерации от 30 января 2010г. №120
7. Емцева Е.Д., Морозов В.О., Черкасова Э.З. Эконометрические исследования взаимосвязи ВРП и показателей качества жизни // Фундаментальные исследования. 2015. № 11-6. С. 1175–1179.
8. Емцева Е.Д., Мазелис А.Л. Моделирование взаимосвязи валового регионального продукта и показателей качества жизни // Вектор науки ТГУ. Серия: Экономика и управление. 2016. №3 (26). С. 24-28.
9. Кремер, Н. Ш. Эконометрика. / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко. – 2-е изд., стереотип. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008. – 311 с.
10. Кучерова С.В. Использование анализа временных рядов при исследовании уровня преступности// Фундаментальные исследования.– 2015. –№ 11-6. –С. 1206-1209.
11. Орлов, А.И. Эконометрика. 4-е изд., доп. и перераб. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 572с.

1. Ajvazjan, S.A. Jekonometrika. M.: Market DS, 2007,p.104.
2. Volgina O.A., Shuman G.I. Analiz i prognozirovanie predprinimatel'skoj aktivnosti na osnove dannyh territorial'nogo organa pensionnogofonda RF. Jekonomika i predprinimatel'stvo, 2013, no.6,pp. 544-553
3. Golodnaja N.Ju.,Odi jako N.N. Primenenie additivnoj i mul'tiplikativnoj modelej prognozirovanija. Jekonomika i predprinimatel'stvo. 2013,no.12,Vol. 1,pp.667-674.
4. Guzenko A.G., Odi jako N.N., Lavrenjuk K.I. Modelirovanie potrebitel'skogo rynka trgovoj marki // Jekonomika i predprinimatel'stvo, 2013, no.5 (34), pp.384-389.
5. Gosudarstvennaja programma «Razvitie rybohozjajstvennogo kompleksa v Primorskom krae na 2013-2017 gody» [Tekst]: Postanovlenie Administracii Primorskogo kraja ot 07.12.2012. no. 389-pa.
6. Doktrina prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii [Tekst]: Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 30.01.2010. no.120
7. Emtseva E.D, Morozov V.O., Cherkasova E.Z. Econometric studies of correlation GDP and quality of life. Fundamentalnye issledovaniya, 2015, no 11-6, pp. 1175–1179.
8. Emtseva E.D, Mazelis A.L. Modelirovanie vzaimosvjazi valovogo regional'nogo produkta i pokazatelej kachestva zhizni // Vektor nauki TGU. Serija: Jekonomika i upravlenie, 2016, no 3 (26). pp. 24-28.
9. Kremer, N. Sh. Jekonometrika. / N. Sh. Kremer, B. A. Putko. – 2-e izd.,stereotip. M.: JuNITI-DANA, 2008,p. 311.
10. Kucherova S.V. Ispol'zovanie analiza vremennyh rjadov pri issledovanii urovnja prestupnosti. Fundamental'nye issledovaniya, 2015, no. 11, Vol.6,pp. 1206-1209.
11. Orlov, A.I. Jekonometrika. 4-e izd., dop. i pererab. Rostov n/D: Feniks, 2009,p.572.