

## О некоторых функциональных зависимостях в региональных экстерналиях

Максим Дьяков

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,  
г. Петропавловск-Камчатский, Россия

### Информация о статье

Поступила в редакцию:

26.07.2019

Принята

к опубликованию:

13.12.2020

УДК 330.15

JEL Q51, Q52

### Ключевые слова:

функции загрязнения, экстерналии, выбросы, сбросы, устойчивое развитие регионов

---

### Keywords:

pollutions, functions, externalities, emissions, discharges, sustainable development of regions

### Аннотация

Проблема контроля над негативными экстерналиями приобретает особую актуальность при переходе к устойчивому развитию регионов. В настоящей статье исследуется зависимость основных видов экстерналий от некоторых экономических факторов в общенациональном, макро-региональном и региональном масштабах. Построены четыре группы однофакторных функций загрязнения. Для более глубокого выявления функциональных зависимостей на втором этапе исследования был проведен однофакторный дисперсионный анализ по каждой из функций. В результате в ряде случаев выявлено наличие, а в ряде – отсутствие функциональных зависимостей между экстерналиями и рассмотренными экономическими факторами. Выдвинут ряд гипотез для интерпретации наблюдаемой картины. Показаны возможности инструмента однофакторных функций загрязнения как в методическом, так и в практическом плане.

### On Some Functional Dependencies in Regional Externalities

Maxim Dyakov

### Abstract

The issue of control over the negative externalities becomes especially relevant in the transition to the sustainable development of the regions. The article deals with investigating the dependence of the main types of externalities (the pollutants emissions into the atmosphere and discharges into water bodies) upon the significant economic factors - GRP and innovations, for which four groups of one-factor pollution functions were constructed. The functions were constructed on the national, macro-regional (Russian Far East) and regional (Kamchatka Territory) scale. To determine the functional dependencies more deeply a one-way analysis of variance was conducted for each of the functions at the second stage of the study. As a result, in some cases the presence and, in some cases the absence of functional dependencies between the dynamics of externalities and the considered economic factors was revealed. During the analysis it was found that of all groups of

*functions, the maximum degree of the economic factors influence on the number of externalities was observed at the national level, which was confirmed by the analysis of variance data. Significant impact was not observed for all groups of functions at the macro-regional and regional levels. A number of hypotheses were put forward for interpreting the observed picture.*

*In the methodological aspect, it is shown that the tool of one-factor pollution functions, enhanced by the method of variance analysis, allows to determine the presence or absence of significant relationships between various economic factors and the dynamics of externalities.*

*In practical terms, this tool allows to identify the problem points in the field of the externalities control. The possible trends of the further prospective studies in the field of the regional externalities functional analysis are briefly outlined in the paper.*

## **Введение**

К настоящему времени необходимость перехода к устойчивому развитию является предметом не дискуссий, а международного консенсуса, достигнутого на таких форумах, как Конференция по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.), «Рио+5» (1997 г.), «Рио +10» (2002г.), «Рио + 20» (2012 г.), Конференция по изменению климата в Париже (2015 г.), и ряде аналогичных саммитов. Предметом этого консенсуса является осознание и признание проблем сохранения природной среды и связанного с таким сохранением переосмысления подходов к социально-экономическому развитию человечества. Результат нового взгляда позиционируется как устойчивое развитие, то есть «такое развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, не подрывая способности будущих поколений удовлетворять свои потребности», по определению, данному комиссией Брутланд [1]. Переход к такому новому типу развития является одной из важнейших задач современности и видится адекватным ответом на глобальный экологический вызов.

Одной из ключевых и неотъемлемых задач перехода к устойчивому развитию остается сохранение и рациональное использование природного капитала, остающегося фундаментом развития даже при современных темпах роста человеческого и произведенного капитала. Только решение этой задачи позволит в принципе говорить об устойчивом характере дальнейшего развития.

Особое внимание на Дальнем Востоке России, в том числе, в Камчатском крае, уделяется сохранению природного капитала. Такая значимость вызвана, с одной стороны, тем, что большинство дальневосточных территорий являются регионами нового освоения и использование имеющегося природного потенциала для них выше, чем для индустриально развитых регионов. При этом объем природного капитала у них очень значителен, а по отдельным видам ресурсов он достигает общемировой значимости. С другой стороны, во многих случаях даже количественный объем, а тем более структурные характеристики, такие как межкомпонентные связи, для природного капитала дальневосточных регионов еще сравнительно слабо изучены при их повышенной уязвимости.

Дополнительную специфику сохранению и использованию природного капитала дальневосточных регионов придает то, что большинство из них может быть отнесено к «контактным» структурам всех типов – акваториальным, приграничным и смешанным [2]. К последнему типу относится и Камчатский край, который является одновременно зоной контакта акваторий

тихоокеанских морей с материком, и, в то же время, зоной приграничного контакта социально-экономических систем России с аналогичными системами США, Канады и Японии. Названные обстоятельства придают дополнительную сложность изучению и рациональному использованию природного капитала Камчатского края.

Одним из существенных и недостаточно разработанных аспектов исследований природного капитала остается оценка негативных экстерналий, влияющих на его состояние. Такие экстерналии, как выбросы и сбросы загрязняющих веществ негативно воздействуют на состояние животного и растительного мира региона, приводят к деградации экосистем, снижая объем и качество природного капитала, а через негативное воздействие на здоровье людей и прямо ухудшают качество жизни. Именно поэтому задача исследования экстерналий сохраняет неизменную актуальность.

Среди крупных отечественных исследователей в области региональных экстерналий следует отметить таких авторов, как С.Н. Бобылев, разработавший с соавторами эколого-экономический индекс российских регионов [3], и И.П. Глазырина, предложившая модель управления экологическим долгом [4]. Она же с соавторами использовала показатель экоинтенсивности для отслеживания антропогенной нагрузки на некоторых территориях Восточной Сибири и Дальнего Востока [5]. Проблемам экстерналий для водных ресурсов посвящены работы В.И. Данилова-Данильяна [6] и Л.А. Руховца с соавторами [7], где они рассмотрены применительно к Ладожскому озеру. Предметом исследований Е.В. Рюминой является анализ экономического ущерба от экологических нарушений [8, 9]. Работы Г.А. Фоменко и М.А. Фоменко с соавторами также посвящены оценке экологических ущербов и системе эколого-экономического учета [10, 11]. П.В. Дружинин с коллегами исследовал влияние экономического развития на состояние окружающей среды при помощи аппарата функций загрязнения [12].

Исследования экстерналий в Камчатском крае велись, в основном, на уровне мониторинга [13–16], где отслеживается структура, динамика и объем основных видов загрязнений. На концептуальном уровне вопрос об экстерналиях и необходимости их оценки в регионе поднимал Р.С. Моисеев [17, 18]. Автор настоящего исследования в свое время также пытался предложить линию концептуального осмысления проблемы региональных экстерналий [19].

В то же время, представляется существенно важным изучение промежуточного уровня между концептуальным, теоретическим осмыслением проблемы региональных экстерналий и их текущим мониторингом. Таким промежуточным уровнем является обнаружение связей и влияний между различными факторами, влияющими на возникновение негативных экстерналий, их структурные и динамические характеристики. Автор также ранее касался этой темы в своих исследованиях [20, 21]. Продолжением данного направления является и настоящая работа. Ее цель – углубленное исследование наличия функциональных связей между некоторыми экономическими факторами воздействия на окружающую среду, отражаемыми в соответствующих показателях, и объемом основных экстерналий.

### Материал и методика

В качестве первого показателя был выбран валовый региональный продукт (далее – ВРП), отражающий уровень экономической активности как общезначимый фактор воздействия на окружающую среду в региональном разрезе. Вторым показателем стал объем затрат на технологические инновации (далее – инновации), под которым имеются ввиду фактически произведенные расходы на создание конечного рыночного товара или услуги, включая как текущие, так и капитальные затраты. Этот показатель отражает активный фактор инноваций, благодаря которым должно происходить снижение негативных воздействий на окружающую среду. В качестве экстерналий рассматривается объем загрязняющих выбросов в атмосферу и сбросов в водные объекты.

На первом этапе расчетов для выявления функциональных связей были построены четыре группы однофакторных функций общим видом:

$$P(t) = f(X(t)), \quad (1)$$

где  $P$  – объем загрязнения по видам (выбросы в атмосферу или сбросы в водные объекты);

$X$  – фактор, предположительно влияющий на загрязнение (ВРП и объем инноваций).

Первая группа состоит из трех функций вида «ВРП – Выбросы», различающихся масштабу охвата: для общероссийского уровня, для уровня макро-региона – Дальневосточного федерального округа и регионального уровня – Камчатского края. Вторая группа состоит из аналогичных функций вида «ВРП – Сбросы». Третья и четвертая группы состоят из функций «Инновации – Выбросы» и «Инновации – Сбросы» соответствующего масштаба. Для корректности расчета стоимостные показатели ВРП и объема затрат на инновации были дефлированы.

На втором этапе для более полного установления и оценки функциональной зависимости был дополнительно проведен однофакторный дисперсионный анализ для каждой из функций по методике, изложенной в [22].

Для обоснования гипотезы по некоторым из полученных результатов был также дополнительно проведен анализ структуры ВРП.

Информационный массив составили данные из сборников государственной статистики, а также Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС). Обработка информационного массива выполнялась стандартными средствами MS Excel.

### Эмпирические функции загрязнения: результаты и обсуждение

Полученные в результате обработки данных функции первой группы представлены на рис. 1–3. Для всех групп приведены линии тренда и функции, соответствующие наибольшим значениям коэффициента детерминации ( $R^2$ ).

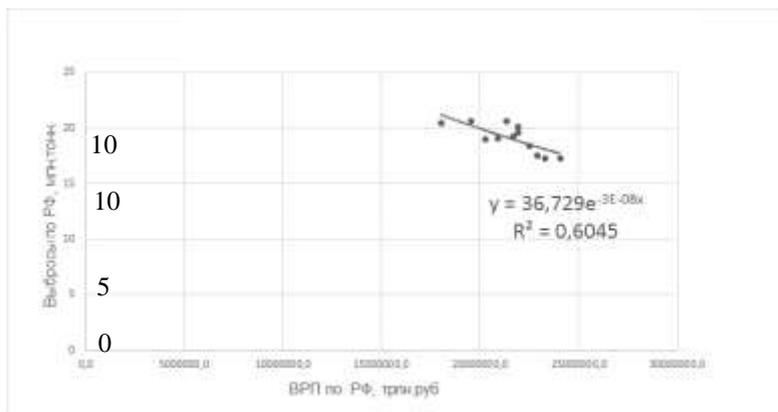


Рис. 1. Функция группы «ВРП – Выбросы» для Российской Федерации  
Источник: составлено автором

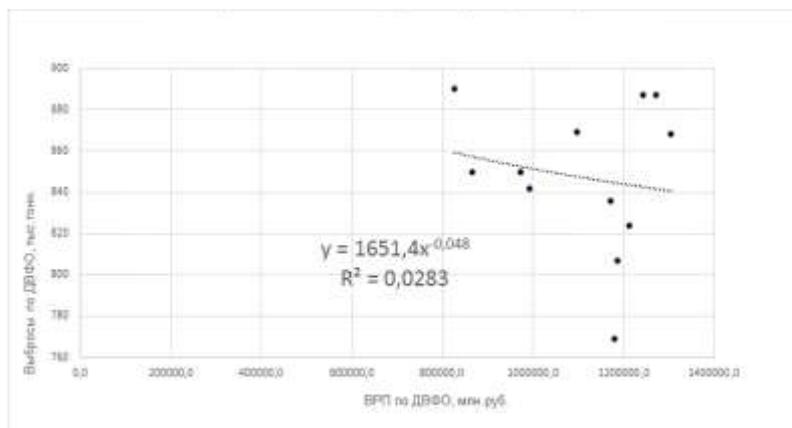


Рис.2. Функция группы «ВРП – Выбросы» для  
Дальневосточного федерального округа  
Источник: составлено автором

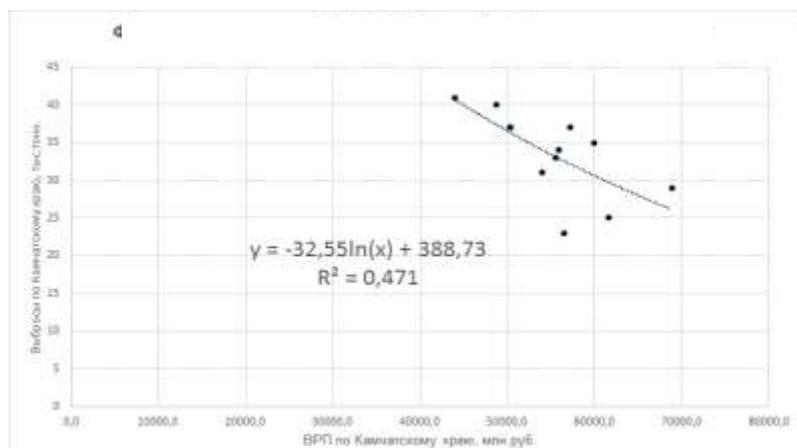


Рис.3. Функция группы «ВРП – Выбросы» для Камчатского края  
Источник: составлено автором

Результаты по второй группе функций представлены на рис. 4–6.

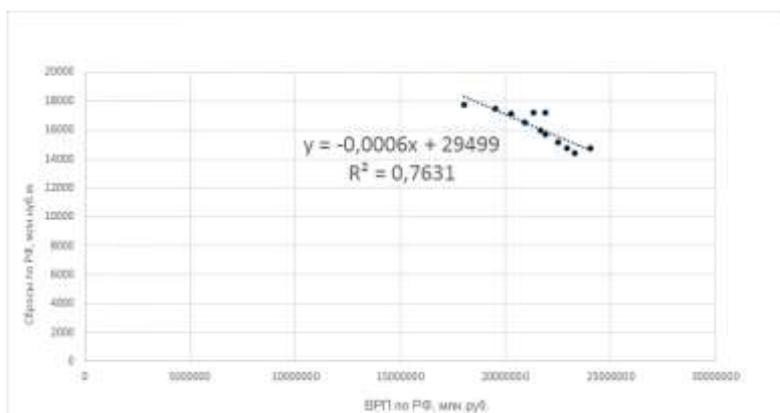


Рис. 4. Функция группы «ВРП – Сбросы» для Российской Федерации  
Источник: составлено автором

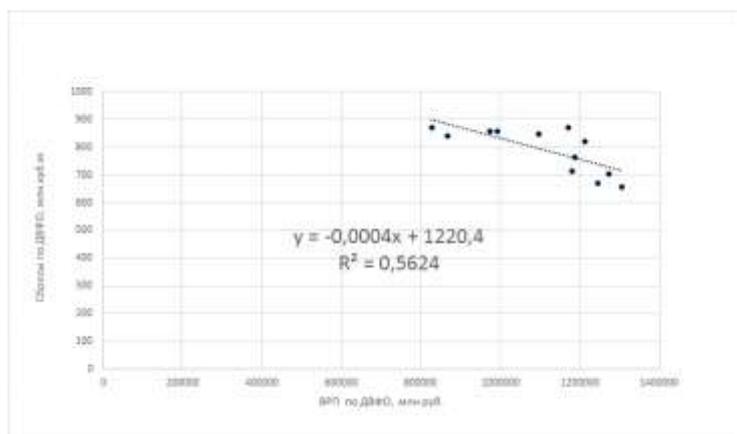


Рис. 5. Функция группы «ВРП – Сбросы» для Дальневосточного федерального округа  
Источник: составлено автором

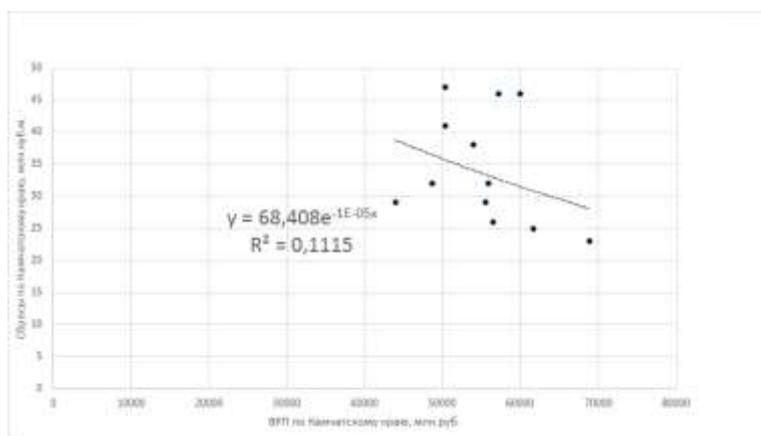


Рис. 6. Функция группы «ВРП – Сбросы» для Камчатского края  
Источник: составлено автором

Результаты для третьей группы функций представлены на рис. 7–9.

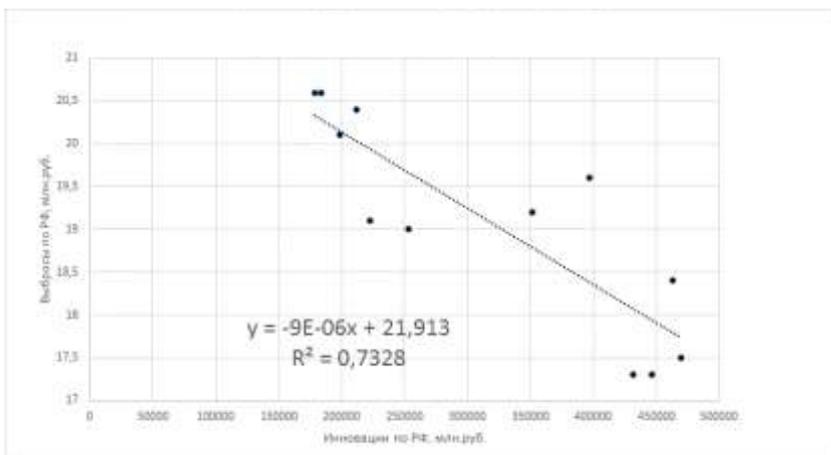


Рис.7. Функция группы «Инновации – Выбросы» для Российской Федерации  
 Источник: составлено автором

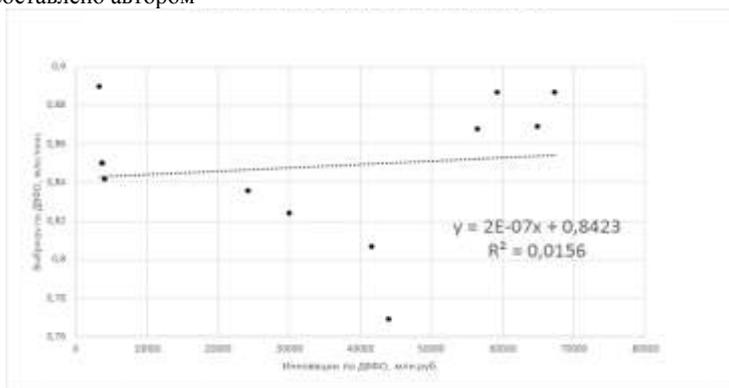


Рис. 8. Функция группы «Инновации – Выбросы»  
 для Дальневосточного федерального округа

Источник: составлено автором

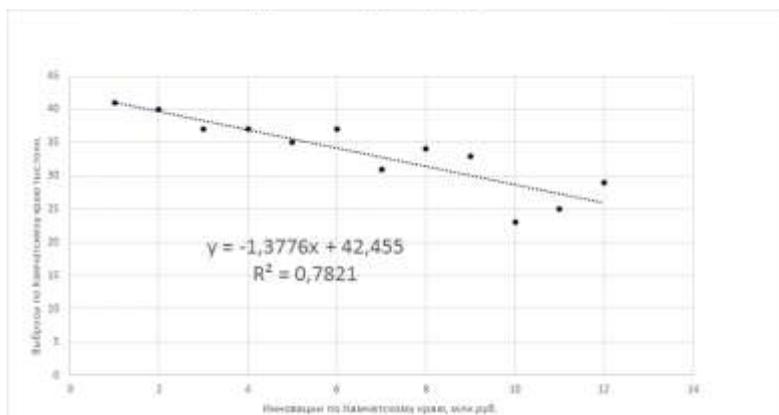


Рис.9. Функция группы «Инновации – Выбросы» по Камчатскому краю  
 Источник: составлено автором

Результаты по четвертой группе функций представлены на рис. 10–12.

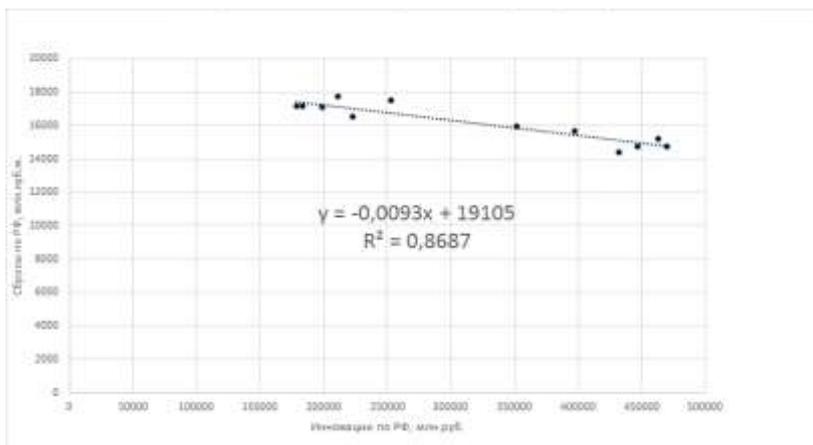


Рис. 10. Функция группы «Инновации – Сбросы» по Российской Федерации  
Источник: составлено автором

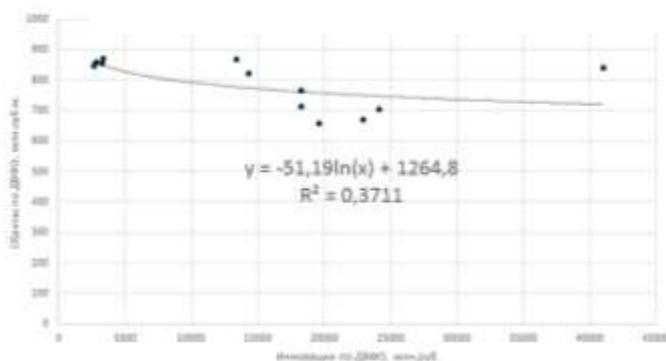


Рис. 11. Функция группы «Инновации – Сбросы» по Дальневосточному федеральному округу  
Источник: составлено автором

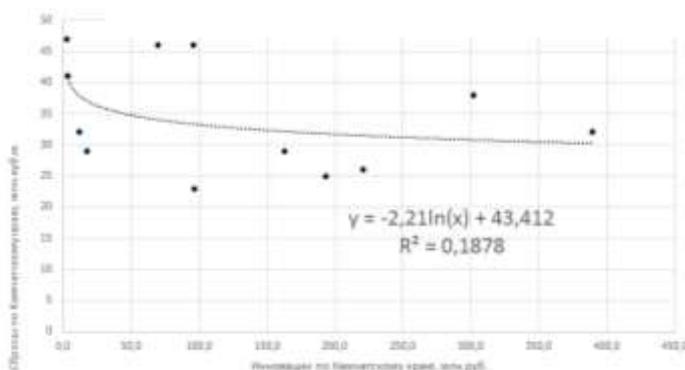


Рис. 12. Функция группы «Инновации – Сбросы» по Камчатскому краю  
Источник: составлено автором

Результаты дисперсионного анализа представлены в табл. 1–4.

Таблица 1

**Результаты дисперсионного анализа для первой группы функций «ВРП – Выбросы»**

Вариация	Степени свободы	Суммы квадратов (D)	Дисперсия $S^2$	$F_{\text{факт.}}$	Критерий Фишера $F_{st}$		Сила влияния $h_x^2$ (%)
					5%	1%	
<i>ВРП – Выбросы по Российской Федерации</i>							
По фактору А	2	182,6	91,3	5,0	4,3	8,0	53
Остаточная	9	164,4	18,3	–	–	–	–
Общая	11	347,0	–	–	–	–	–
<i>ВРП – Выбросы по ДФО</i>							
По фактору А	2	4930,5	1175,0	2,1	4,5	8,7	34
Остаточная	8	14 329,0	2465,0	–	–	–	–
Общая	10	9398,0	–	–	–	–	–
<i>ВРП – Выбросы по Камчатскому краю</i>							
По фактору А	2	172,0	86,2	4,4	4,3	8,0	50
Остаточная	9	175,0	19,4	–	–	–	–
Общая	11	347,0	–	–	–	–	–

Источник: составлено автором

Таблица 2

**Результаты дисперсионного анализа для второй группы функций «ВРП – Сбросы»**

Вариация	Степени свободы	Суммы квадратов (D)	Дисперсия $S^2$	$F_{\text{факт.}}$	Критерий Фишера $F_{st}$		Сила влияния $h_x^2$ (%)
					5%	1%	
<i>ВРП – Сбросы по Российской Федерации</i>							
По фактору А	2	13071940,0	6535970,0	23,3	4,3	8,0	80
Остаточная	9	2522192,0	280244,0	–	–	–	–
Общая	11	15594132,0	–	–	–	–	–
<i>ВРП – Сбросы по ДФО</i>							
По фактору А	2	41 707,0	20854,0	5,7	4,3	8,0	56
Остаточная	9	33 106,0	3678,0	–	–	–	–
Общая	11	74 813,0	–	–	–	–	–
<i>ВРП – Сбросы по Камчатскому краю</i>							
По фактору А	2	39,0	19,5	0,2	4,3	8,0	5
Остаточная	9	804,0	89,3	–	–	–	–
Общая	11	843,0	–	–	–	–	–

Источник: составлено автором

Таблица 3

**Результаты дисперсионного анализа для третьей группы функций «Инновации – Выбросы»**

Вариация	Степени свободы	Суммы квадратов (D)	Дисперсия $S^2$	$F_{\text{факт.}}$	Критерий Фишера $F_{st}$		Сила влияния $h_x^2$ (%)
					5%	1%	
<i>Инновации–Выбросы по Российской Федерации</i>							
По фактору А	2	9,4	4,7	5,6	4,3	8,0	60
Остаточная	9	7,6	0,8	–	–	–	–
Общая	11	17,0	–	–	–	–	–
<i>Инновации–Выбросы по ДФО</i>							
По фактору А	2	2732	1366	1,06	4,3	8,0	19
Остаточная	9	11600	1289	–	–	–	–
Общая	11	14332	–	–	–	–	–
<i>Инновации – Выбросы по Камчатскому краю</i>							
По фактору А	2	178	89,2	4,8	4,3	8,0	51
Остаточная	9	169	18,7	–	–	–	–
Общая	11	347	–	–	–	–	–

Источник: составлено автором

Таблица 4

**Результаты дисперсионного анализа для четвертой группы функций  
«Инновации – Сбросы»**

Вариация	Степени свободы	Суммы квадратов (D)	Дисперсия $S^2$	$F_{\text{факт.}}$	Критерий Фишера $F_{st}$		Сила влияния $h_x^2$ (%)
					5%	1%	
<i>Инновации–Сбросы по Российской Федерации</i>							
По фактору А	2	13010660	6505330	22,7	4,3	8,0	83
Остаточная	9	2583473	287053	–	–	–	–
Общая	11	15594132	–	–	–	–	–
<i>Инновации–Сбросы по ДФО</i>							
По фактору А	2	29 562	14781	2,9	4,3	8,0	40
Остаточная	9	45 251	5028	–	–	–	–
Общая	11	74 813	–	–	–	–	–
<i>Инновации –Сбросы по Камчатскому краю</i>							
По фактору А	2	257	128	1,97	4,3	8,0	30
Остаточная	9	586	65	–	–	–	–
Общая	11	843	–	–	–	–	–

*Источник:* составлено автором

Полученные результаты могут быть интерпретированы следующим образом. Для всех групп функций максимальная степень влияния наблюдается на национальном уровне, как по значениям коэффициентов детерминации, значения которых находятся в интервале 0,6–0,9, так и по результатам дисперсного анализа, где фактические значения критерия Фишера также попадают в значимые интервалы по всем группам, а сила влияния факторов колеблется в интервале от 60 до более чем 80%. Для тех функций, где наблюдается выраженная связь, она является обратной, с падающей линией тренда и снижением значений зависимых переменных при росте значений аргументов.

На уровне макрорегиона связь значима только для второй группы функций «ВРП – Сбросы», где  $R^2$  приближается к 0,6, а сила влияния фактора достигает 56%. Для остальных групп для ДФО статистически достоверного влияния как со стороны ВРП, так и со стороны объема инноваций на объем загрязнений не выявлено.

Для Камчатского края значимое влияние выявлено в группе «ВРП – Выбросы» (значение  $R^2$  близко к 0,5, фактический критерий Фишера попадает в значимый интервал, а степень влияния отмечается на уровне 50 %), а также в третьей группе «Инновации – Выбросы» ( $R^2$  выше 0,7, сила влияния – 51%). Для групп «ВРП – Сбросы» и «Инновации – Сбросы» значимого влияния также не обнаружено.

Такой результат можно признать несколько неожиданным, поскольку он свидетельствует о плохо просматриваемой связи между экономической деятельностью и степенью загрязнения окружающей среды на макрорегиональном и региональном уровнях. Наблюдаемую картину можно было бы объяснить приближением ДФО в целом и Камчатского края в частности к параметрам «зеленой» экономики, но это представляется крайне маловероятным.

В связи с этим имеет смысл более подробно обратиться к сравнению самой структуры экономической деятельности на всех рассматриваемых уровнях. На рис. 13–15 приведена структура валовой добавленной стоимости

(далее – ВДС) по видам экономической деятельности для России, ДФО и Камчатского края.

Приведенная структура позволяет предположить, что по первой и второй группам функций наблюдаемая картина для Камчатского края может объясняться самой структурой его экономической деятельности, где наиболее «грязные» производства – добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства и производство и распределение электроэнергии, газа и воды занимают суммарно только около 20% в структуре региональной ВДС. При этом сопоставимая доля (около 15%) приходится на рыболовство и рыбоводство, дающее незначительное количество выбросов, и трудно фиксируемое количество сбросов (в основном, в открытом море). Что касается уровня макрорегиона – ДФО, то структура его экономической активности по наиболее «грязным» производствам в целом совпадает со структурой на национальном уровне – суммарно 35,2% по ДФО и 32,5% в целом по стране. В данном случае остается предположить, что на уровне макрорегиона решающее воздействие оказывают не объем производства товаров и услуг или уровень инновационной активности, а иные факторы (например, введение в строй значительных мощностей очистных сооружений, технологии которых не являются новыми и инновационными). Возможны также погрешности статистического учета.

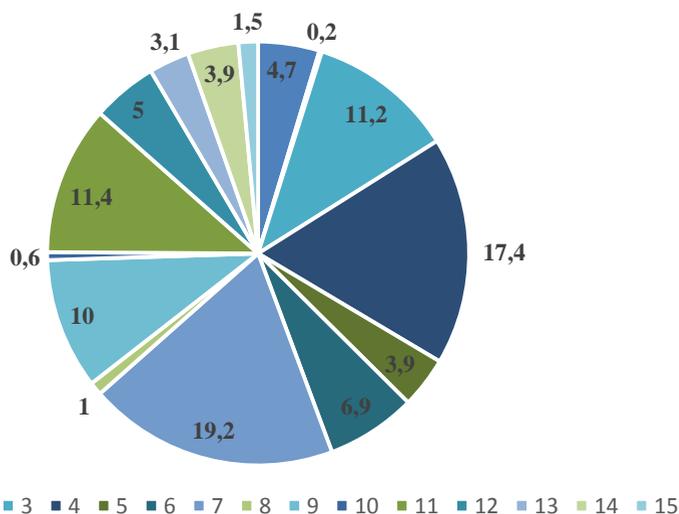


Рис. 13. Структура валовой добавленной стоимости по России, %

*Примечание:* 1 – сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство; 2 – рыболовство, рыбоводство; 3 – добыча полезных ископаемых; 4 – обрабатывающие производства; 5 – производство и распределение электроэнергии, газа и воды; 6 – строительство; 7 – оптовая и розничная торговля, ремонт автотранспортных средств; 8 – гостиницы и рестораны; 9 – транспорт и связь; 10 – финансовая деятельность; 11 – операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг; 12 – государственное управление и обеспечение военной безопасности, обязательное обеспечение; 13 – образование; 14 – здравоохранение и предоставление социальных услуг; 15 – предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг

*Источник:* составлено автором

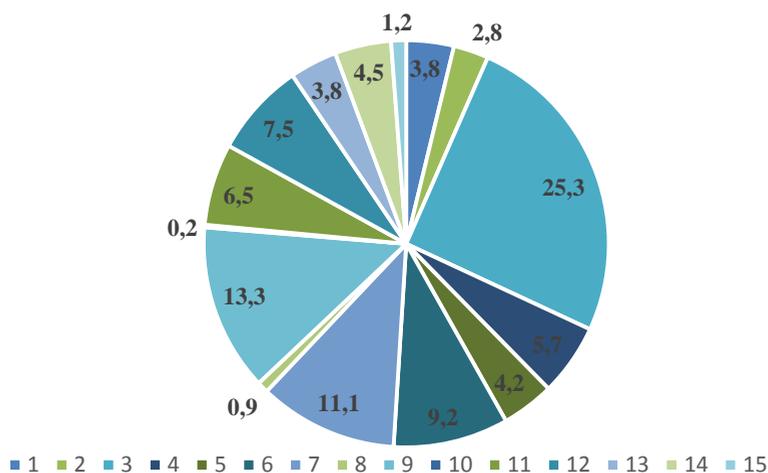


Рис. 14. Структура валовой добавленной стоимости по Дальневосточному федеральному округу, %

Примечание: 1 – сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство; 2 – рыболовство, рыбоводство; 3 – добыча полезных ископаемых; 4 – обрабатывающие производства; 5 – производство и распределение электроэнергии, газа и воды; 6 – строительство; 7 – оптовая и розничная торговля, ремонт автотранспортных средств; 8 – гостиницы и рестораны; 9 – транспорт и связь; 10 – финансовая деятельность; 11 – операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг; 12 – государственное управление и обеспечение военной безопасности, обязательное обеспечение; 13 – образование; 14 – здравоохранение и предоставление социальных услуг; 15 – предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг

Источник: составлено автором

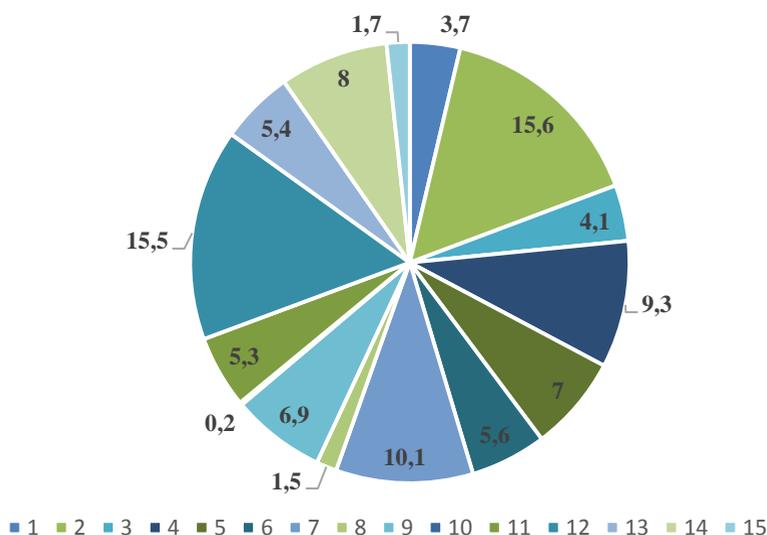


Рис. 15. Структура валовой добавленной стоимости по Камчатскому краю, %

Примечание: 1 – сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство; 2 – рыболовство, рыбоводство; 3 – добыча полезных ископаемых; 4 – обрабатывающие производства; 5 – производство и распределение электроэнергии, газа и воды; 6 – строительство; 7 – оптовая и розничная торговля, ремонт автотранспортных средств; 8 – гостиницы и рестораны; 9 – транспорт и связь; 10 – финансовая деятельность; 11 – операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг; 12 – государственное управление и обеспечение военной безопасности, обязательное обеспечение; 13 – образование; 14 – здравоохранение и предоставление социальных услуг; 15 – предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг

Источник: составлено автором

Для третьей и четвертой групп функций, связанных с инновациями, картина выглядит более последовательной. Поскольку здесь также значима связь инновационной активности с объемом загрязнений на национальном уровне, и на уровне региона и ДФО она значительно слабее, это может свидетельствовать о недостаточном объеме инноваций природосберегающего характера. При этом на уровне макрорегиона можно говорить об их недостаточности как в части предотвращения и снижения выбросов, так и сбросов, а на уровне Камчатского края основного внимания, по-видимому, требует инновационная активность в области сбросов.

### **Заключение**

Проведенное исследование позволяет сделать ряд выводов.

С методической точки зрения можно сказать, что такой инструмент, как однофакторные функции загрязнения, продублированные методом дисперсионного анализа, позволяет определять наличие или отсутствие значимых связей между объемами загрязнения и факторами, традиционно считающимися значимыми в этом отношении, такими, как ВРП, или перспективными с точки зрения влияния на него (как инновационная активность). При этом данный инструмент дает возможность оценить действительный уровень значимости таких факторов в каждом конкретном случае и для каждой конкретной территории.

С практической точки зрения предложенный инструмент позволяет, с одной стороны, выявить проблемные аспекты в области снижения экстерналий, такие как, например, возможный недостаточный уровень инновационной активности. С другой стороны, он дает возможность обнаружить недостатки информационной базы в этой области исследований.

Исходя из этого, можно предложить дальнейшие перспективные направления в области функционального анализа региональных экстерналий. Это расширение и уточнение информационной базы, введение в анализ новых значимых факторов, предположительно влияющих на объем и динамику региональных экстерналий, и, в итоге, построение комплексной модели экстерналий конкретного региона.

### **Список источников / References**

1. *Наше общее будущее*. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию. Москва, Прогресс, 1989. 376 с. [Eng. edd.: *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development. Oxford, New York: Oxford University Press, 1987]
2. Бакланов П. Я. *Дальневосточный регион России: проблемы и предпосылки устойчивого развития*. Владивосток, Дальнаука, 2001. 144 с. [Baklanov P. Ja. *Dal'nevostochnyj region Rossii: problemy i predposylki ustojchivogo razvitija*. [Far Eastern region of Russia: problems and prerequisites for sustainable development] Vladivostok, Dal'nauka, 2001. 144 p.]
3. Бобылев С. Н., Минаков В. С., Соловьева С. В., Третьяков В. В. *Эколого-экономический индекс РФ*. Москва, WWF России, РИА Новости, 2012. 150 с. [Bobylev S. N., Minakov V. S., Solov'eva S. V., Tret'jakov V. V. *Jekologo-*

- jeconomicheskij indeks RF*. [Ecological and Economic Index of the Russian Federation] Moskva, WWF Rossii, RIA Novosti, 2012. 150 p.]
4. Глазырина И. П. *Природный капитал в экономике переходного периода*. Москва, НИА – Природа, РЭФИА, 2001. 204 с. [Glazyrina I. P. *Prirodnyj kapital v jekonomike perehodnogo perioda*. [Natural capital in the economy of the transition period] Moskva, NIA – Priroda, RJeFIA, 2001. 204 p.]
  5. Глазырина И. П., Забелина И. А., Клевакина Е. А. Экологическая составляющая экономического развития: приграничные регионы России и Китая. *ЭКО*, 2014, №5, сс.5–24. [Glazyrina I. P., Zabelina I. A., Klevakina E. A. *Jekologicheskaja sostavljajushhaja jekonomicheskogo razvitija: prigranichnye regiony Rossii i Kitaja*. [Ecological component of economic development: border regions of Russia and China] *JeKO*, 2014, no. 5, pp. 5–24.]
  6. Данилов-Данильян В. И. *Водные ресурсы мира и перспективы водохозяйственного комплекса России*. Москва, ООО «Типография ЛЕВКО», Институт устойчивого развития/Центр экологической политики России, 2009. 88 с. [Danilov-Danil'jan V. I. *Vodnye resursy mira i perspektivy vodohozjajstvennogo kompleksa Rossii*. [Water resources of the world and prospects of the water management complex of Russia] Moskva, ООО «Типография LEVKO», Institut ustojchivogo razvitija/Centr jekologicheskoy politiki Rossii, 2009. 88 p.]
  7. Руховец Л. А., Астраханцев Г. П., Минина Т. Р. Оценка возможных изменений в экосистеме Ладожского озера в 21 веке под влиянием антропогенных и климатических факторов. *Водные ресурсы*, 2006, т.33 (3), сс. 367–382. [Ruhovec L. A., Astrahancev G. P., Minina T. R. *Ocenka vozmozhnyh izmenenij v jekosisteme Ladozhskogo ozera v 21 veke pod vlijaniem antropogennyh i klimaticheskikh faktorov*. [Assessment of possible changes in the ecosystem of Ladoga Lake in the 21st century under the influence of anthropogenic and climatic factors] *Vodnye resursy*, 2006, vol. 33 (3), pp. 367–382.]
  8. Рюмина Е. В. *Анализ эколого-экономических взаимодействий*. Москва, Наука, 2000. 158 с. [Rjumina E. V. *Analiz jekologo-jekonomicheskikh vzaimodejstvij*. [Analysis of ecological and economic interactions] Moskva, Nauka, 2000. 158 p.]
  9. Рюмина Е. В. *Экономический анализ ущерба от экологических нарушений*. Москва, Наука, 2009. 331 с. [Rjumina E. V. *Jekonomicheskij analiz ushherba ot jekologicheskikh narushenij*. [Economic analysis of damage from environmental violations] Moskva, Nauka, 2009. 331 p.]
  10. Фоменко Г. А., Фоменко М. А., Лошадкин К. А. *Методы оценки экологических ущербов*. Ярославль, НПП «Кадастр», 2008. 76 с. [Fomenko G. A., Fomenko M. A., Loshadkin K. A. *Metody ocenki jekologicheskikh ushherbov*. [Methods for assessing environmental damage] Jaroslavl', NPP «Kadastr», 2008. 76 p.]
  11. Фоменко Г. А., Фоменко М. А., Лошадкин К. А., Михайлова А. В., Арабова Е. А. *Эколого-экономический учет в рациональном природопользовании. Теория и практика*. Ярославль, АНО НИПИ «Кадастр», 2017. 530 с. [Fomenko G. A., Fomenko M. A., Loshadkin K. A., Mihajlova A. V., Arabova E. A. *Jekologo-jekonomicheskij uchet v racional'nom prirodopol'zovanii. Teorija i praktika*. [Ecological and economic accounting in rational nature management. Theory and practice] Jaroslavl', ANO NIPi «Kadastr», 2017. 530 p.]
  12. Дружинин П. В., Шкиперова Г. Т., Морошкина М. В. *Влияние развития экономики на окружающую среду: моделирование и анализ расчетов*. Петрозаводск, Карельский научный центр РАН, 2010. 119 с. [Druzhinin P. V., Shkiperova G. T., Moroshkina M. V. *Vlijanie razvitija jekonomiki na okruzhajushhuju sredu: modelirovanie i analiz raschetov*. [The impact of economic development on the envi-

- ronment: modeling and analysis of calculations] Petrozavodsk, Karel'skij nauchnyj centr RAN, 2010. 119 p.]
13. *Доклад о состоянии окружающей природной среды в 2010 году*. Петропавловск-Камчатский, Министерство природных ресурсов и экологии Камчатского края, 2011. 234 с. [Doklad o sostojanii okružhajushhej prirodnoj sredy v 2010 godu. [Report on the state of the environment in 2010] Petropavlovsk-Kamchatskij, Ministerstvo prirodnyh resursov i jekologii Kamchatskogo kraja, 2011. 234 p.]
  14. *Доклад о состоянии окружающей природной среды в 2013 году*. Петропавловск-Камчатский, Министерство природных ресурсов и экологии Камчатского края, 2014. 299 с. [Doklad o sostojanii okružhajushhej prirodnoj sredy v 2013 godu. [Report on the state of the environment in 2013] Petropavlovsk-Kamchatskij, Ministerstvo prirodnyh resursov i jekologii Kamchatskogo kraja, 2011. 299 p.]
  15. *Доклад о состоянии окружающей природной среды в 2015 году*. Петропавловск-Камчатский, Министерство природных ресурсов и экологии Камчатского края, 2016. 316 с. [Doklad o sostojanii okružhajushhej prirodnoj sredy v 2015 godu. [Report on the state of the environment in 2015] Petropavlovsk-Kamchatskij, Ministerstvo prirodnyh resursov i jekologii Kamchatskogo kraja, 2011. 316 p.]
  16. *Доклад о состоянии окружающей природной среды в 2016 году*. Петропавловск-Камчатский, Министерство природных ресурсов и экологии Камчатского края, 2017. 374 с. [Doklad o sostojanii okružhajushhej prirodnoj sredy v 2016 godu. [Report on the state of the environment in 2016] Petropavlovsk-Kamchatskij, Ministerstvo prirodnyh resursov i jekologii Kamchatskogo kraja, 2011. 374 p.]
  17. Моисеев Р. С. *Проблемы развития туризма в Камчатской области*. Избранное в 3-х томах. Том 2. Развитие Дальнего Востока и Камчатки. Региональные проблемы. Петропавловск-Камчатский, Изд-во КамГУ им. Витуса Беринга, 2007. сс. 217–236. [Moiseev R. S. *Problemy razvitiya turizma v Kamchatskoj oblasti*. [Problems of tourism development in the Kamchatka region] Izbrannoe v 3-h tomah. Tom 2. Razvitie Dal'nego Vostoka i Kamchatki. Regional'nye problemy. Petropavlovsk-Kamchatskij, Izd-vo KamGU im. Vitusa Beringa, 2007. pp. 217–236.]
  18. Моисеев Р. С. *Эколого-экономические проблемы освоения топливно-энергетических ресурсов Камчатской области*. Избранное в 3-х томах. Том 2. Развитие Дальнего Востока и Камчатки. Региональные проблемы. Петропавловск-Камчатский, Изд-во КамГУ им. Витуса Беринга, 2007. сс. 236–250. [Moiseev R. S. *Jekologo-jekonomicheskie problemy osvoenija toplivno-energetičeskikh resursov Kamchatskoj oblasti*. [Ecological and economic problems of development of fuel and energy resources of the Kamchatka region] Izbrannoe v 3-h tomah. Tom 2. Razvitie Dal'nego Vostoka i Kamchatki. Regional'nye problemy. Petropavlovsk-Kamchatskij, Izd-vo KamGU im. Vitusa Beringa, 2007. pp. 236–250.]
  19. Дьяков М. Ю. Об учете экстерналий при экономической оценке природного капитала региона. *Вестник Камчатского государственного технического университета*, 2016, №37, сс. 104–110. [D'jakov M. Ju. Ob učete jeksternalij pri jekonomičeskoj ocenke prirodnoho kapitala regiona. [On the account of externalities in the economic evaluation of the natural capital of the region] *Vestnik Kamchatskogo gosudarstvennoho tehničeskogo universiteta*, 2016, no. 37, pp. 104–110.]
  20. Дьяков М. Ю. Эко-интенсивность экономики Камчатского края как индикатор перехода к эколого-экономической сбалансированности. *ЭКО*, 2015, №12, сс. 154–164. [D'jakov M. Ju. Jeko-intensivnost' jekonomiki Kamchatskogo kraja kak indikator perehoda k jekologo-jekonomičeskoj sbalansirovannosti. [Eco-intensity of the economy of the Kamchatka Territory as an indicator of the transition to an ecological and economic balance] *JeKO*, 2015, no. 12, pp. 154–164.]

21. Дьяков М. Ю. О зависимости между инвестициями в охрану окружающей среды и динамикой ее загрязнения в Камчатском крае. *Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы XVII Международной научной конференции, посвященной 25-летию организации Камчатского института экологии и природопользования ДВО РАН*. Петропавловск-Камчатский, Камчатпресс, 2016, сс. 203–206. [D'jakov M. Ju. O zavisimosti mezhdru investicijami v ohranu okružhajushhej sredy i dinamikoj ee zagrjaznenija v Kamchatskom krae. [On the relationship between investment in environmental protection and the dynamics of its pollution in the Kamchatka Territory] *Sohranenie bioraznoobrazija Kamchatki i priliegajushhih morej: Materialy XVII Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, posvjashhennoj 25-letiju organizacii Kamchatskogo instituta jekologii i prirodoopol'zovanija DVO RAN*. Petropavlovsk-Kamchatskij, Kamchatpress, 2016, pp. 203–206.]
22. Лакин, Г. Ф. *Биометрия*. Москва, Высшая школа, 1990. 352 с. [Lakin, G. F. *Biometrija*. [Biometrics]. Moskva, Vysshaj shkola, 1990. p. 352.]

#### Сведения об авторе / About author

**Дьяков Максим Юрьевич**, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник лаборатории эколого-экономических исследований, Камчатский филиал Тихоокеанского института географии Дальневосточного отделения Российской Академии Наук. 683000 Россия, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Партизанская, 6. *E-mail: maxus800@mail.ru*

Maxim Yu. Dyakov, Candidate of Economic Sciences, Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, 6 Partizanskaya Str., Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia 683000. *E-mail: maxus800@mail.ru*