

DOI: 10.18287/2542-0461-2020-11-2-151-156  
УДК 330



Научная статья / Scientific article

Дата: поступления статьи / Submitted: 12.01.2020  
после рецензирования / Revised: 03.03.2020  
принятия статьи / Accepted: 25.05.2020

**Е.П. Ростова**

Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация  
E-mail: el\_rostova@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6432-6590>

**Е.С. Черепанова**

Пермский государственный национальный исследовательский университет,  
г. Пермь, Российская Федерация  
E-mail: cherepanova\_es@rambler.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8822-9680>

## Анализ взаимосвязи ВРП и вредных выбросов в регионах ПФО

**Аннотация:** В статье исследуется вопрос наличия взаимосвязи между объемом валового регионального продукта и вредными выбросами от стационарных источников. Исследования проведены на основе статистических данных регионов ПФО за 2004–2017 гг., представленных в официальной статистике Росстата. Определены регионы, являющиеся лидерами по показателям валового регионального продукта и объему вредных выбросов. Рассчитан коэффициент корреляции между исследованными показателями за анализируемый период. Выявлено неравномерное распределение валового регионального продукта и объемов вредных выбросов от стационарных источников: присутствуют регионы с высоким валовым региональным продуктом и низким объемом выбросов, а также регионы с обратной ситуацией. Для регионов ПФО, имеющих взаимосвязь между валовым региональным продуктом и объемом вредных выбросов, построена функциональная зависимость в виде степенной функции. В число таких регионов вошли Республика Татарстан, Пермский край, Оренбургская, Самарская и Саратовская области. Следует отметить, что только Республика Татарстан из них имеет положительный коэффициент корреляции больше 0,7. Характеристики точности полученных функциональных зависимостей говорят о возможности их применения для прогнозирования и использования в дальнейших исследованиях.

**Ключевые слова:** экологический ущерб, вредные выбросы, корреляционный анализ, ВРП, математическое моделирование, ПФО, региональная экономика, геоинформатика.

**Цитирование.** Ростова Е.П., Черепанова Е.С. Анализ взаимосвязи ВРП и вредных выбросов в регионах ПФО // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2020. Т. 11. № 2. С. 151–156. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2020-11-2-151-156>.

**Информация о конфликте интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**E.P. Rostova**

Samara National Research University, Samara, Russian Federation  
E-mail: el\_rostova@mail.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6432-6590>

**E.S. Cherepanova**

Perm State University, Perm, Russian Federation  
E-mail: cherepanova\_es@rambler.ru. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8822-9680>

## Analysis of the relationship between GRP and harmful emissions in the Volga Region Federal District

**Abstract:** The article examines the relationship between the volume of gross regional product and harmful emissions from stationary sources. The research was conducted on the basis of statistical data of the regions of the Volga Region Federal District for 2004–2017, presented in the official statistics of Rosstat. The regions that are leaders in terms of gross regional product and harmful emissions are identified. The correlation coefficient between the studied indicators for the analyzed period is calculated. An uneven distribution of the gross regional product and the volume of harmful emissions from stationary sources was revealed: there are regions with high gross regional product and low emissions, as well as regions with the opposite situation. For the regions of the Volga Region Federal District that have a relationship between the gross regional product and the volume of

harmful emissions, a functional dependence is constructed in the form of a power function. These regions include the Republic of Tatarstan, Perm Krai, Orenburg Region, Samara Region, and Saratov Region. It should be noted that only the Republic of Tatarstan has a positive correlation coefficient greater than 0.7. The accuracy characteristics of the obtained functional dependencies indicate that they can be used for forecasting and further research.

**Key words:** environmental damage, harmful emissions, correlation analysis, GRP, mathematical modeling, Volga Region Federal District, regional economy, geoinformatics.

**Citation.** Rostova E.P., Cherepanova E.S. Analysis of the relationship between GRP and harmful emissions in the Volga Region Federal District. *Vestnik Samarskogo universiteta. Ekonomika i upravlenie = Vestnik of Samara University. Economics and Management*, 2020, vol. 11, no. 2, pp. 151–156. DOI: <http://doi.org/10.18287/2542-0461-2020-11-2-151-156>. (In Russ.)

**Information on the conflict of interest:** authors declare no conflict of interest.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

© Елена Павловна Ростова – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры математических методов в экономике, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 443086, Российская Федерация, г. Самара, Московское шоссе, 34.

© Екатерина Сергеевна Черепанова – кандидат географических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики, Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, Российская Федерация, г. Пермь, ул. Букирева, 15.

© Elena P. Rostova – Candidate of Economic Sciences, associate professor, associate professor of the Department of Mathematical Methods in Economics, Samara National Research University, 34, Moskovskoye shosse, Samara, 443086, Russian Federation.

© Ekaterina S. Cherepanova – Candidate of Sc. Geography, associate professor, Department of Cartography and Geoinformatics, Perm State University, 15, Bukireva Street, Perm, 614990, Russian Federation.

#### Введение

В настоящее время человечество все больше зависит от промышленных объектов, заводов, фабрик, энергетических установок, обрабатывающих и добывающих агрегатов и т. п.: за период 2014–2018 гг. доля промышленного производства в объеме ВВП РФ составляет более 48 % [1]. Возрастающие объемы выработки промышленных предприятий оказывают негативное влияние на окружающую среду: объем выброшенных в атмосферу парниковых газов с 2005 по 2018 г. только по сектору промышленных процессов, по данным Росстата, увеличился более чем на 12 %. При этом объем затрат на охрану окружающей среды в РФ по отношению к ВВП составляет около 1 % и постоянно сокращается: с 1,3 % от ВВП в 2003 году до 0,7 % от ВВП в 2018 году [1].

Вопросы влияния промышленности на окружающую среду исследованы такими авторами, как О.В. Бразговка [2; 3], Е.Н. Бельская [3–5], И.В. Косякова [6; 7], Б.Н. Порфирьев [8; 9], М.М. Редина [10], Е.В. Сугак [2–5], А.П. Хаустов [10], J. Samadi [11], M. Youssef [12], R. Kaplan [13]. В работах данных авторов исследуется вред, нанесенный экологии промышленностью, рассмотрены различные секторы экономики в странах мира и выявлены негативные факторы влияния промышленности на окружающую среду.

#### Формулировка проблемы

Территория Приволжского федерального округа – 1 036 975 кв. км и включает 14 субъектов РФ. ПФО занимает 2-е место по ВРП (после ЦФО), доля промышленного производства ПФО в экономике России составляет 23,9 % (наивысший показатель, на втором месте стоит ЦФО), доля региона в общем объеме производства продукции сельского хозяйства всех сельхозпроизводителей России составила 24,7 %, объем инвестиций округа – 15,3 % всех инвестиций РФ. Наиболее крупные города, имеющие более 1 млн жителей: Нижний Новгород, Казань, Самара, Уфа, Пермь, – являются центрами промышленного производства различных отраслей. На рис. 1 представлена динамика ВРП регионов ПФО за 2015–2017 гг.

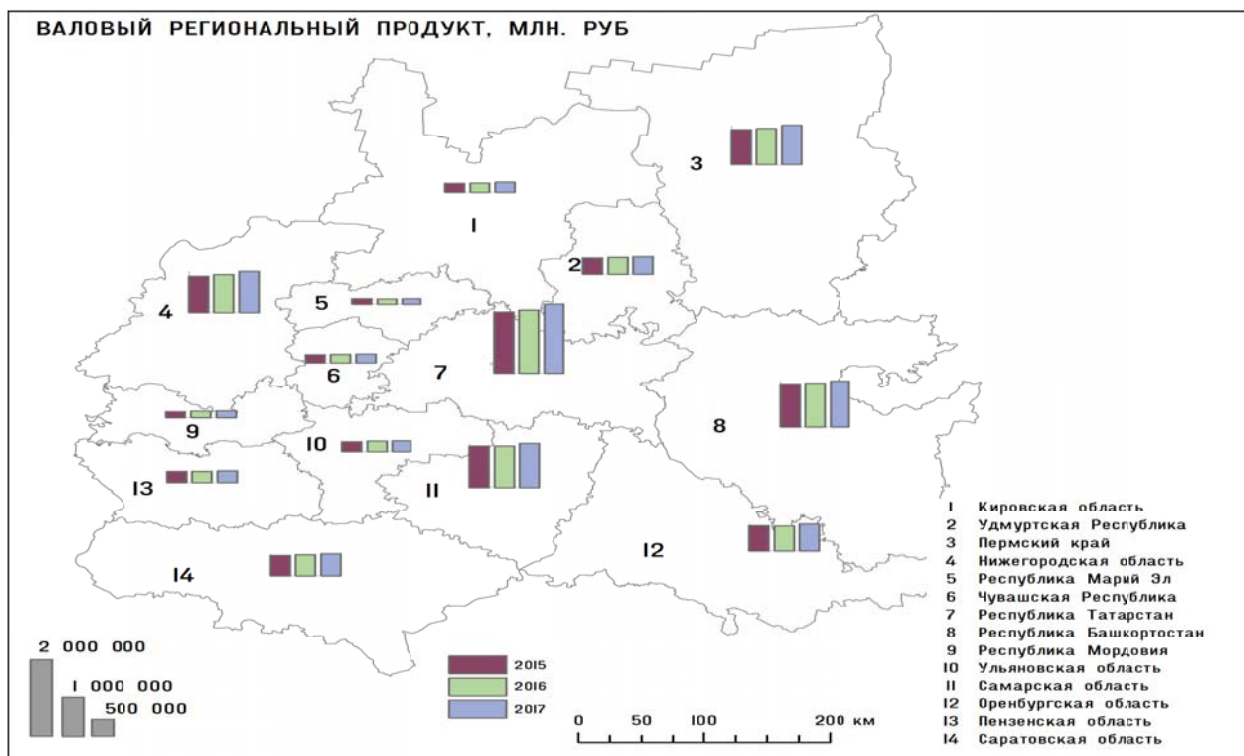


Рис. 1 – ВРП регионов ПФО за 2015–2017 гг. [1]

Fig. 1 – GRP of the regions of the Volga Federal District for 2015–2017 [1]

Структура ВРП округа стабильна: лидерами являются республики Татарстан и Башкортостан, Самарская и Нижегородская области, а также Пермский край. В данных регионах доминирует промышленное производство, представленное в основном машиностроением, химической промышленностью и добывающими предприятиями. Структура ВРП позволяет предположить наличие негативного влияния на окружающую среду со стороны крупных предприятий промышленности. Рассмотрим объемы вредных выбросов в регионах ПФО (рис. 2).

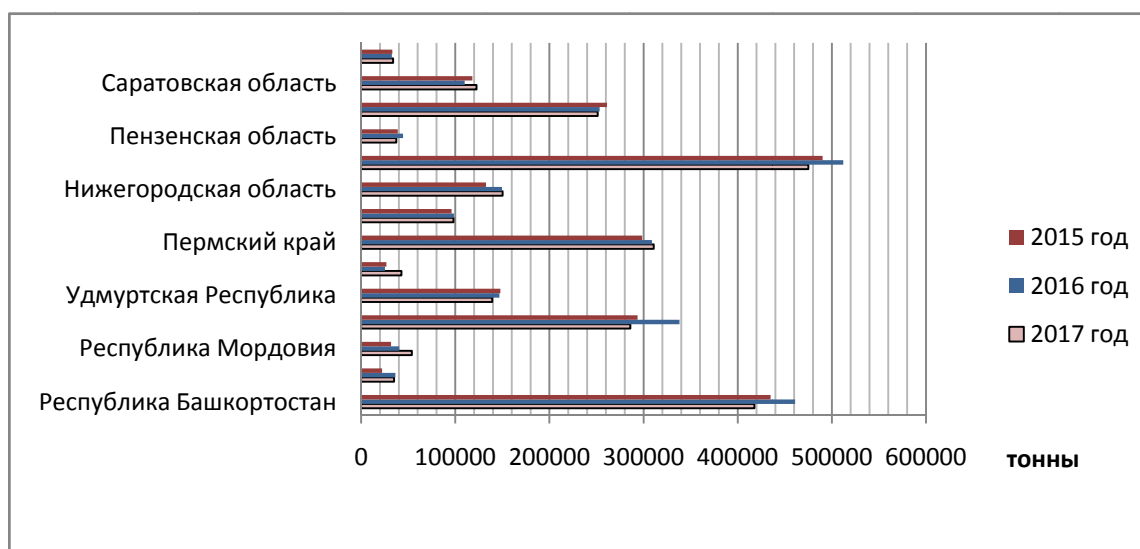


Рис. 2 – Выбросы загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников (с учетом индивидуальных предпринимателей) в регионах ПФО за 2015–2017 гг. [1]

Fig. 2 – Emissions of air polluting substances from stationary sources (including individual entrepreneurs) in the regions of the Volga Federal District for 2015–2017 [1]

Наибольший объем вредных выбросов наблюдается в Республике Башкортостан и Оренбургской области, а также в Республике Татарстан, Пермском крае и Самарской области. Динамика объемов вредных выбросов различна – в некоторых регионах заметна убывающая тенденция (Удмуртская Республика, Самарская область), в некоторых – обратная ситуация (Ульяновская, Нижегородская, Кировская области, Пермский край, Республика Мордовия). Лидирующие позиции по объему вредных выбросов у регионов с наибольшим ВРП объясняются значительным объемом производства, однако Оренбургская область отличается значительным объемом выбросов (19 % по регионам ПФО) при ВРП, составляющем 7 % от ВРП всех регионов ПФО. Исследуем далее характер закономерности между ВРП и объемами вредных выбросов в регионах ПФО.

### Результаты

Рассчитаем коэффициенты корреляции для регионов ПФО на основе данных за исследуемый период и определим наличие взаимосвязи между ВРП и объемом вредных выбросов от стационарных источников (табл. 1).

**Таблица 1 – Коэффициент корреляции между ВРП и объемами выбросов загрязняющих атмосферу веществ в регионах ПФО за 2004–2017 гг.**

**Table 1 – Correlation coefficient between GRP and emissions of air polluting substances in the regions of the Volga Federal District for 2004–2017**

Регион ПФО	Коэффициент корреляции
Республика Башкортостан	0,65
Республика Марий Эл	–0,11
Республика Мордовия	0,22
Республика Татарстан	0,79
Удмуртская Республика	0,47
Чувашская Республика	–0,23
Пермский край	–0,79
Кировская область	0,32
Нижегородская область	–0,65
Оренбургская область	–0,92
Пензенская область	0,64
Самарская область	–0,94
Саратовская область	–0,71
Ульяновская область	–0,53

Результаты расчетов выявили значительные различия в коэффициенте корреляции исследуемых регионов. Положительный коэффициент, значение которого превышает 0,7, присутствует только у Республики Татарстан, что свидетельствует о наличии прямо пропорциональной зависимости между ВРП и объемом вредных выбросов в данном регионе: увеличение ВРП влечет возрастающие вредные выбросы в атмосферу. Отрицательные коэффициенты меньше –0,7 в Пермском крае, Оренбургской, Самарской и Саратовской областях говорят об обратной зависимости между ВРП и объемами вредных выбросов: в данных регионах с 2004 года наблюдается стабильный рост ВРП и спад объемов вредных выбросов в атмосферу. Рассмотрим более подробно регионы с выявленной взаимосвязью между ВРП и объемами вредных выбросов и составим модели, описывающие данные закономерности.

На основе статистических данных за период 2004–2017 гг. для Республики Татарстан, Пермского края, Оренбургской, Самарской и Саратовской областей были разработаны следующие функциональные зависимости (табл. 2).

**Таблица 2 – Функции зависимости объемов вредных выбросов от ВРП**  
**Table 2 – Functions of the dependence of harmful emissions from GRP**

Регион	Модель	Характеристики точности модели
Республика Татарстан	$y = 45317x^{0,129}$	$R^2 = 0,89, F = 98,26$
Пермский край	$y = 15420000x^{-0,28}$	$R^2 = 0,71, F = 27,39$
Оренбургская область	$y = 205 \cdot 10^6 x^{-0,44}$	$R^2 = 0,78, F = 43,16$
Самарская область	$y = 67 \cdot 10^5 x^{-0,23}$	$R^2 = 0,86, F = 78,71$
Саратовская область	$y = 68 \cdot 10^6 x^{-0,48}$	$R^2 = 0,71, F = 27,15$

*Примечание.* Здесь  $y$  – объем выбросов загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников (с учетом индивидуальных предпринимателей) (тонны),  $x$  – ВРП (млн руб.).

Разработанные модели имеют высокий коэффициент детерминации ( $> 0,7$ ), что свидетельствует о высокой точности данных функциональных зависимостей. Коэффициент Фишера, превышающий табличное значение для каждой из них при доверительной вероятности 0,05, также подтверждает качество полученных моделей.

### Заключение

Исследованные статистические данные регионов ПФО за 2004–2017 гг. выявили различные степени зависимости ВРП и вредных выбросов в атмосферу. Для регионов, имеющих высокий коэффициент корреляции по абсолютной величине между исследуемыми показателями, были разработаны модели, описывающие выявленную зависимость. Полученные функции имеют высокую степень точности и могут быть использованы для определения объемов вредных выбросов в зависимости от значения ВРП.

### Библиографический список

1. Федеральная служба государственной статистики. URL: [www.gks.ru](http://www.gks.ru).
2. Бразговка О.В., Сугак Е.В. Инвестиционная привлекательность и социально-экологические риски промышленных регионов Сибири // Решетневские чтения. 2018. Т. 2. С. 66–68. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36741614>.
3. Бразговка О.В., Сугак Е.В., Бельская Е.Н. Экологические риски населения промышленного региона // Международный журнал экспериментального образования. 2016. № 10–2. С. 225–227.
4. Бельская Е.Н., Сугак Е.В. Расчет индивидуальных рисков населения промышленного региона // Решетневские чтения. 2016. Т. 2. С. 288–289. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28880260>.
5. Бельская Е.Н., Сугак Е.В. Оценка экологических рисков // Решетневские чтения. 2014. Т. 2. С. 345–346.
6. Косякова И.В., Свириденко Д.А. Основные проблемы внедрения системы экологического менеджмента на российских предприятиях // Актуальные проблемы и тенденции современной экономики: материалы междунар. научно-практич. конф. 2017. С. 621–624.
7. Косякова И.В., Асташев Ю.В., Жилунов Н.Ю. Особенности экоуправления на промышленных предприятиях // Инновации в науке: пути развития: материалы междунар. научно-практич. конф. 2019. С. 43–48. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36985011>.
8. Порфирьев Б.Н., Терентьев Н.Е. Развитие «зеленой» экономики как фактор социально и экологически ориентированной трансформации мегаполисов // Научные труды: Институт народно-хозяйственного прогнозирования РАН. 2018. Т. 16. С. 7–31. DOI: [https://doi.org/10.29003/m251.sp\\_ief\\_ras2018/7-31](https://doi.org/10.29003/m251.sp_ief_ras2018/7-31).
9. Porfiriyev B.N., Tulupov A.S. Environmental HAZARD assessment and forecast of economic damage from industrial accidents // Studies on Russian Economic Development. 2017. Vol. 28. № 6. P. 600–607. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1075700717060107>.

10. Хаустов А.П., Редина М.М., Недоступ П., Силаев А. Проблемы оценок и управления экологическими рисками на предприятиях ТЭК // Энергобезопасность и энергосбережение. 2005. № 6. С. 25–30. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12196231>.
- Samadi J., Garbolino E. A new dynamic risk analysis framework for CO2 Capture, Transport and Storage chain //
11. Chemical Engineering Transactions, AIDIC. 2012. Vol. 26. P. 147–152. URL: [https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/hal-00660586/file/Samadi\\_Garbolino2011.pdf](https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/hal-00660586/file/Samadi_Garbolino2011.pdf).
12. Youssef M., Soliman F. The role of critical information in enterprise knowledge management // Industrial Management & Data Systems. № 103 (7). P. 484–490. DOI: <https://doi.org/10.1108/02635570310489188>.
- Kaplan R., Mikes A. Managing risks: a new framework // Harvard business rev. Boston, 2012. Vol. 90. № 6. P. 48–60.

## References

1. Federal State Statistics Service. Available at: [www.gks.ru](http://www.gks.ru). (In Russ.)
2. Sugak E.V., Brazgovka O.V. Investment attractiveness and socio-environmental risks of industrial regions of Siberia. *Reshetnev readings*, 2018, vol. 2, pp. 66–68. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36741614>. (In Russ.)
3. Sugak E.V., Brazgovka O.V., Belskaya E.N. Environmental risks of the population of the industrial region. *Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya*, 2016, no. 10-2, pp. 225–227. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26740204>. (In Russ.)
4. Belskaya E.N., Sugak E.V. Calculating individual risks population of the industrial region. *Reshetnev readings*, 2016, vol. 2, pp. 288–289. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28880260>. (In Russ.)
5. Belskaya E.N., Sugak E.V. Assessment of environmental risks. *Reshetnev readings*, 2014, vol. 2, pp. 345–346. (In Russ.)
6. Kosyakova I.V., Sviridenko D.A. Main problems of implementation of the environmental management system at Russian enterprises. In: *Current problems and trends of modern economy: materials of the international research and practical conference*, 2017, pp. 621–624. (In Russ.)
7. Kosyakova I.V., Astashev Yu.V., Zhilyunov N.Yu. Features of eco-management at industrial enterprises. In: *Innovations in science: ways of development: materials of the X All-Russian research and practical conference*, 2019, pp. 43–48. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36985011>. (In Russ.)
8. Porfiriev B.N., Terentiev N.E. Green Economy Development As Factor of Social and Environmental Transformation of Megacities. *Scientific Articles – Institute of Economic Forecasting Russian Academy of Sciences*, 2018, vol. 16, pp. 7–31. DOI: [https://doi.org/10.29003/m251.sp\\_ief\\_ras2018/7-31](https://doi.org/10.29003/m251.sp_ief_ras2018/7-31). (In Russ.)
9. Porfiriev B.N., Tulupov A.S. Environmental hazard assessment and forecast of economic damage from industrial accidents. *Studies on Russian Economic Development*, 2017, vol. 28, no. 6, pp. 600–607. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1075700717060107>.
10. Haustov A.P., Redina M.M., Nedostup P., Silaev A. Problems of estimations and management of environmental risks at the thermal power station enterprises. *Energy Safety and Energy Security*, 2005, no. 6, pp. 25–30. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=12196231>. (In Russ.)
11. Samadi J., Garbolino E. A new dynamic risk analysis framework for CO2 Capture, Transport and Storage chain. *Chemical Engineering Transactions, AIDIC*, 2012, vol. 26, pp. 147–152. Available at: [https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/hal-00660586/file/Samadi\\_Garbolino2011.pdf](https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/hal-00660586/file/Samadi_Garbolino2011.pdf).
12. Youssef M.A., Soliman F. The role of critical information in enterprise knowledge management. *Industrial management and information systems*, no. 103 (7), pp. 484–490. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/02635570310489188>.
13. Kaplan R., Mikes A. Managing risks: a new framework. *Harvard Business rev. Boston*, 2012, vol. 90, no. 6, pp. 48–60.