

МОДЕЛЬ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЗАТРАТ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ ПАО «ТОЛЬЯТТИАЗОТ»)

Иванов Д.Ю., Клёвина М.В.

*Российская Федерация, г. Самара,
Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева*

Аннотация. Данная статья посвящена статистическому анализу показателей, характеризующих мероприятия по охране окружающей среды промышленных предприятий с учётом видов компонентов природной среды и их специфики. Рассмотрены основные направления затрат на защиту окружающей среды: охрана атмосферного воздуха, очистка сточных воды и ликвидация отходов производства. На основе проведённого анализа разработана модель взаимосвязи основных показателей, характеризующих компоненты природной среды, на которые оказывает влияние деятельность промышленного предприятия.

Ключевые слова: промышленные риски, охрана окружающей среды, предупредительные мероприятия, статистический анализ, Тольяттиазот.

Деятельность современных промышленных предприятий представляет собой сложноорганизованный непрерывный процесс, имеющий ряд регламентов, следование которым позволяет выполнять работу качественно и в срок. Для выполнения данных установок созданы специальные контролирующие органы как во внутренней, так и во внешней среде организации. Задачами данных структур является не только мониторинг производственных процессов с точки зрения выполнения плана по выпуску продукции и её качеству, но и управление рисками организации.

Правительством РФ разработано несколько нормативно-правовых актов, регламентирующих данный процесс, одним из которых является, например, ГОСТ Р 58969-2020 – Национальный стандарт Российской Федерации по менеджменту риска, посвящённый управлению технико-производственными рисками промышленного предприятия [1].

Согласно 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 (ред. от 04.11.2022): «Организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты I или II класса опасности, обязаны создать системы управления промышленной безопасностью и обеспечивать их функционирование» [2].

Создание подразделения, занимающегося анализом, прогнозированием и предотвращением рискованных событий позволит организациям оптимизировать расходы на предупредительные мероприятия так, чтобы избежать импульсивных трат, когда ЧС уже произошло.

Одним из направлений деятельности в рамках риск-менеджмента является контроль за влиянием промышленного предприятия на внешнюю среду. Отдельно рассматривается процесс минимизации вероятности наступления экологического риска, представляющего собой событие, оказавшее негативное влияние на природную среду в результате хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайной ситуации природного и техногенного характера [3].

Выделяют статистический подход характеристики риска, представляющий собой взаимосвязь между возможностью наступления рискованного события и ущербом в результате его наступления [4].

Для оценки уровня конкретно экологического риска используют понятие экологической безопасности, позволяющего обеспечивать защиту жизни и здоровья сотрудников организации и жителей, проживающих рядом с промышленным предприятием, а также в целом защиту окружающей среды [5].

Отсюда возникает необходимость совершенствования моделей, позволяющих выявлять экологические риски, исследовать их, учитывать вид природной компоненты, на которую они оказывают влияние, а также прогнозировать последствия в случае наступления рискованной ситуации.

В этом заключается актуальность работы.

Цель работы состоит в том, чтобы предложить модель анализа основных показателей, характеризующих экологические риски для той или иной природной компоненты. Под основными направлениями затрат промышленного предприятия на защиту окружающей среды подразумеваются следующие: охрана атмосферного воздуха (тыс. руб.), очистка сточных воды (тыс. руб.) и ликвидация отходов производства (тыс. руб.). Расчёт выполнен на основе данных ПАО «Тольяттиазот».

ПАО «Тольяттиазот» (ТООЗ) – промышленное предприятие, специализирующееся на производстве минеральных удобрений и химической продукции [6]. Виды и объём выпускаемой продукции представлены на рисунке 1.

Анализируя полученный график, можно сделать вывод о том, что наблюдается тенденция увеличения объёмов выпуска продукции особенно аммиака. Таким образом, это подтверждает необходимость контроля за влиянием на окружающую среду.

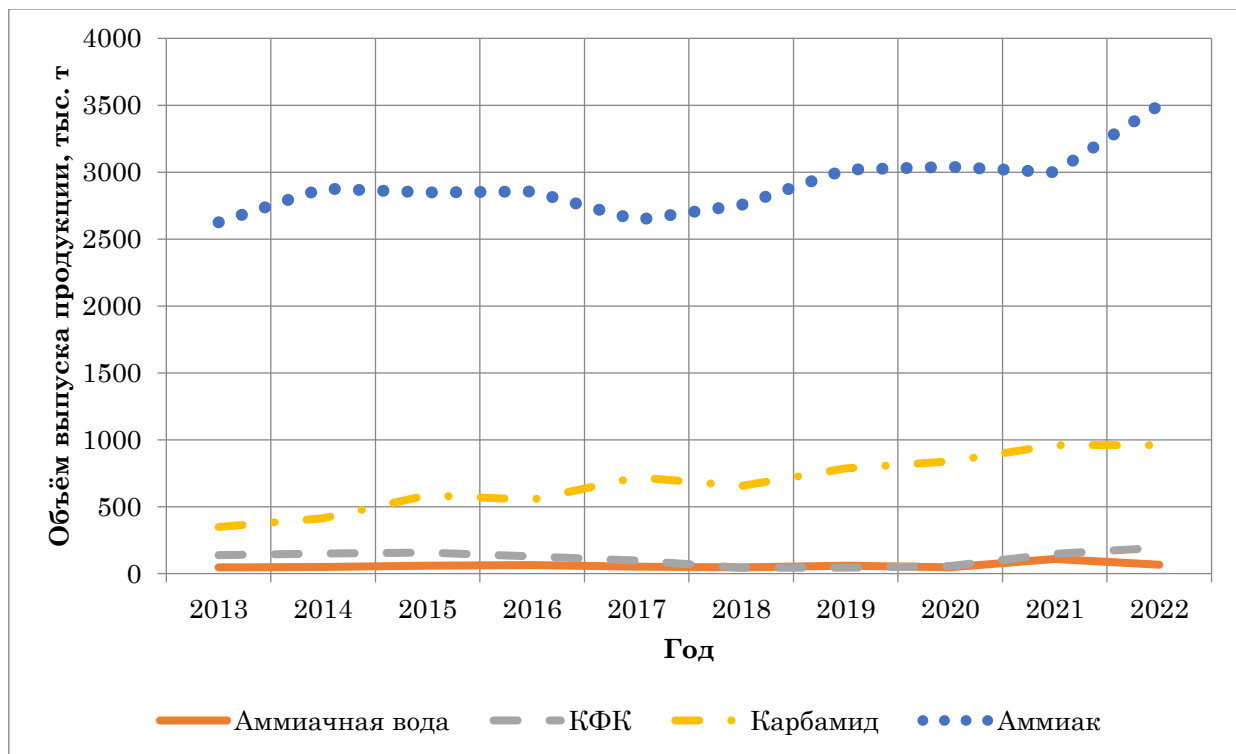


Рисунок 1. Виды и объём выпуска продукции ПАО «Тольяттиазот», тыс. т за 2013–2022 гг.

Разработка модели состояла из трёх этапов на основе данных, опубликованных в официальных источниках [7–14]. Перед вычислениями выдвинута гипотеза о том, что в модель следует включить следующие показатели, характеризующие затраты на охрану окружающей среды: «Охрана атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата, тыс. руб.», «Сбор и очистка сточных вод, тыс. руб.», «Обращение с отходами производства и потребления, тыс.руб.», «Другие направления деятельности в сфере ООС, тыс. руб.». В исследуемых данных, опубликованных на официальном сайте организации, представлены также показатели «Защита и реабилитация земель, поверхностных и подземных вод» и «Сохранение биоразнообразия и охрана природных территорий». В связи с тем, что по ним информация представлена только на период 2013–2015 гг., они были исключены из исследования, и вычисления проводились только по 4 показателям, характеризующим затраты на охрану окружающей среды. Исходные данные для дальнейшего исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1. Затраты ТОАЗ на охрану окружающей среды, 2013-2022 гг.

Год	Охрана атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата, тыс. руб.	Сбор и очистка сточных вод, тыс. руб.	Обращение с отходами производства и потребления, тыс.руб.	Другие направления деятельности в сфере ООС, тыс. руб.
2013	93530	116055	15775	16725
2014	112242	123085	10180	13190
2015	99844	148085	7515	23614
2016	69211	190750	21105	27350
2017	55368	152600	16884	21880
2018	56202	157918	9555	18315
2019	53392	170473	10994	19230
2020	64070	204567	13192	205978
2021	68427	199525	10488	0
2022	5792	120999	40686	26523

Анализируя полученную таблицу, можно сделать вывод о том, что до 2020 года наблюдался рост показателей затрат, особенно на сбор и очистку сточных вод, далее произошло снижение. Особенно выделяются

затраты на другие направления деятельности в сфере ООС в 2021 году и затраты на охрану атмосферного воздуха в 2022 году. Можно сделать предположение, что это связано с тем, что в 2022 году с конца февраля была остановлена прокачка аммиака по аммиакопроводу «Тольятти-Одесса». Как выявлено ранее аммиак является наибольшим по объёму производства видом продукции, поэтому остановка данного направления поставок могло оказать влияние на показатель затрат.

Для выявления наличия взаимосвязи между объёмом выпуска продукции и затрат на предупредительные мероприятия, связанные с охраной окружающей средой, выполнен корреляционный анализ (таблица 2).

Таблица 2. Результаты расчётов коэффициентов корреляции между объёмом производства ТООЗ и показателями, характеризующими охрану окружающей среды, 2013–2022 гг.

Показатель	Охрана атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата, тыс. руб.	Сбор и очистка сточных вод, тыс. руб.	Обращение с отходами производства и потребления, тыс.руб.	Другие направления деятельности в сфере ООС, тыс. руб.	Объём производства, тыс. т
Охрана атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата, тыс. руб.	1				
Сбор и очистка сточных вод, тыс. руб.	-0,10	1			
Обращение с отходами производства и потребления, тыс.руб.	-0,74	-0,31	1		
Другие направления деятельности в сфере ООС, тыс. руб.	-0,08	0,46	-0,02	1	
Объём производства, тыс. т	-0,73	0,21	0,59	0,16	1

Анализируя полученную таблицу, можно сделать вывод о том, что наблюдается сильная связь между объёмом производства и показателем охрана атмосферного воздуха, далее идёт обращение с отходами производства. Причём у взаимосвязи с атмосферным воздухом наблюдается обратная зависимость, которая показывает, что при увеличении

одной переменной, другая уменьшается, с отходами зависимость прямая. Обратная зависимость между показателями обращение с отходами производства и потребления, и охрана атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата.

Таким образом, по результатам корреляционного анализа в модель взаимосвязи основных показателей, характеризующих компоненты природной среды, на которые оказывает влияние деятельность промышленного предприятия, войдут следующие показатели: «Охрана атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата, тыс. руб.» и «Обращение с отходами производства и потребления, тыс.руб.».

Для проверки гипотезы о том, что только два показателя, указанных выше войдут в модель, произведены расчёты коэффициента детерминации, критериев Фишера и Стьюдента. Результаты представлены в таблице 3 [15].

Таблица 3. Результаты расчётов коэффициента детерминации, критериев Фишера и Стьюдента между объёмом производства ТООЗ и показателями, характеризующими охрану окружающей среды, 2013-2022 гг.

Показатель	Коэффициент детерминации	Критерий Фишера	Критерий Стьюдента
Охрана атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата, тыс. руб.	0,85	45,38	-6,74
Сбор и очистка сточных вод, тыс. руб.	0,05	0,39	0,62
Обращение с отходами производства и потребления, тыс. руб.	0,46	6,94	2,64
Другие направления деятельности в сфере ООС, тыс. руб.	0,03	0,21	0,46

Анализируя полученную таблицу, и сравнивая результаты со значениями табличных критериев Фишера (5,32) и Стьюдента (2,306), можно сделать вывод о том, что по модулю значения только у двух показателей «Охрана атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата, тыс. руб.» и «Обращение с отходами производства и потребления, тыс. руб.» превышают табличные, то есть принимается гипотеза о статистической значимости и надёжности. В качестве целевого

показателя используется «Охрана атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата».

В предыдущих исследованиях по данной тематике промышленное предприятие обозначено понятием «Центр», поэтому далее в параметрах модели будет использовано это понятие.

Таким образом, в результате регрессионного анализа затрат на охрану атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата, объёма производства и показателя обращение с отходами производства и потребления, получено следующее уравнение (1):

$$C_{\text{ЦР}}^{\text{воздух}} = 203215,1 - 1,4C_{\text{ЦР}}^{\text{Отх}} - 29,9X \quad (1),$$

где $C_{\text{ЦР}}^{\text{воздух}}$ – затраты центра, направленные на охрану атмосферного воздуха и предотвращение изменения климата, тыс. руб.

$C_{\text{ЦР}}^{\text{Отх}}$ - затраты центра, направленные на обращение с отходами производства и потребления, тыс. руб.

X – объём всей произведённой Центром продукции, тыс. т.

Таким образом, на основе полученного уравнения (1) составлена модель (2) взаимосвязи основных показателей, характеризующих компоненты природной среды, на которые оказывает влияние деятельность промышленного предприятия.

$$\left\{ \begin{array}{l} C_{\text{ЦР}}^{\text{воздух}}(\rho_{\text{воздух}} ; t_{\text{воздух}} ; y_{\text{воздух}}) \rightarrow \min \\ C_{\text{ЦР}}^{\text{воздух}} = 203215,1 - 1,4C_{\text{ЦР}}^{\text{Отх}} - 29,9X \\ X = \sum_{i=1}^n x_i \\ C_{\text{ЦР}} = C_{\text{ЦР}}^{\text{воздух}} + C_{\text{ЦР}}^{\text{Отх}} + C_{\text{Цпр}} \\ C_{\text{ЦР}} \rightarrow \min \\ C_{\text{ЦР}}^{\text{Отх}} \rightarrow \min \end{array} \right. \quad (2)$$

где x_i ($i = 1 \dots n$) – количество готовой продукции Центра i -го вида, тыс. тонн;

$C_{\text{ЦР}}$ – затраты центра на минимизацию рисков, руб.;

$C_{\text{Цпр}}$ – прочие затраты Центра, руб.;

$\rho_{\text{воздух}}$ – вероятность того, что рисковое событие повлияет на окружающий Центр атмосферный воздух;

$t_{\text{воздух}}$ – среднее время восстановления окружающего Центр атмосферного воздуха после рискового события;

$U_{\text{воздух}}$ – средний ущерб, наносимый окружающему Центр атмосферному воздуху в случае наступления рискового события.

Предложенную модель можно адаптировать под показатели других промышленных предприятий, а также использовать для прогнозирования затрат на предупредительные мероприятия по охране окружающей среды ТООЗ. Дальнейшее направление исследования будет посвящено разработке моделей для анализа показателей, характеризующих затраты на предупредительные мероприятия, связанные с жизнью и здоровьем сотрудников и сохранности целостности оборудования предприятия.

Список литературы

1. ГОСТ Р 58969-2020 Национальный стандарт Российской Федерации «Менеджмент риска. Управление технико-производственными рисками промышленного предприятия». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200174886> (дата обращения 11.11.2023)

2. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 29.12.2022) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/1c9c247c5480a92d5b05bf126fab6b5da08169/ (дата обращения 15.11.2023).

3. Федеральный Закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ // Справочно-правовая система «Консультант Плюс». (дата обращения 12.11.2023)

4. Акимов, В.А. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах / В.А. Акимов, В.В. Лесных, Н.Н. Радаев. М.: Деловой экспресс, 2004. 352 с.

5. Данилов-Данильян, В.И. Экологическая безопасность. Общие принципы и российский аспект / В.И. Данилов-Данильян и др. М.: Изд-во МНЭ-ПУ 2001. 332 с.

6. Официальный сайт ПАО Тольяттиазот. URL: <https://www.toaz.ru/> (дата обращения 12.11.2023).
7. Отчет об устойчивом развитии ПАО Тольяттиазот за 2015 год. URL: https://www.toaz.ru/assets/files/reports/ToAZ_OYP%202015_Rus.pdf (дата обращения 12.11.2023).
8. Отчет об устойчивом развитии ПАО Тольяттиазот за 2016 год. URL: https://www.toaz.ru/assets/files/reports/TOAZ_OYP_2016_RUS.pdf (дата обращения 12.11.2023).
9. Отчет об устойчивом развитии ПАО Тольяттиазот за 2017 год. URL: https://www.toaz.ru/assets/files/reports/TOAZ_OYP_2017_RUS.pdf (дата обращения 12.11.2023).
10. Отчет об устойчивом развитии ПАО Тольяттиазот за 2018 год. URL: https://www.toaz.ru/assets/files/reports/TOAZ_OYP_2018_RUS.PDF (дата обращения 12.11.2023).
11. Отчет об устойчивом развитии ПАО Тольяттиазот за 2019 год. URL: https://www.toaz.ru/assets/files/reports/TOAZ_OYP_2019_RUS.pdf (дата обращения 12.11.2023).
12. Отчет об устойчивом развитии ПАО Тольяттиазот за 2020 год. URL: https://www.toaz.ru/assets/files/reports/ОТЧЕТ%202020.%2014.09.21-сжато_compressed.pdf (дата обращения 12.11.2023).
13. Экологический отчет ПАО Тольяттиазот за 2021 год. URL: <https://www.toaz.ru/assets/files/reports/Экологический%20отчет%202021.pdf> (дата обращения 12.11.2023).
14. Экологический отчет ПАО Тольяттиазот за 2022 год. URL: <https://www.toaz.ru/assets/files/reports/2022/Экологический%20отчет%202023%20сайт.pdf> (дата обращения 12.11.2023).
15. Котенко А.П., Кузнецова О.А. Эконометрика. Множественная регрессия: Метод. указания к лабораторным работам по направлениям «Экономика», «Менеджмент», «Бизнес-информатика». Самара: Издательство Самарского университета, 2016. 32с.

**THE MODEL OF STATISTICAL ANALYSIS OF THE COSTS
OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION
MEASURES (ON THE EXAMPLE OF PJSC “TOLYATTIAZOT”)**

D.Y. Ivanov, M.V. Klyovina

*Samara National Research University,
Samara, Russian Federation*

Abstract. This article is devoted to the statistical analysis of indicators characterizing environmental protection measures of industrial enterprises, taking into account the types of components of the natural environment and their specifics. The main directions of environmental protection costs are considered: protection of atmospheric air, wastewater treatment and elimination of industrial waste. Based on the analysis, a model of the relationship of the main indicators characterizing the components of the natural environment, which are influenced by the activities of an industrial enterprise, has been developed.

Keywords: industrial risks, environmental protection, preventive measures, statistical analysis, Tolyattiazot.