

УДК: 504.75.05

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ В ЮЖНОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

Н.А. Марчук, А.Л. Куленцан

Ивановский государственный химико-технологический университет

Экологические проблемы, возникающие в Российской Федерации, являются одними из ключевых, решением которых занимается наше государство. На территории России находятся огромное множество уникальных природных объектов, имеющие огромное значение не только для нашей страны, но и для всего мира в целом. Однако сильное развитие промышленных предприятий привело к тому, что оно отрицательно сказывается не только на состоянии расположенных в их окрестностях территорий, но и может влиять на экологическую ситуацию целых регионов. Результат такого бурного развития привел к тому, что выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и водоемы оказывают вредное влияние на население, а также привел к росту заболеваемости и смертности. Целью данной работы было выявить связь и построить модель между выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросами загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты и инфекционными и паразитными болезнями, болезнями нервной системы и системы кровообращения, болезнями органов дыхания, кожи и подкожной клетчатки в Южном федеральном округе. Установлено, что практически во всех республиках и областях Южного федерального округа максимальное снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и сброс загрязненных сточных вод, за рассматриваемый период, произошло в 2017 и 2018 г. Показано, что к основным компонентам загрязняющих атмосферу воздуха относятся – диоксид серы, оксид углерода и азота, аммиак и летучие органические соединения. Построена модель описывающая влияние рассматриваемых факторов на различные заболевания, вызванные ими во всех республиках и областях Южного федерального округа, за исключением Республики Крым.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха, выбросы, стационарные источники, мониторинг, экологическая ситуация, качество воды

ВВЕДЕНИЕ

Быстрое развитие энергетики и промышленности, увеличение количества автотранспорта, приводят к загрязнению окружающей природной среды [1]. Загрязнение атмосферного воздуха представляет собой одну из главных экологических проблем. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух оказывают негативное воздействие на население, почву и растительность.

В 90% городах России отслеживается превышение санитарно-гигиенических показателей загрязнения атмосферного воздуха [2] и как следствие на человека потенциально может воздействовать до нескольких сотен химических компонентов [8].

Большое количество работ посвященных данной тематике показало, что экологически неблагоприятная воздушная среда приводит к возникновению

большого количества заболеваний населения [3-7]. Необходимо отметить, что в организм человека данные вещества могут поступать через кожные покровы, дыхательные пути, а также через пищеварительный тракт. Проникновение их через органы дыхания – это самая большая опасность, для здоровья человека. Периодическое воздействие на организм оксида азота и серы, паров соляной, азотной, и серной кислот, сероводорода, бенз(а) пирена, может привести к заболеваниям дыхательных путей. Загрязнения атмосферы приводят к раздражению слизистой оболочки глаза, к нарушению углеводного и белкового обмена, к заболеваниям конъюнктивитом, к снижению сопротивляемости организма к возбудителям инфекций. Опасность выбросов загрязняющих веществ заключается в очень сильной их токсичности и большом сроке жизни [1].

Другой не менее важной экологической проблемой оказывается сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты. Качество питьевой воды играет важную роль в развитии инфекционных и не инфекционных заболеваний [21].

Накопленные в литературе данные свидетельствуют о том, что качество питьевой воды является фактором, оказывающим значительное влияние на формирование здоровья населения [22].

Загрязнение атмосферного воздуха и ресурсов питьевой воды в Южном федеральном округе обусловлены в основном выбросами предприятий различных отраслей промышленности, в частности это нефтедобывающая промышленность, трубопроводный транспорт, энергетическая, газовая и сельскохозяйственная отрасли.

Анализ данных посвященных данным проблемам показал, чем больше выбросов в атмосферу загрязняющих веществ и сбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, тем выше показатель онкологической заболеваемости, в частности, заболеваемости раком легкого [9-11].

Однако характер этого взаимосвязей изучен недостаточно. Поэтому, нами было проведено исследование, которое позволило бы выявить влияние загрязняющих веществ на заболеваемость в Южном федеральном округе, за исключением республики Крым.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящее время метод корреляционного анализа применяется для выявления связи между переменными и оценки тесноты связи. Регрессионный же анализ применяется для установления формы и изучения зависимости между переменными.

В качестве формы зависимости выбирается определенный класс функций, зависящих от неизвестных парамет-

ров. Задачей регрессионного анализа является оценка параметров по ряду независимых наблюдений и проверка гипотез относительно таких неизвестных параметров. Выбор класса функций осуществляется экспериментальным путем, исходя из соображений касающихся изучаемой зависимости.

Основными предпосылками регрессионного анализа линейной парной регрессионной модели заключаются в следующем:

- зависимая переменная Y_i является случайной величиной, а объясняющая переменная X_i – неслучайной;

- математическое ожидание возмущения равно нулю ($M\varepsilon_i = 0$);

- дисперсия зависимой переменной Y_i постоянна (для всех i) и равна $D\varepsilon_i = \sigma^2$;

- переменные Y_i и Y_j не коррелированы $M\varepsilon_i\varepsilon_j = 0, \forall i \neq j$;

- зависимая переменная Y_i является нормально распределенной случайной величиной [12-14].

В общем виде регрессионную модель можно записать следующим образом: $\hat{Y} = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты на рис. 1 и 2 показали, что практически во всех республиках и областях Южного федерального округа максимальное снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, за рассматриваемый период, произошло в 2017 и 2018 г., соответственно. Это связано прежде всего с тем, что за последние годы произошло увеличение затрат на охрану окружающей среды.

Полученные нами данные показали, что к основным компонентам загрязняющих атмосферу воздуха относятся – диоксид серы, оксид углерода и азота, аммиак и летучие органические соединения. Результаты представлены в табл. 1.

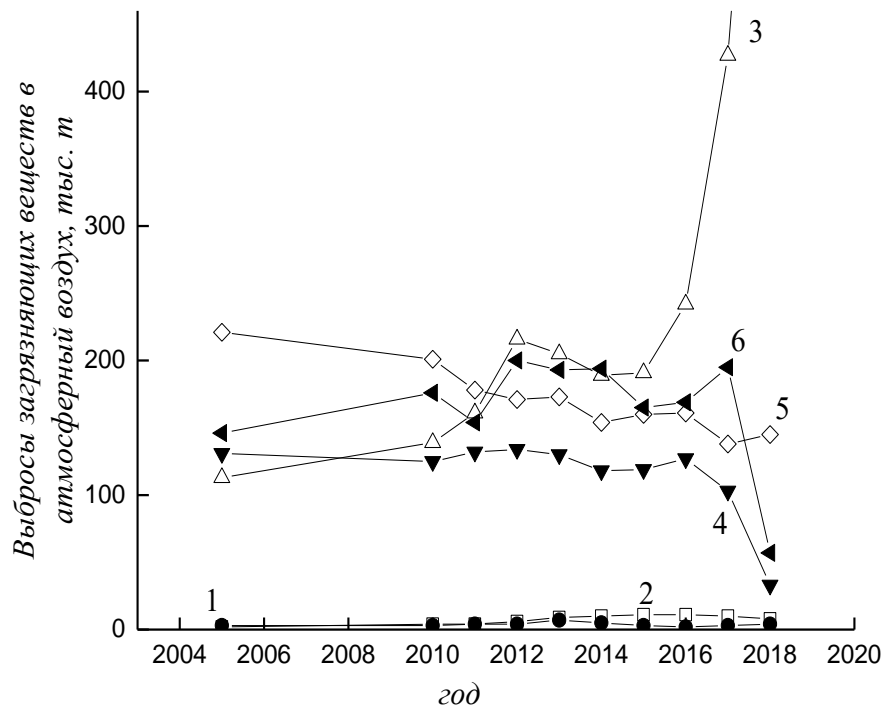


Рис. 1. Зависимость динамики выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в Южном федеральном округе: 1 - Республика Адыгея; 2 - Республика Калмыкия; 3 - Краснодарский край; 4 - Астраханская область; 5 - Волгоградская область; 6 - Ростовская область

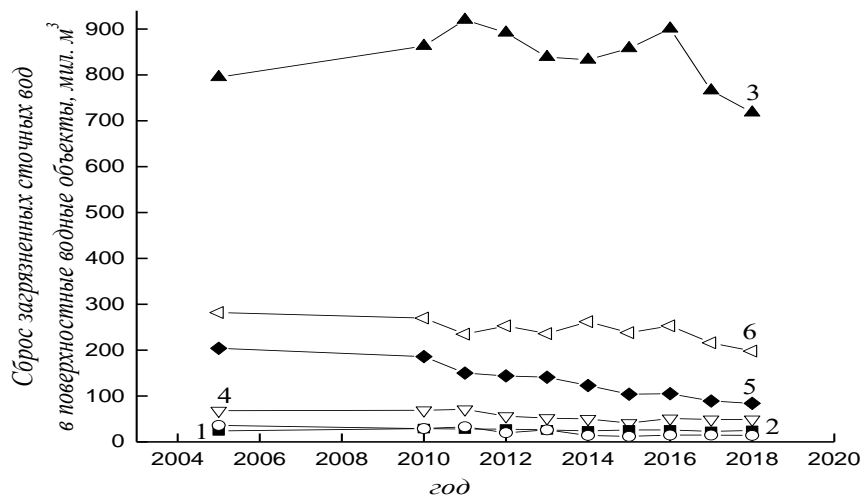


Рис. 2. Зависимость сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты Южного федерального округа: 1 - Республика Адыгея; 2 - Республика Калмыкия; 3 - Краснодарский край; 4 - Астраханская область; 5 - Волгоградская область; 6 - Ростовская область

Данные вещества оказывают сильное слияние на различные заболевания. Так, например, в работах [15-17] показано, что действие данных веществ приводит к хроническому нарушению органов дыхания.

В работах же [18-20] отмечено каким образом данные вещества оказывают негативное воздействие на почву и животных. Показано, что эти загрязняющие вещества, могут оказывать токсические, мутагенные и канцерогенные действия.

Так как загрязнение атмосферного воздуха рассматриваемыми в таб. 1 веществами, является значительным и постоянным фактором воздействия на дыхательную, сердечно-сосудистую и иммунную систему организма человека, то далее мы рассмотрим модели, позволяющие выявить взаимосвязь между основными заболеваниями и выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух и сбросом загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты Южного федерального округа.

На основе полученных данных за последние 30 лет для Южного федерального округа были построены регрессионные модели, выявляющие связь между выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух (X_1), сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты (X_2) и инфекционными и паразитными болезнями, болезнями нервной системы, болезнями системы кровообращения, болезнями органов дыхания, болезнями кожи и подкожной клетчатки во всех рассматриваемых областях (таб. 2).

Количественная оценка полученных данных в табл. 2 указывает на то, что в республике Адыгея среди рассматриваемых параметров наибольшее влияние на число людей подвергшихся инфекционным и паразитным заболеваниям оказывают выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, на количество заболеваний нервной системы и органов дыхания оказывает – сброс загрязненных

сточных вод, на число заболевших болезнью системы кровообращения основное влияние оказывают выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, на число людей подвергшихся болезни кожи и подкожной клетчатки сильное влияние оказывают выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух и сброс загрязненных сточных вод.

В республике Калмыкия полученные результаты показали, что рассматриваемые факторы очень слабо оказывают влияние на количество людей, подвергшихся инфекционным и паразитным заболеваниям.

На число людей у которых стали наблюдаться болезни системы кровообращения, нервной системы и органов дыхания в рассматриваемой республике наибольшее влияние оказывают сброс загрязненных сточных вод.

На болезни кожи и подкожной клетчатки сильное влияние оказывают выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух и сброс загрязненных сточных вод.

Краснодарском крае ситуация следующая. На болезни органов дыхания, нервной системы и на инфекционные и паразитные болезни наибольшее влияние оказывают выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

На болезни же кожи и подкожной клетчатки, и системы кровообращения наибольшее влияние оказывают сброс загрязненных сточных вод и выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Анализ полученных данных по Астраханской области показал, что на болезни нервной системы, инфекционные и паразитные болезни и на болезни кожи и подкожной клетчатки сильное влияние оказывают оба рассматриваемых фактора, на болезни органов дыхания и системы кровообращения наибольшее влияние оказывают сбросы загрязненных сточных вод.

Таблица 1

**Выбросы наиболее распространенных загрязняющих атмосферу веществ,
тыс. т в год**

SO ₂	N ₂ O	CO	Летучие органические соединения	NH ₃	SO ₂
Республика Адыгея					
2005	0,268	0,197	1,015	0,188	0,002
2010	0,558	0,462	1,899	0,358	0,009
2011	0,547	0,447	1,942	0,365	0,009
2012	0,819	0,638	2,979	0,474	0,015
2013	1,209	0,961	4,430	0,795	0,023
2014	1,323	1,082	4,969	0,878	0,028
2015	1,476	1,189	5,463	0,955	0,033
2016	1,430	1,204	5,519	0,959	0,033
2017	1,183	1,102	5,042	0,855	0,031
2018	0,916	0,871	4,107	0,715	0,024
Республика Калмыкия					
2005	0,402	0,295	1,522	0,282	0,004
2010	0,418	0,346	1,425	0,268	0,006
2011	0,547	0,447	1,942	0,365	0,009
2012	0,546	0,425	1,986	0,316	0,010
2013	0,940	0,747	3,446	0,619	0,018
2014	0,661	0,541	2,484	0,439	0,014
2015	0,403	0,324	1,490	0,261	0,009
2016	0,260	0,219	1,003	0,174	0,006
2017	0,355	0,331	1,513	0,257	0,009
2018	0,458	0,435	2,054	0,358	0,012
Краснодарский край					
2005	15,127	11,122	57,331	10,627	0,139
2010	19,385	16,047	66,005	12,438	0,301
2011	22,017	18,006	78,161	14,690	0,345
2012	29,477	22,964	107,232	17,050	0,539
2013	27,531	21,886	100,905	18,120	0,524
2014	25,002	20,451	93,913	16,589	0,527
2015	25,636	20,652	94,862	16,590	0,574
2016	31,458	26,483	121,409	21,095	0,735
2017	50,519	47,070	215,298	36,511	1,345
2018	94,502	89,781	423,538	73,780	2,475

Окончание табл. 1

Астраханская область					
2005	17,536	12,893	66,463	12,320	0,161
2010	17,433	14,431	59,357	11,185	0,270
2011	18,051	14,762	64,082	12,044	0,283
2012	18,287	14,246	66,523	10,578	0,334
2013	17,459	13,879	63,988	11,491	0,332
2014	15,610	12,768	58,633	10,357	0,329
2015	15,972	12,867	59,102	10,336	0,358
2016	16,509	13,898	63,715	11,070	0,386
2017	12,186	11,354	51,934	8,807	0,324
2018	3,780	3,591	16,942	2,951	0,099
Волгоградская область					
2005	29,584	21,752	112,125	20,783	0,271
2010	28,032	23,204	95,446	17,986	0,435
2011	24,342	19,907	86,414	16,241	0,382
2012	23,336	18,180	84,892	13,498	0,427
2013	23,234	18,469	85,154	15,291	0,442
2014	20,372	16,663	76,522	13,517	0,429
2015	21,476	17,300	79,465	13,897	0,481
2016	20,929	17,619	80,772	14,034	0,489
2017	16,327	15,212	69,581	11,800	0,435
2018	16,609	15,780	74,440	12,967	0,435
Ростовская область					
2005	19,544	14,370	74,074	13,730	0,179
2010	24,545	20,318	83,575	15,749	0,381
2011	21,060	17,223	74,763	14,051	0,330
2012	27,294	21,263	99,289	15,787	0,499
2013	25,920	20,604	94,998	17,059	0,494
2014	25,663	20,992	96,397	17,028	0,540
2015	22,147	17,841	81,949	14,332	0,496
2016	21,969	18,494	84,786	14,731	0,513
2017	23,071	21,496	98,321	16,674	0,614
2018	6,529	6,203	29,263	5,098	0,171

Таблица 2

Модель описывающая взаимосвязь между выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты и рассматриваемыми болезнями в Южном федеральном округе

Число заболеваний на 1000 человек	Регрессионная модель
Инфекционные и паразитные болезни	$Y^1 = 26,613 + 0,524 \cdot X_1$ $Y^3 = 43,937 + 0,002 \cdot X_1$ $Y^4 = -2,097 + 0,033 \cdot X_1 + 0,369 \cdot X_2$ $Y^5 = 17,504 + 0,034 \cdot X_1 + 0,121 \cdot X_2$ $Y^6 = -4,424 + 0,235 \cdot X_2$
Болезни нервной системы	$Y^1 = 10,653 + 0,465 \cdot X_2$ $Y^2 = 9,196 + 0,323 \cdot X_2$ $Y^3 = -0,813 + 0,008 \cdot X_1$ $Y^4 = 8,552 + 0,008 \cdot X_1 + 0,13 \cdot X_2$ $Y^5 = 9,467 + 0,035 \cdot X_1 + 0,046 \cdot X_2$ $Y^6 = 15,217 + 0,04 \cdot X_2$
Болезни системы кровообращения	$Y^1 = -21,504 + 1,387 \cdot X_1$ $Y^2 = 25,285 + 0,104 \cdot X_2$ $Y^3 = -49,06 + 0,072 \cdot X_1 + 0,079 \cdot X_2$ $Y^4 = 45,429 + 0,367 \cdot X_2$ $Y^5 = 26,52 + 0,088 \cdot X_1 + 0,118 \cdot X_2$ $Y^6 = 99,138 + 0,032 \cdot X_1 + 0,231 \cdot X_2$
Болезни органов дыхания	$Y^1 = 101,32 + 3,768 \cdot X_2$ $Y^2 = 357,78 + 0,869 \cdot X_2$ $Y^3 = 38,447 + 0,206 \cdot X_1$ $Y^4 = 200,581 + 1,575 \cdot X_2$ $Y^6 = 447,96 + 0,585 \cdot X_2$
Болезни кожи и подкожной клетчатки	$Y^1 = 38,037 + 2,417 \cdot X_1 + 1,327 \cdot X_2$ $Y^2 = 38,213 + 0,669 \cdot X_1 + 0,202 \cdot X_2$ $Y^3 = 58,835 + 0,017 \cdot X_1 + 0,022 \cdot X_2$ $Y^4 = 41,287 + 0,104 \cdot X_1 + 1,071 \cdot X_2$ $Y^5 = 34,672 + 0,097 \cdot X_1 + 0,028 \cdot X_2$ $Y^6 = 33,038 + 0,309 \cdot X_2$

Примечание: ¹Республика Адыгея; ²Республика Калмыкия; ³Краснодарский край; ⁴Астраханская область; ⁵Волгоградская область; ⁶Ростовская область
 Note: ¹Republic of Adygea; ²Republic of Kalmykia; ³Krasnodar Krai; ⁴the Astrakhan region; ⁵Volgograd oblast; ⁶Rostov region

В Волгоградской области полученные данные показали, что на рассматриваемые заболевания, за исключением болезни органов дыхания, сильное влияние оказывают выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух и сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты.

В Ростовской же области на болезни системы кровообращения сильное влияние оказывают оба рассматриваемых фактора. На все же остальные болезни большое влияние оказывают – сброс загрязненных сточных вод.

ВЫВОДЫ

Полученные в данной статье результаты показали, что в Южном федеральном округе наибольшую экологическую нагрузку от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и сбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты испытывают республики и области, в которых находятся крупные сельскохозяйственные и промышленные предприятия.

Так максимальные значения выбросов загрязняющих веществ SO_2 , N_2O , CO , NH_3 и летучих органических соединений, наблюдаются в Краснодарском крае.

Также в данной работе представлена модель описывающая взаимосвязь между выбросами загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросами загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты и инфекционными и паразитными болезнями, болезнями нервной системы и системы кровообращения, болезнями органов дыхания, кожи и подкожной клетчатки в рассматриваемом федеральном округе.

Полученные в модели данные говорят о том, что в Южном федеральном округе необходимо совершенствовать экологическую политику, которая позволит улучшить экологическую ситуацию и уменьшить заболеваемость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новикова С.А. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения Байкальского региона. Национальные приоритеты России. 2018. № 3(30). С. 65-71.
2. О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2017 году. Доклад Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. Пермь, 2018. URL:
3. Долгих О.В., Кривцов А.В., Бубнова О.А. Анализ показателей иммунного статуса у детей в условиях аэрогенной экспозиции металлами. Гигиена и санитария. 2017. № 96(1). С. 26-29.
4. Оборин М.С., Гаврилова И.Н. Экологическая ситуация региона как индикатор состояния качества населения (на примере Пермского края). *Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2013. № 1. С. 22-29.
5. Петров С.Б., Петров Б.А. Оценка риска здоровью населения при воздействии твердых частиц в составе атмосферных выбросов многотопливных теплоэлектроцентралей. *Экология человека*. 2019. № 6. С. 4-10.
6. Теплая Г.А. Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды (обзор литературы). *Астраханский вестник экологического образования*. 2013. № 1(23). С. 182-192.
7. Чубирко М.И., Пичужкина Н.М. Гигиеническая диагностика влияния загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения. *Здоровье населения и среда обитания*. 2008. № 1. С. 19-20.
8. Безуглая Э.Ю., Смирнова И.В. Воздух городов и его изменения. СПб.: Астерион. 2008. 253с.
9. Горбачева М.И. Влияние выбросов загрязняющих веществ, от стационарных источников на онкологические заболевания легких в Центральном федеральном округе. *Будущее науки* - 2019. 2019. С. 41-43.
10. Artemenko M.V., Kalugina N.M., Dobrovolsky I.I. The formation of a set of informative features based on the functional relationships between the data structure field observations. *European Journal of Natural History*. 2016. № 6. С. 43-48.
11. Артеменко М.В., Калугина Н.М. Диагностический анализ состояния биообъекта по хронометрическим параметрам регистрируемых сигналов. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2016. № 4-2(46). С. 30-35.
12. Долгов Д.И. Роль методов математической статистики обработки экспериментальных данных в определении уровня конкурентоспособности и конкурентоустойчивости продукции. *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2013. № 2. С. 85-91.
13. Куленцан А.Л., Марчук Н.А. Анализ объемов производства продукции растениеводства в

различных хозяйствах. *Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки»*. 2020. Т. 6. № 1. С. 92-100. DOI: 10.30914/2411-9687-2020-6-1-92-100.

14. Положенцева Ю.С. Управление дифференциацией социально-экономических систем регионов на основе мобилизации внутренних и привлечения внешних ресурсов развития. *Известия юго-западного государственного университета*. 2017. № 2(71). С. 137-149.

15. Арсентьева И.Л., Арсентьева Н.Л. Современные представления об этиопатогенезе, клинике, диагностике и лечении бронхиальной астмы. *Медицинские новости*. 2011. № 5. С. 20-25.

16. Капранов С.В. Влияние загрязнителей атмосферного воздуха на возникновение заболеваний органов дыхания у детей и подростков. *Медицинский вестник Юга России*. 2017. № 8(3). С. 38-45.

17. Гарাপова Р.А. Оценка экологического состояния промышленного города и здоровье населения (на примере УстьКаменогорска). *Ползуновский вестник*. 2011. № 4-2. С. 72-75.

18. Акимов В.С. Диоксид серы и основные источники загрязнения атмосферы диоксидом серы. Общие и комплексные проблемы естественных и точных наук. 2017. № 6-1(19). С. 18-20.

19. Дорогова В.Б., Тараненко Н.А., Рычагова О.А. Формальдегид в окружающей среде и его влияние на организм (обзор). *Профилактическая медицина*. 2010. № 1. С. 32-35.

20. Маклакова О.А. Оценка риска развития заболеваний органов дыхания и коморбидной патологии у детей в условиях загрязнения атмосферного воздуха химическими веществами техногенного происхождения (когортное исследование). *Анализ риска здоровью*. 2019. № 2. С. 56-61.

21. Рязанов А.В. Анализ качества питьевой воды в городе Тамбове. *Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки*. 2013. № 5. 78 с.

22. Булатов В.П., Рылова Н.В., Троегубова Н.А. Влияние химического состава питьевой воды на минеральный статус детей. *ПМ*. 2010. № 46. 32с.

INFLUENCE OF POLLUTANTS ON MORBIDITY IN THE SOUTHERN FEDERAL DISTRICT

N.A. Marchuk, A.L. Kuletsan

The environmental problems that arise in the Russian Federation are one of the key issues that our state is dealing with. On the territory of Russia, there are a huge number of unique natural objects that are of great importance not only for our country, but also for the entire world as a whole. However, the strong development of industrial enterprises has led to the fact that it has a negative impact not only on the state of the territories located in their vicinity, but also can affect the environmental situation of entire regions. The result of this rapid development has led to the fact that the release of pollutants into the atmosphere and reservoirs has a harmful effect on the population, as well as led to an increase in morbidity and mortality. The purpose of this work was to show the relationship and build a model between the emissions of pollutants into the air, discharges of polluted wastewater into surface water bodies and infectious and parasitic diseases, diseases of the nervous system and circulatory system, respiratory diseases, skin and subcutaneous tissue in the southern Federal district. It was found that in almost all the republics and regions of the southern Federal district, the maximum reduction in emissions of pollutants into the air and discharge of polluted wastewater during the period under review occurred in 2017 and 2018. It is shown that the main components of air pollutants include sulfur dioxide, carbon and nitrogen oxides, ammonia and volatile organic compounds. The model describing the influence of these factors on various diseases caused by them in all the republics and regions of the southern Federal district, with the exception of the Republic of Crimea, is constructed.

Key words: air pollution, emissions, stationary sources, monitoring, environmental situation, water quality

REFERENCES

1. Novikova S.A. Influence of atmospheric air pollution on the health of the population of the Baikal region. *National priorities of Russia*. 2018. N 3(30). P. 65-71 (in Russian).
2. About the state and environmental protection of the Perm region in 2017. Report of the Ministry of natural resources, forestry and ecology of the Perm region. Perm, 2018. URL: <https://www.permecology.ru/ежегодный-экологический-доклад/ежегодный-экологический-доклад-2017/> (accessed 20.04.2020).
3. Dolgikh O.V., Krivtsov A.V., Bubnova O.A. Analysis of immune status indicators in children under conditions of aerogenic ex-position by metals. *Hygiene and sanitation*. 2017. N 96(1). P. 26-29 (in Russian).
4. Oborin M.S., Gavrilova I.N. The ecological situation of the region as an indicator of the quality of the population (in the Perm region). *Bulletin of the RUDN. Series: Ecology and life safety*. 2013. N 1. P. 22-29 (in Russian).
5. Petrov S.B., Petrov B.A. Assessment of public health risk when exposed to solid particles in the composition of atmospheric emissions of multi-fuel heat and power plants. *Human ecology*. 2019. N 6. P. 4-10 (in Russian).

6. Teplaya G.A. Heavy metals as a factor of environmental pollution (literature review). *Astrakhan Bulletin of environmental education*. 2013. N 1(23). P. 182-192 (in Russian).
7. Chubirko M.I., Pichuzhkina N.M. Hygienic diagnostics of the influence of atmospheric air pollution on the health of the population. *Population health and habitat*. 2008. N 1. P. 19-20 (in Russian).
8. Bezuglaya E.Yu., Smirnova I.V. Air of cities and its changes. Saint Petersburg: Asterion. 2008. 253 p. (in Russian).
9. Gorbacheva M.I. Influence of pollutant emissions from stationary sources on lung cancer in the Central Federal district. *The future of science-2019*. 2019. P. 41-43 (in Russian).
10. Artemenko M.V., Kalugina N.M., Dobrovolsky I.I. The formation of a set of informative features based on the functional relationships between the data structure field observations. *European Journal of Natural History*. 2016. N 6. P. 43-48.
11. Artemenko M.V., Kalugina N.M. Diagnostic analysis of the state of a biological object by chronometric parameters of registered signals. *International research journal*. 2016. N 4-2(46). P. 30-35 (in Russian).
12. Dolgov D.I. The role of mathematical statistics methods for processing experimental data in determining the level of competitiveness and competitiveness of products. *Actual problems of humanities and natural sciences*. 2013. N 2. P. 85-91 (in Russian).
13. Kelantan A.L., Marchuk N.A. The analysis of the production volumes of crop production in different farms. *Bulletin of the Mari state University. A series of "Agricultural science. Economics"*. 2020. V. 6. N 1. P. 92-100 (in Russian). DOI: 10.30914/2411-9687-2020-6-1-92-100.
14. Pozhentseva Yu.S. Management of differentiation of socio-economic systems of regions on the basis of mobilization of internal and attraction of external development resources. *Proceedings of southwestern state University*. 2017. N 2(71). P. 137-149 (in Russian).
15. Arsenyeva I.L., Arsentieva N.L. Modern views on the etiopathogenesis, clinic, diagnostics and treatment of bronchial asthma. *Medical news*. 2011. N 5. P. 20-25 (in Russian).
16. Kapranov S.V. Influence of atmospheric air pollutants on the occurrence of respiratory diseases in children and adolescents. *Medical Bulletin of the South of Russia*. 2017. N 8(3). P. 38-45 (in Russian).
17. Garapova R.A. Assessment of the ecological state of the industrial city and the health of the population (on the example of Ustka-menogorsk). *Polzunovskii Herald*. 2011. N 4-2. P. 72-75 (in Russian).
18. Akimov V.S. Sulfur dioxide and the main sources of atmospheric pollution with sulfur dioxide. general and complex problems of natural and exact Sciences. 2017. N 6-1(19). P. 18-20 (in Russian).
19. Dorogova V.B., Taranenko N.A., Rychagova O.A. Formaldehyde in the environment and its effect on the body (Ob-Zor). *Preventive medicine*. 2010. N 1. P. 32-35 (in Russian).
20. Maklakova O.A. Assessment of the risk of respiratory diseases and comorbid pathology in children in conditions of atmospheric air pollution with chemical substances of technogenic origin (cohort study). *Health risk analysis*. 2019. N 2. P. 56-61 (in Russian).
21. Ryazanov A.V. Analysis of the quality of drinking water in Tambov. *Bulletin of Tambov University. Series: Natural and technical Sciences*. 2013. N 5. 78 p. (in Russian).
22. Bulatov V.P., Rylova N.V., Tregubova N.A. Influence of the chemical composition of drinking water on the mineral status of children. *PM*. 2010. N 46. 32 p. (in Russian).