

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ЕВРАЗИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Л.Н. ГУМИЛЕВА

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY



**"ЖАСЫЛ ЭКОНОМИКАҒА" КӨШУ ЖАҒДАЙЫНДА
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ТҰРАҚТЫ ДАМУЫ:
ЕУРОПАЛЫҚ ОДАҚ ЕЛДЕРІНІҢ ТӘЖІРИБЕСІН ҚОЛДАНУ"
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ
ЕҢБЕКТЕР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК ТРУДОВ
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА К «ЗЕЛЕННОЙ ЭКОНОМИКЕ»:
ПРИМЕНЕНИЕ ОПЫТА СТРАН ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА»**

**WORKS
OF THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
"SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE REPUBLIC
OF KAZAKHSTAN IN THE CONDITIONS
OF TRANSITION TO A "GREEN ECONOMY": APPLICATION OF THE EXPERIENCE
OF THE COUNTRIES OF THE EUROPEAN UNION"**

АСТАНА, 2022
ASTANA, 2022



Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
ЕВРАЗИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Л.Н. ГУМИЛЕВА
L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY

**"ЖАСЫЛ ЭКОНОМИКАҒА" КӨШУ ЖАҒДАЙЫНДА
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ТҰРАҚТЫ ДАМУЫ:
ЕУРОПАЛЫҚ ОДАҚ ЕЛДЕРІНІҢ ТӘЖІРИБЕСІН ҚОЛДАНУ"**

*Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының
ЕҢБЕКТЕР ЖИНАҒЫ*

СБОРНИК ТРУДОВ

Международной научно-практической конференции
**«УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА К «ЗЕЛЕННОЙ ЭКОНОМИКЕ»:
ПРИМЕНЕНИЕ ОПЫТА СТРАН ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА»**

WORKS

of the International scientific and practical conference
**"SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE REPUBLIC
OF KAZAKHSTAN IN THE CONDITIONS
OF TRANSITION TO A "GREEN ECONOMY": APPLICATION OF THE EXPERIENCE
OF THE COUNTRIES OF THE EUROPEAN UNION"**

АСТАНА
28.10.2022

ӘОЖ 338 (574)
КБЖ 65.9 (5Каз)
Ж 33

Рецензенты:

Мажитов Д.М. – к.э.н., профессор НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева»

Редакционная коллегия

Макыш С.Б. – д.э.н., профессор, декан экономического факультета, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Астана

Stanislaw Luniewski – Генеральный директор ООО "ASTWA", профессор Университета финансов и менеджмента в Белостоке, почетный профессор ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Польша

Artur Luniewski – Член правления ООО "ASTWA" доктор философии, почетный профессор ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Польша

Майдырова А.Б. – д.э.н., профессор, заведующая кафедрой «Экономика и предпринимательство» ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Астана

Насырова Г.А. – д.э.н., профессор, заведующая кафедрой «Финансы» ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Астана

Сембиева Л.М. – д.э.н., профессор, заведующая кафедрой «Государственный аудит» ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Астана

Бейсенова Р.Р. – д.биол.н., профессор, заведующая кафедрой " Управление и инжиниринг в области охраны окружающей среды " ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Астана

Мукашева А.А. – д.ю.н., профессор кафедры "Гражданское, трудовое и экологическое право" ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Астана

Муталиева Л.М. – к.э.н., ассоциированный профессор, заведующая кафедрой «Туризм» ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Астана

Жагыпарова А.О. – к.э.н., ассоциированный профессор, зам.декана по научной работе экономического факультета ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Астана

ISBN 978-601-337-777-3

Ж 33

«Жасыл экономикаға» көшу жағдайында Қазақстан Республикасының тұрақты дамуы: еуропалық одақ елдерінің тәжірибесін қолдану» халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының еңбектер жинағы. – Астана: "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті"КЕАҚ, 2022. – 484

Сборник трудов международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие Республики Казахстан в условиях перехода к «зеленой экономике»: применение опыта стран европейского союза». – Астана: НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», 2022. – 484

Works of the International scientific and practical conference «Sustainable development of the Republic of Kazakhstan in the conditions of transition to a "green economy": application of the experience of the countries of the European Union». – Astana: NAO "L.N. Gumilyov Eurasian National University", 2022. – 484

ISBN 978-601-337-777-3

УДК 338 (574)
ББК 65.9 (5Каз)

© "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті"КЕАҚ, 2022 © НАО
«Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», 2022
© NAO "L.N. Gumilyov Eurasian National University", 2022

ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ВЫБРОСОВ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Жупышева А.О.¹, Жумашев Б.К.², Бейсенова Р.Р.³, Макыш С.Б.⁴

¹доктор PhD, преподаватель; ²докторант PhD по специальности «Экология и природопользование»; ³доктор биологических наук, профессор;

⁴доктор экономических наук, профессор

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,

г. Астана, Республика Казахстан

E-mail: aktoty_nur@mailru; raihan_b_r@mail.ru

Одним из главных вопросов охраны окружающей среды и важным показателем «зеленой экономики» является качество атмосферного воздуха. Причиной этому является то, что всему живому на Земле, прежде всего нужен воздух, который влияет на все климатические и биологические процессы в целом. Вместе с движением воздушных масс, могут переноситься вредные и опасные примеси. Эти проблемы особенно остро возникают в промышленно развитых регионах, где возрастает уровень антропогенного воздействия. К таким регионам относится Центральный Казахстан, который является одним из ведущих индустриальных регионов республики, представляющий собой территориально-производственный комплекс с развитой тяжелой промышленностью. Это угледобывающие, металлургические и химикомашиностроительные отрасли республики. Все важнейшие отрасли тяжелой промышленности связаны, прежде всего, с добычей коксующегося угля, обработкой руд цветных, черных и редких металлов и необходимых для металлургии, вспомогательных видов сырья [1]. Поэтому, главными факторами негативного воздействия на атмосферный воздух данного региона, являются предприятия обрабатывающей промышленности и теплоэнергетики, которые относятся к самым экологически «грязным» производствам во всем мире. По Центральному Казахстану наблюдается устойчивый рост количества атмосферных выбросов примерно от 1 млн. тонн до 1,4 млн. тонн с 1998 г. по 2004 г., а с 2005 года - уменьшение выбросов до 1, 27 млн. тонн [2].

Рассмотрим для начала, что подразумевается под качеством атмосферного воздуха.

Под качеством атмосферного воздуха понимают совокупность свойств атмосферы, определяющую степень воздействия физических, химических и биологических факторов на людей, растительный и животный мир, а также на материалы, конструкции и окружающую среду в целом. Степень воздействия зависит от количественных характеристик указанных факторов и длительности их воздействия [3,4].

При исследовании вопросов эколого-экономического развития таких регионов необходимо рассматривать все возможные последствия антропогенного воздействия, которые влияют или могут повлиять на атмосферный воздух. Ключевую роль при этом играет усиление функций прогнозирования служб экологического мониторинга, в нашем случае, по атмосферному воздуху, а также учитывать уровень антропогенного воздействия при составлении плана инфраструктуры территорий [5,6].

Для оценки качества атмосферного воздуха необходимо учитывать как экологические, так и социальные показатели. Для начала проанализируем выбросы в атмосферу загрязняющих веществ по всему Казахстану (рис.1,2)

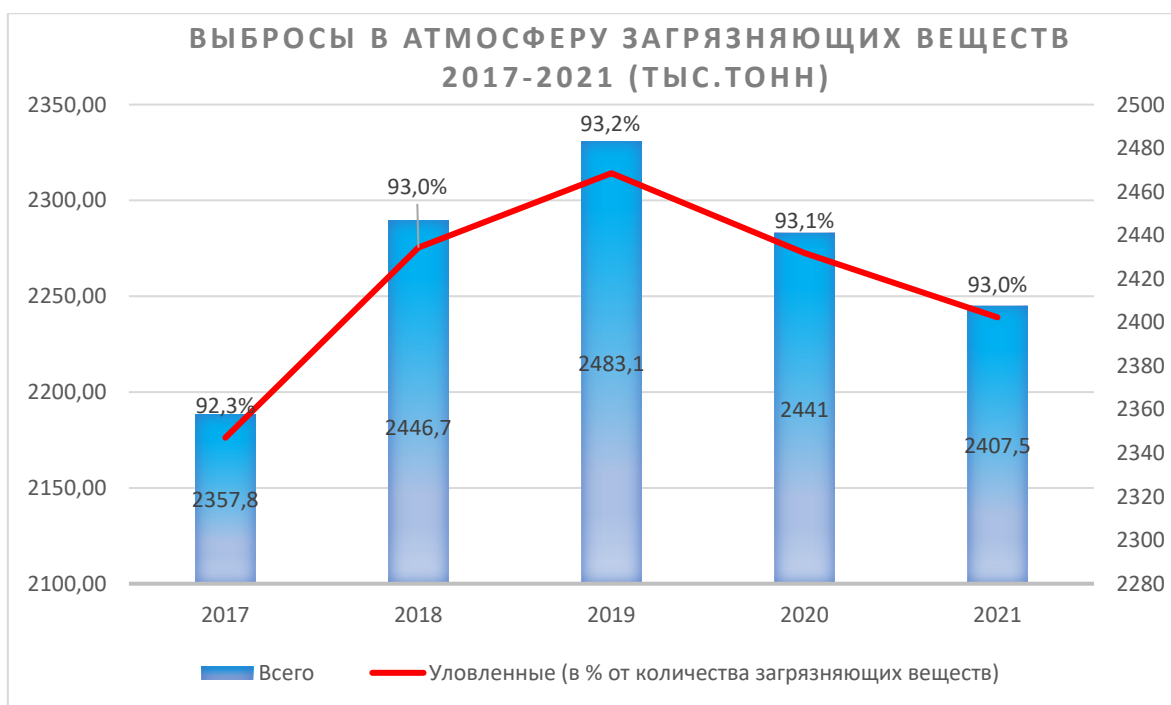


Рисунок 1. Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ

Примечание – составлен автором по данным [2]

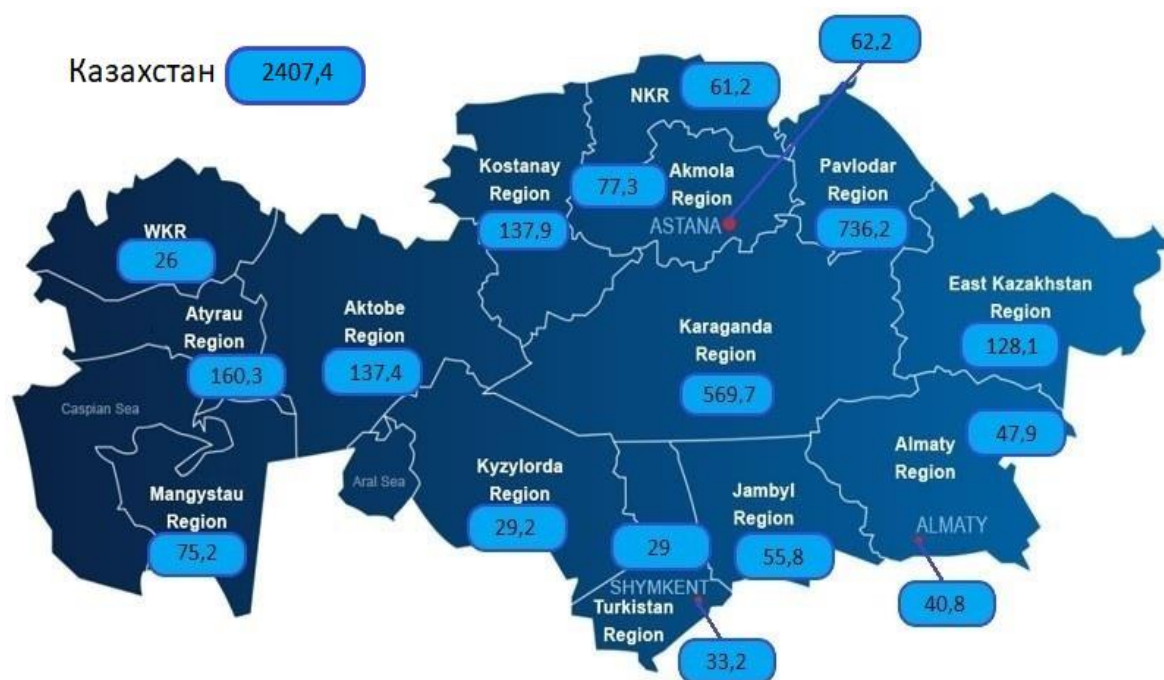


Рисунок 2. Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ в региональном разрезе в 2021 г.

Примечание – составлен автором по данным [2]

Из вышеуказанных рисунков мы видим, что в 2021 году объём загрязняющих веществ из всех стационарных источников составил 34,3 млн тонн, из них уловили и обезвредили 31,9 млн тонн (93%). А объём выброшенных загрязняющих веществ в атмосферный воздух составил 2,4 млн тонн, что на 2% больше, чем в 2017 году. Из данных в региональном разрезе видно, что одним из лидеров по выбросам загрязняющих веществ, является Центрально-

Казахстанская область. Из 2,4 млн тонн выбросов в атмосферу 2,1 млн тонн генерировала промышленная сфера. При этом больше всего выбросов в сегменте тепло- и энергоснабжения – 945 тысяч тонн, далее следует обрабатывающая промышленность – 728 тысяч тонн, а также горнодобывающая промышленность и разработка карьеров – 357 тысяч тонн. Сфера транспорта и складирования стала причиной выбросов 114,4 тысячи тонн загрязняющих веществ в атмосферу [3]

Одним из важных экологических показателей является индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), который мы рассмотрели так же в разрезе регионов за последние 5 лет (рис.3)

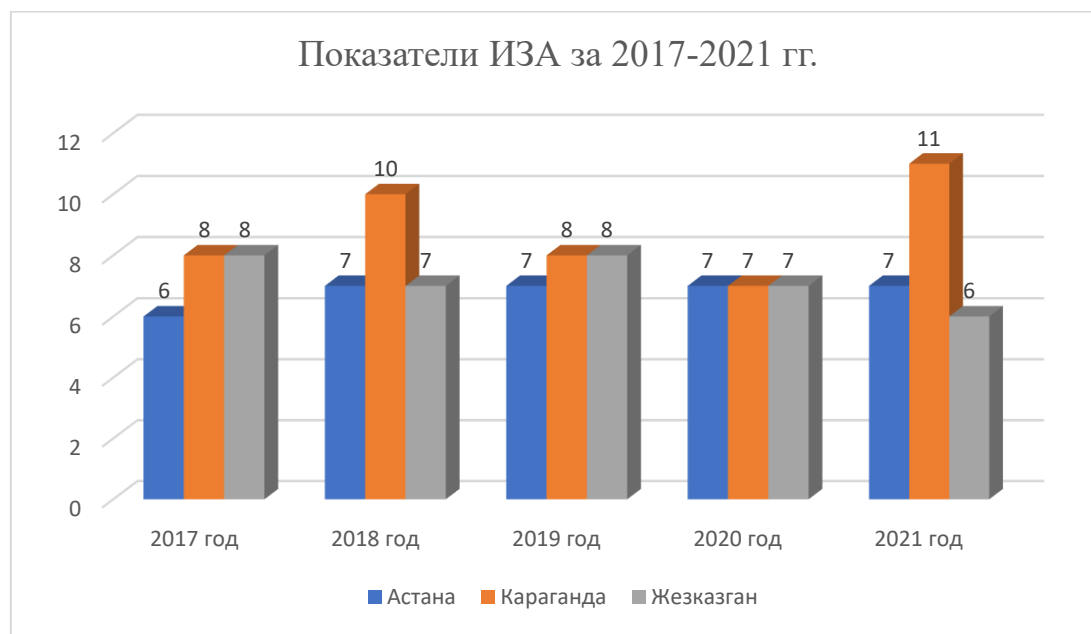


Рисунок 3. Показатели ИЗА г.Астана, г.Караганда, г.Жезказган за 2017-2021 гг.

Примечание – составлен автором по данным [2]

Из вышеуказанного рисунка, мы видим, что все анализируемые регионы имеют ИЗА выше нормы. Согласно оценки степени загрязнения атмосферы г.Астана за период с 2017 г. по 2021 г. по критериям ИЗА относится к 3 степени, то есть к высокому уровню загрязнения атмосферы. Главной причиной этому является плохая экологическая обстановка в регионе, то есть выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от многочисленного автотранспорта, частного сектора и т.д. По г. Караганда экологическая обстановка еще хуже, чем в столице республики. Здесь показатели ИЗА имеют тенденцию роста с 2017 по 2021 гг. Например, ИЗА вырос с 8 до 11, что согласно оценке загрязнения атмосферы относится к высокому (3 классу) загрязнения, а показатель НП вырос в 3,25 раза с 24 в 2017 г. до 78 в 2021 г. Причиной плохой экологической обстановки стало негативное воздействие промышленных объектов на окружающую среду и неэффективная политика природопользования в регионе. Индекс загрязнения атмосферы г.Жезказган за 2017-2021 гг. можно определить, как показатель с высоким уровнем загрязнения атмосферы и данный регион можно так же отнести к 3 классу по загрязненности. Главной причиной экологических проблем в данном городе так же является большая промышленная нагрузка и неэффективные природоохранные мероприятия.

Еще одним важным экологическим показателем является уровень содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Мы рассмотрели такие показатели, как пыль РМ (2,5) и наличие в атмосфере загрязняющих веществ SO₂, CO₂, NO₂ по вышеуказанным регионам за 2017-2021 гг. (таблица 1) и далее применив метод вычисления среднего отклонения, проанализировали показателям содержания пыли в атмосфере.

Таблица 1. Содержание загрязняющих веществ атмосферного воздуха за 2017-2021 гг. в разрезе регионов Центрального Казахстана.

(мг/м³)

Регионы	Показатели	ПДК	2017	2018	2019	2020	2021	Ср.знач
г.Астана	PM (2,5)	0,16	0,7	0,88	1,27	3,17	1,394	1,4828
	SO ₂	0,5	0,931	1,15	2,0	0,26	2,0	1,2682
	CO ₂	5,0	10	12,92	35,03	45,19	30,994	26,8268
	NO ₂	0,2	1,74	1,68	1,29	0,19	0,996	1,1792
г.Караганда	PM (2,5)	0,16	2,5	3,320	3,163	1,53	3,284	2,7594
	SO ₂	0,5	0,466	0,303	0,14	3,26	0,420	0,9178
	CO ₂	5,0	72	27,252	19,0	36,09	13,60	33,5884
	NO ₂	0,2	0,46	0,304	0,313	1,09	0,375	0,5084
г.Жезказган	PM (2,5)	0,5	1,0	1,100	0,084	1,0	0,50	0,7368
	SO ₂	0,5	2,120	4,310	0,995	2,52	1,12	2,213
	CO ₂	5,0	20	13,0	7,7	17,0	10	13,54
	NO ₂	0,2	0,57	0,340	0,45	0,53	0,11	0,4
Примечание – составлена автором по данным [2]								

Из данных вышеуказанной таблицы, а также согласно предельно-допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе населенных мест мы видим, что почти все показатели в исследуемых регионах в несколько раз превышают уровень ПДК, например в 2017 году, показатели PM(2,5) по г.Астана превысил предельно-допустимый уровень концентрации в 4,4 раза и показал 0,7 мг/м³, а в 2020 году, данный показатель составил 3,17 мг/м³, что в 19,8 раз выше ПДК. Что касается содержания других загрязняющих веществ в атмосферном воздухе по г. Астана, также видим показатели, во много раз превышающие ПДК.

Из данных таблицы 1 по другим исследуемым регионам видим так же показатели в несколько раз превышающие ПДК, например по г.Караганда показатель PM(2,5) в 2017 г. составил 2,5 мг/м³, а в 2021 г. 3,284 мг/м³, что в 15,92 и 20,526 раза соответственно превышает уровень ПДК мг/м³. Что касается показателя диоксида серы (SO₂) по г.Караганда самый высокий уровень был зарегистрирован в 2020 г., который превысил ПДК в 6,5 раза и составил 3,26 мг/м³. Анализ уровня диоксида азота (NO₂) в данном регионе показал, что наибольший показатель был так же в 2020 г., который составил 1,09 мг/м³ (выше уровня ПДК в 5,5 раз), особо выделим показатель оксида углерода (CO₂) за 2017 и 2020 гг., которые превысили уровень ПДК в 14,5 и 7,2 раза и составили 72 мг/м³ и 36,09 мг/м³ соответственно.

По г.Жезказган самый высокий показатель PM(2,5) зарегистрирован в 2017 году. Он составил 1,0 мг/м³, что превысил ПДК в 6,2 раза. По остальным показателям анализ показал самые высокие уровни загрязняющих веществ в 2018 году по диоксиду серы (SO₂), который составил 4,13 мг/м³ (в 8,62 раза выше ПДК), по диоксиду азота (NO₂) в 2017 году – 0,57 мг/м³ (в 2,9 раза выше ПДК), по оксиду углерода (CO₂) самый высокий показатель был в 2017 году – 20 мг/м³, что в 4 раза превысил уровень ПДК.

Далее для наглядности преобразуем в диаграмму данные вышеуказанной таблицы, а именно средние значения пыли PM(2,5) определим стандартное отклонение по регионам за анализируемый период (рис.4).

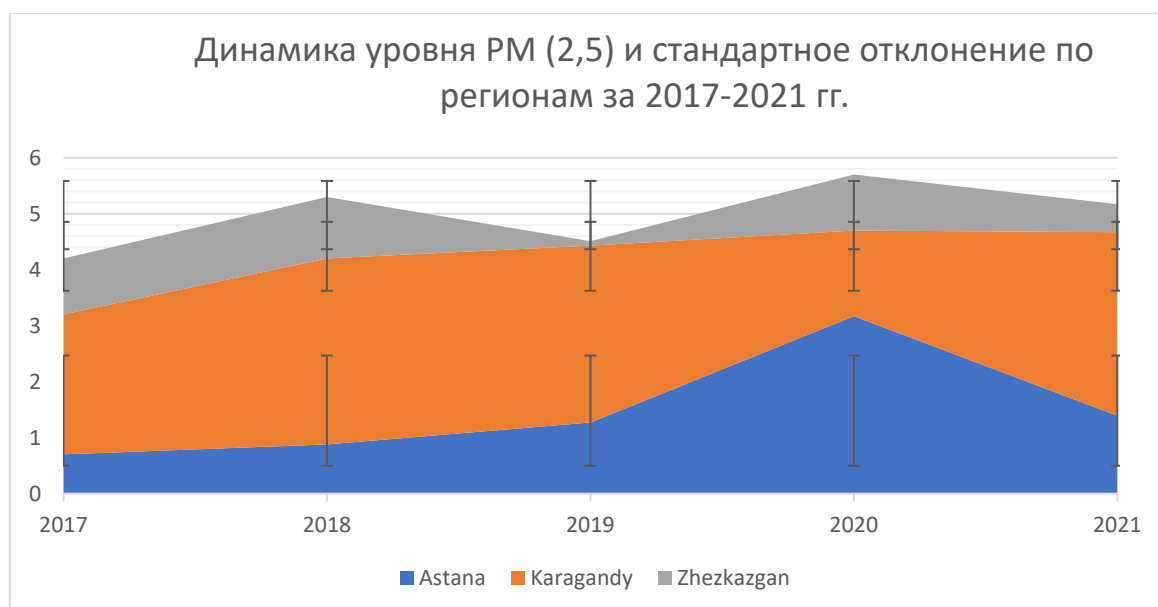


Рисунок 4. Динамика уровня РМ (2,5) и стандартное отклонение по регионам за 2017-2021 гг.

Примечание – составлен автором по данным [2]

Из рисунка 4 мы видим, что динамика показателя РМ(2,5) по г.Астана за 2017-2021 гг. колеблется от 0,7 мг/м³ до 3,17 мг/м³, а стандартное отклонение составило 0,984. По г.Караганда динамика составила от 1,52 мг/м³ до 3,32 мг/м³, стандартное отклонение составило 0,762, а по г.Жезказган данный показатель РМ(2,5) варьировался от 0,08 до 1,1 мг/м³ при стандартном отклонении 0,435.

Таким образом, мы видим, что экологические показатели атмосферного воздуха в вышеуказанных регионах не соответствуют требуемым нормам и превышают предельно-допустимые концентрации. Всем нам известно, что устойчивое развитие региона и всего мира предполагает взаимодействие и учетывание как экологических, так и социальных и экономических показателей. Поэтому, далее проанализируем социальные показатели вышеуказанных регионов, а именно показатели смертности населения по основным классам причин смертности за 2017-2021 гг. в разрезе регионов (таблица 2).

Таблица 2. Показатели смертности населения по основным классам причин смертности на 100 000 человек за 2017-2020 гг. в региональном разрезе

	Общий показатель смертности				
	2017г.	2018г.	2019г.	2020г.	2020 к 2017 в %
Республика Казахстан	715,22	713,75	719,08	860,24	20,3%
Карагандинская обл.	957,34	968,15	973,65	1124,58	17,5%
г.Астана	389,56	395,74	391,05	532,18	36,6%
	Злокачественные новообразования				
Республика Казахстан	83,90	80,81	79,30	78,66	-6,2%
Карагандинская обл.	87,07	92,35	89,79	94,67	8,7%
г.Астана	82,27	86,39	79,20	70,84	-13,9%
	Болезни системы кровообращения				

Республика Казахстан	174,83	167,28	163,14	193,79	10,8%
Карагандинская обл.	314,27	321,34	325,47	351,86	12%
г.Астана	123,10	124,80	115,87	129,19	5%
Болезни органов дыхания					
Республика Казахстан	92,22	86,92	87,89	122,88	33,2%
Карагандинская обл.	101,33	94,02	90,22	98,15	-3,1%
г.Астана	31,25	30,44	31,07	52,57	68,2%
Примечание – составлена автором по данным [2]					

Проанализируем вышеуказанную таблицу показателей смертности населения по основным классам причин смертности за 2017-2020 гг. в региональном разрезе. Здесь мы видим, что по Республике Казахстан показатель уровня смертности в 2017 г. составлял 715,22, а в 2020 г. вырос на 20,2 % и составил 860,24. При анализе причин смертности населения были выбраны заболевания, которые связаны с негативным воздействием окружающей среды, так, исследовав показатели смертности от злокачественных новообразований отметим, что в целом по Республике Казахстан с 2017 по 2020 годы тенденция идет на спад, однако по Карагандинской области, наоборот, данный показатель в 2017 году был 957,34, а в 2020 г. вырос на 8,7% и составил 94,67. По г.Астана данный показатель так же имеет тенденцию к снижению. В 2017 году показатель был 82,27, что на 13,9% выше чем в 2020 г. (70,84). Так же рассмотрим динамику смертности населения от болезней органов кровообращения, которая имеет тенденцию роста. По Республике Казахстан с 2017 по 2020 гг. показатели выросли на 10,8% с 174,8 до 193,7. По Карагандинской области и г.Астана данный показатель так же имеет тенденцию роста на 12% и 5% соответственно с 314,27 до 351,86 по Карагандинской области и с 123,10 до 129,19 по г.Астана.

Далее с целью определения оценки качества атмосферного воздуха решили проанализировать взаимосвязь экологических и социальных показателей за 2017-2021 гг. на примере г.Астана (таблица 3).

Таблица 3. Матрица корреляции экологических и социальных показателей по г.Астана за 2017-2021 гг.

	НП	ИЗА	PM (2,5)	SO ₂	NO ₂	CO ₂	Смертность	Злокач.новообр	Болезни кров	Болезни органов дых
НП	1									
ИЗА	1	1								
PM(2,5)	1	0,445	1							
SO ₂	1	0,474	0,004	1						
NO ₂	-1	-0,497	-0,974	-0,225	1					
CO ₂	1	0,628	0,854	0,389	-0,911	1				
Смертность	-	0,357	0,977	-0,101	-0,958	0,752	1			

Злокач.новоо бразования	-	-0,263	-0,931	-0,222	0,952	-0,898	-0,881	1		
Болезни кровообращ.	-	0,017	0,571	-0,717	-0,502	0,104	0,727	-0,356	1	
Болезни органов дых	-	0,313	0,977	-0,094	-0,962	0,761	0,998	-0,905	0,70 5	1
Примечание – составлена автором по данным [2]										

Из вышеуказанной таблицы, мы видим сильную связь между исследуемыми показателями. Прямая корреляционная связь 0,854 наблюдается между показателями пыли (PM(2,5) и оксидом углерода (CO₂), 0,977 между PM(2,5) и смертностью от болезней органов дыхания. Такая же сильная корреляционная связь в 0,952 наблюдается между показателями диоксида азота (NO₂) и смертностью от злокачественных новообразований, что еще раз доказывает нам тесную связь эколого-социальных показателей.

Таким образом, взаимосвязь экологических и социальных показателей очень велика. Чем выше показатели качества атмосферного воздуха и меньше показатели вредных выбросов в атмосферу, тем выше уровень жизни населения, меньше затрат на природоохранные мероприятия. Мы все знаем, что основополагающим принципом «зеленой экономики» является устойчивое развитие, которое подразумевает комплекс мер, нацеленных на удовлетворение текущих потребностей человека при сохранении окружающей среды и ресурсов, то есть без ущерба для возможности будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности. Устойчивое развитие возможно при равновесии трех основных составляющих: экономический рост, социальная ответственность и экологический баланс. Поэтому очень важно сейчас обратить внимание на вопросы качества окружающей среды по качеству атмосферных выбросов и на эффективные природоохранные мероприятия.

Литература:

1. Шевелев, Н.С. Загрязнение воздуха как фундаментальная экологическая проблема / Н.С. Шевелев, А.А. Решетникова, А.Д. Андрейчева, А.Э. Осокина. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2019. – № 49 (287). – С. 30-33. – URL: <https://moluch.ru/archive/287/64756/>
2. Экспресс-информация (stat.gov.kz) (дата обращения: (20.09.2022)).
3. Рысь А. Люсина С., Стеговский З. Сравнение концентраций химических веществ и источников выбросов PM_{2,5} до пандемии и во время пандемии в Кракове, Польша DOI:10.1038/s41598-022-21012-x
4. Rajesh Shrestha Semiconductor Science and Information Devices Semiconductor Science and Information Devices 4(No2 (2022)):35-44 Volume 04 | Issue 02 October 2022 DOI:10.30564/ssid.v4i2.4884
5. Y.C. Jiang, T.L. Zhao, C.H. Tan, F. Li Haze Pollution in the Unstable Atmospheric Boundary Layer Over the West Bank of Taiwan Strait Induced by Regional Transport of PM_{2.5} October 2022 Earth and Space Science 9(10) DOI:10.1029/2022EA002505 License CC BY-NC-ND 4.0
6. Кучер М.И. Экология: учеб. пособие / под ред. проф. Е.Э. Френкеля. – Вольск: ВВИМО, 2015. – 265 С.