

ВОЗДУШНАЯ СРЕДА
ГОРОДОВ КРАСНОЯРЬЯ:
СОСТОЯНИЕ, ПРОГНОЗ, УПРАВЛЕНИЕ

Сборник материалов



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

Министерство образования и науки Российской Федерации
Сибирский федеральный университет

**ВОЗДУШНАЯ СРЕДА ГОРОДОВ КРАСНОЯРЬЯ:
СОСТОЯНИЕ, ПРОГНОЗ, УПРАВЛЕНИЕ**

Сборник материалов

Красноярск
СФУ
2015

УДК 502.3 (571.51)
ББК 28.081 (2 Рос-4 Крн)
В642

Научные редакторы: Р.Г. Хлебопрос, В.Г. Суховольский

В642 Воздушная среда городов Красноярья: состояние, прогноз, управление: сб. материалов / отв. за вып. В.Г. Суховольский. – Красноярск: Сиб. федерал. ун-т, 2015. – 72 с.

ISBN 978-5-7638-3265-5

Изложены проблемы управления состоянием воздушной среды на территории городов Красноярского края. Описано текущее состояние и принципы дальнейшего развития системы экологического мониторинга воздушного бассейна городов края. Рассматриваются подходы к управлению качеством атмосферного воздуха, оцениваются возможности автоматизированной системы наблюдения и управления информацией о загрязнении воздушного бассейна Красноярска, дан алгоритм работы систем оперативного информирования населения о состоянии воздуха. Обсуждаются приоритеты экологической политики на территории Красноярского края и проблемы управления состоянием урбоэкосистем.

УДК 502.3 (571.51)
ББК 28.081 (2 Рос-4 Крн)

© Сибирский
федеральный
университет, 2015

ISBN 978-5-7638-3265-5
Электронный вариант издания см.:
<http://catalog.sfu-kras.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
<i>Шахматов С.А.</i>	
Развитие системы экологического мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на территории Красноярского края	5
<i>Суховольский В.Г., Иванова Ю.Д., Мажаров В.Ф., Хлебопрос Р.Г.</i>	
Проблемы управления состоянием урбоэкосистем	11
<i>Сибгатулин В.Г., Кабанов А.А.</i>	
Приоритеты экологической политики на территории Красноярского края	23
<i>Ерёмин В.В., Бакова Л.А., Шлёнская Н.С.</i>	
Система государственного мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в Красноярском крае	30
<i>Михайлюта С.В.</i>	
Управление качеством атмосферного воздуха	34
<i>Картушинский А.В.</i>	
О необходимости создания автоматизированной системы наблюдения, контроля и управления информацией о загрязнении воздушного бассейна Красноярска	42
<i>Ребрик И.И., Ерохина Ю.М., Тоцев Д.А.</i>	
Производство алюминия: проблема выбора наилучшей доступной технологии	54
<i>Заворуев В.В., Заворуева Е.Н.</i>	
Об оперативном экологическом информировании населения Красноярска	59
ПОСЛЕСЛОВИЕ: РОЛЬ ЛИЧНОСТИ В ЭКОЛОГИИ	70

ПРЕДИСЛОВИЕ

Появление предлагаемого вниманию читателя сборника связано с тем, что по инициативе губернатора Красноярского края Министерством природных ресурсов и экологии было решено провести в СФУ заседание круглого стола на тему «Формирование региональной политики в области охраны атмосферного воздуха в Красноярском крае».

Участниками круглого стола стали сотрудники краевого Министерства природных ресурсов, представители научной общественности, общественных организаций края, а также хозяйствующих органов.

Результатом явились не только доклады и презентации, представленные на заседании, но и «полновесные» статьи с попытками осветить проблему с различных позиций. Всё это имело следующую цель: после проведения заседания круглого стола и издания сборника приступить к созданию «дорожной карты» городских реформ: определить, что делать параллельно, что – последовательно, как организовать действенный контроль и как в итоге сделать воздушную среду городов края безопасной для населения.

Такие шаги предпринимались и раньше. Но продвижение было очень медленным. Ощутимые результаты ожидались только через 10–15 лет. А то обстоятельство, что в 2019 году в Красноярске планируется проведение Универсиады, требует резкого увеличения скорости решения проблем, связанных с состоянием воздушной среды городов нашего края.

Мы надеемся, что знакомство с предлагаемыми материалами поможет читателю более глубоко осознать проблемы, вызванные загрязнением атмосферы наших городов, и пути их разрешения.

*Рем Хлебопрос,
Владислав Суховольский*

Развитие системы экологического мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на территории Красноярского края

*С.А. Шахматов**

Министерство природных ресурсов и экологии Красноярского края

Реализация государственной экологической политики невозможна без информации о состоянии окружающей среды, уровне ее загрязнения и прогноза изменения этого состояния во времени. Полнота, оперативность и объективность указанной информации напрямую зависят от состояния системы экологического мониторинга на территории региона. Развитие сети мониторинга позволит в полной мере запустить механизм контроля за выбросами и сбросами загрязняющих веществ в окружающую среду и по-другому посмотреть на систему их нормирования.

Правительство края обеспокоено современным состоянием мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в крае, так как на территории промышленных центров Красноярского края (Норильск, Красноярск, Ачинск, Лесосибирск, Минусинск) особенно остро стоит проблема загрязнения атмосферного воздуха, что связано с преобладанием в крае предприятий металлургической и теплоэнергетической отраслей, построенных в послевоенные годы, когда обеспечению экологической безопасности, к сожалению, не придавалось должного значения.

В Красноярском крае в настоящее время действует несколько систем экологического мониторинга, осуществляемых различными ведомствами и организациями в зависимости от поставленных перед ними задач и полномочий. Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха проводят: ФГБУ «Среднесибирское УГМС» (далее – Росгидромет), Управление Роспотребнадзора по Красноярскому краю, Министерство природных ресурсов и экологии Красноярского края (далее – Министерство), хозяйствующие субъекты. Однако представляется, что существующие сети экологического мониторинга (как федеральная, так и территориальная) в настоящее время не отвечают нормативным требованиям Росгидромета по количеству постов наблюдения и определяемым показателям загрязнения атмосферного воздуха.

* © Шахматов С.А., 2015.

Так, государственная федеральная наблюдательная сеть Росгидромета (далее – ГНС) за состоянием атмосферного воздуха охватывает всего лишь шесть городов Красноярского края и состоит из 18 стационарных постов, определяющих не более 16 показателей, в том числе в Красноярске – 8, Ачинске – 3, Канске – 2, Лесосибирске – 2, Минусинске – 1, Назарове – 2.

В соответствии с нормативными требованиями (1 пост на 50 тыс. жителей) необходимо иметь только в г. Красноярске (~1 млн жителей) 15–20 постов. В г. Норильске – а это лидер по валовым выбросам загрязняющих веществ в Российской Федерации – наблюдения ГНС не проводились с 2003 г. и только в этом году в опытно-режимном режиме осуществляются маршрутные наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха с помощью передвижной лаборатории, которая до настоящего времени не аккредитована в установленном порядке.

Правительство края с 2008 г. приступило к формированию территориальной сети наблюдения (далее – ТНС). При этом её создание ведётся с учётом специфики предприятий края, в строгом соответствии со всеми нормативными требованиями Росгидромета, в тесном взаимодействии с ФГБУ «Среднесибирское УГМС», которое заключается в согласовании как мест размещения постов, так и программ наблюдений на них и перечня определяемых загрязняющих веществ.

Сегодня основу ТНС составляют наземные стационарные и подвижные пункты наблюдения, в том числе:

- 6 стационарных постов наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха, расположенных в зоне влияния предприятий ОК «РУСАЛ», обеспечивающих непрерывное автоматическое измерение массовых концентраций оксида и диоксида азота, диоксида серы, оксида углерода, пыли в атмосферном воздухе, а также сбор, обработку, хранение, передачу накопленной информации на удаленный компьютер;

- передвижная экологическая лаборатория, с помощью которой в микрорайонах Северный и Солнечный проводятся наблюдения за загрязнением воздуха гидрофторидами, сероводородом и аммиаком.

Аналитическое обеспечение наземных наблюдений осуществляет аккредитованная лаборатория, имеющая лицензию Росгидромета на осуществление деятельности в области гидрометеорологии.

Всю эту деятельность ведет и аккумулирует краевой Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды (далее – Центр).

Имея свою ТНС, сегодня мы ставим задачу не только получать информацию о состоянии окружающей среды. Одной из основных задач Министерства является обеспечение населения достоверной информацией о загрязнении атмосферного воздуха в режиме реального времени. Для этого создан специальный интернет-сервис www.krassecology.ru, на котором в свободном доступе можно получить информацию о текущей экологической ситуации.

Наличие сети мониторинга загрязнения атмосферного воздуха (как федеральной, так и региональной) позволило нам разработать необходимую схему прогнозирования неблагоприятных метеоусловий (НМУ), способствующих накоплению загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы. На основе таких прогнозов возможно разрабатывать меры по предотвращению высокого и экстремально высокого загрязнения атмосферного воздуха в населённых пунктах края в периоды НМУ и планировать работы по регулированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в это время.

Благодаря этим действиям в г. Красноярске с 2012 г. по настоящее время ни разу не было допущено высокое и экстремально высокое загрязнение атмосферного воздуха в периоды НМУ, которые наблюдаются на территории города более 30 дней в году.

Работающая сеть мониторинга обеспечивает информацией контролирующие экологическую ситуацию государственные структуры. Достоверная информация о состоянии окружающей среды необходима для принятия мер воздействия надзорными органами. Для оперативного оповещения надзорных органов о высоком загрязнении атмосферного воздуха нами создана автоматическая система оповещения, которая формирует отчет, пересылает его на электронные адреса контролирующих и надзорных органов, органов местного самоуправления.

Ключевая задача на текущий момент – дальнейшее развитие сети мониторинга и аккумулирование информации, поступающей как с федеральных, так и с региональных постов наблюдения. Поэтому нам важно участие в пилотном проекте «Развитие единой государственной системы экологического мониторинга», который разработало Министерство природных ресурсов и экологии РФ при участии Всемирного банка. По итогам конкурсного отбора Красноярский край стал одним из трех пилотных регионов для реализации проекта. В рамках его реализации предусматривается создание единой государственной системы экологического мониторинга за счёт средств федерального бюджета, в том числе создание новых пунктов наблюдения за качеством ат-

мосферного воздуха, поверхностных вод суши, почвы, и дооснащение действующих пунктов наблюдения за качеством атмосферного воздуха газоанализаторами на специфические загрязняющие вещества. Предполагается развернуть сеть автоматизированных постов наблюдения за качеством воздуха и воды по всему краю. Это позволит достаточно точно и оперативно фиксировать и предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ, и сам источник загрязнения.

Кроме этого, при реализации проекта предполагается:

- создание регионального информационно-аналитического центра экологического мониторинга в составе Центра, оснащение его современной вычислительной техникой, программно-математическим обеспечением, надежными системами связи;
- внедрение на объектах хозяйственной деятельности автоматических средств измерения и учета объемов (масс) выбросов, сбросов и концентрации загрязняющих веществ, а также установка технических средств передачи полученной информации в региональный информационно-аналитический центр экологического мониторинга;
- объединение на информационном уровне данных наблюдений за состоянием (загрязнением) окружающей среды, радиационной обстановкой на территории Красноярского края, полученных федеральными, краевыми уполномоченными органами, хозяйствующими субъектами.

Система комплексного экологического мониторинга на территории края обеспечит органы государственной власти и население достоверной информацией о загрязнении окружающей среды, что, в свою очередь, позволит обеспечить эффективный экологический надзор с проведением комплексной оценки нанесённого экологического ущерба и предъявлением исков виновникам загрязнения окружающей среды, а также оперативное прогнозирование чрезвычайных ситуаций, связанных с высоким загрязнением окружающей среды, и своевременное проведение мероприятий по их предупреждению.

Данные наблюдений экологического мониторинга будут поступать в единый региональный мониторинговый центр в режиме реального времени, обрабатываться, сопоставляться с установленными сводными томами ПДВ квотами выбросов загрязняющих веществ для хозяйствующих субъектов и передаваться во все контролирующие и надзорные органы для оперативного реагирования.

В крае активно ведётся работа по использованию расчётного мониторинга загрязнения атмосферного воздуха.

В настоящее время с применением методологии, внедрённой ФГБУ «ВНИИ Экологии», разработаны сводные тома ПДВ для девяти городов края при том, что до настоящего времени в Российской Федерации законодательно не закреплена обязательность их разработки, не определены порядки их утверждения и применения.

Для выхода из сложившейся ситуации нами в 2012 г. заключено 4-стороннее соглашение о взаимодействии государственных органов исполнительной власти в области охраны атмосферного воздуха в Красноярском крае, которым регламентирован порядок разработки и применения на территории края расчётов сводных томов ПДВ. Результаты расчётов загрязнения атмосферного воздуха в соответствии с соглашением предоставляются федеральным органам власти в области охраны окружающей среды для использования при нормировании выбросов хозяйствующим субъектам.

Информация сводных томов также используется в процессе принятия управленческих решений при оценке качества воздуха и антропогенного воздействия действующих предприятий и транспорта, оценке экологической допустимости размещения новых предприятий, при разработке генерального плана и транспортных схем, при оценке рисков здоровью населения.

Создание томов ПДВ городов позволяет дать комплексную оценку качества воздуха, выявить очаги загрязнения и их источники, реализовать природоохранные мероприятия, поддержать деятельность городских служб, повысить эффективность работы с обращениями граждан. Для природоохранных ведомств использование томов ПДВ позволяет экономить бюджетные средства, так как в этой ситуации исключено дублирование аналогичных работ в разных ведомствах; экономить время при работе с предприятиями; уменьшить сроки рассмотрения документов; автоматизировать процедуры выдачи нормативов и разрешений; поддержать систему государственного надзора и контроля. Для предприятий использование томов ПДВ дает возможность уменьшить сроки согласования документов, обосновать планируемые природоохранные мероприятия.

Однако даже самой полной информации о загрязнении окружающей среды недостаточно для обеспечения надлежащего качества этой среды в рамках действующего законодательства. Чрезвычайно важно оснастить основные источники загрязнения окружающей среды автоматическими средствами измерений, что предусмотрено Федеральным законом от 21.07.2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный

закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Информация о состоянии окружающей среды не может быть полной без данных наблюдений самих компаний. Важно восстановить систему внутреннего производственного экологического контроля на предприятиях. Для этого необходимо на федеральном уровне законодательно закрепить требования к производственному экологическому контролю и внутрипроизводственному экологическому мониторингу, обязать владельцев крупных экологически опасных производств устанавливать автоматические датчики контроля выбросов и сбросов «на трубе» с передачей данных в региональный центр мониторинга.

Существующее законодательство позволяет устанавливать природопользователям временно согласованные нормативы выбросов и сбросов загрязняющих веществ, сроки достижения которых неоднократно продляются. Федеральным законом от 21.07.2014 № 219-ФЗ предусмотрено изменение этой практики, в том числе ограничение с 2019 г. сроков реализации программ повышения эффективности и планов мероприятий по достижению нормативов и исключение их продления.

Однако представляется, что необходимо исключить возможность продления сроков достижения нормативов предельно допустимых выбросов предприятиям, которым уже до 01.01.2019 устанавливались эти сроки и которые не обеспечили их достижение за период более 10 лет.

В настоящее время данные наблюдений в крае собраны в единый информационный ресурс. Эти базы данных многолетних наблюдений позволят разработать научно обоснованные прогнозы состояния природных ресурсов, определить перспективы развития экологической ситуации, а научные исследования с использованием базы данных мониторинга помогут разработать долгосрочные меры по защите населения от негативного воздействия и экологических угроз.

Проблемы управления состоянием урбоэкосистем

В.Г. Суховольский^{1, 2}, Ю.Д. Иванова³, В.Ф. Мажаров^{4, 5},
Р.Г. Хлебопрос^{1, 2, 3*}

¹Международный научный центр исследования экстремальных состояний человека при Президиуме КНЦ СО РАН

²Сибирский федеральный университет, Красноярск

³Институт биофизики СО РАН, Красноярск

⁴Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний СО РАМН, Новокузнецк-Красноярск

⁵Красноярский государственный медицинский университет
им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, Красноярск

В настоящее время примерно две трети населения Красноярского края живут в городах. При этом в пределах Красноярской агломерации живет более 1 100 тыс. жителей. В связи с этим проблема поддержания безопасного для здоровья состояния окружающей среды является важной для значительной части населения края. Тем не менее, несмотря на единодушное стремление горожан жить в незагрязненной среде, уровень загрязнения воздуха в Красноярске, Норильске и других городах края весьма высок (табл. 1).

Следует отметить, что сеть мониторинга, используемая для измерения концентраций поллютантов в воздухе, достаточно «редка» и сквозь «ячейки» этой сети, безусловно, «проваливается» значительное количество загрязнителей. Самые общие данные о пространственной структуре сети мониторинга и количестве пунктов приведены в табл. 2.

Таблица 1

Выбросы поллютантов на территории Красноярска (т год⁻¹)

Поллютант	Год						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1,2 бутадиен (дивинил)	90,4	105,6	105,6	105,5	105,6	106,0	103,1
2-этоксизтанол (этилцелозольв)	5,6	7,6	9,4	8,7	4,4	8,1	8,8
Нафталин	1 238,7	1 137,3	1 078,0	1 082,4	2 55,1	1 647,7	1 615,4
Пентан	3,7	3,1	4,2	21,6	26,2	12,1	78,5
Пыль бумаги	0,8	0,9	3,5	3,2	2,7	2,2	2,0

* © Суховольский В.Г., Иванова Ю.Д., Мажаров В.Ф., Хлебопрос Р.Г., 2015.

Окончание таблицы 1

Поллютант	Год						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Пыль стекловолокна	0,0	0,0	37,1	72,9	69,0	53,2	85,3
Углеводороды другие (без ЛОС)	27,0	25,9	6,0	1,7	1,5	1,3	1,5
Углеводороды другие ЛОС	33,4	0,8	7,3	55,1	79,4	78,9	75,0
Углеводороды предельные C ₁₂ –C ₁₉	22,6	33,3	35,1	20,0	9,6	13,0	87,1
Азота оксид	14,4	0,0	0,1	28,3	28,9	31,0	1 860,4
Акрилнитрил	14,1	14,2	14,2	14,2	14,2	15,0	13,8
Аммиак	53,6	55,3	49,4	48,1	45,4	42,5	50,8
Ацетон	22,7	13,2	24,1	24,0	8,7	20,7	20,9
Бензол	1,7	1,0	2,2	6,3	6,6	1,5	2,8
Угольная пыль	820,8	707,8	740,7	771,9	347,2	387,9	497,5
Соляная кислота	78,6	42,8	44,6	47,5	48,0	82,0	102,5
Летучие органи- ческие соединения	2353,7	2239,5	2381,4	2526,5	1618,5	2872,3	2798,3
Оксид азота в пересчете на NO ₂	15 203,2	15 219,7	14 432,3	15 372,8	15 342,5	16 895,4	14 890,6
Пыль неорганическая (SiO ₂ > 70 %)	60,7	69,4	57,7	185,1	208,9	218,6	313,9
Пыль неорганическая (SiO ₂ 20–70 %)	25 932,0	24 437,5	24 619,1	23 182,4	24 446,4	30 111,6	27 852,5
Сажа	160,0	153,4	159,9	191,8	96,3	298,6	312,1
пыль древесная	248,2	330,7	590,2	629,9	376,9	505,9	470,8
Серы диоксид	29 249,9	27 277,0	26 929,6	28 185,2	29 728,7	28 018,0	27 833,4
Углерода окись	62 150,2	62 860,0	62 344,0	65 085,3	89 782,1	90 059,7	84 948,2
Фенол	1,1	1,1	0,9	0,9	1,6	1,1	0,6
Формальдегид	5,6	6,1	7,2	10,8	11,6	10,0	11,5
Фтористые соединения газообразные	666,6	682,5	702,8	670,8	1 086,0	1 077,0	1 005,0
Фтористые соединения плохо растворимые	1 046,8	1 015,4	975,6	1 085,2	1 861,0	1 571,7	1 444,9
Хлор	36,5	34,8	38,0	38,8	24,4	22,8	19,6
Пыль вязкого шелка	0	0	0,008	0,008	0	0	0

Таблица 2

**Характеристики сети мониторинга за состоянием атмосферного воздуха
в городах Красноярского края**

Город	Число пунктов наблю- дений	Число жителей	Пло- щадь, км ²	Плот- ность на- селения, чел. км ²	Плотность жителей на один пункт на- блюдений	Площадь на один пункт на- блюдений, км ²
Минусинск	1	68 867	17,7	3 890,8	68 867	17,7
Ачинск	3	106 502	101,8	1 046,7	35 501	33,9
Назарово	2	51 437	87,9	585,0	25 719	44,0
Красноярск	8	1 035 528	359,3	2 882,1	129 441	44,9
Канск	2	92 142	96,3	956,8	46 071	48,2
Лесосибирск	2	60 277	277,0	217,6	30 139	138,5

В качестве показателя охвата города сетью мониторинга можно использовать такие величины, как число жителей города в расчете на один пост и средняя территория, на которой производится мониторинг, в расчете на один пост. Как следует из табл. 2, для большинства городов края расчетные значения уровня охвата территорий города постами наблюдения близки (от 34 до ~50 км² на один пост). Исключения составляют Лесосибирск с очень большой площадью мониторинга в расчете на один пост – почти 140 км² (известно, что Лесосибирск фактически представляет собой агломерацию из нескольких достаточно удаленных друг от друга городских поселений: это хорошо видно по очень низкой официальной плотности населения в Лесосибирске) – и Минусинск – город с минимальной площадью мониторинга в расчете на один пост (менее 20 км²), в котором единственный пункт наблюдений контролирует всю территорию достаточно плотно заселенного города. Конечно, сеть с площадью ячеек 50 км² не позволяет оценить в деталях состояние и уровень загрязнения в пределах города. Для выравнивания системы мониторинга в городах края хотя бы до уровня Минусинска необходимо поставить дополнительно по три пункта наблюдений в Ачинске, Назарове и Канске и по 12 пунктов наблюдений в Красноярске и Лесосибирске, т.е. вместо 18 действующих пунктов наблюдений необходимы 52 – почти в три раза больше, чем в настоящее время.

Однако даже по данным используемой в настоящее время сети мониторинга из 30 основных поллютантов (большой частью являющихся

опасными канцерогенами) выбросы 20 веществ в 2006 г. увеличились по сравнению с 2000 г. (табл. 3).

Из табл. 3 следует, например, что выбросы оксида азота за период с 2000 по 2006 г. выросли более чем в 100 раз (!). И только для четырех поллютантов (угольной пыли, фенола, хлора, нелетучих углеводородов) объем выбросов в 2006 г. уменьшился по сравнению с 2000 г. почти наполовину. И, конечно, обнадеживает тот факт, что кое-каких успехов все же удалось за эти годы добиться. В частности, полностью прекращены выбросы пыли вискозного шелка.

Конечно, Красноярск – промышленный город, и можно предполагать, что ценой увеличения выбросов поллютантов было обеспечено экономическое процветание города. Однако официальная статистика это предположение не подтверждает. По данным Крайстата, темпы роста экономики края (в постоянных ценах с учетом дефлятора) составляли в последние десятилетие 3–5 %, т.е. с 2000 по 2006 г. объем валового регионального продукта вырос всего на 20–25 %.

Проблему можно сформулировать так: является ли ситуация в Красноярске (а еще более – в Норильске) следствием влияния каких-то

Таблица 3

**Изменение объема выбросов поллютантов в 2006 г.
по сравнению с 2000 г. на территории г. Красноярска**

Ранг	Вещество	2006/2000	Ранг	Вещество	2006/2000
1	Азота оксид	129,1	11	Бензол	1,7
2	Пентан	21,4	12	2-этоксизтанол	1,6
3	Пыль неорганическая ($\text{SiO}_2 > 70 \%$)	5,2	13	Фтористые соединения газообразные	1,5
4	Углеводороды предельные	3,9	14	Фтористые соединения плохо растворимые	1,4
5	Пыль бумаги	2,6	15	Углерода окись	1,4
6	Углеводороды другие ЛОС	2,2	16	Гидрохлорид (соляная кислота)	1,3
7	Пыль неорганическая ($\text{SiO}_2 < 20 \%$)	2,1	17	Нафталин	1,3
8	Формальдегид	2,0	18	Летучие органические соединения	1,2
9	Сажа	1,9	19	1,2 бутадие	1,1
10	Пыль древесная	1,9	20	Пыль (SiO_2)	1,1

субъективных факторов и «результатом» работы нерадивых чиновников, отвечающих за экологическое состояние территории, или же существуют фундаментальные причины, определяющие экологическую обстановку в городах – и не только городах края, но вообще во всех городах России?

По нашему мнению, причины существующей экологической ситуации фундаментальны и вообще не зависят от качества работы конкретных систем мониторинга состояния окружающей среды. Эти фундаментальные причины можно перечислить:

- отсутствие собственника экологических объектов (как известно, природная среда – это, к сожалению, общественное благо, никому не принадлежащее), в связи с чем теорема Р. Коуза не действует и невозможно эффективное управление состоянием природной среды без участия государства (Коуз, 1998);

- рациональность поведения потребителей таких «общественных благ», как окружающая среда. Загрязняя природную среду, потребитель экологических благ «производит» индивидуальное благо и параллельно общественное «антиблаго» (Бьюкенен, 1997). В результате таких действий потребителей экологических полезностей реализуется игровая ситуация «дилеммы заключенных» (Дубина, 2010; Петросян и др., 2012), когда каждый стремится к выбору выигрышной для себя стратегии, а в системе в целом реализуется стратегия производства экологических «антиблаг»;

- «скатывание» системы управления состоянием природной среды также к игре «дилемма заключенных», что связано с отсутствием возможности для организации коллективных действий населения в существующей законодательной и политической среде;

- существование агентской проблемы у природоохранных служб и частичная «приватизация» экологической информации; в такой ситуации службы реально не заинтересованы в снижении уровня загрязнений.

Как же добиться изменения существующей ситуации? На наш взгляд, малоперспективен предлагаемый путь административного террора, состоящий, в частности, в тотальном размещении по всей территории города датчиков, измеряющих концентрацию поллютантов, соединения этих датчиков с центральным компьютером, в организации непрерывного контроля за выбросами всех веществ и беспощадном штрафование виновников выбросов поллютантов. Наверное, таким способом возможно добиться уменьшения объема выбросов от

мощных источников поллютантов, но ведь более половины из общего выброса поллютантов приходится на долю «мелких» загрязнителей, прежде всего на автотранспорт. И как управлять этими загрязнителями? Датчик же с автоматической передачей данных на каждую автомашину не поставить. Знание состояния природной среды в целом, полученное с помощью системы мониторинга, в данном случае не открывает возможности управления поведением этих загрязнителей.

При описании механизма действия экологических налогов следует учитывать тот факт, что налагающие налог (штрафующие) органы не являются безличными рыночными механизмами, а должны рассматриваться как субъекты экономики, имеющие свои цели и интересы. И эти интересы состоят не только в уменьшении выбросов загрязняющих веществ, но и в увеличении сумм налогов (штрафов), поступающих полностью или частично в распоряжение штрафующих органов. Стратегия производителей состоит в минимизации расходов на очистку, а стратегия контролирующих органов – в максимизации доходов от экологических налогов (штрафов). И доходы контролирующих органов будут максимальны не тогда, когда производитель сводит к минимуму выбросы загрязнителей, а тогда, когда производители выбрасывают максимальные объемы V загрязняющих веществ и согласны платить экологические налоги (штрафы) по максимально приемлемым для них ставкам S , при которых, однако, сумма штрафов $M_{\max}$ меньше, чем расходы на установку и эксплуатацию очистных сооружений:

$$M_{\max} = V \cdot S < M_{cl}. \quad (1)$$

При фиксированном объеме V выбросов контролирующие органы могут повышать ставки экологических налогов до тех пор, пока будет выполняться неравенство (1). При этом никакого уменьшения выбросов поллютантов не произойдет. Но как только ставки налогов будут находиться на таком уровне, что неравенство (1) перестанет выполняться, для производителей предпочтительнее будет установить очистные сооружения. При этом резко упадет объем V выбросов поллютантов и, соответственно, сумма экологических налогов (штрафов). Подобная ситуация выгодна для общества, но не для контролирующих органов. В этом случае у контролирующих органов есть две возможные стратегии: смириться с уменьшением доходов от экологических налогов или продолжать повышать ставку экологического налога под предлогом недостаточности существующего уровня очистки. Однако кроме стратегии, направленной на увеличение ставок экологического налога,

для контролирующих органов возможна и другая стратегия – стимуляция увеличения объема выбросов поллютантов при сохранении или даже уменьшении ставки экологического налога. Подобная стратегия реализуется при стимуляции производства, содействии строительству новых производств, расширении уже существующих и т.д.

При использовании таких стратегий контрольные органы могут не ставить своей целью минимизацию объема выбросов поллютантов. Почти в чистом виде такой подход реализовался в начале 2000-х гг. во многих городах России при решении задач уменьшения выбросов от автомобилей. В частности, для контроля за выбросами поллютантов автотранспортом были созданы специальные «силовые» подразделения – так называемая экологическая полиция. В задачу этих структур входила проверка уровня выбросов выхлопных газов автомобилей и штрафование владельцев автотранспортных средств, у которых уровень выбросов превышает предельно допустимую величину. При этом часть штрафов идет на премирование сотрудников экологической полиции. В этих условиях штрафующие структуры становились заинтересованными не в уменьшении выбросов от автотранспорта, а в увеличении числа автомобилей, выбросы от которых превышают допустимый уровень, а также в неувеличении размера разового штрафа и неучащении проверок (так как увеличение размера штрафа и ужесточение режима проверок могли стимулировать владельцев на закупку очищающих фильтров и других средств) и та цель, которая ставилась при разработке такого рыночного инструмента, как экологические налоги, не достигается.

Рассмотрим простую модель оптимизации (с точки зрения контролирующих органов) процессов регулирования выбросов поллютантов, когда производители выбрасывают в процессе производства поллютанты, а контролирующие органы по определенной ставке облагают эти выбросы налогами. Доходы Q предприятий запишем следующим образом:

$$Q = \sum_{i=1}^n a(i)M(i), \quad (2)$$

где $a(i)$ – цена единицы продукции i -го предприятия; n – число предприятий-производителей; $M(i)$ – объем продукции, произведенной i -м предприятием.

Тогда доходы W контролирующих органов от экологических штрафов составят

$$W = \sum_{i=1}^n s(i)b(i)M(i), \quad (3)$$

где $s(i)$ – ставка экологического налога для i -го предприятия; $b(i)$ – объем выбросов при производстве единицы продукции i -го предприятия.

Для простоты далее будем полагать, что $a(i) \equiv a$, $M(i) \equiv M$, $b(i) \equiv b$, $s(i) \equiv s$, то есть цены продукции и нормативы штрафов у всех предприятий одинаковы. Тогда $Q = naM$ и $W = nsbM$. Остаточный доход предприятий после уплаты экологических налогов определим как $P = Q - W$. Запишем выражения для изменений суммы экологических налогов W :

$$\frac{dW}{dt} = sbM \frac{dn}{dt} + nbM \frac{ds}{dt} + nsM \frac{db}{dt} + nsb \frac{dM}{dt}, \quad (4)$$

$$\frac{dP}{dt} = \frac{dQ}{dt} - \frac{dW}{dt}. \quad (5)$$

Как видно из (4), управление доходами W контролирующих органов от экологических налогов можно производить, используя три чистых стратегии управления: управление числом предприятий n , управление при помощи ставки экологического налога s , управление путем регулирования нормы выбросов b от производства единицы продукции и объема производства отдельного предприятия. При использовании каждой из чистых стратегий предполагается, что те параметры, которые не служат объектами управления, поддерживаются постоянными.

1. Управление при помощи ставки экологического налога s . В этом случае при увеличении ставки экологических налогов доходы контролирующих органов будут увеличиваться, а остаточный доход предприятий – падать. Такого рода взаимодействия между штрафующими органами и производителями могут описываться классической игрой с нулевой суммой (Нейман, Моргенштерн, 1970). В такой игре выигрыш одного игрока в точности равен проигрышу другого. Подобная ситуация будет вынуждать производителей сопротивляться увеличению ставок экологических налогов.

2. Управление числом предприятий n . Если число предприятий растет, то доходы от экологических штрафов будут расти, а знак dW/dt будет определяться знаком выражения $g = (ab - q)$. Если $g > 0$, то игра перестает быть игрой с противоположными интересами и от увели-

чения числа предприятий могут выиграть и штрафующие органы, и производители в целом. Однако для отдельного производителя (случай $k = 1$) игра по-прежнему останется игрой с нулевой суммой.

3. Управление путем установления объема выбросов V отдельного предприятия (при этом $s = \text{const}$, $k = \text{const}$, $ds/dt = 0$, $dk/dt = 0$). В этом случае знак dQ/dt совпадает со знаком dV/dt , а знак dW/dt определяется знаком dV/dt и знаком величины $g = (ab - q)$. Если $dV/dt < 0$ (т.е. проводится политика уменьшения объемов выбросов) и $g > 0$, то $dQ/dt < 0$ и $dW/dt > 0$, т.е. и прибыль производителей, и доходы штрафующих органов падают. Такая политика оказывается невыгодной и тем и другим.

Проведенный анализ показывает, что при чистых стратегиях управления состоянием окружающей среды не возникает кооперативных стратегий, когда выгоду получают и штрафующие органы, и производители.

Нормативы штрафов, как правило, определяются не штрафующей организацией, а в законодательном порядке. Однако это принципиально ничего не меняет: частоту применения штрафных санкций устанавливает все же штрафующий орган, а в обсуждаемой модели важен фактически взимаемый штраф, линейно зависящий от частоты санкций. Описанные сценарии часто реализуются штрафующей организацией не вполне осознанно: возникает контрольная служба, эта служба встречается с обилием загрязняющих природу предприятий, начинает со всех по очереди брать штрафы (не вынуждая при этом предприятия приступать к работе по уменьшению выбросов поллютантов), пополняет муниципальный бюджет, получает приличную зарплату из доли штрафов. Никаких сомнений не возникает, что все делается правильно — только экологическая обстановка не меняется, хотя все делается «как обычно», «как все делают» (между тем следование традициям в данном контексте совершенно неуместно — очевидно, что в стереотипах массового поведения давно заложена автоматическая ориентация на личную выгоду).

Анализ результатов социологических исследований показывает, что существует своеобразный вид зависимости экологической озабоченности населения от уровня загрязненности (Крылов, 1995). При низких уровнях загрязненности экологическая озабоченность сначала растет с уровнем загрязнения, затем падает, снова растет и окончательно падает при очень высоких уровнях загрязнения, как будто все население искало свою выгоду в имитации экологической озабоченности, стремилось к «прибыли» — денежной, политической или психо-

логической. По-видимому, сегодня цели экологических движений не сводятся к устранению экологического кризиса. Общественное недовольство по поводу загрязнения окружающей среды часто имеет в виду не действительное улучшение экологической ситуации, а достижение каких-то, быть может, даже позитивных, но лишь косвенно связанных с этим целей.

Однако анализ, основанный только на сопоставлении экономических показателей, неполон, так как необходимо учитывать и политические аспекты процесса контроля за состоянием окружающей среды. Для штрафующих органов может оказаться важнее получить политические прибыли, нежели чем экономические. Возможные политические «дивиденды» могут состоять в увеличении политической поддержки населением штрафующих органов, если уровень загрязнений заметно уменьшается, но при этом не уменьшается уровень занятости и доходы населения.

Политическую полезность $r(V)$ уменьшения уровня выбросов поллютантов, которую можно определить как вероятность поддержки избирателями действий властей по снижению загрязнения природной среды до уровня V , запишем как

$$p(V) = \frac{V_0}{V_0 + V}, \quad (6)$$

где V_0 – константа, равная значению такому уровню загрязнения V , при котором $r(V) = 1/2$, т.е. уменьшение выбросов до уровня V_0 поддерживается половиной избирателей.

Из (6) видно, что с ростом уровня загрязнения политическая полезность для властей такого состояния природной среды уменьшается. Для увеличения уровня поддержки населения в этом случае необходимо уменьшать уровень загрязнений. Однако если V_0 велико по сравнению с реально и потенциально выбрасываемыми объемами поллютантов, то $p(V)$ близко к единице при любых значениях V . Это означает, что избиратели не реагируют на любые действия властей по регулированию состояния природной среды. В этом случае политические соображения можно не учитывать при разработке политики регулирования выбросов поллютантов.

Если выбрана стратегия экономического роста, заключающаяся в увеличении числа предприятий, числа рабочих мест на предприятиях, уменьшении для каждого предприятия расходов на очистку отходов производства, то политическую полезность $h(E)$ увеличения уровня

занятости E , характеризующую изменение доли занятых в производстве в зависимости от увеличения прибыли предприятий, можно записать как

$$h(E) = \frac{E}{E_0 + E}, \quad (7)$$

где E_0 есть объем прибылей, обеспечивающий занятость половины трудоспособного населения.

Из (7) видно, что с ростом прибыли политическая полезность повышения уровня занятости будет увеличиваться.

Таким образом, контролирующим органам в процессе управления выбросами поллютантов приходится решать сложную задачу оптимизации экономической и политической выгод. Простейшая оптимизационная функция R будет произведением функций дохода и политических полезностей:

$$R(V, k, s, E) = Q(V, k, s) \cdot r(V) \cdot h(E) \rightarrow \max. \quad (8)$$

Аналогично тому, как это сделано для описания стратегии контролирующих органов, возможно рассмотреть задачу оптимизации выбросов поллютантов с точки зрения сторонников охраны окружающей среды. Необходимость в такой стратегии следует хотя бы из того, что при использовании «зеленой» стратегии в ее предельном варианте выбросы должны быть уменьшены до максимума, однако экономическая полезность такого решения будет минимальна.

Таким образом, задача управления экологическим состоянием городской среды и выбор оптимальной стратегии управления являются весьма сложной и нетривиальной задачей. Представляется, что построение эффективной системы управления состоянием природной среды в городах следует начать не с установки сети датчиков концентрации поллютантов и повышения уровня гласности в распространении экологической информации (хотя это тоже очень полезно), а с институциональных изменений, после которых отрицательное воздействие перечисленных выше фундаментальных факторов снизилось бы или даже сменило знак. В числе таких новых принципов управления можно было бы рассмотреть разработку законодательства о предельных уровнях загрязнений на всей территории города, введение нормативов продажи прав на выбросы на вторичных экологических биржах и через это поиск собственника (или квази-собственника) природной среды, допуск частных структур к контролю за загрязнением среды и создание биз-

неса по контролю за состоянием природной среды. Если какие-то из этих базовых принципов окажутся приемлемыми и будут внедряться в практику экологического управления, то после этого можно будет поговорить об оптимизации измерений концентраций поллютантов, пространственной структуры сетей наблюдения и определении предельно допустимых значений концентраций поллютантов.

Список литературы

1. Бьюкинен Дж. Границы свободы. Между анархией и Левиафаном // Нобелевские лауреаты по экономике. Джеймс Бьюкенен. М.: Таурус Альфа, 1997. С. 207–439.
2. Дубина И.Н. Основы теории экономических игр. М.: КНОРУС, 2010. 208 с.
3. Коуз Р. Фирма, рынок и право. М.: Дело ЛТД, 1998. 195 с.
4. Крылов М.П. Реакция населения городов России на современную экологическую ситуацию // Известия РАН. 1995. № 6. С. 52.
5. Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. М.: Наука, 1970. 707 с.
6. Петросян Л.А., Зенкович Н.А., Шевкопляс Е.В. Теория игр. СПб: БХВ-Петербург, 2012. 432 с.

Приоритеты экологической политики на территории Красноярского края

В.Г. Сибгатуллин, А.А. Кабанов*

Некоммерческое партнёрство «Экологический центр рационального освоения природных ресурсов» (НП «ЭЦ РОПР»), Красноярск

Экологическая обстановка в основных промышленных центрах Красноярского края (Норильск, Красноярск, Ачинск, Канск, Лесосибирск) крайне неблагоприятна. Это достаточно хорошо известно из данных федеральной и краевой сетей экологического мониторинга и систем производственного экологического контроля промышленных предприятий. Эти данные ежегодно публикуются в Государственных докладах «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае», но у независимых специалистов и представителей общественности существует стойкое ощущение, что только они и читают эти доклады.

Что же все-таки делается для уменьшения уровня загрязнения природной среды нашего края? В концентрированном виде экологическая политика проявляется в экономике, а индикатором экономики выступает статистика собираемых платежей за негативное воздействие на окружающую среду и затраты на природоохранные мероприятия за прошедшие годы. Так как абсолютные значения сумм, поступавших в экологические фонды всех уровней и затрат на природоохранные мероприятия за период 1995–2014 гг. малоинформативны в связи с инфляционными процессами, экономическими кризисами (дефолт 1998 г. и др.) и ненадежностью в связи с этим официальных дефляторов, то в качестве интегрального показателя экологической политики в крае в 1998–2014 гг. будет рассматривать отношение затрат на природоохранные мероприятия к суммам фактически поступивших в краевой бюджет платежей за негативное воздействие на окружающую среду. Если данное отношение близко к 1, это означает, что поступившие суммы в целом были использованы для финансирования мероприятий по улучшению состояния окружающей среды. Если это отношение значительно больше 1, можно говорить об ответственной экологической политике. Если же это отношение меньше 1, интерес властей к экологическим проблемам минимален.

* © Сибгатуллин В.Г., Кабанов А.А., 2015.

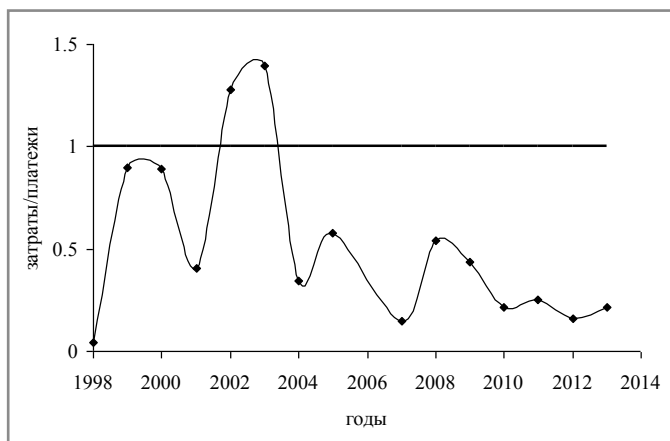


Рис. 1. Отношение затрат на природоохранные мероприятия и фактически поступивших в краевой бюджет платежей за негативное воздействие на окружающую среду за период 1998–2013 гг.

Как видно на рис. 1, сразу после дефолта 1998 г. и начала периода экономического роста полученные в краевой бюджет платежи за негативное воздействие на окружающую среду в полной мере тратились на природоохранные мероприятия. Но после 2004 г. эти затраты составляли в лучшем случае половину от поступивших в краевой бюджет платежей за негативное воздействие на окружающую среду. А с 2010 г. на финансирование природоохранных мероприятий шло лишь около 20 % от суммы поступивших экологических платежей. Таким образом, загрязнение среды промышленными предприятиями стало источником доходов краевого бюджета.

Тем не менее какие-то ресурсы на решение экологических проблем в бюджете края выделяются. Что же необходимо делать с этими деньгами? Для оценки воздействия загрязнителей на человека и биосферу в целом необходимы как постоянно собираемые **данные о концентрации загрязнителей** (и эти данные можно получить, создав систему мониторинга загрязнения), так и **оценки воздействия загрязнителей** на человека и биоту в целом в зависимости от концентраций загрязнителей.

К сожалению, сети экологического мониторинга состояния природной среды на территории Красноярского края крайне редки, не охватывают все необходимые для контроля зоны, не обеспечивают

оперативность получения и передачи данных. Производственный экологический мониторинг практически основан на так называемом расчетном методе без (или с минимальным уровнем) аппаратного контроля. Даже в Норильске – одном из мировых «лидеров» по загрязнению окружающей среды – в течение многих лет отсутствует система федерального экологического контроля.

В 2014 г. принят Федеральный закон от 21.07.2014 № 219-ФЗ, который предусматривает постепенный переход на наилучшие доступные технологии (НДТ) с целью коренного улучшения экологической ситуации в РФ, а также внедрение системы автоматизированного инструментального контроля за состоянием выбросов и сбросов в воздушную и водную среды. При этом для предприятий особой экологической опасности ФЗ 219 с 2018 г. предусматривает ежедневную передачу данных производственного контроля в общегосударственную и региональные подсистемы экологического мониторинга.

В связи с тем, что край включен в Федеральную программу развития экологического мониторинга в РФ в качестве пилотного проекта, в 2013 г. были разработаны научно-методические основы эффективной системы краевого экологического мониторинга. При этом наряду с краевыми средствами предполагается финансовое участие федерального бюджета и Всемирного банка. Минимальная сумма затрат на создание эффективной системы краевого экологического мониторинга – 2,5 млрд руб. на 2015–2018 гг. (в ценах 2013 г.). Будем надеяться, что эти проекты развития сетей экологического мониторинга реализуются и дадут нам представление об уровне загрязнения природной среды на территории края.

Но оценка уровня загрязнения в физических единицах (тоннах и кубометрах) еще не предоставляет оценок экологического риска воздействий. Если существующие санитарные нормы и правила в целом дают удовлетворительную оценку вредного воздействия факторов окружающей среды на человека, то оценок воздействия различных химических, физических факторов на микроорганизмы, животных и растения до настоящего времени не получено.

Декларируемая уже многие годы на федеральном уровне необходимость разработки нормативов качества окружающей среды пока так и остается на бумаге и кочует из одной экологической концепции в следующую безо всякой реальной реализации. До сих пор Правительство РФ не утвердило методику разработки нормативов качества окружающей среды, хотя это было предписано Федеральным законом об охране

окружающей среды. В результате ни в РФ в целом, ни в отдельных субъектах РФ не разработаны и не утверждены нормативы качества окружающей среды. Как следствие, нет основы для разработки нормативов допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду, а также отсутствует объективная шкала отсчета для оценки изменений условий окружающей среды применительно к задаче сохранения биосферы в целом и биологического разнообразия в частности.

Нормативы качества окружающей среды (НКОС) должны отражать особенности различных типов среды обитания человека с учетом ландшафта местности и исходного биологического разнообразия. НКОС в идеале должны обеспечивать благоприятную среду обитания не только для человека, но и для окружающих компонентов биосферы. Поэтому в качестве объективного индикатора состояния среды обитания при разработке методики НКОС должен выступать видовой состав, биоразнообразие и устойчивость экосистем.

Разработать единые для всей России НКОС без учета местных условий практически невозможно. Это обстоятельство — одна из причин отсутствия до сих пор федеральных нормативов качества окружающей среды. Исходное законодательное положение, регламентирующее разработку НКОС (разрабатываются и утверждаются федеральным центром), в корне неверно, так как при этом в принципе невозможно эффективно учесть местные (региональные) ландшафтно-климатические и экологические условия, способствующие сохранению, развитию и в ряде случаев восстановлению экосистем.

Второй вероятной причиной отсутствия на федеральном уровне даже методики разработки НКОС является «торможение» разработок промышленными группами, которые привыкли бесконтрольно эксплуатировать и присваивать природно-ресурсную и экологическую ренты. Внедрение в практику природопользования НКОС в РФ неизбежно ограничит уровень сверхдоходов корпораций. Странно, но и научное сообщество до сих пор не предложило методику для разработки НКОС, хотя принципы НКОС известны и должны исходить из задачи сохранения биоразнообразия.

В связи с отсутствием НКОС Ростехнадзор оценивает только риски заболеваемости людей относительно санитарно-гигиенических нормативов.

Отсутствие НКОС открывает широкий простор для волюнтаризма в принятии решений по проблемам регулирования состояния окружающей среды. В результате эффективность управления при-

родопользованием и охраной окружающей среды низка и не соответствует требованиям экологической безопасности, сформулированным в краевой концепции экологической безопасности до 2030 г. Вывод очевиден – даже при ограниченных экономических возможностях необходимо строить экологическую политику края с фундамента (с разработки нормативов качества окружающей среды), а не с крыши (с мониторинга концентраций поллютантов).

Однако в краевой программе на 2015 г. вновь отсутствует мероприятие по разработке нормативов качества окружающей среды под предлогами: нет полномочий, нет денег, нет ясности, как их (нормативы) использовать в практике управления, и это при том, что ФЗ-219 (ст. 20) четко формулирует цели, задачи и направления использования нормативов качества окружающей среды – фундамента экологической и природоресурсной политики.

Несомненно, эти меры позволят коренным образом улучшить экологическую ситуацию в стране до 2030 г. Однако когда в 2019 г. в Красноярске состоится Всемирная студенческая универсиада, уровень загрязнения городов края увидит вся планета. И, наверное, нельзя ждать, когда в полную силу заработает ФЗ-219, необходимо находить нестандартные инновационные подходы к наведению порядка в сфере экологической безопасности.

Научные основы экологической политики РФ (по аналогии с развитыми странами Западной Европы) были заложены Министерством охраны окружающей среды под руководством академика Данилова – Данильяна (до 1997 г.) и, несмотря на крайне сложное финансовое состояние России в 1990-е гг., экологические проблемы решались более системно, чем в настоящее время.

В 1990-е гг. при низкой собираемости экологических платежей они концентрировались не в бюджете, а в бюджетном экологическом фонде, что позволяло финансировать различные научно-технические мероприятия по охране окружающей среды. Начиная с 1997 г. статус Министерства экологии был понижен до уровня Федерального агентства по охране окружающей среды, а к руководству были привлечены не специалисты, а «менеджеры» (до 2007 г.). В 2007 г. «экологическое» агентство было ликвидировано и создано Министерство природных ресурсов и экологии РФ, что окончательно подорвало основы эффективной (независимой) экологической политики в РФ.

В эти же годы в Управлении природопользованием и экологией в крае наблюдалась еще большая чехарда, чем на федеральном уровне. О

какой эффективности управления можно говорить, если за 15 лет организационная структура краевой системы управления природными ресурсами и экологией изменялась 7–8 раз? В течение 20 лет постоянно менялась и нормативно-законодательная база. Были ликвидированы специализированные экологические фонды, что уничтожило финансовую основу долговременной экологической политики в стране и в крае. Были изменены лесной, земельный, водный и другие кодексы, из которых исчезло понятие «среда обитания», а природные ресурсы рассматриваются не с точки зрения сохранения экосистем, а чисто утилитарно – как источник материальных экономических ресурсов (лес – бревно, вода – турбина). Это привело к тому, что при резком снижении объемов производства в РФ и крае отрицательное воздействие на среду обитания человека не только не уменьшилось, а сохранилось, в ряде случаев даже увеличилось.

Порочный тезис «экология не должна мешать развитию промышленного производства» привел к тому, что при кратном сокращении объемов промышленного производства уровень загрязнений воды, воздуха, почв в крае увеличился по сравнению со временем максимального уровня развития промышленности (70–80 гг. XX в.).

Анализ экологических мероприятий, предусмотренных бюджетом на 2015 г., свидетельствует не только о необоснованно малом объеме финансирования экологических мероприятий, но и о сомнительных приоритетах: исходя из выделенных средств, основные экологические риски связаны с радиационными обстановкой и биоресурсами, что неверно. Главные риски на текущий момент – загрязнение воздуха и воды, выбросы промышленных отходов.

Но даже при таком выборе стратегии отсутствует системная координация различных краевых ведомственных структур, отвечающих за формирование и реализацию соответствующих программ с целью их сбалансированности относительно социально экологических критериев.

Градостроительные нормативы не стали эффективным инструментом обеспечения экологической безопасности, инвестиционные проекты не оцениваются с позиций принципа «Экватора» (зеленой экономики), отсутствуют краевые нормативы качества окружающей среды и допустимой антропогенной нагрузки, территориальное планирование выполнено без эколого-хозяйственного зонирования. Даже не требующая затрат, но несомненно потенциально эффективная краевая информационная система экологического мониторинга различных

уровней (федерация, край, бизнес) в форме информационного консорциума так и не создана (говорим о ней уже 8 лет) и т.д.

Действующие краевые программы не в полной мере учитывают главные компоненты утверждённой в 2014 г. экологической концепции. Край еще далек от реализации стратегии устойчивого (эколого-социально-экономического) развития.

Что же делать? Тривиальный ответ – внедрить инновации в управлении краем. Так, практически без затрат возможно организовать информационный экологический консорциум (без ссылок на отсутствие полномочий – они есть у края), что позволит планомерно повысить эффективность экологического мониторинга. Уже сегодня следует приступить к созданию «фундамента» краевой экологической политики – разработке нормативов качества окружающей среды. Цена вопроса в данном случае ничтожна – 1,0–1,5 млн руб. на 1–2 года.

Представляется, что необходимо сконцентрировать ограниченные, но стабильные экономические ресурсы – экологические платежи в краевом внебюджетном экологическом фонде (никаких законодательных ограничений нет, нужна лишь воля губернатора). Это позволит планомерно реализовать долговременные экологические мероприятия, т.е. заниматься вопросами экологии системно, а не «кавалеристскими» наскоками, как в настоящее время.

В условиях финансового кризиса эффективна «ручная» система управления. И, учитывая межотраслевой и долговременный характер экологических проблем, объективно необходим координатор – управленец в ранге заместителя губернатора по экологии.

Система государственного мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в Красноярском крае

*В.В. Ерёмин, Л.А. Бакова, Н.С. Шлёнская**

ФГБУ «Среднесибирское УГМС», Красноярск

Наблюдения за состоянием загрязнения атмосферного воздуха на территории Красноярского края проводятся на 18 стационарных постах государственной наблюдательной сети (ПНЗ), расположенных в шести промышленных центрах края, в которых, по данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики, по состоянию на 01.01.2014 проживают около 1,4 млн чел. (табл. 1).

Основной целью мониторинга является обеспечение потребностей государства, физических и юридических лиц информацией о фактическом и прогнозируемом состоянии атмосферного воздуха.

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в г. Красноярске проводятся по полной программе – шесть дней в неделю в сроки 01, 07, 13 и 19 часов местного времени, в остальных городах края по неполной программе – в 07, 13 и 19 часов. Одновременно с отбором проб определяются метеорологические параметры: скорость и направление ветра, температура воздуха, фиксируется состояние погоды (дождь, снег и т.д.) и подстилающей поверхности почвы. Для определения приземной концентрации примеси в атмосфере отбор проб проводится на высоте от 1,5 до 3,5 м от поверхности земли.

Таблица 1

Характеристики системы наблюдения за состоянием атмосферного воздуха на территории Красноярского края

Город	Количество ПНЗ	Число жителей, тыс. чел
Красноярск	8	1 035 528
Ачинск	3	106 502
Назарово	2	51 437
Лесосибирск	2	60 277
Канск	2	92 142
Минусинск	1	68 867
Итого	18	1 414 753

* © Ерёмин В.В., Бакова Л.А., Шлёнская Н.С., 2015.

Отбор проб осуществляется путем аспирации определенного объема атмосферного воздуха через поглотительный прибор, заполненный жидким или твердым сорбентом для улавливания вещества. Определяемая примесь из большого объема воздуха концентрируется в небольшом объеме сорбента. Разовый отбор проб атмосферного воздуха продолжается 20 мин.

В настоящее время на территории Красноярского края функционируют четыре аккредитованные лаборатории ФГБУ «Среднесибирское УГМС» в городах Красноярске, Ачинске, Назарове, Лесосибирске. Пробы воздуха, отобранные на стационарных постах государственной наблюдательной сети, доставляют в аккредитованные лаборатории по мониторингу загрязнения атмосферного воздуха, где проводится их количественный химический анализ для определения содержания загрязняющих веществ.

В 2014 г. аккредитованными лабораториями выполнено 137 195 определений в пробах загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. За пятилетний период (2010–2014 гг.) количество определений увеличилось на 9985 (рис. 1).

Незначительное снижение в 2013 г. количества выполненных определений связано с сокращением бюджетных ассигнований на выполнение Государственного задания с 1 июля 2013 г. на основании указания руководителя Росгидромета от 14.06.2013 № 140-03513/13Н.

В конце 2013 г. в г. Норильске введена в эксплуатацию в тестовом режиме мобильная экологическая лаборатория (МЭЛ) с комплексом технических средств на базе автомобиля Ford Tranzit. МЭЛ функцио-

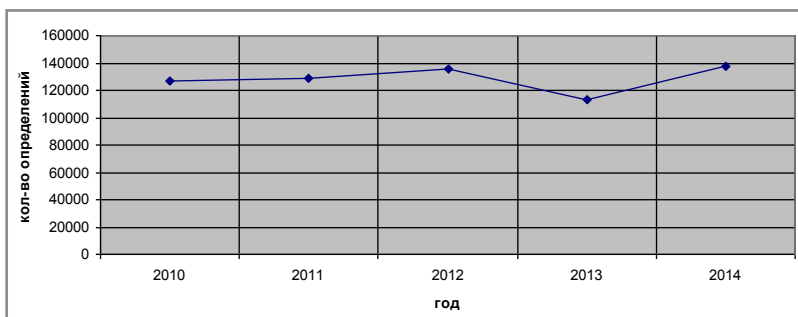


Рис. 1. Динамика количества определений в пробах загрязняющих веществ атмосферного воздуха, выполненных аккредитованными лабораториями за 2010–2014 гг.

нирует в соответствии с Регламентом работы (согласованным с ФГБУ «ГГО», исх. № 1172/25 от 24.07.2014) и РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы». При работе МЭЛ определение концентраций загрязняющих веществ осуществляется с использованием автоматических газоанализаторов. Согласно регламенту работы МЭЛ в 2014 г. регулярные наблюдения выполняются ежедневно на трех маршрутных пунктах, расположение которых совпадает с местами установки ПНЗ:

- в 08, 13, 18 часов по местному декретному времени – в районе ПНЗ № 11 (ул. Ленина, 24);
- в 09, 14, 19 часов по местному декретному времени в районе ПНЗ № 3 (проезд Солнечный, 1);
- в 10, 15, 20 часов по местному декретному времени в районе ПНЗ № 4 (ул. Котульского, 1) (табл. 2).

В настоящее время за счет бюджетных источников финансирования в рамках ФЦП «Развитие водохозяйственного комплекса РФ на 2012–2020 гг.» ведется строительство лабораторного корпуса Таймырского ЦГМС – филиала ФГБУ «Среднесибирское УГМС» (г. Норильск). Ориентировочный срок окончания строительства – декабрь 2015 г. Возобновление работоспособности стационарных постов в г. Норильске планируется осуществить в 2016 г. В соответствии с Федеральным

Таблица 2

Программа проведения наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха МЭЛ Таймырского ЦГМС – филиала ФГБУ «Среднесибирское УГМС» на 2014 г.

Адрес ПНЗ	№ ПНЗ	Про-грамма ПНЗ	Сроки отбора, ч	Основные				Специфические		
				SO ₂	CO	NO ₂	NO	H ₂ S	Озон	Бенз(а)-пирен (отбор проб)
Проезд Солнечный, 1	3	НП	09, 14, 19	+	+	+	+	+	+	+
Проезд Котульского, 1*	4	НП	10, 15, 20	+	+	+	+	+	+	+
Ул. Ленина, 24	11	НП	08, 13, 19	+	+	+	+	+	+	+

Примечание: * – отбор проб атмосферного воздуха осуществляется с июля 2014 г.

законом от 28 декабря 2013 г. № 412-ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» в настоящее время ведутся работы по подготовке МЭЛ к процедуре аккредитации.

В 2014 г. завершено строительство производственно-лабораторного корпуса территориального Центра по мониторингу загрязнения окружающей среды в г. Красноярске (ул. Дудинская, 4), и в настоящее время осуществляются работы по его оснащению.

Одним из веществ, вносящих наибольший вклад в загрязнения атмосферного воздуха в г. Красноярске, является бенз(а)пирен. В настоящее время государственная наблюдательная сеть располагает информацией только о среднемесячных концентрациях бенз(а)пирена, так как анализ отобранных проб атмосферного воздуха производится в ФГБУ «НПО «Тайфун» г. Обнинска и осуществлять ежедневную пересылку проб воздуха технически крайне сложно. Однако к середине 2015 г. планируется приобрести жидкостный хроматограф для определения среднесуточных концентраций бенз(а)пирена: на начальном этапе в г. Красноярске, а в дальнейшем и в других городах края. В перспективе рассматривается возможность приобретения за счет средств федерального бюджета газового хроматографа для определения в атмосферном воздухе концентрации полициклических ароматических углеводородов.

Управление качеством атмосферного воздуха

С.В. Михайлюта*

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Ежегодный экологический ущерб от загрязнения атмосферного воздуха достигает 200 млрд руб. Для уменьшения этих потерь и управления состоянием воздушной среды во многих странах используется информация со станций мониторинга атмосферного воздуха. Так, по оценкам агентства по охране окружающей среды США, ежегодные расходы федерального бюджета США на поддержание состояния атмосферного воздуха для улучшения здоровья населения превышают 80 млрд дол. (Michelle L. Bell, 2011). **Экологическая политика, связанная со здоровьем человека и окружающей природной средой, зависит от данных, которые описывают условия и состояние окружающей среды, такие как качество воздуха, воды, химическое загрязнение (Price, 1965).** При этом экологические проблемы, такие как потепление и качество воздуха в городах, – это не отдельные проблемы науки или политических решений, но междисциплинарные проблемы, которые требуют единого научно-политического подхода. Для проведения такой политики необходимо сотрудничество между исследователями и лицами, принимающими решения, чтобы преодолеть разрыв в понимании значений научного и политического, создавая информацию по результатам экологического мониторинга, которая будет полезна для государственной политики (Price, 1965). **И одним из центральных вопросов, определяющих эффективность экологической политики, является степень использования данных, получаемых в ходе экологического мониторинга.**

При этом система мониторинга должна соответствовать трем основным целям:

1. Своевременно предоставлять данные о загрязнении воздуха.
2. Поддерживать соответствие между стандартами качества атмосферного воздуха и объемами эмиссии.
3. Поддерживать исследования загрязнения воздуха для охраны здоровья населения.

В дополнение к основным целям система мониторинга может решать следующие задачи:

* © Михайлюта С.В., 2015.

1. Проведение специальных процедур в чрезвычайных случаях для предотвращения или улучшения эпизодов загрязнения воздуха (сценарии).

2. Наблюдение трендов загрязнения всюду по региону, включая негородские районы.

Для достижения этих целей необходимо выполнение специальных требований к расположению пунктов наблюдения и станций контроля для обеспечения релевантности данных измерений:

1) для определения максимальных уровней загрязнения (концентраций), встречающихся в зоне наблюдения;

2) для измерения характерных уровней загрязнения в местах проживания населения;

3) для определения воздействия крупных источников или групп источников на качество воздуха;

4) для определения фоновых уровней загрязнения;

5) для характеристики особенностей переноса между районами и пунктами и поддержки вторичных стандартов;

6) для измерения воздействия загрязнений воздуха на видимость (прозрачность атмосферы), повреждение растительности, воздействия на благосостояние.

Так, например, в процессе внедрения требований US Clean Air Act были разработаны и внедрены семь основных типов станций или сетей для измерения загрязнения воздуха.

К сожалению, в Российской Федерации до настоящего времени не установлены целевые индикаторы эффективности государственной экологической политики в области охраны атмосферного воздуха, учитывающие информацию системы мониторинга о качестве воздуха в городах.

Важность соблюдения условий, обеспечивающих релевантность получаемых в ходе мониторинга данных, можно показать на простом примере, демонстрирующем связь между объемами эмиссии загрязняющих веществ и концентрациями этих веществ в атмосферном воздухе.

Так, доминирующим источником фтористого водорода в г. Красноярске является Красноярский алюминиевый завод. Официальная информация об инвентаризации выбросов, представленная в государственных докладах (Государственные доклады, 1999–2011), показывает, что объем выбросов фтористого водорода связан (коэффициент корреляции 0,8) с общим объемом эмиссии алюминиевого предприятия (рис. 1а).

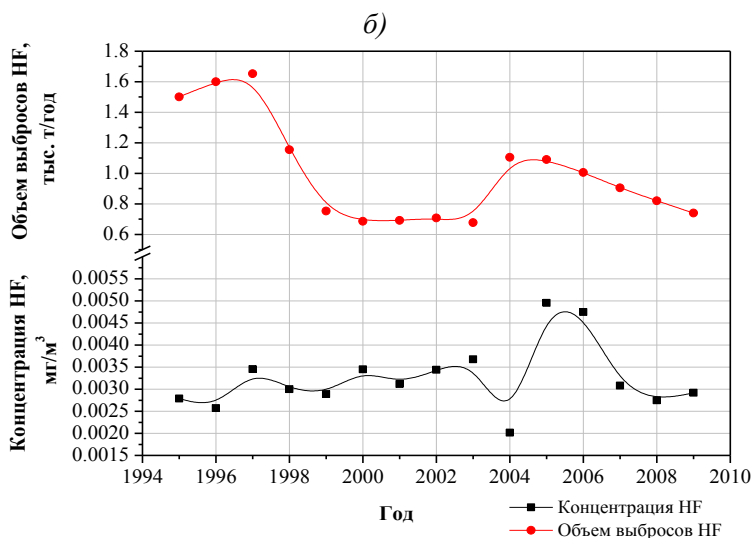
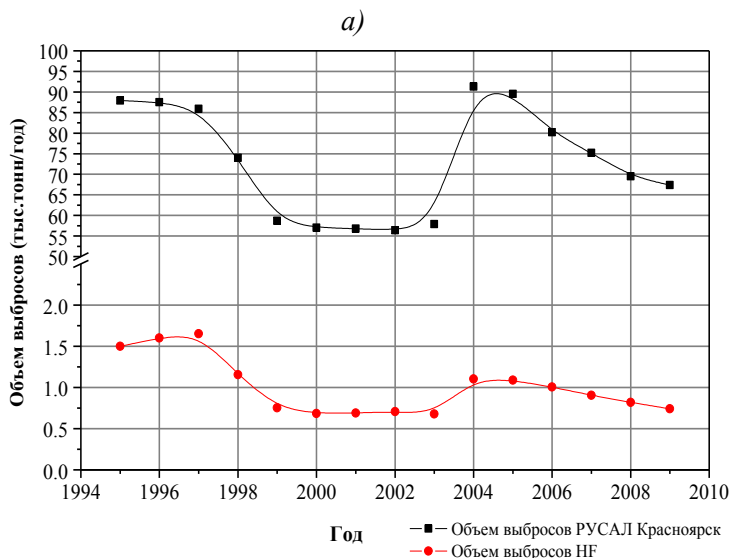


Рис. 1. а – объемы эмиссии загрязняющих веществ КРАЗом (валовый и HF);
 б – изменение объема выбросов HF и соответствующие среднегодовые концентрации фтористого водорода в атмосфере г. Красноярска

В свою очередь, изменение выбросов фтористого водорода должно отражаться на регистрируемых значениях концентрации этого загрязняющего вещества. Но на рис. 1б (Ежегодники, 1995–2011) мы видим совершенно иную картину. Несмотря на значительное уменьшение выбросов HF, данные с постов мониторинга не показывают снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха фтористым водородом в Красноярске. Данный пример нерелевантности данных связан с нарушением правил размещения станций контроля.

Другим примером несоответствия параметров системы мониторинга целям и задачам управления качеством воздуха и, как следствие, нерелевантности получаемых данных является несогласованность измеряемых показателей. Так, приказ МПР РФ № 579 определяет перечень веществ, подлежащих государственному учету и нормированию (рис. 2). Рассеиваясь в атмосферном воздухе, эти вещества могут создавать значительные, опасные для здоровья уровни загрязнения.

При этом в сетях мониторинга могут контролироваться только несколько общераспространенных веществ, не отражающих специфику промышленных выбросов на проверяемых территориях (рис. 3).

ПЕРЕЧЕНЬ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ, ПОДЛЕЖАЩИХ ГОСУДАРСТВЕННОМУ УЧЕТУ И НОРМИРОВАНИЮ	
1. Азота диоксид	NO ₂
2. Аммиак	NH ₃
3. Бенз/а/пирен	Бп (ПАУ, >100 соединений, 27 основных)
4. Бензол	Бензол
5. Кадмий и его соединения	Cd
6. Летучие органические соединения (за исключением метана)	ЛОС
7. Метан	CH ₄
8. Мышьяк и его соединения	As
9. Никель и его соединения	Ni
10. Озон	O ₃
11. Полихлорированные дифенза-п-диоксины и дифензафураны	ПХДД (список С Стокгольмской конвенции о СОЗ)
12. Ртуть и ее соединения	Hg
13. Сажа (углерод)	C
14. Свинец и его соединения	Pb
15. Сероводород	H ₂ S
16. Серы диоксид	SO ₂
17. Твердые частицы размером менее 10 мкм <*>	PM ₁₀
18. Твердые частицы размером менее 2,5 мкм <*>	PM _{2.5}
19. Углерода оксид	CO
20. Фенол	Фенол
21. Формальдегид	Формальдегид
22. Фтор и его соединения	F
23. Хлор и его соединения	Cl

Рис. 2. Перечень загрязняющих веществ, приложение к приказу МПР РФ № 579

Набор определяемых компонент, Красноярск																
№	Пост	Вещество, 2005 год														
1	#1	BB	-	-	CO	NO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	#3	BB	SO ₂	-	CO	NO ₂	NO	H ₂ S	-	Фенол	HF	-	HCl	-	Форм.	Б, К, Т, Э
3	#5	BB	-	-	CO	NO ₂	-	-	-	Фенол	HF	Cl ₂	-	NH ₃	Форм.	Бп
4	#7	BB	SO ₂	-	CO	NO ₂	NO	-	-	HF	-	-	-	-	Форм.	Б, К, Т, Э
5	#8	BB	-	-	CO	NO ₂	NO	H ₂ S	-	-	-	HCl	-	-	Форм.	Бп
6	#9	BB	SO ₂	Р.сульф.	CO	NO ₂	-	H ₂ S	CS ₂	Фенол	HF	-	HCl	-	Форм.	Б, К, Т, Э
7	#20	BB	-	-	CO	NO ₂	NO	H ₂ S	CS ₂	-	HF	Cl ₂	HCl	NH ₃	Форм.	Б, К, Т, Э
8	#21	BB	-	-	CO	NO ₂	-	H ₂ S	-	-	HF	-	-	-	Форм.	Бп
Б, К, Т, Э – бензол, ксилол, толуол, этилбензол																
№	Пост	Вещество, 1986 год														
1	#1	BB	SO ₂	Р.сульф.	-	NO ₂	-	H ₂ S	CS ₂	Фенол	Фториды	HF	-	-	-	Форм. Рб
2	#3	BB	SO ₂	-	CO	NO ₂	NO	-	CS ₂	-	Фториды	HF	-	-	Форм.	Бп
3	#5	BB	SO ₂	-	CO	NO ₂	NO	-	CS ₂	Фенол	Фториды	HF	Cl ₂	-	-	Бп
4	6	BB	-	-	-	-	-	-	-	Фториды	HF	-	-	NH ₃	Форм.	-
5	#7	BB	SO ₂	-	CO	NO ₂	-	-	CS ₂	Фенол	-	-	-	-	-	-
6	#8	BB	SO ₂	-	CO	NO ₂	-	H ₂ S	CS ₂	Фенол	Фториды	HF	-	-	Форм. Рб	Бп
7	#9	BB	SO ₂	Р.сульф.	CO	NO ₂	-	H ₂ S	CS ₂	Фториды	HF	-	HCl	NH ₃	-	-
8	17	-	SO ₂	-	-	NO ₂	-	H ₂ S	CS ₂	Фенол	-	-	-	-	-	-
9	19	BB	-	-	-	-	-	-	-	-	Фториды	HF	-	-	-	-
10	#20	BB	SO ₂	-	CO	NO ₂	NO	H ₂ S	CS ₂	-	-	Cl ₂	HCl	NH ₃	Форм. Рб	-
11	#21	BB	-	-	-	-	-	-	CS ₂	-	-	-	-	-	-	-
12	22	BB	SO ₂	-	CO	NO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	23	BB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Cl ₂	HCl	NH ₃	-	-
Класс опасности		3	3	3	4	2	3	2	2	2	2	2	2	4	2	1

Рис. 3. Перечень веществ, определяемых в государственной сети в г. Красноярске



Рис. 4. Анализ возвратных траекторий

Все это свидетельствует о том, что данные с таких станций не соответствуют требованиям качества и не могут использоваться в задачах управления состоянием воздушной среды.

Для решения проблем, возникающих при выборе мест расположения станций, необходимы специальные процедуры. Одной из таких процедур являются рекогносцировочные наблюдения с помощью передвижных средств измерений, предусмотренные в РД 52.04.186-89, РД 52.18.770-2012 и РД 52.18.769-2012.

Другим подходом для характеристики эффективности станций, определяемой по их расположению, являются процедуры анализа возвратных траекторий с помощью инструментов HYSPLIT (рис. 4).

Для городских станций контроля загрязнения атмосферного воздуха такой анализ имеет особую важность вследствие значительного влияния городской морфологии на распространение примесей. Это можно продемонстрировать на примерах розы ветров на станциях контроля, расположенных в городской застройке г. Красноярска (рис. 5).

Можно видеть, что все станции характеризуются только ограниченными секторами направлений ветра и, соответственно, недостаточной информативностью получаемых данных.

Для решения проблемы получения релевантных данных, отражающих специфику выбросов, необходимо использовать станции разных типов:

1. Станции для автоматического контроля общераспространенных загрязняющих веществ (O_3 , CO , SO_2 , NO_2 , $PM_{2.5}$, PM_{10} , Pb).
2. Станции специального назначения (рекогносцировка, уточнение характеристик рассеяния, подфакельные наблюдения).
3. Станции по мониторингу для предотвращения значительного ухудшения качества воздуха (для охраняемых территорий, ООПТ).
4. Химически специализированные станции для анализа веществ, входящих в состав тонкой пыли и аэрозолей.
5. Станции для мониторинга фотохимического загрязнения.
6. Станции по анализу трендов токсичных загрязняющих веществ.
7. Интегральные станции.

Использование станций различного типа позволяет получать полную и надежную информацию, способную обеспечить эффективность воздухоохранной политики в полном соответствии с действующими нормативными документами.

Перечисленный выше набор станций предоставляет информацию по следующему набору показателей:

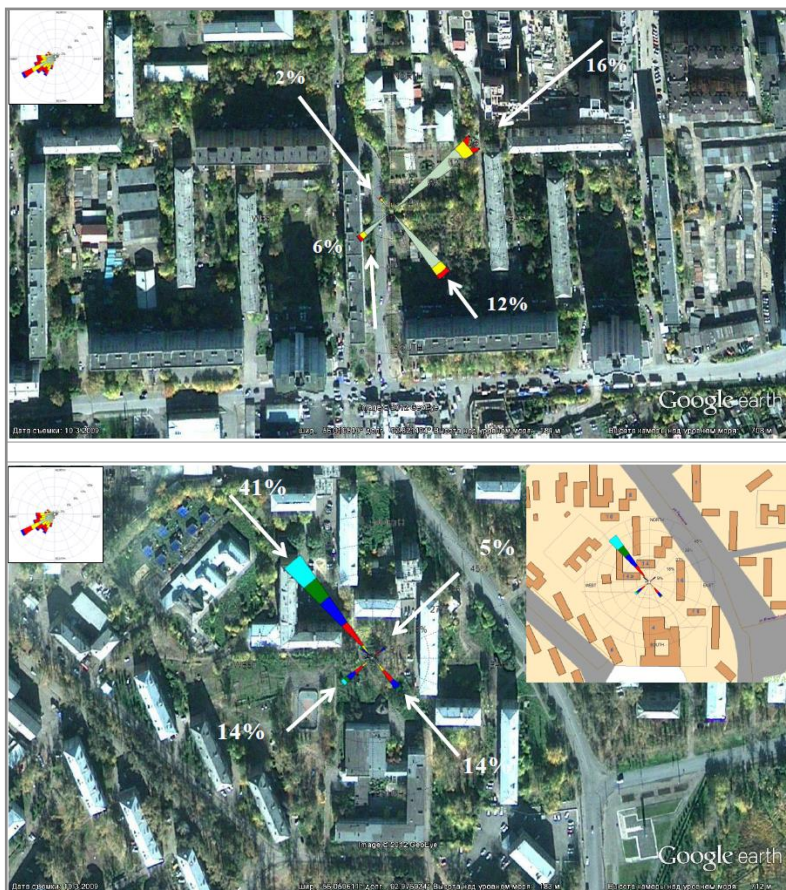


Рис. 5. Пример розы ветров на городских станциях контроля загрязнения атмосферы в г. Красноярске

1. Летучие органические соединения – 190 показателей.
2. Предшественники озона – 80 показателей.
3. Карбонильные соединения – 54 показателя.
4. Полициклические ароматические углеводороды – 22 показателя.
5. Металлы – 11 показателей.
6. Хром IV.

Для обеспечения эффективности политики в области охраны атмосферного воздуха необходимы:

- 1) релевантные данные со всех станций контроля;
- 2) задокументированные процедуры для анализа качества получаемых данных и процедуры преобразования первичных данных в информацию (процедуры интерпретации). Аналоги таких процедур изложены в рекомендациях ВОЗ, в РД и др.;
- 3) порядок формирования целевых показателей.

Список литературы

1. Государственные доклады (1999–2011) «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 1998–2010 гг.». Красноярск, 1999–2011.
2. Ежегодники (1995–2011) «Состояние загрязнения атмосферного воздуха городов на территории Красноярского края, республик Хакасия и Тыва в 1994–2010 гг.» Красноярский ЦГМС-Р. Красноярск, 1995–2011.
3. Price D.K. (1965). The Scientific Estate. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, MA (1965).
4. Michelle L., Bell (2011), Richard D. Morgenstern, Winston Harrington. Quantifying the human health benefits of air pollution policies: Review of recent studies and new directions in accountability research // Environmental science & policy 14 (2011) 357–368.

О необходимости создания автоматизированной системы наблюдения, контроля и управления информацией о загрязнении воздушного бассейна Красноярска

*А.В. Картушинский**

*Сибирский федеральный университет, Красноярск
Институт биофизики СО РАН, Красноярск*

В настоящее время существует огромное количество организационных структур различного уровня и профиля, осуществляющих контроль природопользования и мониторинг загрязнения окружающей природной среды. Вода, воздух и почва урбанизированной территории испытывают постоянную антропогенную нагрузку. Однако средства контроля и способы оценки степени загрязненности этих элементов биосферы в значительной степени разрозненны. Современные методы и средства, основанные на результатах научных исследований и имеющие значительную перспективу в технологической реализации, остаются в зачаточном состоянии уже на протяжении десятилетий (Израэль, 1984; Берлянд, 1985; Бызова и др., 1991; Калыгин, 2004).

Город Красноярск представляет собой промышленный центр России с развивающейся инфраструктурой, высоким научным потенциалом и миллионным населением, оставаясь при этом городом с низким уровнем контроля за загрязнением окружающей природной среды. Существует огромное количество проблем с оценкой степени загрязненности воздушного бассейна, водной среды и почвы, связанных как с промышленным загрязнением, так и с уровнем бытовых отходов жизнедеятельности.

Плановое развитие города и подготовка к Универсиаде 2019 г. в Красноярске может стать ключевым механизмом определения соответствия планируемых и развивающихся строительных объектов и необходимой оценки благоприятствования состояния окружающей среды планам подготовки спортивных мероприятий и проведения соревнований.

Загрязнение приземного слоя атмосферы вряд ли изменится, даже если за короткое время увеличить высоту всех труб промышленных

* © Картушинский А.В., 2015.

объектов, выбрасывающих в воздух огромное количество загрязняющих веществ. Следует учесть, что некоторые ингредиенты загрязнений вообще никогда не фиксировались и не определялись ни на стационарных постах наблюдений, ни другими способами. Методы фильтрации совершенствуются, устанавливаются современные очистные установки и пылеулавливатели. Однако в городе периодически объявляется режим «черного неба», после которого нет возможности определить основного виновника загрязнения и им становятся неблагоприятные метеорологические условия (НМУ).

Для того чтобы существовал контроль изменений погодных условий и паспортных режимов функционирования предприятий (источников загрязнения) или автомобильных загрязнений, необходима развитая автоматизированная система независимой оценки причин, вызывающих увеличение концентрации загрязняющих веществ в воздухе. Основные элементы таких автоматизированных систем наблюдения, контроля и оценки загрязнения воздуха определяются количеством и правильным расположением станций контроля (измерений) в черте города, системой управления базами данных, применением современных методов для численного моделирования процессов распределения загрязняющих веществ и квалифицированным прогнозом возможных режимов изменения качества воздуха.

Общая структура автоматизированной системы наблюдения и контроля состояния приземного слоя атмосферы (АНКОС)

Наиболее современной представляется система, в которой сочетаются измерения с использованием автоматических газоанализаторов, приоритетных (общераспространенных) и частично специфических для объекта загрязнителей, с отбором проб на требуемый полный список загрязнителей, выполняемых по программе или по командам из центра. Такой комплекс вместе с павильонами и входящими в них системами жизнеобеспечения (нагрев, кондиционирование, сигнализация, пожаротушение), а также датчиками, измеряющими метеорологические параметры, принято называть автоматическими станциями контроля загрязнения атмосферы (Картушинский, 2009). Структура системы автоматизированного наблюдения и контроля окружающей среды представлена на рис. 1.

Помимо АСКЗА в состав автоматизированной системы входит центр обработки информации (ЦОИ), который включает в себя автоматизированное рабочее место диспетчера (АРМ-Д) и автоматизированное рабочее место эколога (АРМ-Э) (рис. 2). В ЦОИ размещены

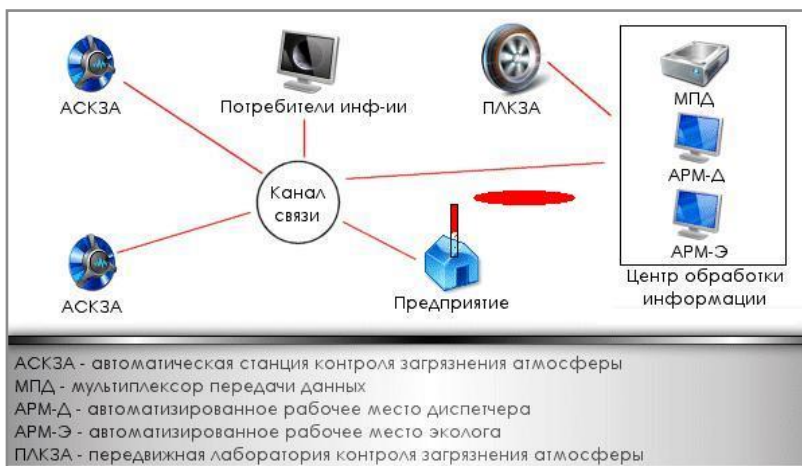


Рис. 1. Структура системы автоматизированного наблюдения и контроля окружающей среды

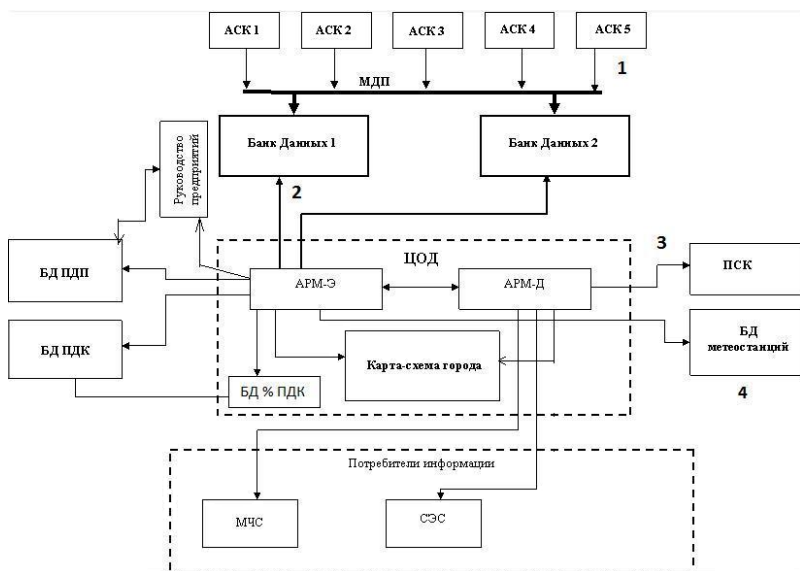


Рис. 2. Общая блок-схема информационных потоков АНКОС

ЭВМ, в диалоге с которыми диспетчеры осуществляют наблюдения за состоянием загрязнения. Эти наблюдения включают: слежение за повышением загрязнения выше обычного, анализ возникающих неблагоприятных ситуаций, прогноз уровней загрязнения, получение и хранение отчетных документов и т.п. Помимо ЭВМ в состав оборудования ЦОИ входят средства, осуществляющие автоматический сбор информации от АСКЗА и передачу ее в диспетчерскую ЭВМ.

Описание рис. 2: цифрами указаны основные потоки информации в автоматизированной системе управления. **1** – аналоговая информация; **2** – цифровая информация; **3** – связь с передвижной станцией контроля (ПСК) в конкретной зоне, где необходимо определить концентрации загрязняющих веществ; **4** – база данных (БД) метеостанции включает в себя:

- банк данных метеорологических параметров: температура воздуха (°C), влажность (%), скорость ветра (м/с), направление ветра (град.), нижняя граница облачности, сумма осадков (мм), видимость (м), давление (ГПа);

- базу данных высотных наблюдений (атм. давление (ГПа), температура воздуха (°C), влажность воздуха (%), скорость ветра (м/с), направление ветра (град.);

- базу знаний прогнозов управления гидрометслужбы (УГМС): 1) прогноз погоды на различные периоды времени; 2) прогноз особо опасных явлений (ООЯ); 3) прогноз неблагоприятных метеорологических условий (НМУ).

Элементы АНКОС:

АСК – автоматическая станция контроля. АСК измеряет концентрации загрязняющих веществ и основные метеорологические параметры.

Банк данных 1 – метеоданные (температура воздуха, влажность, скорость и направление).

Банк данных 2 – данные измеренных концентраций ингредиентов: двуокись серы, окись углерода, двуокись углерода, окись азота, двуокись азота, сумма азота, метан, углеводород без метана, сумма углеводорода и т.п.

МДП – способ (метод) передачи или форматирования данных.

ЦОД – центр обработки данных. Включает в себя: **АРМ-Э** – автоматизированное рабочее место эколога; **АРМ-Д** – автоматизированное рабочее место диспетчера.

Потребители информации получают периодические данные о состоянии окружающей среды по степени загрязненности воздушного

бассейна: **МЧС** – структурная единица регионального центра Министерства чрезвычайных ситуаций, получает информацию об аварийных ситуациях и зонах со значительным превышением ПДК; **СЭС** – санитарно-эпидемиологическая станция (служба), получает информацию о превышениях ПДК загрязнений в отдельных точках и районах города.

Руководство предприятий – получает информацию об экологической обстановке в зоне действия предприятия, рекомендации к дальнейшим действиям (сократить выбросы, если есть превышения или неблагоприятные погодные условия).

ПСК – передвижная станция контроля. ПСК измеряет те же данные, что и АСК, только в необходимом месте, где, по мнению диспетчера-эколога, это необходимо для получения дополнительной информации о выбросах и загрязнении.

БД % ПДК – база данных соотношений измеренных и предельно допустимых концентраций (в % от установленных ПДК).

БД ПДК – база данных предельно допустимых концентраций измеряемых ингредиентов.

ПДП – паспортные данные предприятия, такие как разрешенные к выбросам ингредиенты, высота трубы, диаметр трубы, скорость и температура выброса.

Основная цель АНКОС – это своевременное представление потребителям информации о фактическом и прогнозируемом загрязнении воздуха города для принятия оперативных и планирования перспективных мер по борьбе с загрязнением. АНКОС имеет двухуровневую структуру:

а) на первом уровне – автоматические станции контроля, которые дополняются передвижными рабочими группами с газоаналитической лабораторией;

б) на втором уровне – центр обработки информации (ЦОИ), включающий диспетчерский персонал, информационно-вычислительный комплекс (ИВК), средства отображения, регистрации и размножения информации, средства связи, подготовки и передачи данных, обслуживающий персонал.

Задачи первого уровня:

1) замеры концентрации ингредиентов, содержащихся в воздухе (CO , CO_2 , SO_2 , NO , N_2O , сумма NO , сумма углеводородов, C_2H и т.п.);

2) измерение скорости и направления ветра, температуры воздуха, атмосферного давления, влажности, количества осадков, точки

росы. Периодичность используемых данных выбирается диспетчером из ряда 1/2, 1, 2, 4, 6, 12 ч. Периодичность измерений ПСК, передвижной рабочей группы и газоаналитической лаборатории выбирается персоналом;

3) предварительная обработка данных, перевод в физические величины для передачи ЦОИ.

Задачи второго уровня (ЦОИ):

- 1) централизованный сбор данных;
- 2) обработка и анализ поступающей информации для оценки достоверности предполагаемых уровней загрязнения;
- 3) анализ возникновения неблагоприятных по уровню загрязнения ситуаций, связанных с метеорологическими условиями или аварийными выбросами;
- 4) оперативное прогнозирование уровня загрязнения;
- 5) ретроспективная обработка информации для научных исследований и совершенствования системы;
- 6) подготовка и передача потребителям штормовой (аварийной), итоговой и прогнозируемой информации о состоянии контролируемого воздушного бассейна.

Перспективы развития АНКЭС и отдельные задачи при реализации автоматизированной системы

Ранее мы отметили, что создание полностью автоматизированной системы контроля загрязнения атмосферы в настоящее время находится в стадии проектной разработки. Однако есть реальные возможности расширить круг задач, решаемых системой, в первую очередь введением в нее автоматизированного рабочего места (АРМ) эколога.

Представим себе систему наблюдения за качеством воздуха, управляемую диспетчером-экологом. В его распоряжении ряд служб и сервисных программ, используя которые он обязан собрать максимум информации о качестве воздуха, на основе ее обработки оценить текущую ситуацию и ближайшую перспективу экологической обстановки в городе, а в случае необходимости выработать рекомендации для ее улучшения.

Что может использовать (или чем управлять) такой диспетчер-эколог? В его распоряжении должна быть, во-первых, сеть стационарных станций (АСК) с газоанализаторами и приборами, измеряющими метеопараметры. Во-вторых, он должен руководить передвижными аналитическими лабораториями для отбора проб воздуха в необходимой точке (районе). Диспетчер-эколог может направить такую ла-

бораторию в любую точку города для отбора проб воздуха и замера концентраций ингредиентов. Ее можно послать и для анализа выбросов в зоне действия конкретного источника загрязняющих веществ (предприятия). Для ремонта возникающих неисправностей стационарных станций и передвижных лабораторий в распоряжении диспетчера должна находиться ремонтная бригада.

Диспетчер-эколог должен иметь каналы связи:

- с метеоцентром, где он может получать краткосрочные прогнозы погодных условий;

- с предприятиями, являющимися источниками загрязнений (для передачи требования о переходе на щадящий режим при неблагоприятных метеоусловиях или сложной экологической обстановке, для получения сведений о наличии повышенных выбросов, сроках их устранения и т.п.);

- с городскими службами, такими как отделы Госкомприроды, санитарно-эпидемиологической службы, Ростехнадзора, Роспотребнадзора, подразделениями ГО и ЧС, ГИБДД, ГУВД, для своевременного оповещения об экологическом состоянии воздуха.

Диспетчеру-экологу необходимо автоматизированное рабочее место (АРМ) с современным программным обеспечением и системой управления базами данных (СУБД). В системе формируется и обрабатывается информация, поступившая в центр, хранится также справочная информация (например, паспортные данные источников загрязнения, различные ПДК и т.д.). В АРМ используется банк численных моделей и экспертная система. Среди сервисных программ могут применяться следующие математические модели:

- 1) модель численного расчета любого ингредиента в любой точке города при заданных выбросах источника и фиксированных погодных условиях. Такая модель в виде математических уравнений уже разработана. Существует и программа для ПЭВМ, реализующая модель переноса (диффузии) примеси;

- 2) модель интерполяции поля загрязнения, которая позволяет рассчитать концентрацию любого ингредиента в любой точке города при известных концентрациях того же ингредиента в нескольких фиксированных точках (местах отбора проб воздуха). Такая модель разработана, однако точность ее результатов имеет определенную погрешность, т.к. зависит от расположения точки расчета, направления и скорости ветра, от удаления точки расчета от мест взятия проб. Диспетчер-эколог может воспользоваться этой моделью, чтобы выявить область

возможного сильного загрязнения и для уточнения экологической обстановки направить туда передвижную лабораторию. В реальной ситуации диспетчер может не знать действительных выбросов каждого ингредиента от каждого источника, а лишь ориентироваться на паспортные данные предприятий. Поэтому в первой модели неточными оказываются исходные данные (что определяет в совокупности с погрешностью метода погрешность результата), а во второй – погрешность зависит от выбора точки расчета. Таким образом, обе модели могут дополнять друг друга;

3) модель определения источника повышенного выброса, в частном случае аварийного выброса, разового (мгновенного) или длящегося достаточно долго. Такая модель на основе данных по метеоусловиям и данных о загрязнении воздуха в состоянии определить вероятный источник повышенного выброса и указать его возможное состояние (аварийное или с повышенным уровнем выбросов). Имея связь с предприятиями, а также используя передвижные лаборатории, диспетчер может однозначно определить то предприятие, выбросы которого превышают паспортные;

4) модель оценки текущей экологической обстановки использует предшествующие и настоящие погодные условия и результаты отбора проб воздуха, чтобы определить те районы города, в которых есть повышение концентрации по тем или иным ингредиентам. Результаты расчета позволяют проанализировать причины таких повышений, оценить длительность таких ситуаций и на основании анализа дать общую оценку экологической обстановки на текущий момент времени;

5) модель прогноза экологической обстановки. Модель осуществляет прогноз по текущим данным замеров концентрации ингредиентов, по текущим данным о выбросах предприятий (паспортным или уточненным), по текущим и прогнозируемым метеоусловиям. Соответствующие расчеты позволяют определить возможные изменения экологической обстановки на несколько часов вперед, а также на очередные сутки. На основе этой информации диспетчер может выбрать рекомендации, направленные на стабилизацию обстановки, если она прогнозируется неблагоприятной. Особое внимание диспетчеру требуется уделять неблагоприятным метеоусловиям (при штиле может оказаться превышение ПДК по многим ингредиентам даже в случае деятельности всех предприятий в пределах ПДВ), а также предприятиям, допустившим повышенные выбросы;

б) экономическая модель может вести все расчеты, связанные с определением платы для каждого предприятия за его выбросы, с контролем выплаты в срок, с наложением штрафов за превышение ПДВ, с оптимальным распределением денежных средств на природоохранные мероприятия, на очистку стоков, выбросов, на создание новых газоанализаторов и т.д.

Основные элементы автоматизированной системы контроля загрязнения воздушной среды

Для сбора информации у диспетчера в центре обработки информации необходимо предусмотреть соответствующие возможности:

- получение различных справочных сведений, включающих инструкцию диспетчеру, паспортные данные источников загрязнения, значение ПДК, схему городского района, состояние стационарных постов наблюдения, местонахождение передвижных лабораторий, текущие метеоданные, местонахождение ремонтной бригады;
- запрос метеосводки на конкретный момент времени, прогноз погодных условий на некоторый час текущего дня или на несколько суток вперед;
- обращение к банку данных со стационарных станций контроля (ССК) за их показаниями о концентрации в воздухе каждого из ингредиентов на выбранный момент времени;
- обращение к банку данных со стационарных станций контроля метеопараметров на необходимый момент времени;
- послать в любую точку города или на любое из предприятий передвижную станцию (ПСК) для определения концентраций ингредиентов;
- направить на неисправную ССК ремонтную бригаду;
- связаться по телефону с предприятием, чтобы передать туда информацию или запросить нужные сведения;
- использовать сервисные возможности с набором служебных программ: программа расчета поля загрязнения по известным выбросам предприятий, программа интерполяции поля по показаниям ССК и ПСК, программа оценки виновника повышенного загрязнения воздуха, программа прогноза качества воздуха, программа работы с банком данных (в нем хранится информация, собираемая в течение рабочего дня).

Карта-схема городского района неизменна, но данные о работе предприятий и метеоданные для каждого обучающегося диспетчера окажутся индивидуальными.

Имитационные модели реализуются в соответствии с перспективой развития автоматизированных систем слежения за качеством городского атмосферного воздуха.

Работа диспетчера-эколога в центре обработки экологической информации современного промышленного города в описанной перспективной системе требует определенных навыков и опыта взаимодействия с информационными и программными средствами автоматизированной системы обработки и управления информацией (АСОУИ).

Основная задача диспетчера – получить как можно больше информации о загрязненности воздушного бассейна. Эта информация должна быть представлена в аналитической справке для основных потребителей информации (структуры СЭС и ЧС) в виде пяти пунктов:

1. Районы города, в которых прошедшей ночью наблюдалось превышение ПДК хотя бы по одному ингредиенту (весь город разбит на районы-квадраты).

2. Район, в котором днем наблюдалась наихудшая экологическая обстановка.

3. Ингредиент, загрязненность которым была наибольшей в течение дня для определенных районов города (квадратов системы).

4. Характер деятельности предприятий в течение суток. Особое внимание диспетчер должен уделять тем из них, на которых возникли или продолжались аварийные выбросы. По каждому предприятию диспетчер должен указать определенную характеристику выбросов: предприятие работает в пределе ПДК, возникла авария, или авария продолжалась, либо авария ликвидирована.

5. Прогноз экологической обстановки на очередные сутки, где указывается прогнозируемое состояние воздушного бассейна по уровню качества воздуха.

Важным звеном в элементном составе автоматизированной системы обработки и управления информацией о загрязненности воздушного бассейна города может являться автоматическая станция, обеспечивающая данными высотных наблюдений, т.е. на различных высотах от поверхности Земли. Зачастую ухудшение экологического состояния воздушного бассейна города складывается из-за формирования слоя инверсии на высоте нескольких десятков метров, который препятствует переносу и диффузии загрязняющих веществ по вертикали и создает смог.

Таким образом, основная задача автоматизированной системы – управление имеющимися информационными и программно-аппарат-

ными средствами для наиболее полного описания качества воздушного бассейна и оценки антропогенной деятельности предприятий города и воздействия на состояние воздушного бассейна автомобильного транспорта.

Основные задачи, на решение которых может быть направлена разработка и реализация автоматизированной системы наблюдения, контроля и управления информацией о загрязнении воздушного бассейна г. Красноярска:

- **определение качества среды обитания по степени загрязненности воздуха** для доказательства качества воздуха при проведении Универсиады-2019;
- **определение фонового (среднего) уровня загрязненности** воздушного бассейна для оценки динамики (тренда) качества воздуха;
- **определение зон с повышенным уровнем загрязненности** воздушного бассейна для выявления зон риска возникновения чрезвычайных ситуаций;
- **определение виновника залповых (несанкционированных) выбросов** загрязняющих веществ, документированных доказательств, введения обоснованных штрафных санкций и экологического аудита;
- **определение зон с минимальным уровнем загрязненности** воздушного бассейна для строительства промышленных объектов, развития сети автомобильных дорог (реализация плана развития г. Красноярска).

Автоматизированная система контроля загрязнения воздушного бассейна имеет независимый признак выявления виновника загрязнения и определения необходимой платы за превышение загрязнений в форме платежей, как определенных законодательством, так и штрафных.

Платежи за загрязнение природной среды отражают общепринятый принцип необходимости восстановления нанесенного ущерба при природопользовании в его экономическом выражении (*«загрязнитель платит»*). В случаях превышения разработанных и утвержденных государственными органами нормативов загрязнения рассматриваемые платежи взимаются по повышенным ставкам, играют роль штрафов и служат средством экономического воздействия на природопользователей, наносящих вред окружающей природной среде, побуждая их заботиться об экологической безопасности своего производства.

Список литературы

1. Берлянд, М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы / М.Е. Берлянд. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 272 с.

2. Бызова, Н.Л. Экспериментальные исследования атмосферной диффузии и расчеты рассеяния примеси / Н.Л. Бызова, Е.К. Гаргер, Б.Н. Иванов. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 278 с.
3. Израэль, Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды / Ю.А. Израэль. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 560 с.
4. Калыгин, В.Г. Промышленная экология: учеб. пособие для вузов / В.Г. Калыгин. – М.: Академия, 2004. – 431 с.
5. Картушинский, А.В. Экологические имитационные модели и игры: метод. указ. по практич. занятиям / А.В. Картушинский, Л.С. Ковалева; Краснояр. гос. техн. ун-т. – Красноярск: КГТУ, 1995. – 84 с.
6. Картушинский, А.В. Информационные системы. Динамические процессы в воздухе и воде: учеб. пособие / А.В. Картушинский; Краснояр. гос. техн. ун-т. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. – 103 с.
7. Картушинский, А.В. Информационные технологии для моделирования и управления процессами в экосистемах / А.В. Картушинский. – Красноярск: ИПЦ СФУ, 2009. – 63 с.
8. Картушинский А.В. Моделирование глобальных и региональных экологических процессов [Электронный ресурс]: лаб. практикум / Сиб. федерал. ун-т; сост. А.В. Картушинский. – Электрон. текстовые дан. (PDF, 1,6 Мб). – Красноярск: СФУ, 2013. – 93 с. <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b28/i-713427.pdf>.
9. Картушинский А.В. Учение о биосфере. Методические основы изучения динамических процессов природных систем [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / Сиб. федерал. ун-т; сост. А.В. Картушинский. – Электрон. текстовые дан. (PDF, 2,1 Мб). – Красноярск: СФУ, 2013. – 138 с. <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b28/i-848512.pdf>.

Производство алюминия: проблема выбора наилучшей доступной технологии

И.И. Ребрик¹, Ю.М. Ерохина², Д.А. Тошев^{2}*

¹ОК РУСАЛ

²ФГУП «ВНИИ СМТ»

Промышленным способом получения алюминия является электролиз глинозема Al_2O_3 в расплаве электролита. При пропускании сильного постоянного тока через этот расплав на катоде выделяется жидкий алюминий, а углерод анода окисляется выделяющимся кислородом.

В настоящее время в мировой алюминиевой промышленности применяют две основные технологии электролиза алюминия – технология с обожженным анодом и технология с самообжигающимся анодом (технология Содерберга). Для технологии с обожженным анодом используют аноды, предварительно обожженные на анодной фабрике. Для технологии Содерберга обжиг анода происходит непосредственно при электролизе.

В выбрасываемых в атмосферу в процессе производства алюминия газах преобладают оксид и диоксид углерода, азот, кислород, газообразные и твердые фториды и частицы глиноземной пыли. Кроме того, технология Содерберга характеризуется выбросами смолистых веществ, содержащих полиароматические углеводороды (в т.ч. бенз(а)пирен).

С экономической точки зрения технология Содерберга дешевле. Один из вариантов технологии Содерберга с 60-х гг. прошлого века получил распространение в СССР (и затем в России). Такая технология применяется и на самых крупных алюминиевых заводах Сибири – Красноярском, Братском и Иркутском.

С экологической точки зрения более «чистой» является технология с обожженными анодами. Но почему нельзя «завтра» же перейти на технологию обожженных анодов? ОК РУСАЛ – заложник решений, принятых почти полвека назад. По предварительным оценкам для полного перехода к технологии с обожженным анодом компания должна будет затратить на модернизацию производства примерно 9 млрд дол.

* © Ребрик И.И., Ерохина Ю.М., Тошев Д.А., 2015.

США. При нынешнем состоянии мирового рынка алюминия и текущем экономическом состоянии РУСАЛа такие инвестиции для компании недоступны.

С радикальной экологической точки лучшая технология производства есть прекращение всякого производства. Но последовательное проведение в жизнь такой «зеленой» экологической политики загоняет нашу цивилизацию назад в пещеры. С другой стороны, при производстве нельзя допустить и бесконтрольного загрязнения природной среды. В связи с этим в настоящее время все промышленные производства готовятся к переходу к **наилучшей доступной технологии производства (НДТ)**, т.е. к технологиям, которые сейчас являются, с одной стороны, экологически безопасными, с другой – возможны по экономическим соображениям, есть идея компромисса между экономикой и экологической безопасностью производства. Понятие НДТ не пустая формальность и разговоры, это понятие становится мировым стандартом, который должен соблюдаться всеми производителями.

В связи с переходом к использованию НДТ целью экологической политики ОК РУСАЛ служит обеспечение последовательного улучшения экологических показателей производства с учетом практических возможностей и социально-экономических факторов. Ключевое слово – «последовательное»: снижение негативного воздействия на окружающую среду должно происходить постепенно с поэтапной модернизацией или закрытием неэффективных производственных мощностей с учетом экономических, социальных, экологических и технологических аспектов.

С 2003 по 2010 г. на Красноярском алюминиевом заводе (КрАЗ) был проведен первый этап экологической модернизации производства, на котором внедрялись проверенные технические решения. При этом общая сумма инвестиций в первый этап модернизации составила более \$300 млн.

На рис. 1 приведен экологический эффект первого этапа экологической модернизации КрАЗа (2003–2010).

В соответствии со Стратегией ОК РУСАЛ в настоящее время идет строительство Богучанского и Тайшетского алюминиевых заводов и анодной фабрики. Для производства первичного алюминия на Богучанском алюминиевом заводе будет использоваться наиболее экологичная технология – электролиз глинозема в расплавленном криолите с применением предварительно обожженных анодов.

Однако технология обожженных анодов уже не последнее слово в производстве алюминия. Наиболее перспективной технологией развития алюминиевой промышленности признана технология инертного анода. Если существующий технологический процесс электролиза использует расходующиеся аноды, состоящие из углерода, то технология на инертных анодах предполагает использование нерасходуемого анода. В настоящее время при получении 1 т алюминия сгорает 0,5 т углерода и образуется 1,4 т парниковых газов (CO_2). При внедрении технологии на инертных анодах при получении 1 т алюминия будет выделяться 0,9 т кислорода. При этом полностью будут исключены выбросы диоксида серы, оксида углерода, смолистых веществ, выбросы фторидов будут снижены на 58 %, а пыли – на 40 %.

Эта технология еще только разрабатывается, и называть конкретные сроки перехода к ней следует очень осторожно. Тем не менее в перспективе планируется поэтапное снижение выбросов KrA3a с внедрением после 2018 г. технологии инертных анодов (рис. 2).

Представляется, что переход к государственному регулированию технологий производства на основе принципов НДТ требует разумного и аргументированного диалога промышленности с государством-регулятором. При выборе НДТ должны учитываться экономические, экологические и социальные факторы.

Любой бизнес должен приносить прибыль – и алюминиевый не исключение. Учитывая непростую финансовую ситуацию в отрасли, при модернизации производства алюминия важно найти эффективный компромисс между затратами на модернизацию, рентабельностью бизнеса, экологической и социальной ответственностью компании.

При завышении требований к технологии инвестиции на ее внедрение начинают увеличиваться непропорционально экологическому эффекту от ее внедрения. Такая технология не будет являться доступной. При занижении требований к технологии можно обойтись минимальными инвестициями, но и экологический эффект может быть недостаточным. Такая технология не станет наилучшей. Кроме того, модернизация должна проводиться в рамках существующих производств с учетом существующих возможностей. И, безусловно, нельзя забывать о социальном факторе, который особенно ощутим для металлургической промышленности, характеризующейся большим количеством градообразующих предприятий.

Наиболее рациональным видится путь, по которому пошли страны Евросоюза, включив в справочник НДТ «Цветная металлургия»

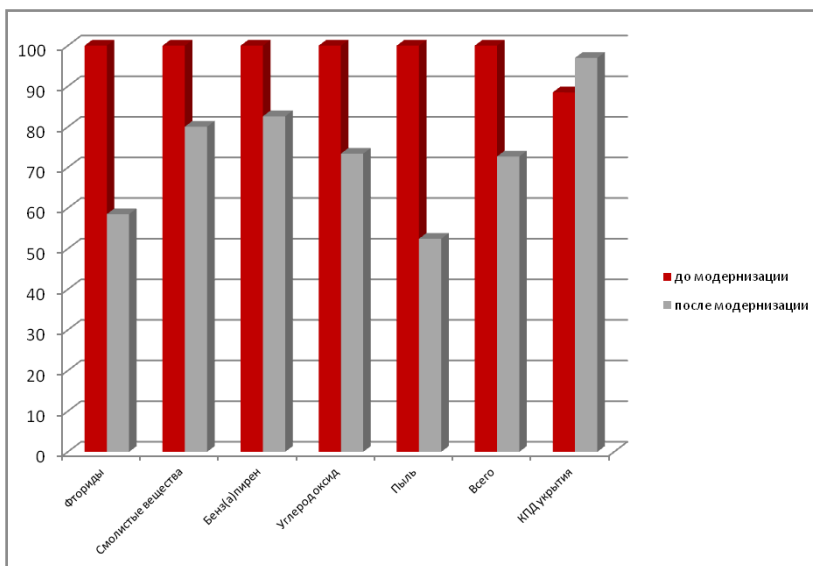


Рис. 1. Соотношение валовых выбросов загрязняющих веществ при повышении КПД укрывтия электролизеров

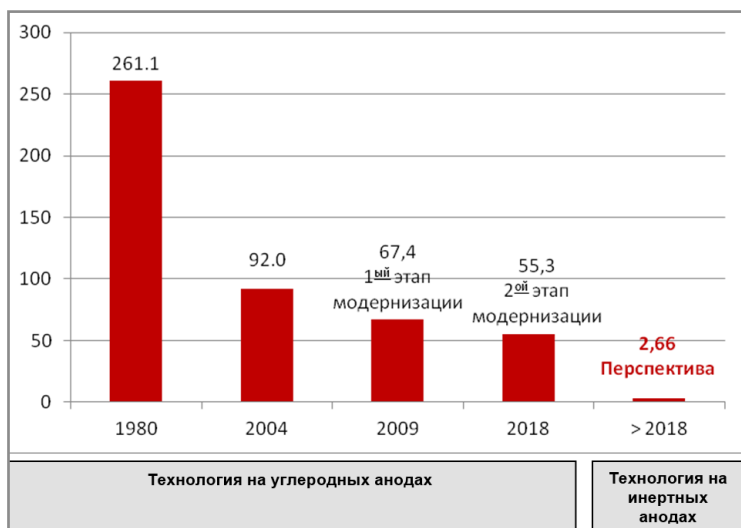


Рис. 2. План последовательного снижения валовых выбросов Красноярского алюминиевого завода

технологические меры, позволяющие признать наилучшей доступной как технологию Содерберга, так и технологию с обожженным анодом.

В России инструментом диалога при выборе стандартов производства и НДТ должна стать работа в рамках технических рабочих групп по разработке информационно-технических справочников наилучших доступных технологий. Для дальнейшей работы алюминиевой промышленности в справочниках НДТ необходимо предусмотреть наилучшие доступные технологии как для производств, работающих по технологии Содерберга, так и для производств, работающих по технологии с обожженным анодом.

Об оперативном экологическом информировании населения Красноярска

В.В. Заворуев¹, Е.Н. Заворуева^{2}*

*¹Институт экономики, управления и природопользования
Сибирского федерального университета, Красноярск*

*²Инженерно-строительный институт
Сибирского федерального университета, Красноярск*

По данным Среднесибирского УГМС, неблагоприятные метеорологические условия (НМУ) в г. Красноярске наблюдались в 2013 г. в течение 27 дней, в 2014 г. – 40 дней. Естественно, что в такие дни население хочет знать, во-первых, о том, чем загрязнена атмосфера, во-вторых, об уровне загрязнения, в-третьих, что предпринимать для сохранения здоровья. Возможно ли жителям краевого центра получить такую информацию? Для этого проанализируем два сайта. Один из них представляет Федеральную службу Росгидромета – Среднесибирское УГМС (<http://meteo.krasnoyarsk.ru/>), другой – краевую – Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края (<http://krasecology.ru/>).

В период НМУ 5–7 декабря 2014 на сайте Среднесибирского УГМС была изложена информация, из которой нельзя было получить ответы на вопросы, сформулированные выше (рис. 1).

Не было ответов и на сайте КГБУ «ЦРМПиООС» (рис. 2).

Следует отметить, что в настоящее время (начиная с конца декабря 2014 г.) информация на сайте «ЦРМПиООС» обновляется через 20 минут. Появилась возможность узнать концентрацию загрязняющих веществ в режиме реального времени. В январе 2015 г. на постах Красноярск-Северный и Красноярск-Черемушки можно получить информацию о концентрации углерода оксид, серы диоксид, азота оксид, азота диоксид, взвешенных веществ (до 10 мкм), а также метеорологическую информацию – температура, атмосферное давление, влажность воздуха, интенсивность осадков, роза ветров. На постах Красноярск-Березовка и Красноярск-Кубеково не регистрируются взвешенные вещества, а на посту Красноярск-Солнечный – углерода оксид, серы диоксид.

* © Заворуев В.В., Заворуева Е.Н., 2015.

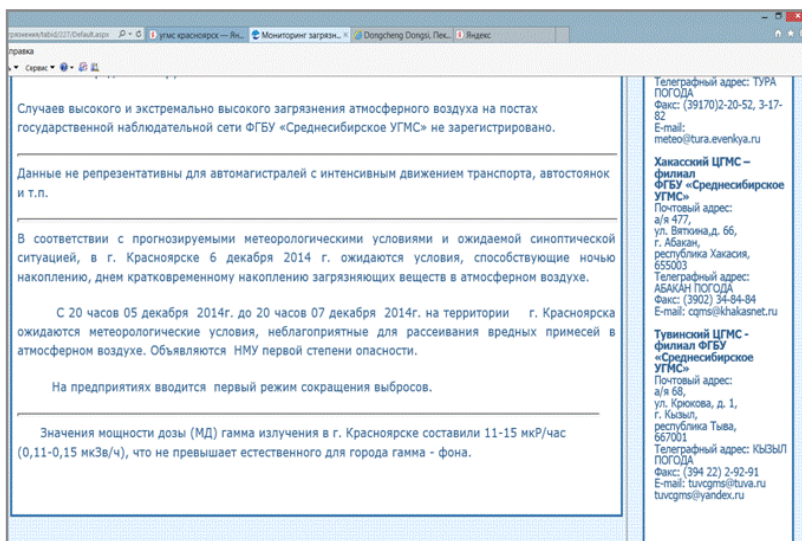


Рис. 1. Информация Среднесибирского УГМС на 10 часов 52 минуты (06.12.14) о загрязнении атмосферы в период НПУ

Вышеперечисленные посты расположены в северных и восточных районах Красноярска или же за его пределами (рис. 3). Естественно, что результаты мониторинга характеризуют только состояние атмосферы территорий, расположенных вблизи постов. Какова площадь этих территорий? Ответ на этот вопрос должен дать анализ результатов многолетней работы передвижной лаборатории. Очевидно одно: эти посты в реальном времени не характеризуют состояние атмосферы всего Красноярска.

Таким образом, для районов, расположенных вблизи постов КГБУ «ЦРМПиООС», фактически можно узнать, чем загрязнена атмосфера и каков уровень этого загрязнения. Но как их трактовать? Что делать для сохранения здоровья, если концентрация какого-либо загрязнителя превышает ПДК_{мр}? Ответа на этот вопрос на сайте нет. Нет и ссылок на другие сайты, которые содержат информацию о влиянии регистрируемых загрязняющих веществ на человеческое здоровье, на действие людей в период загрязнения воздушной среды.

Систему экологического информирования населения в зарубежных странах рассмотрим на примере Китая. Состояние атмосферного воздуха в Пекине 6 декабря 2014 г. в 11 часов местного времени (разни-

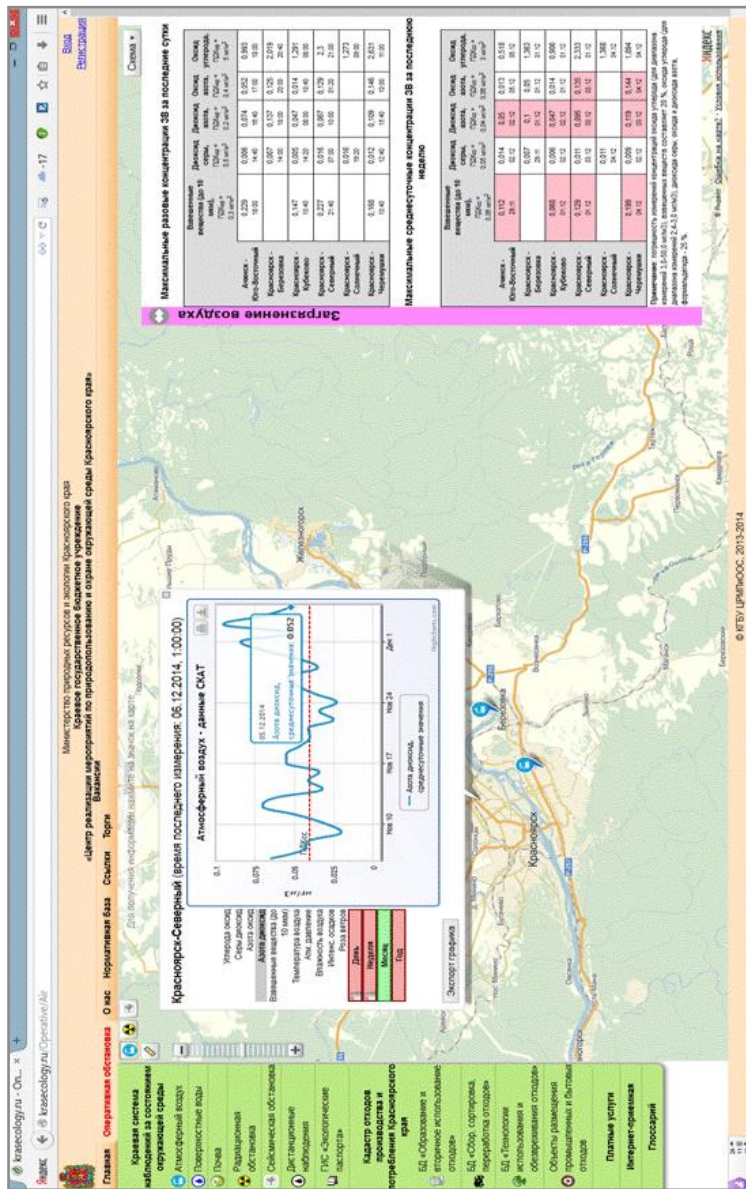


Рис. 2. Информация КГБУ «ЦРМПиООС» на 10 часов 53 минуты (06.12.14) о загрязнении атмосферы в период НПУ



Рис. 3. Расположение постов КГБУ «ЦРМПиООС»

ца с Красноярском один час) представлено на рис. 4. Видно, что большими цифрами обозначено число 105. Это индекс качества воздуха (Air Quality Index (AQI)). Он находится в рамке оранжевого (Orange) цвета. О значении смысла цвета поговорим чуть позже. Под AQI показан перечень регистрируемых загрязнителей и метеорологическая информация. Вредные примеси представлены такими веществами, как озон (O_3), диоксид серы (SO_2), диоксид азота (NO_2), окись углерода (CO) и взвешенные частицы (Particulate Matter) размером 2,5 и 10 мкм ($PM_{2,5}$ и PM_{10}). Каждый параметр представлен в двухсуточном интервале, за этот период даны минимальные, максимальные и текущие (последние) значения параметра. По текущим (последним) значениям определяется AQI. Величина AQI соответствует максимальной величине одного из пяти загрязнителей. В данном случае AQI, равный 105, отражает загрязнение взвешенными частицами $PM_{2,5}$ (на рис. 4 это пересечение строки $PM_{2,5}$ и столбца «ток»).

Теперь об информационном значении цвета. Значения AQI разбиты на шесть диапазонов, которые относятся к определенной категории качества воздуха и имеют цветовую маркировку (табл. 1).

Итак, на рис. 4 дана информация, что качество воздуха плохое, загрязнение воздуха, в первую очередь, обусловлено взвешенными частицами $PM_{2,5}$. Для каких индивидуумов такой уровень загрязнения



Рис. 4. Информация о состоянии атмосферного воздуха на одном из постов Пекина 6 декабря 2014 года в 11 часов местного времени

Таблица 1

Связь величины AQI, цветовой маркировки и качества воздуха

Величина AQI	Цвет этого диапазона	Качество воздуха
0–50	Зеленый	Хорошее
51–100	Желтый	Среднее
101–150	Оранжевый	Плохое (вредно для здоровья чувствительных групп)
151–200	Красный	Нездоровое
201–300	Фиолетовый	Очень нездоровое
301 и выше	Бардовый	Опасное

опасен и как они должны себя вести? Ответы на эти вопросы даны в инструкции «Air Quality Guide for PM_{2.5}» (<http://www.stateair.net/web/post/1/1.html>) (рис. 5). Из неё следует, что при AQI, равном 105, увеличивается вероятность проявления респираторных симптомов у чувствительных лиц, обостряются болезни сердца и легких, а также возможна преждевременная смерть у лиц с сердечной болезнью и у пожилых людей. Таким людям рекомендуется ограничить длительные нагрузки на открытом воздухе.

Отметим, что в инструкции «Air Quality Guide for PM_{2.5}» представлены не шесть, а семь категорий. Это связано с тем, что в Китае из-за сильного загрязнения воздуха частицами PM_{2.5} величина AQI иногда бывает более 700. Инструкция поведения людей при экстремально высоком уровне загрязнения дана на сайте <http://beijing.usembassy-china.org.cn/20130201-pm25-steps.html>.

Подробные инструкции разработаны для случаев загрязнения воздуха озоном, двуокисью серы, двуокисью азота, окисью углерода.

Таким образом, население Китая получает оперативную информацию (обновляемую каждый час) об экологическом состоянии атмосферного воздуха и имеет четкие инструкции, как каждому индивидууму действовать при различных уровнях загрязнения любым из регистрируемых загрязнителей.

Такая информационная система распространена практически во всём мире (рис. 6). Меньше всего постов непрерывного мониторинга атмосферы на Африканском континенте, в России и странах бывшего СССР.

В России определение AQI выполняется только в Москве на 15 постах (<http://aqicn.org/city/moscow>) (рис. 7).

Air Quality Index (AQI)	PM2.5 Health Effects Statement	PM2.5 Cautionary Statement
Good (0-50)	PM2.5 air pollution poses little or no risk.	None
Moderate (51-100)	Unusually sensitive individuals may experience respiratory symptoms.	Unusually sensitive people should consider limiting prolonged outdoor exertion.
Unhealthy for Sensitive Groups (101-150)	Increasing likelihood of respiratory symptoms in sensitive individuals, aggravation of heart or lung disease and premature mortality in persons with cardiopulmonary disease and the elderly.	Active children and adults, and people with respiratory disease, such as asthma, should limit prolonged outdoor exertion.
Unhealthy (151-200)	Increased aggravation of heart or lung disease and premature mortality in persons with cardiopulmonary disease and the elderly; increased respiratory effects in general population.	Active children and adults, and people with respiratory disease, such as asthma, should avoid prolonged outdoor exertion; everyone else, especially children, should limit prolonged outdoor exertion.
Very Unhealthy (201-300)	Significant aggravation of heart or lung disease and premature mortality in persons with cardiopulmonary disease and the elderly; significant increase in respiratory effects in general population.	Active children and adults, and people with respiratory disease, such as asthma, should avoid all outdoor exertion; everyone else, especially children, should limit outdoor exertion.
Hazardous (301-500)	Serious aggravation of heart or lung disease and premature mortality in persons with cardiopulmonary disease and the elderly; serious risk of respiratory effects in general population.	Everyone should avoid all outdoor exertion.
Beyond Index (>500)	Extremely High Levels of PM2.5: Steps to Reduce Your Exposure – Click Here	

Рис. 5. Информация о состоянии атмосферного воздуха на одном из постов Пекина 6 декабря 2014 года в 11 часов местного времени



Рис. 6. Карта распределения станций, дающих информацию об AQI

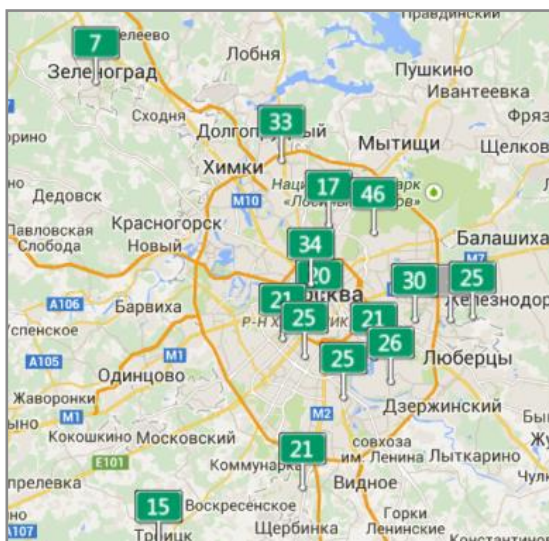


Рис. 7. Карта распределения станций в Москве и её окрестностях, дающих информацию об AQI

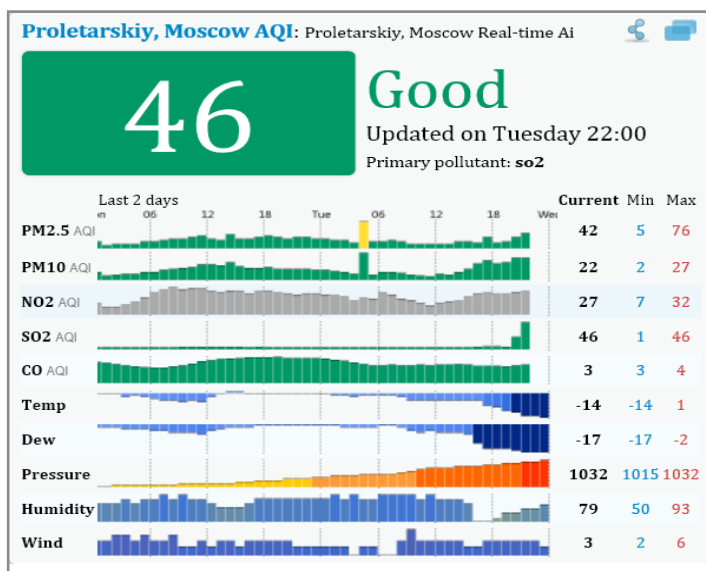


Рис. 8. Информация о состоянии атмосферного воздуха в районе Петровского проспекта в Москве 20 января 2015 года в 22 часа местного времени

Измерения ведутся в соответствии с правилами, принятыми в странах Европы, Азии, Америки и Австралии. Пример представления данных об экологической ситуации в одном из районов Москвы дан на рис. 8. Видно, что загрязнение атмосферы в этом районе определяется диоксидом серы.

Примечательно, что на постах Москвы значения AQI обновляются с опозданием в 2–3 часа от реального времени, а в том же Китае запаздывание составляет один час.

На сайте ГПБУ «Мосэкомониторинг» (<http://www.mosecom.ru>), находящегося в подчинении Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы, нет рекомендаций о том, как действовать населению при значениях AQI выше 50. Более того, на карте расположения постов наблюдения (<http://www.mosecom.ru/air/air-today>) нет информации о загрязнении атмосферного воздуха в единицах AQI. Московская система мониторинга атмосферы, состоящая почти из ста постов наблюдения, выдает населению информацию о загрязнении воздуха в единицах ПДК. И только информация 15-ти станций преобразуется в значения AQI, величины которых можно увидеть на сайте (<http://aqicn.org/city/moscow>). Вероятно, что в скором времени все станции Москвы будут выдавать информацию в величинах AQI.

Чем лучше представление информации в значениях AQI, чем в долях ПДК? Как говорилось выше, весь диапазон изменения величин AQI разбит на шесть категорий (в Китае на семь) (см. рис. 5). Для каждой категории загрязнения имеются инструкции поведения людей. Есть рекомендации по регулированию интенсивности физической активности детей на свежем воздухе при различных уровнях AQI (рис. 9).

При выражении загрязнения в долях ПДК рекомендации сводятся к следующему: «Значения выше 1 говорят о необходимости существенно сократить время пребывания на открытом воздухе, особенно вблизи автотрасс или других источников загрязнения. Для длительных прогулок в этих случаях необходимо выбирать территории природного комплекса, удаленные от автотранспортных магистралей» (<http://www.mosecom.ru>).

Таким образом, значение AQI является более информативным показателем для населения, чем доли ПДК.

Некоторые предложения для развития системы непрерывного мониторинга загрязняющих веществ в Красноярске и оперативно-го информирования населения

1. Доукомплектовать три станции КГБУ «ЦРМПиООС» (Красноярск-Северный, Красноярск-Черемушки, Красноярск-Солнечный)

Air Quality Index	Outdoor Activity Guidance
 GOOD	Great day to be active outside!
 MODERATE	Good day to be active outside! Students who are unusually sensitive to air pollution could have symptoms.*
 UNHEALTHY FOR SENSITIVE GROUPS	It's OK to be active outside, especially for short activities such as recess and physical education (PE). For longer activities such as athletic practice, take more breaks and do less intense activities. Watch for symptoms and take action as needed.* Students with asthma should follow their asthma action plans and keep their quick-relief medicine handy.
 UNHEALTHY	For all outdoor activities, take more breaks and do less intense activities. Consider moving longer or more intense activities indoors or rescheduling them to another day or time. Watch for symptoms and take action as needed.* Students with asthma should follow their asthma action plans and keep their quick-relief medicine handy.
 VERY UNHEALTHY	Move all activities indoors or reschedule them to another day.

Рис. 9. Качество воздуха и наружное руководство деятельности для школ

и укомплектовать три станции Среднесибирского УГМС (Роев ручей; ул. Дудинская, д. 4; ул. Минусинская, д. 14) необходимым оборудованием для измерения O_3 , SO_2 , NO_2 , CO , $PM_{2,5}$ и PM_{10} (рис. 10). Рассмотреть возможность создания поста наблюдения в районе проведения большей части соревнований Универсиады.

2. Медицинским службам адаптировать имеющиеся в мировой практике инструкции для поведения жителей Красноярского края в случаях различного уровня загрязнения регистрируемыми загрязнителями.

3. Использовать разработки ИВМ СО РАН для создания баз данных, получаемых с постов наблюдения, методы их обработки, информационные возможности представления населению и научной обществу результатов мониторинга.



Рис. 10. Схема расположения станций, которые могут быть использованы для определения AQI. Синим цветом обозначены станции КГБУ «ЦРМПиООС», красным – Среднесибирского УГМС, желтым – необходимая для Универсиады станция

4. Для определения необходимого количества стационарных постов наблюдения в г. Красноярске КГБУ «ЦРМПиООС» совместно с учеными Сибирского федерального университета и Красноярского научного центра провести оценку репрезентативности данных, получаемых с существующих в настоящее время постов наблюдений, с экологической ситуацией во всех районах (в границах городской территории).

ПОСЛЕСЛОВИЕ: РОЛЬ ЛИЧНОСТИ В ЭКОЛОГИИ

Говорят, что возможности любых реформ и изменений определяются наличием объективных факторов для их проведения. Нужны подходящие условия, нужны финансовые и материальные ресурсы – без этого ничего сделать невозможно. Зная имеющиеся ресурсы, можно заранее предсказать, будет ли намечаемая реформа успешной или же она провалится.

Да, без наличия ресурсов ничего невозможно сделать, наверное. Но хочется привести один пример реформ – реформ, которые совершенно никак не могли состояться, потому что никаких ресурсов для их проведения не было, реформ, которые не могли случиться в этом месте и в это время, реформ, предсказать не то чтобы успех – саму возможность проведения которых было невозможно.

Мы имеем в виду знаменитые реформы, приведшие к изменению условий жизни в бразильском городе Куритиба, инициированные 34-летним мэром этого города Жайме Лернером, назначенным на этот пост пришедшим к власти военным правительством Бразилии взамен предельно демократично избранного предыдущего мэра грязного, с множеством голодных бедняков и с жуткой транспортной сетью города.

О реформах, проведенных Ж. Лернером, много написано, и нет смысла повторяться. Хочется только сказать, что никаких предварительных объективных условий для осуществления этих реформ не было. Не было и особого стремления жителей Куритибы что-то изменить и измениться – счастье Лернера заключалось в том, что он не избирался, а, так сказать, «сидел на штыках» в болезненное время начала реформ.

Можно повторить случившееся в Куритибе? Классик философии вполне определенно высказывался по поводу повторяемости различных событий в истории – помните? Тем не менее, представляется, что изменения всегда возможны, при любых начальных условиях. Задачи по реформированию состояния городов, сформулированные авторами этого сборника, исполнимы. Нужен Лернер. Или удастся обойтись без него?

*Владислав Суховольский,
Рем Хлебопрос*

Жайме Лернер (порт. *Jaime Lerner*) – бразильский архитектор и государственный деятель. Ж. Лернер перестроил городскую среду в своём родном городе Куритиба в Бразилии, мэром которого был в 1971–75, 1979–84 и 1989–92 гг. Параллельно он изменил взгляд городских архитекторов во всём мире на то, что возможно в планировке городов. Ж. Лернер завоевал множество бразильских и международных призов:

1990: United Nations Environmental Award.

1990: International Institute for Energy Conservation (IIEC).

1991: Scroll of Honor, United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat).

1991: Tree of Learning, IUCN.

1996: Child and Peace Award, UNICEF.

1997: Thomas Jefferson Foundation Medal in Architecture, University of Virginia.

2000: Prince Claus Award, the Netherlands.

2001: Pioneer 2001, International Council for Caring Communities (ICCC-USA).

2001: World Technology Award for Transportation, National Museum of Science and Industry, UK.



Научное издание

**Воздушная среда городов Красноярья:
состояние, прогноз, управление**

Сборник материалов

Ответственный за выпуск Владислав Григорьевич Суховольский

Редактор И.А. Вейсиг
Компьютерная верстка Е.В. Достоваловой

Подписано в печать 15.06.2015. Печать плоская.
Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 4,5. Тираж 100 экз. Заказ № 1755.

Издательский центр
Библиотечно-издательского комплекса
Сибирского федерального университета
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79
Тел/факс (391) 206-21-49, e-mail: bik@sfu-kras.ru

Отпечатано Полиграфическим центром
Библиотечно-издательского комплекса
Сибирского федерального университета
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 82а
Тел/факс (391) 206-26-58, 206-26-49
E-mail: print_sfu@mail.ru; <http://bik.sfu-kras.ru>