

УДК 614.72

## Рекомендации по реализации концепции экологической безопасности городов с металлургическим производством

**М. С. Балабанов,**

ООО «Международная Энергосберегающая Корпорация», г. Санкт-Петербург

**С. В. Бабошкина,**

Институт водных и экологических проблем СО РАН,

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, г. Барнаул

Показана необходимость проработки концепций экологической безопасности промышленных городов с металлургическим производством. Разработана мнемосхема взаимодействия всех структур от производства до органов государственной власти. Предлагаемые мероприятия по реализации концепции отражают интересы производства и способствуют улучшению экологической ситуации в промышленных городах.

**Ключевые слова:** металлургическое производство, FACTS-устройства, устройства компенсации реактивной мощности, фильтро-компенсирующие устройства, статический тиристорный компенсатор.

Экологическая обстановка в крупных промышленных городах России сегодня является важнейшим аспектом, определяющим их будущее. Для определения основных направлений деятельности органов местного самоуправления таких городов в области охраны окружающей среды и с целью создания благоприятных условий проживания горожан разрабатываются концепции экологической безопасности на определённый период.

Традиционно для городов с крупными промышленными предприятиями основную экологическую нагрузку на окружающую среду в целом и атмосферу в частности оказывает деятельность металлургических предприятий. Один из рычагов воздействия на экологическую ситуацию – снижение выбросов в период неблагоприятных метеоусловий (штиля) [1]. В большинстве городов контроль состояния атмосферного воздуха не приводит к улучшению экологической обстановки в связи с отсутствием проработанных механизмов взаимодействия структур власти и промышленных предприятий.

Целью данной работы являлось создание мнемосхемы, отражающей взаимосвязи методов учёта экологического эффекта и экологического воздействия в границах природоохранной зоны отдельного предприятия и селетивной зоны города. В задачи исследования входило:

– рассмотреть в качестве образца концепцию [1], принятую Думой г. Челябинска – города, содержащего сталеплавильное и ферросплавное производства и занимающего одно из лидирующих мест в России по негативному воздействию на окружающую среду;

– рассмотреть экологический эффект внедрения устройств компенсации реактивной мощности на металлургических предприятиях;

– предложить рекомендации по схеме экологического контроля вредных выбросов до внедрения энер-

госберегающих технологий (FACTS-устройств) и после их включения в технологический цикл предприятиями города. При этом в рекомендациях должны быть учтены отличия в количественных и качественных показателях выбросов до и после проведенной модернизации;

– разработать схему отслеживания и способы доказательства экологической эффективности проводимых мероприятий на конкретных предприятиях в границах территории производства и города.

Технология металлургического производства обуславливает характер загрязнения атмосферного воздуха. При производстве ферросилиция или железокремниевых лигатур используются следующие основные шихтовые материалы:

а) кварцит, не менее 95 %  $\text{SiO}_2$ ;

б) углеродистые восстановители кремнезема – коксовый орешек, полукокс, малозольные марки слабо-спекающихся каменных углей;

в) щепы древесная – используется в качестве рыхлителя (отчасти восстановителя) колошника;

г) железо в виде железной руды и неофлюсованного агломерата, а также в составе стальной стружки и отходов кремнистых сталей [10].

В процессе плавки ферросилиция продукты горения перечисленных технологических компонентов являются основными источниками загрязнения атмосферного воздуха. Производство стали и чугуна более сложный технологический процесс, и соответственно, компонентный состав загрязняющих веществ атмосферного воздуха ещё более насыщенный.

На современных промышленных предприятиях значительное распространение получили нагрузки, вольт- и вебер-амперные характеристики которых нелинейны, в результате чего возникают нелинейные искажения кривой напряжения сети или, другими словами, несинусоидальные режимы [5]. К таким нагрузкам на металлургических предприятиях относятся [11]:

- электродуговые сталеплавильные печи;
- блюминг-слябинг и непрерывно-заготовочный стан;
- стан горячей/холодной прокатки;
- среднесортный/мелкосортный стан;
- ферросплавные печи и т. д.

Оснащение дуговых сталеплавильных печей устройствами, не позволяющими ухудшать качество электроэнергии на границе, определённой договором энергоснабжения, включая запрещение на работу печей без устройств компенсации реактивной мощности, регламентировано п. 3.2.17 «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» [12].

В настоящее время проектными организациями разработано большое количество схем подключения на металлургических предприятиях FACTS-устройств. Во всех случаях определение целесообразности каждой схемы проводится на основе технико-экономического сравнения различных вариантов. Современное оборудование позволяет проводить реализацию проекта поэтапно.

1 этап – установка фильтро-компенсирующего устройства (ФКУ):

- генерация реактивной мощности;
- коэффициент  $n$ -й гармонической составляющей напряжения;
- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения.

2 этап – доработка ФКУ до статического тиристорного компенсатора (СТК):

- генерация реактивной мощности;
- коэффициент  $n$ -й гармонической составляющей напряжения;
- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения;
- отклонение напряжения;
- установившееся отклонение напряжения;
- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения;
- коэффициент  $n$ -й гармонической составляющей напряжения;
- коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности;
- коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности;
- провал напряжения.

Устройства компенсации реактивной мощности (УКРМ) позволяют:

- снизить загрузку силовых трансформаторов – при снижении потребления реактивной мощности снижается потребление полной мощности;
- обеспечить питание нагрузки по кабелю с меньшим сечением, не допуская перегрева изоляции;
- за счёт частичной токовой разгрузки силовых трансформаторов и питающих кабелей подключить дополнительную активную нагрузку;
- избежать провалки напряжения.

Таким образом, внедрение УКРМ позволяет достичь ощутимого экономического эффекта, заключающегося: в уменьшении количества ремонтов/замен кабельной продукции и силовых трансформаторов за счёт исключения негативного влияния низкого качества электроэнергии; уменьшении сумм платежей за электроэнергию за счёт снижения её потерь; увеличении производительности печи (уменьшении времени плавки и увеличения количества плавок); исключении штрафных санкций за выдачу реактивной мощности в сеть; снижении расхода электродов и катализаторов за счёт стабилизации горения электрической дуги и, как следствие, уменьшении количества вредных атмосферных выбросов; изменении в лучшую сторону качественного состава атмосферы; сокращении штрафных санкций за экологический ущерб, наносимый окружающей среде ненормативными выбросами.

Однако с введением в работу FACTS-устройств уменьшение объёмной составляющей элементов, загрязняющих атмосферный воздух невозможно ни подтвердить, ни опровергнуть, так как ни ранее, ни в рамках выполняемых модернизаций большинством предприятий не устанавливаются газоанализаторы на печной зонте.

В городах, где функционирует несколько предприятий, оказывающих существенную техногенную нагрузку на окружающую среду, концепции, как правило, никак не разделяют принадлежность к конкретным предприятиям тех или иных выбросов, а также их качество и количество.

После внедрения FACTS-устройств эффект снижения количества вредных выбросов в окружающую среду необходимо отслеживать как в границах самого предприятия (цеха, санитарно-защитной зоны), сравнивая количественный и качественный состав выбросов печи с FACTS-устройством и без FACTS, так и в границах города. В случае вступления в силу закона, не учитывающего разделение предприятий по степени экологического воздействия на окружающую среду, возможно ущемление прав экологически ответственного производителя, выполняющего энергосберегающую реконструкцию производства. Однако и само предприятие, желая доказать экологический эффект от внедрения нового оборудования, должно установить газоанализаторы над печами с УКРМ и без УКРМ. Необходимо дополнить концепцию введением разграничения реальных уровней экологического воздействия и дифференцировать степень ущерба для окружающей среды, оказываемого различными предприятиями.

#### Предложение

В связи с тем, что в настоящее время на большинстве предприятий отсутствуют данные по основным показателям работы печей до ввода УКРМ и по факту работы комплекса «печь + УКРМ», рекомендуется заводить на каждую печь таблицу экологического мониторинга (см. табл. 1, разработанную на примере ОАО «ЧЭМК»).

Таблица 1

## Фрагмент базы данных экологического мониторинга 38 печей ОАО «ЧЭМК»

№ п/п	Параметры	Печь № 15 (всего печей 38)			
		Дата			
		Работа без ФКУ		Работа с ФКУ	
		Марка сплава		Марка сплава	
		ФСХ40	ФСХ48	ФСХ40	ФСХ48
1. Технология					
1	Вес закладки, т	13,5	12,2		
2	Выдача металла на плавку, т	5,1	4,3		
3	Удельное потребление энергии, кВт · ч/т	4861,1	5833,3		
4	Коэффициент использования, о. е.	0,9	0,9		
5	Длительность одной плавки, мин	102	102		
6	Активная мощность печи, МВт	14,3	15		
Максимальные значения среднесуточных концентраций веществ, превышающих ПДК					
7	Гидроксibenзол, % ПДК	169	169		
8	Взвешенные вещества, % ПДК	169	169		
9	Марганец, % ПДК	169	169		
10	Формальдегид, % ПДК	370	370		
11	Свинец, % ПДК	380	380		
12	Бенз(а)пирен, % ПДК	340	340		
13	Индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА) в городе	14,5	14,5		
Взвешенные вещества (информационные показатели)					
14	PM10 максимально разовые				
15	PM10 средние за 24 ч				
16	PM10 средние за 7 к. д.				
17	PM10 средние за месяц				
18	PM10 средние за квартал				
19	PM10 средние за год				
20	PM2,5 максимально разовые				
21	PM2,5 средние за 24 ч				
22	PM2,5 средние за 7 к. д.				
23	PM2,5 средние за месяц				
24	PM2,5 средние за квартал				
25	PM2,5 средние за год				
2. Электростанция					
26	Выбросы мазутной золы, т				
27	Энергоёмкость, т у. т./кВт · ч				
Взвешенные вещества (информационные показатели)					
28	PM10 максимально разовые				
29	PM10 средние за 24 ч				
30	PM10 средние за 7 к. д.				
31	PM10 средние за месяц				
32	PM10 средние за квартал				
33	PM10 средние за год				
34	PM2,5 максимально разовые				
35	PM2,5 средние за 24 ч				

Продолжение табл. 1

№ п/п	Параметры	Печь № 15 (всего печей 38)			
		Дата			
		Работа без ФКУ		Работа с ФКУ	
		Марка сплава		Марка сплава	
		ФСХ40	ФСХ48	ФСХ40	ФСХ48
36	PM2,5 средние за 7 к. д.				
37	PM2,5 средние за месяц				
38	PM2,5 средние за квартал				
39	PM2,5 средние за год				
3. Метеорология					
Прогноз за 7 к. д.					
40	Среднесуточная температура, °С				
41	Направление ветра, с.; ю.; з.; в.				
42	Сила ветра, м/с				
43	Атмосферное давление, мм рт. ст.				
44	Влажность, %				
Прогноз за 1 к. д.					
45	Среднесуточная температура, °С				
46	Направление ветра, с.; ю.; з.; в.				
47	Сила ветра, м/с				
48	Атмосферное давление, мм рт. ст.				
49	Влажность, %				
Прогноз по факту					
50	Среднесуточная температура, °С				
51	Направление ветра, с.; ю.; з.; в.				
52	Сила ветра, м/с				
53	Атмосферное давление, мм рт. ст.				
54	Влажность, %				
4. Медицина (статистика за год)					
Параметры ведущих мест в структуре заболеваний					
Дети		2009 г. – 3082,8 случая заболеваний на 1000 чел.			
55	Болезни органов дыхания, %	53,1			
56	Болезни органов пищеварения, %	6,6			
57	Болезни глаза и его придаточного аппарата, %	4,2			
58	Болезни костно-мышечной системы, %	4,0			
Подростки		2009 г. – 2922,3 случая заболеваний на 1000 чел.			
59	Болезни органов дыхания, %	35,7			
60	Болезни органов пищеварения, %	10,3			
61	Болезни костно-мышечной системы, %	9,7			
62	Болезни глаза, %	8,6			
63	Болезни мочеполовой системы, %	7,3			
Взрослые		2009 г. – 1772,3 случая заболеваний на 1000 чел.			
64	Болезни органов дыхания, %	23,5			
65	Болезни системы кровообращения, %	15,0			
66	Болезни костно-мышечной системы, %	9,4			
67	Болезни глаза, %	9,18			

Окончание табл. 1

68	Болезни мочеполовой системы, %	6,96
Ведущие позиции в структуре заболеваний злокачественными новообразованиями		2009 г. – 363,3 случая заболеваний на 1000 чел.
69	Рак кожи с меланомой, %	16
70	Рак молочной железы, %	12
71	Рак трахеи, бронхов, легкого, %	11,2
72	Рак ободочной кишки, %	6,8
73	Рак желудка, %	5,9
74	Рак предстательной железы, %	5,2

**Примечания.** Два вида оценки загрязнения атмосферного воздуха взвешенными веществами PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub> (раздел 2 «Газоанализ») – нормативную и информационную – следует выполнять в соответствии с программой Росгидромета «Модернизация и развитие системы мониторинга загрязнения окружающей среды на 2010–2012 гг.» [4, 7].

На базе информационных показателей взвешенных веществ (пп. 14–25) составляются нормативные показатели:  
– средняя за год концентрация PM<sub>10</sub> и PM<sub>2,5</sub> на территории ЧЭМК;  
– 99-й перцентиль 24-часовых концентраций за истекший год на территории ЧЭМК;  
– средняя за год концентрация PM<sub>10</sub> и PM<sub>2,5</sub> на территории г. Челябинска;  
– 99-й перцентиль 24-часовых концентраций за истекший год на территории г. Челябинска.

Параметры, принятые к фиксации в разделе 3 «Электростанция», указаны на основании источников [4, 7, 9].

На базе информационных показателей взвешенных веществ (пп. 28–39) составляются нормативные показатели: средняя за год концентрация PM<sub>10</sub> и PM<sub>2,5</sub> на территории ТЭС и 99-й перцентиль 24-часовых концентраций за истекший год на территории ТЭС.

Работы, проводимые предприятием по энергосбережению и экологии, включены в таблицу на основании параграфа 4 «Энергосбережение и экология» концепции [1].

Параметры, принятые к фиксации в разделе 5 «Медицина», указаны на основании параграфа 8 «Состояние окружающей среды и здоровье человека» концепции [1]. Раздел заполняется раз в год на основании статистических данных.

Таблица, заполняемая специалистами предприятия, может иметь оптимизированный вид и не содержать пункты 13, 26–39, 55–74.

#### Положительный сценарий работы по таблице экологического мониторинга

В рамках предлагаемых мероприятий по реализации концепции промышленное предприятие устанавливает до зонта печи газоанализаторы, способные фиксировать объём газов, химический состав газов и процентное содержание частиц PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub> (раздел 2, табл. 1). Газоанализаторы обязательно должны устанавливаться как на комплексы «Печь + УКРМ», так и на печи без УКРМ. На рис. 1 представлена мнемосхема взаимодействия участников концепции.

Сокращения, используемые на мнемосхеме:

Государственная Дума – Государственная Дума Федерального Собрания РФ;

Городская дума – городская дума промышленно-города;

администрация города – администрация города, представленная управлением экологии и природопользования и управлением здравоохранения;

законодательный акт – нормативно-правовые акты, отражающие методiku расчёта платы за негативное воздействие на окружающую среду «Выбросы вредных веществ в атмосферный воздух стационарными объектами»;

ГА1 – газоанализатор стационарный в непосредственной близости к печи до воздухоочистки;

ГА2 – газоанализаторы мобильные в границах кадастрового плана предприятия;

ГА3 – газоанализаторы в границах санитарно-защитной зоны предприятия;

ГА4 – газоанализаторы в границах селитебной зоны города;

П – печь (ферросплавная или сталеплавильная);

УКРМ – устройство компенсации реактивной мощности;

З – зонт печи для сбора угарных газов;

ОС – очистные сооружения комплекса воздухоочистки;

СГТ – служба главного технолога предприятия;

ИЗА – индекс загрязнения атмосферного воздуха;

ПДК – предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ.

Данные от газоанализатора до зонта (ГА1) и после очистных сооружений от газоанализатора на территории предприятия (ГА2) поступают в службу главного технолога (СГТ). Туда же поступают основные показатели по технологии (раздел 1, табл. 1).

Экономический отдел рассчитывает основные показатели производства, в том числе предполагаемые штрафные санкции за наносимый экологический ущерб (на основании данных от ГА2, особенно при работе печей без УКРМ) и экономию по оплате электроэнергии от использования печи с УКРМ. Обработанная информация поступает к директору предприятия для утверждения плана производства на перспективу.



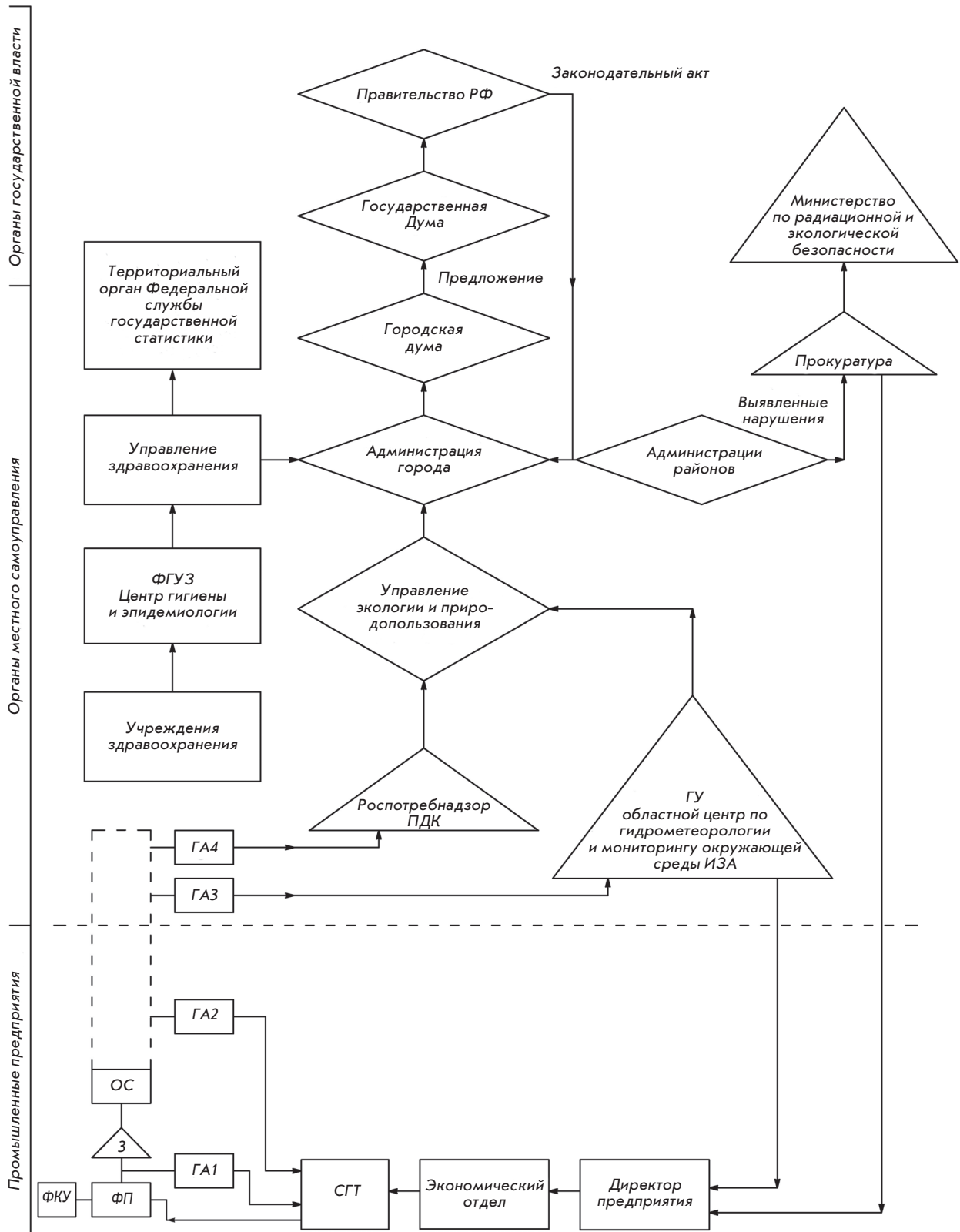


Рис. 1. Мнемосхема взаимодействия участников концепции экологической безопасности городов

На имя директора предприятия ежедневно поступают прогноз погоды и архивные данные за прошедшие сутки (раздел 3, табл. 1). Прогноз на неблагоприятные дни, способные вызвать увеличение концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе селетивной зоны города, передается от замдиректора главному технологу. Службой главного технолога корректируется план производства путём составления графика плавки «малодымных» марок в неблагоприятные дни. Разработанный план передаётся в экономический отдел, который в свою очередь утверждает его у директора и далее возвращает службе главного технолога с пометкой «В производство работ».

Контроль за предельно допустимыми концентрациями на территории селетивной зоны возлагается на Роспотребнадзор, который использует стационарные и передвижные газоанализаторы – ГА4.

Городской областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды выполняет метеосводки (раздел 4, табл. 1) и рассчитывает индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА) на территории селетивной зоны, используя показатели стационарных и передвижных газоанализаторов (ГА3). В случае определения предельных значений ИЗА (даже в период благоприятных метеоусловий) областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды ИЗА вправе адресовать директору предприятия требование скорректировать технологический процесс с целью уменьшения вредных концентраций в атмосферном воздухе города.

Полученные данные по концентрации вредных веществ, превышающих ПДК, а также значения ИЗА направляются в Управление экологии и природопользования, далее в управленческие ресурсы администрации города для обработки. Ответственные лица в Управлении экологии и природопользования (администрация города) дорабатывают методические указания по контролю загрязнения атмосферного воздуха, где более детально учитываются взаимосвязи предприятий и городской среды. Разработанный нормативный акт передаётся на утверждение в городскую думу. Проработанный и утверждённый документ передаётся на рассмотрение Государственной Думой и на утверждение Правительством РФ, откуда возвращается в администрацию города в виде готового законодательного акта.

При выявлении нарушений предприятием требований законодательного акта городской областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды подаёт в администрацию района заявление, и прокуратура будет вправе наложить штраф на руководителя предприятия. Контроль за ходом дела возлагается на Министерство по радиационной и экологической безопасности города.

Конечной целью всех проводимых мероприятий является улучшение здоровья и снижение статистических показателей заболеваемости жителей (раздел 5, табл. 1). Ведение и статистическая обра-

ботка данных по образцу предлагаемой таблицы должны охватывать большой промежуток времени (не менее 20 лет) и требуют участия всех учреждений здравоохранения, в том числе Центра гигиены и эпидемиологии, Управления здравоохранения, территориального органа Федеральной службы государственной статистики.

В ходе анализа показателей газоанализаторов ГА3 и ГА4 следует обратить внимание на функционирующие в городе ТЭС, также являющиеся существенными источниками загрязнения атмосферного воздуха (раздел 3, табл. 1). Необходимо обратить особое внимание на возможное значительное изменение объёма потребляемой электроэнергии от предприятий и изменения количества выбросов ТЭС в атмосферу на основании значительного уменьшения потребления активной энергии предприятием после ввода УКРМ. Известно, что у энергетического оборудования существует оптимальный режим нагрузки, при котором концентрация вредных веществ минимальна благодаря максимальному сгоранию топлива. Таким образом, по данным мониторинга выбросов ТЭС необходимо составить технологический регламент по оптимальной нагрузке генерирующего оборудования.

Разработчикам концепций необходимо разграничить реальные уровни экологического воздействия и дифференцировать степень ущерба, оказываемого различными предприятиями на окружающую среду.

Министерство природных ресурсов и экологии РФ Приказом № 579 от 31.12.2010 [8] определило перечень вредных (загрязняющих) веществ, подлежащих государственному учёту и нормированию (приложение № 2 к Приказу), в который включены:

- твёрдые частицы размером 10 мкм и менее (PM10);
- твёрдые частицы размером 2,5 мкм и менее (PM2,5);
- порядок установления источников выбросов таких веществ в атмосферный воздух [4].

К перспективным задачам Роспотребнадзор относит также нормативное закрепление необходимости проведения оценки риска при установлении предельно допустимых выбросов и при расчёте фоновых концентраций загрязняющих веществ [4, 9]. Это означает, что в ближайшем будущем предприятия, в том числе ТЭС, должны будут нормировать выбросы PM10 и PM2,5 с учётом фоновых концентраций по PM10 и PM2,5, полученных по данным мониторинга этих частиц в атмосферном воздухе [4]. Таким образом, для предприятий тепло- и электроэнергетики становятся актуальными вопросы, связанные с учётом выбросов мелкодисперсной пыли (PM2,5 и PM10) и их нормированием. Регулярные наблюдения и определение по данным этих наблюдений характеристик загрязнения атмосферного воздуха взвешенными веществами необходимы для обоснованного планирования мер по охране атмосферного воздуха и контроля их эффективности.

В рамках данной работы предложены рекомендации по схеме экологического контроля вредных выбросов до внедрения энергосберегающих технологий и по факту их включения в технологический цикл предприятиями городов, количественные и качественные показатели выбросов которых в результате модернизации будут существенно отличаться от прежних. Указаны способы определения эффективности проводимых мероприятий на конкретных предприятиях как в границах территории предприятия, так и города.

Фиксация параметров в соответствии с табл. 1 позволит:

- построить модель зависимости метеорологических условий на ИЗА в городе;
- построить модель краткосрочного и долгосрочного прогнозирования превышения ПДК в зависимости от технологического цикла предприятия и метеоусловий;
- построить модель влияния использования УКРМ на процесс снижения поступления в атмосферу ПДК загрязняющих атмосферу веществ;
- построить модель зависимости содержания загрязняющих веществ от генерирующих электро-

станций, питающих предприятие (уменьшение выработки электроэнергии из-за уменьшения потребления активной энергии при работающих УКРМ) с технологическим циклом производства (объёмом потребления активной энергии);

– построить модель заболеваемости жителей от объёмов вредных выбросов и метеорологических условий;

– разработать программный комплекс, позволяющий прогнозировать вредные выбросы;

– разработать методические рекомендации по тарифам за загрязнение атмосферы на базе вновь разработанного программного обеспечения;

– утвердить новые тарифы на законодательном уровне;

– скорректировать санитарно-защитные зоны предприятий на основании данных по РМ10 и РМ2,5.

Авторы считают, что формирование базы данных с последующей разработкой программного комплекса позволит определить тонкую грань экологического эффекта при внедрении энергосберегающего оборудования (FACTS-устройств).

## Литература

1. Решение Челябинской городской Думы от 23.11.2010 № 19/16 «О принятии Концепции экологической безопасности города Челябинска до 2020 года» (вместе с «Концепцией экологической безопасности города Челябинска до 2020 года»). [Электронный ресурс]. Код доступа: [www.ekocentr.ru/?mod=reshenie5](http://www.ekocentr.ru/?mod=reshenie5).
2. Доронин М. Новая пятнадцатая // Электросплав. – 2013. – 27 ноября – № 16 (9462).
3. Челябинский электрометаллургический комбинат [Электронный ресурс]. Код доступа: [www.chemk.ru/about](http://www.chemk.ru/about).
4. Иванов А. А., Кумпан Н. В., Брагина О. Н., Киселёва О. А., Мячина Т. Н. О необходимости разработки методических указаний по учёту выбросов мелкодисперсной пыли тепловыми электрическими станциями // Электрические станции. – 2014. – № 2 (991).
5. Рекомендации ВОЗ по качеству воздуха, касающиеся твёрдых частиц, озона, двуокиси азота и двуокиси серы. Глобальные обновлённые данные 2005. Краткое изложение оценки риска. Женева: ВОЗ, 2006.
6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200 03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов (в редакции СанПиН 2.2.1/2.1.1.2361 08, изменение № 1).
7. Методические рекомендации по представлению данных мониторинга мелкодисперсных взвешенных веществ (РМ2,5 и РМ10) в атмосферном воздухе Санкт Петербурга (утверждены распоряжением Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности правительства Санкт Петербурга 20.05.2010, № 75 р).
8. Приказ Минприроды России от 31.12.2010 № 579 «О Порядке установления источников выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, подлежащих государственному учёту и нормированию, и о Перечне вредных (загрязняющих) веществ, подлежащих государственному учёту и нормированию».
9. Рахманин Ю. А. Научные основы совершенствования руководства по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, с учётом последних мировых достижений в области анализа риска. Охрана атмосферного воздуха // Атмосфера. – 2011. – № 1.
10. Производство ферросилиция [Электронный ресурс]. Код доступа: [www.vevivi.ru/best/Proizvodstvo-ferrosplavov-ref146220.html](http://www.vevivi.ru/best/Proizvodstvo-ferrosplavov-ref146220.html).
11. Бушуева О. А., Новиков А. С. Применение статических тиристорных компенсаторов в системах электроснабжения промышленных предприятий // Электрика. – 2007. – № 8. – С. 8–13.
12. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: Энергосервис, 2003.



### The Environmental safety concept for Russian cities with metallurgical production

**M. S. Balabanov,**  
International Energysaving Corporation, LLC, Saint-Petersburg


**S. V. Baboshkina,**  
Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Barnaul

The paper demonstrates necessity of environmental safety concepts for industrial cities with metallurgical production. We develop a tiered mnemonic interaction scheme of all structures from an industry to public authorities. Suggested activities for implementation of the mentioned concept reflect industry interests and contribute to the improvement of industrial cities' ecology.


**Keywords:** metallurgical production, FACTS, reactive power compensation devices, harmonic filter, static thyristor compensator.

## ВНИМАНИЕ!


## ПОДПИСКА-2015!



**Индексы**  
46 577, 84 676



**Индекс**  
82 020



**Индекс**  
59 972

Для стран СНГ и дальнего зарубежья подписка через агентство  
«Информнаука»: [www.informnauka.com](http://www.informnauka.com)

Подписка на электронную версию журнала:  
[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)