

МИНИСТЕРСТВО ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

РЕСПУБЛИКАНСКОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ И КЛИМАТА»

УДК 504.06.002

Государственный регистр. №

Инв. №

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор РГП КазНИИЭК

к.т.н. М.К. Баекенова

_____ 2006 г.

**ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ**

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОЦЕНКЕ ПЕРЕНОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА БОЛЬШИЕ РАССТОЯНИЯ И ИХ ВЫПАДЕНИЕ, ВЫЯВЛЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЕЕ КАЧЕСТВА, РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ БОРЬБЫ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ

Заказчик:

Министерство охраны окружающей среды
Республики Казахстан

подпись, дата

Зам. генерального директора, к.г.н.

_____ И.Б. Есеркепова

подпись, дата

Ответственный исполнитель, к.г.н.

_____ А.В. Чередниченко

подпись, дата

Алматы 2006

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель, зам. генерального директора, к.г.н.

И.Б. Есеркепова

Ответственный исполнитель, ведущий научный сотрудник к.г.н.

А.В. Чередниченко (редактирование, общее руководство, введение, раздел 3, заключение)

Главный научный сотрудник, д.г.н.

С.К. Давлетгалиев (раздел 7,7.1-7.4)

Главный научный сотрудник, д.г.н.

В.С. Чередниченко (раздел 2.4, 2.7, 2.8)

Ведущий научный сотрудник, к.ф.-м.н.

О.Е. Семенов (раздел 6,6.1-6.3)

Ведущий научный сотрудник, к.т.н.

М.А. Бухман (раздел 7.5)

Ведущий научный сотрудник, к.г.н.

С. Е. Полякова (разделы 2, 2.1-2.3)

Ведущий научный сотрудник, к.г.н.

Баймакова Е.В. (разделы 4, 4.1-4.3)

Ведущий научный сотрудник, к.г.н.

А.Т. Кенжибаев (разделы 5)

Старший научный сотрудник

А.П. Шапов (раздел 6.4)

Старший научный сотрудник

О.С. Галаева (раздел 1)

Старший научный сотрудник

Е.Ю. Степанова (раздел 2.9, 2.10,4..5)

Научный сотрудник

В.П. Идрисова (раздел 2.5,)

Научный сотрудник

В.М. Ракова (раздел 2.6, 2.11)

Научный сотрудник

М.Т. Ибрагимов (программное обеспечение, электронные таблицы)

РЕФЕРАТ

Отчет 189 стр., 49 рисунка, 64 таблиц, 3 приложения.

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ, ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА, МОДЕЛЬ ПЕРЕНОСА, АНТРОПОГЕННЫЕ ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ, НАЦИОНАЛЬНЫЙ КАДАСТР, РУКОВОДСТВО КОРИНЭЙР/ЕМЕП, ПЕРЕНОС ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА БОЛЬШИЕ РАССТОЯНИЯ, КОНВЕНЦИЯ О ТРАНСГРАНИЧНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ВОЗДУХА НА БОЛЬШИЕ РАССТОЯНИЯ, ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, СТОЙКИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ, ПРОГНОЗ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ НА 2015-2020 ГГ.

Объект исследований.

Источники выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферу в Казахстане, как техногенные, так и природные.

Цель работы.

Выявить источники выбросов основных загрязняющих веществ (оксиды азота, окись углерода, неметановые углеводороды, двуокись серы), тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей с территории Казахстана, последствия загрязнения атмосферы, провести моделирование выбросов ЗВ, их переноса и выпадения, разработать рекомендации по повышению экономической эффективности программ борьбы с загрязнением. Эти цели соответствуют требованиями программы ЕМЕП для выполнения Казахстаном обязательств по Конвенции о Трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (КТЗВБР).

Область применения.

Выполнение обязательств Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния Министерством охраны окружающей среды.

Метод исследований – международная методология, разработанная Целевой группой по инвентаризации выбросов ЗВ, созданной под эгидой Европейского Агентства по охране окружающей среды в рамках Совместной программы наблюдения и оценки переноса загрязняющих веществ на большие расстояния в Европе (ЕМЕП).

СОДЕРЖАНИЕ

<i>ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ, СИМВОЛОВ, ЕДИНИЦ</i>	7
Введение.....	9
1 ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ КАЗАХСТАНА ПО ДАННЫМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ	13
2 ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В КАЗАХСТАНЕ ПО МЕТОДОЛОГИИ КОРИНЭЙР/ЕМЭП	17
2.1 <i>СЖИГАНИЕ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ И ЕЕ ТРАНСФОРМАЦИИ (СТАЦИОНАРНЫЕ ИСТОЧНИКИ): (ГРУППА 01)</i>	19
2.1.1 Теплоэлектростанции как точечные источники	19
2.1.2 Коксовальные печи (010406).....	24
2.2 <i>ПРЕДПРИЯТИЯ ПО НЕПРОМЫШЛЕННОМУ СЖИГАНИЮ ТОПЛИВА (ГРУППА 02)</i>	25
2.3 <i>СЖИГАНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ (ГРУППА 03)</i>	26
2.3.1 Кауперы доменных печей (030203).....	26
2.3.2 Печи для получения гипсовой штукатурки, гипса (030204).....	27
2.3.3 Агломерационное производство (030301).....	28
2.3.4 Печи вторичного нагрева при производстве чугуна и стали (030302)	29
2.3.5 Литейные цеха по производству серого чугуна (030303)	30
2.3.6 Первичное производство свинца (030307)	31
2.3.7 Первичное производство цинка (030304)	32
2.3.8 Первичное производство меди	33
2.3.9 Цементное производство (030311)	34
2.3.10 Производство стекла (030314, 030315, 030316, 030317).....	35
2.4 <i>ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ</i>	37
2.4.1. Общая методология	37
2.4.2. Общие эмиссии и тренд выбросов загрязняющих веществ	38
2.4.3. Процессы в нефтяной промышленности	40
2.4.4. Процессы в черной металлургии	40
2.4.5. Процессы в неорганической химии.....	41
2.4.6. Процессы в органической химии	41
2.4.7. Процессы в деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, пищевой и других промышленностях	42
2.5 <i>ДОБЫЧА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИСКОПАЕМОГО ТОПЛИВА И ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ</i>	42
2.6 <i>ПРИМЕНЕНИЕ РАСТВОРИТЕЛЕЙ</i>	43
2.6.1. Использование красок	44
2.6.1.1 Результаты	44
2.6.1.2 Неопределенности	46
2.6.2. Обезжиривание металлов	46
2.6.2.1 Результаты	46
2.6.2.2 Неопределенности	47
2.6.3. Сухая чистка	47
2.6.3.1 Результаты	47
2.6.3.2 Неопределенности	48
2.6.4. Использование растворителей в быту.....	48
2.6.4.1 Результаты	48
2.6.4.2 Неопределенности	49

2.6.5 Улучшение расчетов	49
2.7 <i>ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ АВТОТРАНСПОРТА (ГРУППА)</i>	49
2.8 <i>ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ МОБИЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ</i>	56
2.9 <i>ОТХОДЫ</i>	62
2.9.1 Динамика эмиссий ЗВ	63
2.9.2 Сжигание отходов	65
2.9.2.1 Сжигание в факеле при добыче газа и нефти	65
2.9.2.2 Открытое сжигание сельскохозяйственных отходов, за исключением жнивья	65
2.9.4 Обработка прочих отходов	66
2.9.4.1 Общественные уборные	67
2.9.5 Неопределенности	67
2.9.6 Улучшение расчетов	68
2.10 <i>СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО</i>	68
2.10.1 Динамика эмиссий ЗВ	69
2.10.2 Обработка сельскохозяйственных культур с внесением удобрений	70
2.10.3 <i>Обработка сельскохозяйственных культур без внесения удобрений</i>	71
2.10.4 Сжигание стерни на полях	71
2.10.5 Управление азотными составляющими навоза	72
2.10.6 Неопределенности	73
2.10.7 Улучшение расчетов	73
2.11 <i>ДРУГИЕ ИСТОЧНИКИ И СТОКИ</i>	74
2.11.1 Неуправляемые и управляемые лиственные и хвойные леса	75
2.11.1.1 Результаты	76
2.11.1.2 Неопределенности	77
2.11.2 Почвы неуправляемых и управляемых хвойных и лиственных лесов, естественных лугов и других земель	77
2.11.2.1 Результаты	77
2.11.2.2 Неопределенности	78
2.11.3 Лесные и другие пожары, пожары антропогенного происхождения.	78
2.11.3.1 Результаты	78
2.11.3.2 Неопределенности	79
2.11.4 Естественные луга и другие виды растительности	79
2.11.4.1 Результаты	80
2.11.4.2 Неопределенности	80
2.11.5 Термиты, млекопитающие и другие животные	80
2.11.5.1 Результаты	81
2.11.5.2 Неопределенности	82
2.11.6 Улучшение расчетов	82
3 СТОЙКИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ (СОЗ)	85
3.1 <i>СОЗ И ИХ ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА</i>	85
3.2 <i>Диоксины и фураны</i>	86
4. ПРОГНОЗ ОЖИДАЕМОГО КОЛИЧЕСТВА НАЦИОНАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ SO₂, NO_x, CO И НМЛОС ЗА 2010, 2015 И 2020 ГОДЫ	91
4.1 <i>ПРОГНОЗ ВЫБРОСОВ ЗВ ОТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА РК ДО 2015-2020 гг.</i>	91
4.2 <i>ПРОГНОЗ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ АВТОТРАНСПОРТА НА 2010 и 2015 ГОДЫ</i>	94

4.4	ПРОГНОЗ ЭМИССИЙ ЗВ ОТ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПЕРИОД ДО 2020 Г.	107
4.5	ПРОГНОЗ ЭМИССИЙ ЗВ ОТ ОТХОДОВ НА ПЕРИОД ДО 2020 Г.	109
5.	О ВЕРТИКАЛЬНОМ РАССЛОЕНИИ ОЗОнового СЛОЯ С УЧЕТОМ КРУГОВОРОТА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ	112
6.	МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА ТЯЖЕЛОЙ БЫСТРО ОСЕДАЮЩЕЙ ПРИМЕСИ ВОЗДУШНЫМ ПОТОКОМ ПРИ БУРЯХ	124
6.1	ОПИСАНИЕ ВОСЬМИСЛОЙНОЙ МОДЕЛИ ПЕРЕНОСА МАССЫ ГРУБОДИСПЕРСНОГО АЭРОЗОЛЯ И АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ПО НЕЙ	126
6.3	МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА ГРУБОДИСПЕРСНОГО АЭРОЗОЛЯ С ОСУШЕННОЙ ЧАСТИ ДНА АРАЛА НА ПРИМЕРЕ ОЧЕНЬ СИЛЬНОЙ ПЕСЧАНОЙ БУРИ	134
6.4	ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСГРАНИЧНОГО ВЫНОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ ВЫСОТНЫХ ИСТОЧНИКОВ	145
7	ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ НА КРУПНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ-ЗАГРЯЗНИТЕЛЯХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН	152
7.1	СУЩЕСТВУЮЩЕЕ СОСТОЯНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОНОМИКИ КАЗАХСТАНА	154
7.2	ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ	154
7.3	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ	155
7.4	ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ	155
7.5	РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ВЫБРОСОВ ЗВ	165
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	174
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1	179
	ПРИЛОЖЕНИЕ 2	183
	ПРИЛОЖЕНИЕ 3	186

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ, СИМВОЛОВ, ЕДИНИЦ

ВВП	- Валовый внутренний продукт
ЕМЕП	- Совместная программа наблюдения и оценки переноса загрязняющих веществ на большие расстояния в Европе
ЕЭК ООН	- Европейская экономическая комиссия организации объединенных наций
ЗВ	- Загрязняющие вещества
КОРИНЭЙР	- CORINAIR - CORE INventory of AIR emissions – базовая инвентаризация выбросов в атмосферу в Европе
КТЗВБР	- Конвенция о Трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния
КТИ	- Крупный точечный источник
МООС РК	- Министерство Охраны Окружающей Среды Республики Казахстан
МСЦ-В	- Метеорологический синтезирующий центр- Восток
МСЦ-З	- Метеорологический синтезирующий центр- Запад
МАРКАЛ	Международная энергетическая, экономическая, экологическая модель
НМУ	- Неблагоприятные метеорологические условия
ОКЭД	- Общий классификатор видов экономической деятельности
ООН	- Организация Объединенных Наций
ПАУ	- Полициклические ароматические углеводороды
ПГ	- Парниковые газы
ПГП	- Потенциал глобального потепления
ПДВ	- Предельно допустимые выбросы
ПДС	- Предельно допустимые сбросы
РК	- Республика Казахстан
РКИК ООН	- Рамочная Конвенция ООН об изменении климата
СКВ	- Селективное каталитическое восстановление
СНКВ	- Селективное некаталитическое восстановление
СКС	- Сжигание в кипящем слое
СНГ	- Содружество независимых государств
СУБД	- Система управления базами данных
СОЗ	- Стойкие органические загрязнители
СПГ	Сжатый природный газ
ТБО	- Твердые бытовые отходы
ТМ	- Тяжелые металлы

- ФАО - Организация ООН по вопросам продовольствия и сельского хозяйства
ХПК - Показатель химического потребления кислорода

Химические символы

CH ₄	метан
N ₂ O	закись азота
CO ₂	диоксид углерода
CO	окись углерода
NO _x	окислы азота
НМУ	неметановые углеводороды
SF ₆	гексафторид серы
SO ₂	диоксид серы
NH ₃	аммиак
Hg	ртуть
ЛОС	Летучие органические соединения
НМЛОС	Неметановые летучие органические соединения

Единицы измерения

Мг	мегаграмм
т	тонна
ТДж	Тераджоуль (10 ¹² Дж)
°С	градус Цельсия
тыс. т	тысяча тонн
ПДж	петаджоуль (10 ¹⁵ Дж)
м ³ /га	метр кубический на гектар

ВВЕДЕНИЕ

Региональное сотрудничество по проблемам загрязнения воздуха доказало свою успешность в регионе UNECE, особенно в рамках Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, в которой участвуют уже 49 сторон из региона с 55 странами. Однако требуются усилия, чтобы помочь новым сторонам выполнять обязательства по Конвенции, а также дать возможность большему числу стран ратифицировать и выполнять обязательства Конвенции и ее протоколов. Еще не все страны Центральной Азии вовлечены в работу. Казахстан и Кыргызстан ратифицировали Конвенцию в 2001 и 2000 гг. соответственно, но не вошли в какой-либо из протоколов Конвенции.

Республика Казахстан как независимое государство постоянно подтверждает свою приверженность идеям экологической безопасности и устойчивого развития. За годы независимости Казахстан присоединился к 21 международной природоохранной конвенции, в том числе к конвенции по изменению климата и охране озонового слоя, по сохранению биоразнообразия и редких видов флоры и фауны, по борьбе с опустыниванием и по трансграничному переносу загрязнений воздуха, по доступу к экологической информации и другим, а также активно включился в процесс «Окружающая среда для Европы».

В Казахстане вопросам трансграничного характера и переноса загрязнения воздуха на большие расстояния придается большое значение. В Концепции экологической безопасности Республики Казахстан на 2004-2015 годы эта проблема рассматривается как реальная внешняя угроза, решение которой должно обеспечиваться совместными действиями сопредельных государств.

Казахстан разрабатывает национальную концепцию и программу действий по сокращению выбросов ЗВ для того, чтобы совместными и объединенными с ЕМЕР способами решать проблему, связанную с загрязнением воздуха. Для этого необходимо подготовить программу, чтобы позволить стране полностью сотрудничать с Конвенцией о трансграничном Загрязнении воздуха и распространение его на дальнейшее расстояние.

Настоящая концепция определяет цели, задачи, пути и направления развития Национальной программы и Плана выполнения Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния и протоколов к ней в Казахстане. Концепция также указывает объективные предпосылки, основные требования и законодательные меры для выполнения обязательств по Протоколам. Она рассматривает не только технические мероприятия в выбранных секторах, но и возможности их структурного изменения.

Национальная программа, которая будет разработана на основе данной концепции, должна обеспечить рост национальной осведомленности на всех уровнях, включая окружающую среду, здравоохранение, развитие экономики и международное сотрудничество для принятия эффективных решений, включая долгосрочные цели. Она должна включать отдельные требования Протоколов, в том числе, отчетность по выбросам загрязнителей и возможности внедрения наилучших имеющихся методов (BAT – Best Available Technologies). Разработка Концепции, Национальной программы и Плана выполнения осуществляется в рамках проекта ЕЭК ООН, финансируемого из средств Счета развития ООН, «Наращивание потенциала для управления качеством воздуха и применения чистых технологий сжигания угля в Центральной Азии» (КАПАКТ). Этот проект также выполняется в рамках реализации Регионального плана действий по охране окружающей среды в Центральной Азии.

В 2006 г. РГП «КазНИИЭК» продолжил работы по проекту: «Научные исследования по оценке переноса загрязняющих веществ на большие расстояния и их выпадение, выявление возможных последствий моделирования процессов загрязнения атмосферы и определения ее качества, разработка рекомендаций по повышению экономической эффективности борьбы с загрязнением». В соответствии с технической спецификацией в 2006 г. необходимо было выполнить следующий объем работы:

1. Сбор и анализ данных за 2005 год по годовым объемам выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников, оказывающих существенное влияние на загрязнение атмосферного воздуха, с целью последующего использования для предоставления в Руководящий орган Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния.

Основные загрязняющие вещества:

- а) диоксид серы, оксиды азота, аммиак, неметановые летучие органические соединения, монооксид углерода, твердые частицы;
- б) тяжелые металлы: в первую очередь, кадмий, свинец и ртуть;
- в) стойкие органические загрязнители (бензапирен, ПАУ и другие).

2. Систематизация данных для проведения расчетов выбросов загрязняющих веществ по группам источников и видам экономической деятельности, существующим в Казахстане в 2005 году, с учетом требований Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, в том числе, составление отчета о выбросах загрязняющих веществ в электронных таблицах в соответствии с международным форматом отчетности.

3. Сбор и предоставление данных о планируемой деятельности и прогнозируемом количестве национальных выбросов по SO₂, NO_x, NH₃ и НМЛОС за 2010, 2015 и 2020 годы.

4. Проведение работ, направленных на создание и дальнейшее совершенствование методики оценки межрегионального загрязнения территорий и региональной модели переноса и осаждения примесей.

5. Разработка рекомендаций по повышению экономической эффективности борьбы с загрязнением в привязке к предприятиям.

Инвентаризация на национальном уровне по методике, рекомендованной КТЗВБР, в Казахстане производится третий год. Инвентаризации выбросов загрязняющих веществ для целей выполнения обязательств по Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния осуществляется на методической основе, единой для всех стран, ратифицировавших Конвенцию. Использование единой методологии связано с необходимостью обеспечения полноты, сопоставимости, точности и репрезентативности данных о выбросах, представляемых различными странами. Она представлена в виде справочного «Руководства по инвентаризации выбросов в атмосферу». В данном исследовании использовалось третье издание Руководства 2001 г.

Согласно методологии КОРИНЭЙР/ЕМЕП основными источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в Казахстане являются 11 групп источников по категориям SNAP – отраслей производства и природопользования:

- «Сжигание топлива в энергетической промышленности»;
- «Сжигание топлива на непромышленных предприятиях»;
- «Сжигание топлива в производственной промышленности»;
- «Промышленные процессы»;
- «Добыча и распределение ископаемого топлива и геотермальной энергии»;
- «Использование растворителей»;
- «Автомобильный транспорт»;
- «Другие мобильные источники»;
- «Управление отходами»;
- «Сельское хозяйство»;
- «Другие источники и стоки».

При проведении инвентаризации составляются национальные кадастры выбросов загрязняющих веществ. Национальные кадастры должны включать данные об эмиссиях следующих загрязнителей: 1) загрязняющие вещества – оксиды азота (NO_x), окись углерода (CO),

неметановые углеводороды (*НМУ*) и двуокись серы (SO_2); 2) тяжелые металлы – As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn, V; 3) стойкие органические загрязнители.

В связи с тем, что атмосферный перенос является наиболее легким механизмом миграции загрязняющих веществ и элементов в окружающей среде. Поэтому учет источников загрязнения, контроль за выбросами вредных веществ в атмосферу, исследование перемещения загрязнителей и их воздействий на экосистемы и здоровье человека, внедрение экологически чистых технологий в энергетике и промышленности представляют собой важные направления разработки и совершенствования национальной экологической политики. Вот почему в данном отчете особое место занимает раздел посвященный проведению работ, направленных на создание и дальнейшее совершенствование методики оценки межрегионального загрязнения территорий и построении региональной модели переноса и осаждения примесей.

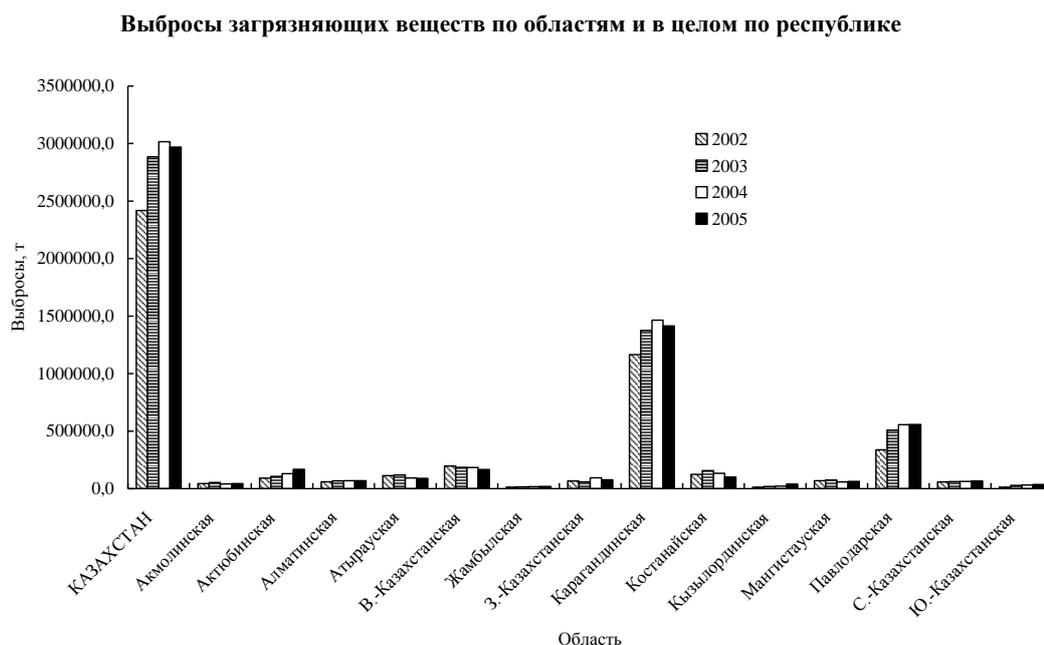
1 ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ КАЗАХСТАНА ПО ДАННЫМ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ

Промышленный комплекс Казахстана ежегодно выбрасывает в атмосферу большое количество загрязняющих веществ (ЗВ). По методологии ЕМЕР эти вещества делятся на три группы: 1 – оксиды азота (NO_x), окись углерода (CO), неметановые углеводороды (HMU) и двуокись серы (SO_2); 2) тяжелые металлы – $As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn, V$; 3) стойкие органические загрязнители.

На большинстве казахстанских предприятий отсутствует контроль за выбросами тяжелых металлов, не осуществляется учет выбросов ртути и их очистка от газообразных соединений. Информация о выбросах загрязняющих веществ ограничена, не осуществляется контроль за содержанием многих СОЗ.

Ежегодные статистические сборники (Серия 16 «Природные ресурсы и охрана окружающей среды» в трех томах) предоставляют информацию по источникам и выбросам ЗВ, по их очистке, и утилизации. Используя данные Агентства по статистике Республики Казахстан мы имеем возможность проследить картину изменения выбросов в атмосферу за последние годы в целом по республике, по областям (Таблица 1.1 а, б) и по городам (Таблица 1.2 а, б). Данные статистической отчетности содержат полную информацию по первой группе, по второй группе есть данные только по свинцу, данные по третьей группе отсутствуют.

На рисунке 1.1 представлена диаграмма изменения выбросов загрязняющих веществ в тоннах за 2002...2005 годы.



1 – 2002 г., 2 – 2003 г., 3 – 2004 г., 4 – 2005 г.

Рисунок 1.1 – Выбросы загрязняющих веществ ($SO_2, H_2S, CO, NO_x, NH_3, Pb, ЛОС$) по областям и в целом по республике.

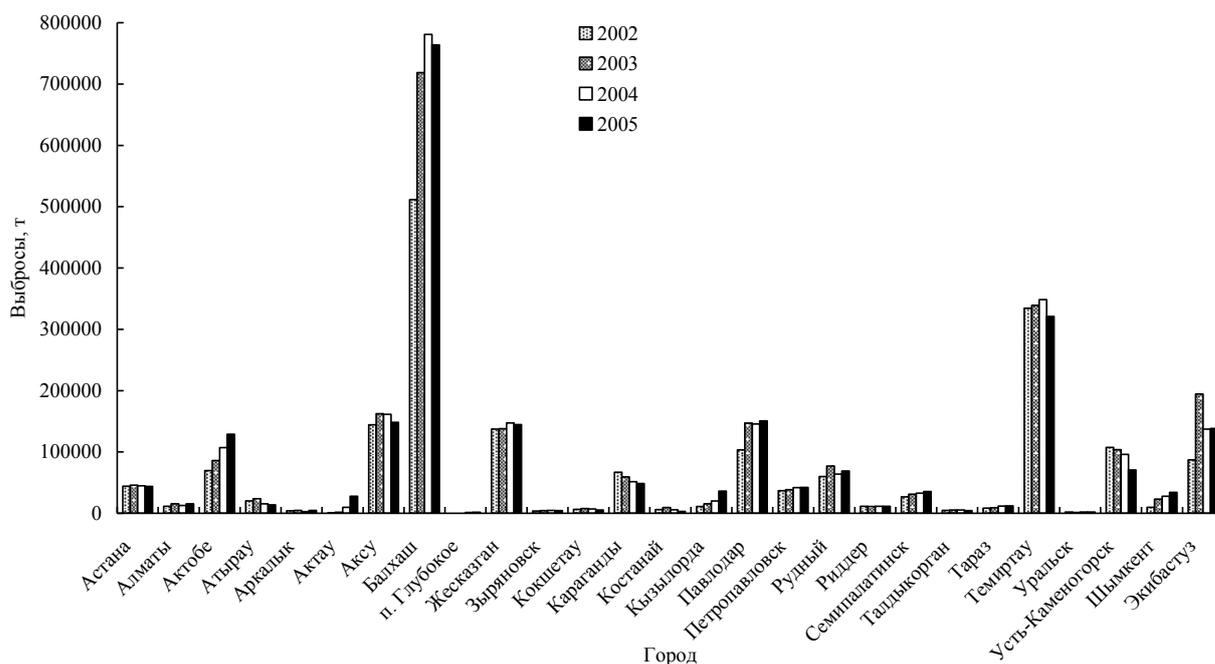
Как видно на диаграмме в 2005 году в Республике уменьшились выбросы загрязняющих веществ по сравнению с предыдущим годом на 2 %, однако они превышают таковые в 2003 г.

Наибольший вклад, как и в предыдущие годы, в загрязнение атмосферы вносят Карагандинская и Павлодарская области. Это не противоречит структуре нашей промышленности, в этих областях сосредоточены основные предприятия энергетического и перерабатывающего секторов. А эти сектора являются, по статистике, для большинства стран основными вносящими вклад в загрязнение окружающей среды.

Ровно в половине областей республики наблюдается прирост выбросов ЗВ в сравнении с 2004 г. В Акмолинской на 6 %, в Актюбинской на 22 %, в Жамбыльской на 7 %, в Кызылординской на 44 %, в Мангистауской на 9 %, в Северо-Казахстанской на 3 %, в Южно-Казахстанской на 15 %.

К числу наиболее загрязненных городов в нашей стране принадлежат, по суммарным выбросам, Балхаш, Темиртау, Экибастуз, Аксу, Павлодар, Жезказган.

Выбросы загрязняющих веществ по городам Казахстана



1 – 2002 г., 2 – 2003 г., 3 – 2004 г., 4 – 2005 г.

Рисунок 1.2 – Выбросы загрязняющих веществ (SO₂, H₂S, CO, NO_x, NH₃, Pb, ЛОС) по городам Казахстана.

В 400 раз по сравнению с 2002 годом выросли выбросы загрязняющих веществ в п. Глубокое Восточно-Казахстанской области (Рис 1.3). Связано это с вводом в строй в этом регионе медеплавильного завода. Несмотря на это, на областном уровне этот рост не заметен, наоборот наблюдается снижение выбросов (В.-Казахстанская область 2002 г. –

196 тыс.т; 2005 г. – 166 тыс.т). В Актобе в два раза по сравнению с прошлым годом выросли выбросы по ЛОСам

Наибольшее количество окислов азота в 2005 г. выбрасывалось в городах Павлодар (20,0 тыс. т), Экибастуз (19,2 тыс. т), Аксу (17,0 тыс. т), Темиртау (15,3 тыс. т).

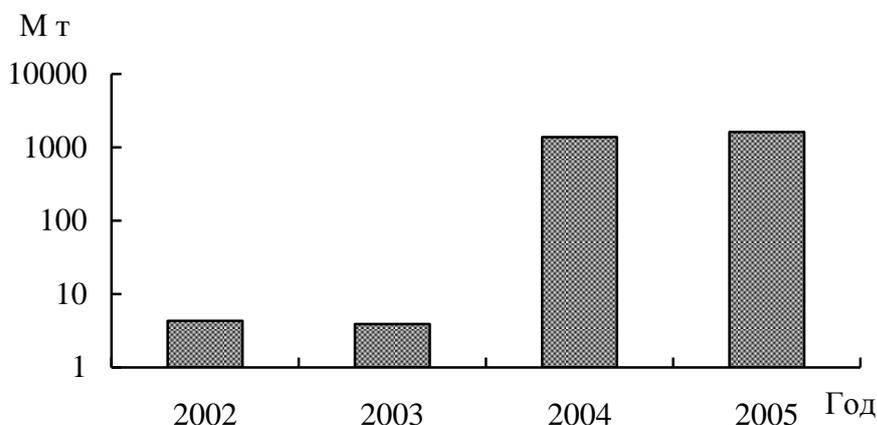


Рис. 1.3. Изменение выбросов загрязняющих веществ за последние годы в п. Глубокое, Восточно-Казахстанской области.

Лидером по выбросам СО, так же как и в прошлом году, является Темиртау. Там выбрасывается в год 183 тыс. тонн углекислого газа.

Большое количество аммиака выбрасывается в Темиртау (267 т), Таразе (80 т), Усть-Каменогорске (60 т).

Максимальное количество летучих органических соединений выбрасывается по-прежнему в Шимкенте (13 тыс. т) и Актобе (15 тыс. т).

Что касается выбросов свинца, то данные по этому элементу не полные и вряд ли отражают действительную картину. Как и в предыдущие годы, совсем нет информации по Усть-Каменогорску, Ридеру и другим промышленным центрам, где в технологических процессах этот элемент присутствует. Тем не менее, в 2005 году максимальные значения по свинцу наблюдались в Астане, Семипалатинске. В Астане значения выбросов по свинцу выросли в 400 раз по сравнению с прошлым годом (2004 г. – 0,016 т; 2005 г. – 7,638 т), а в Семипалатинске в 40 раз. Что вызывает много вопросов.

В заключение следует отметить, что для выполнения инвентаризации загрязняющих веществ, данные экологической статистики (2ТП-воздух) представляемые в формате Агентства по статистике РК хороши для оценочных характеристик состояния воздушного бассейна. Но и для этого их необходимо подвергать тщательному анализу, поскольку часто невозможно логически объяснить подаваемые цифры (Приложение 1).

Их допустимо использовать для демонстрации общей картины загрязнения на территории Республики и для сравнения с результатами расчетов по методологии ЕМЭП. А для выполнения инвентаризации загрязняющих веществ по методологии ЕМЭП эти данные не годятся. Особенно это следует учесть, если в перспективе Казахстан ратифицирует протокол по программе ЕМЭП к Конвенции по переносу загрязняющих веществ на большие расстояния.

2 ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В КАЗАХСТАНЕ ПО МЕТОДОЛОГИИ КОРИНЭЙР/ЕМЭП

Объем и эффективность производства и потребления энергии в значительной степени определяют уровень развития страны. Загрязнение воздуха, особенно от энергетического сектора и транспорта, которые вносят наибольший вклад в загрязнение воздуха, является серьезной проблемой в Центральной Азии. Энергетика, промышленность и транспорт вносят наибольший вклад в загрязнение воздуха в Казахстане. В городских районах уровни загрязнения наиболее высокие и представляют серьезную угрозу здоровью населения. Главными загрязняющими веществами (ЗВ) являются сернистые и азотные соединения, твердые частицы, летучие органические соединения, тяжелые металлы и стойкие органические загрязнители.

Атмосферный перенос является наиболее легким механизмом миграции загрязняющих веществ и элементов в окружающей среде. Поэтому учет источников загрязнения, контроль за выбросами вредных веществ в атмосферу, исследование перемещения загрязнителей и их воздействий на экосистемы и здоровье человека, внедрение экологически чистых технологий в энергетике и промышленности представляют собой важные направления разработки и совершенствования национальной экологической политики.

Для проведения инвентаризации ЗВ в Казахстане были использованы справочное «Руководство по инвентаризации выбросов в атмосферу» КОРИНЭЙР/ЕМЭП (далее – Руководство), которое разработано с целью проведения национальных инвентаризаций выбросов загрязняющих веществ, необходимых для отчетности на международном уровне. Оно было впервые издано в 1996 году и позволяет учитывать специфику конкретного производства, и соответственно, корректировать использование коэффициентов выбросов. Руководство предусматривает использование двух основных методик инвентаризации: *детальной*, основанной на инструментальных измерениях выбросов, и *упрощенной*, использующей данные производственной статистики (об объемах производства продукции, потребления топлива или сырья) и удельных показателях выбросов.

Методики проведения инвентаризации, используемые в различных странах, могут значительно различаться, поэтому данные о выбросах оказываются несопоставимыми на международном уровне. Методы расчета выбросов от конкретных видов экономической деятельности, содержащиеся в Руководстве, периодически пересматриваются с целью их улучшения, обновления, внесения дополнений и уточнений.

Проведение инвентаризации выбросов загрязняющих веществ, данные которой используются и для целей выполнения обязательств по Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, должно осуществляться на единой методической основе.

Использование единой методологии КОРИНЭЙР/ЕМЭП связано с необходимостью обеспечения полноты, сопоставимости, точности и репрезентативности данных о выбросах, предоставляемых различными странами. В данном разделе для расчетов используется упрощенный подход этой методологии по секторам.

В Справочном руководстве КОРИНЭЙР/ЕМЭП [49] все источники выбросов подразделяются по классификации SNAP (Selected Nomenclature of Air Pollution – избранная номенклатура загрязнителей воздуха) на 11 групп или категорий источников выбросов первого уровня, представленных в таблице 2.1. Категории источников соответствуют разделам Руководства во второй части. В последнем третьем издании по сравнению с первым изданием, которое не переведено на русский язык, часть разделов (с 6 по 11 группы) была переработана. Из-за отсутствия перевода на русский язык использование последнего издания пока имеет ограниченный характер.

В последние несколько лет секретариатом Конвенции проводилась работа по гармонизации методик и отчетности по выбросам загрязняющих веществ и парниковых газов. В результате в новом Руководстве по отчетности о выбросах загрязняющих веществ коды SNAP были согласованы и изменены в соответствии с кодами МГЭИК для парниковых газов. Такое соответствие позволит более точно использовать методологию МГЭИК для расчета выбросов загрязняющих веществ (газов с косвенным парниковым эффектом) при отсутствии таковой в

Таблица 2.1 – Соответствие кодов и названий категорий источников выбросов по классификации SNAP и МГЭИК

Код SNAP	Категории источников ЕМЭП	Категории источников МГЭИК
010000	Сжигание в процессе производства энергии и ее трансформации (стационарные источники)	1A1, 1A2, 1A4, 1A5 Энергетика, сжигание топлива в энергетике, промышленности, строительстве
020000	Непромышленные установки для сжигания	
030000	Процессы сжигания в обрабатывающей промышленности (стационарные источники)	
040000	Промышленные процессы	2 Промышленные процессы
050000	Добыча и распределение ископаемого топлива и геотермальной энергии	1B Энергетика, летучие эмиссии
060000	Использования растворителей и других продуктов	3 Сольвенты
070000	Дорожный транспорт	1A3 Энергетика, сжигание топлива, транспорт
080000	Другие мобильные источники и оборудование	
090000	Обработка и удаление отходов	6 Отходы
100000	Сельское хозяйство	4 Сельское хозяйство
110000	Другие источники и поглотители	5 Лесное хозяйство и землепользование

Руководстве ЕМЭП и обеспечить минимальные расхождения в результатах оценок для отчетности по двум международным конвенциям.

Необходимо отметить, что Руководство КОРИНЭЙР/ЕМЭП предназначено для решения определенного круга задач. В первую очередь, оно должно оказать помощь в составлении ежегодных национальных инвентаризаций для предоставления в ЕЭК ООН. Поэтому оно не может решить всех задач инвентаризации, в особенности на локальном уровне (предприятие, источника).

Кроме того, для моделирования трансграничных потоков загрязняющих веществ и прогнозирования процессов загрязнения атмосферы необходимы высококачественные оценки выбросов, полученные на национальных уровнях. Поэтому, инвентаризация выбросов ЗВ является необходимой и важнейшей составляющей для такого моделирования. Общие результаты инвентаризации за 2005 г выполненные в РГП «КазНИИЭК» представлены в приложении 2.

2.1 СЖИГАНИЕ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГИИ И ЕЕ ТРАНСФОРМАЦИИ (СТАЦИОНАРНЫЕ ИСТОЧНИКИ): (ГРУППА 01)

Рассматриваемая категория производства электроэнергии и тепловой энергии включает электростанции, промышленные места сжигания (печи) и установки для выработки тепла для отопления помещений, которые работают только на ископаемом топливе (включая попутное сжигание отходов - до 1/3 загрузки печи), биогазе, включая газ из отходов органического происхождения, и биотопливе. В этой группе источников рассматриваются выбросы загрязняющих веществ (CO , NO_x , SO_x , $НМЛОС$, NH_3), кроме того, тяжелые металлы – As , Cd , Cr , Cu , Hg , Ni , Pb , Se , Zn , V .

В казахстанской инвентаризации источники загрязняющих веществ группы «Сжигание топлива при производстве энергии и ее трансформации» представлены, как точечные источники.

2.1.1 Теплоэлектростанции как точечные источники

В соответствии с классификацией CORINAIR 96 теплоэлектростанции рассматриваются как точечные источники по следующим критериям:

установленная мощность ≥ 300 МВт или

эмиссия SO_2 или NO_x , или $НМЛОС > 1000$ Мт/год и

эмиссия $CO_2 > 300103$ т/год (дополнительный необязательный критерий).

Прочие установки сжигания по усмотрению могут рассматриваться как точечные источники. Котлы, газовые турбины, стационарные двигатели рассматриваются отдельно. Теплоэлектростанции могут состоять из одного котла или серии котлов разной мощности.

Станции, которые имеют более одного котла, называются смешанными и установленная мощность каждого котла суммируется и рассматривается в последствии, как единое целое.

Классификация CORINAIR 97/SNAP источников группы 01 приведена в таблице 2.1.1.

Для производства и выработки тепловой и электрической энергии в РК используется твердое, жидкое топливо и газ. Под твердым топливом подразумевается каменный или бурый уголь, кокс, в основном Экибастузского и Карагандинского бассейнов. При анализе и расчете выбросов ЗВ используются данные по классификации видов топлива в соответствии с NAPFUE, в которую входит низшая теплота сгорания для котлов, газовых турбин и стационарных двигателей. Эта классификация представлена в таблице 2.1.2.

Таблица 2.1.1 – Классификация CORINAIR 97/SNAP источников группы 01

Код SNAP	Тепловая мощность (МВт)	Классификация CORINAIR97/SNAP
0101		Государственные электростанции
010101	$M \geq 300$	Электростанции для производства тепла и электроэнергии
010102	$50 \leq M < 300$	Электростанции для производства тепла и электроэнергии
010103	$M < 50$	Электростанции для производства тепла и электроэнергии
010104		Газовые турбины
010105		Стационарные двигатели
0102		Районные тепловые системы
010201	$M \geq 300$	Теплоснабжение
010202	$50 \leq M < 300$	Теплоснабжение
010203	$M < 50$	Теплоснабжение
010204		Газовые турбины
010205		Стационарные двигатели
0103		Нефте/газоперерабатывающие заводы
010301	$M \geq 300$	Промышленное сжигание и соответствующий сектор
010302	$50 \leq M < 300$	Промышленное сжигание и соответствующий сектор
010303	$M < 50$	Промышленное сжигание и соответствующий сектор
010304		Газовые турбины
010305		Стационарные двигатели
010306		Технологический процесс сжигания Нефтеперерабатывающие технологические печи
0104		Предприятия по переработке твердого топлива
010401	$M \geq 300$	Промышленное сжигание и соответствующий сектор
010402	$50 \leq M < 300$	Промышленное сжигание и соответствующий сектор
010403	$M < 50$	Промышленное сжигание и соответствующий сектор
010404		Газовые турбины
010405		Стационарные двигатели
010406		Коксовальные печи
0105		Предприятия по добыче угля, нефти и газа
010501	$M \geq 300$	Промышленное сжигание и соответствующий сектор
010502	$50 \leq M < 300$	Промышленное сжигание и соответствующий сектор
010503	$M < 50$	Промышленное сжигание и соответствующий сектор

010504	Газовые турбины
010505	Стационарные двигатели
010506	Трубопроводные компрессоры

Таблица 2.1.2 – Классификация видов топлива в соответствии с NAPFUE и низшая теплота сгорания топлива

NAPFUE код	Категория топлива				H _н
101	s	уголь	bc	полубитуминозный	94,7
203	l	мазут			75,8
301	g	газ			55,5

Технологии сжигания

Ископаемое топливо сжигают с применением множества устройств для производства электроэнергии, от небольших печей с механической топкой до огромных очень сложных систем с котлоагрегатом/камерой сгорания и с широким контролем загрязнения воздуха на выходе. Сжигание угля для производства электроэнергии происходит, обычно, с использованием котлов двух типов, различающихся по способу извлечения шлака из системы. В Казахстане в крупномасштабной энергетике, в основном, применяются следующие технические методы: при сжигании угля используется технология сжигания топлива в факелах, т.е. пылеугольное сжигание, при этом используются котлы с мокрым золошлакоудалением (WBB); при сжигании газа используются следующие методы: сжигание топлива в котлах и газовые турбины. Сжигание биомассы, в основном древесины, характерно только для частного жилого сектора.

Исходные данные

В качестве исходных были использованы данные предприятий по производству тепла и электроэнергии по количеству сожженного топлива (угля, газа, мазута) и мощности

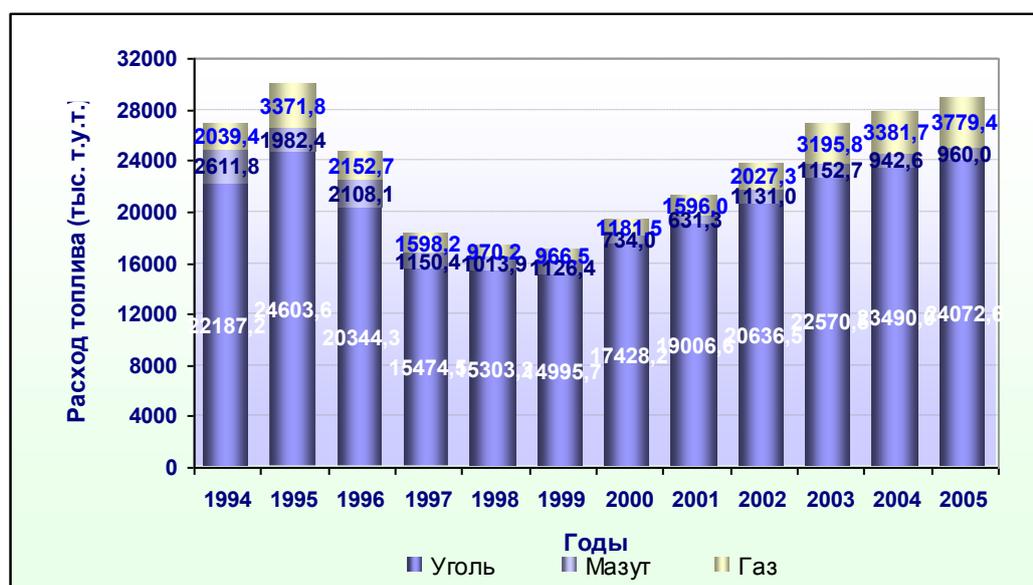


Рис 2.1.1 –Динамика расхода топлива электростанциями и котельными Казахстана с 1994 г. по 2005 г.

оборудования. Информация по физико-химической характеристике сожженного топлива была взята из справочных материалов [1,2]. На рисунке 2.1.1 представлены в динамике, начиная с 1994 г., данные по виду сожженного топлива энергокомплексом РК, полученные из Министерства энергетики и минеральных ресурсов РК.

Кроме этого были посчитаны выбросы от всего энергокомплекса страны с учетом мощности ТЭЦ, а также потребляемом топливе. Далее представлены результаты этих расчетов (таблица 2.1.3).

Таблица 2.1.3 – Изменение выбросов ЗВ и ТМ в 2003-2005 гг. по сектору сжигание топлива в энергетике (тонн).

ЗВ	Всего тонн 2003	Всего тонн 2004	Всего тонн 2005г.
Ртуть	5,35148027	5,38326257	5,5132976
Кадмий	2,0977992	1,9968786	2,042071
Свинец	65,985847	68,43173	70,123288
Медь	8,948272	9,126431	9,348445
Цинк	17,060674	17,569322	18,00073
Мышьяк	16,642739	17,227552	17,65265
Хром	10,202077	10,151741	10,392685
Никель	12,619292	13,133386	13,45911
Ванадий	29,25545	23,9239	24,3656
NO _X тыс.т	145,74322	151,62558	157,12662
CO	14023,4634	14506,8827	15010,1772
N ₂ O	2634,96507	2417,94374	2484,25495
SO ₂ тыс.тон	507,49187	523,89362	538,457
Всего	670056,4	692605,6	713243,4

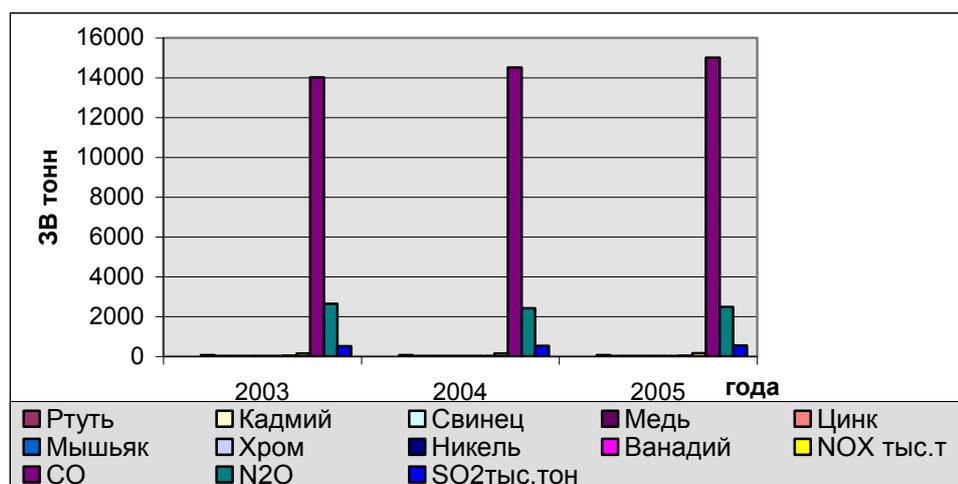


Рис 2.1.2..... Изменение выбросов ЗВ и ТМ в 2003-2005 гг. в процессе производства энергии и ее трансформации.

Из таблицы 2.1.3 видно, что выбросы ЗВ в энергетической отрасли внушительны. Именно эта отрасль выбрасывает основное количество твердых частиц (пыли), двуокиси серы и оксидов азота. Кроме того, выбрасывается значительное количество тяжелых металлов – ртути, кадмия, свинца, меди, цинка и оксидов ванадия. Естественно, что в этой категории источников находятся и наибольшие резервы по снижению выбросов ЗВ.

Из графика на рис.2.1.2 видно, что выбросы ЗВ тепловыми электростанциями растут из года в год. Этот рост обусловлен и соизмерим прежде всего увеличением спроса на энергетические ресурсы со стороны успешно развивающейся экономики страны. Вместе с тем эти изменения показывают, что поиски и использование альтернативных источников, а также мероприятия направленные на энергосбережение и снижение выбросов ЗВ реализуются медленно.

Выбросы НМЛОС

Вследствие незначительных выбросов НМЛОС на электростанциях отдельные вещества, входящие в состав НМЛОС не рассматриваются.

Оценки погрешности

Неопределенности данных выбросов являются результатом использования несоответствующих или неточных коэффициентов выбросов и неполных или несоответствующих статистических данных по источникам выбросов. Оценки неопределенностей, о которых говорится в данном разделе, относятся к использованию коэффициентов выбросов, определенных на основании данных различного происхождения. На данном этапе количественное определение неопределенности, относящейся к использованию коэффициентов выбросов вследствие ограниченной информации возможно лишь примерно, и колеблется в пределах 12-15% от измеренных величин.

Однако точность оценок выбросов можно улучшить путем использования индивидуально определенных коэффициентов выбросов, относящихся к конкретным предприятиям РК. Недостаток информации, касающейся технических характеристик и характеристик топлива, приводит к определенной неточности применения соответствующего коэффициента выбросов. Весь разброс возможных коэффициентов выбросов определяется спецификой типа используемого топлива, типом котлоагрегата и типом первичных и вторичных мер по снижению выбросов. Чем больше информации можно собрать по этим вопросам, тем уже (меньше) будет разброс возможных коэффициентов выбросов. В тоже время, работа энергетических предприятий очень специфична. Здесь нет возможности накапливать вырабатываемую продукцию (электроэнергию и тепло), процесс ее выработки идет непрерывно. Соответственно, и выбросы тоже происходят непрерывно, при этом залповые выбросы, как в других отраслях, невозможны. Все это упрощает в определенной степени систему контроля за выбросами, делает их более предсказуемыми, что повышает

надежность оценок. К тому же энергетические предприятия являются предприятиями первой категории (по объему вырабатываемой продукции и по выбросам ЗВ), обязаны иметь постоянно действующую собственную службу контроля за выбросами ЗВ, отделы охраны окружающей среды – ООС, которые и существуют. Объективно, это тоже способствует повышению определенности в оценках выбросов ЗВ. Методики для расчета выбросов ЗВ энергетическими предприятиями пожалуй наиболее совершенны из всех, существующих в промышленности. Все перечисленные факторы и позволяют нам считать, что неопределенность здесь не превышает 10-15 %.

2.1.2 Коксовальные печи (010406)

Источники выбросов:

Кокс получают из антрацита или бурого угля карбонизацией (нагреванием в вакууме). В "коксовых печах" уголь загружают в большие камеры, подвергающиеся внешнему нагреву через стенки печи приблизительно до 1270°C при отсутствии воздуха. Кокс выгружают и тушат водой. Основное применение, по крайней мере, в промышленно развитых странах, кокс находит в черной металлургии.

Выбросы, связанные с производством кокса, можно разделить на выбросы от четырех подпроцессов, а именно:

- Обработка угля и хранение: выброс угольной пыли;
- Производство кокса и тушение: выбросы угля, угольной пыли и газа из коксовальных батарей;
- Обработка газа из коксовальных батарей и его очистка: выбросы бензола, толуола, ксилола, фенола, ПАУ, H_2S , HCN и NH_3 ;
- Сжигание газа коксовальных батарей: выбросы C_xH_y , SO_2 , NO_x , CO , CO_2 , HF и сажи.

Выбрасываемая угольная и коксовая пыль включает тяжелые металлы и CO_3 .

Методика

Наиболее простым методом оценки выбросов при производстве кокса является применение коэффициентов выбросов на тонну произведенного кокса. Эта процедура объединяет выбросы от четырех подпроцессов, описанных выше, и включает выбросы от сжигания. Для коксования 1 т угля, содержащего 3...5 % влаги, необходимо от 2900 до 3500 Дж на 1 т получаемого кокса [6].

Из таблицы 2.1.4 и рис. 2.1.3...можно видеть. Что выбросы ЗВ этой отрасли значительны и специфичны. Это прежде всего тяжелые металлы, а также бензапирены, ПАУ и ЛОС. Кроме того, выбросы твердых частиц (пыли) тоже значительны.

Объемы выбросов конкретного ЗВ определяются его содержанием в исходном продукте-угле, а также в некоторой степени- применяемой технологией. Исключением из

этого являются бензапирен, который образуется при недожоге и относительно низких температурах горения, т.е. это продукт исключительно технологий.

Таблица 2.1.4 – Изменение общих выбросов ЗВ при производстве кокса

Загрязняющие в-ва	Выбросы ЗВ тонн		
	2003 г.	2004 г.	2005 г.
Частицы	139,4	140,9	132,01
ЛОС	1920,6	1941,3	1818,2
ПАУ	76,3	77,1	72,2
Бензаперен	0,4	0,4	0,398
Мышьяк	0,02	0,02	0,017
Кадмий	0,002	0,002	0,0017
Хром	0,9	0,9	0,84
Медь	0,13	0,13	0,124
Ртуть	0,01	0,01	0,009
Никель	0,49	0,51	0,473
Свинец	1,52	1,54	1,44
Цинк	1,53	1,54	1,44

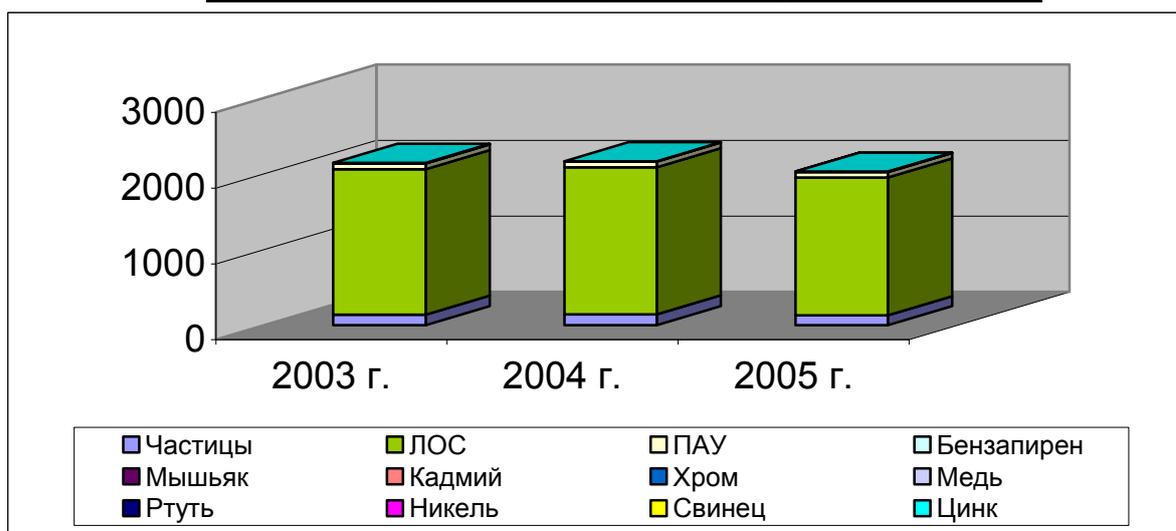


Рис. 2.1.3 Изменение выбросов ЗВ от производства кокса (Код SNAP 010406)

Отмечающееся некоторое уменьшение выбросов ЗВ в 2005 г., обусловлено некоторым снижением выработки чугуна и стали металлургической промышленностью - основным потребителем кокса, а также из-за снижения спроса на металл на мировом рынке и реконструкцией предприятий «МиталлСтил» РК.

2.2 ПРЕДПРИЯТИЯ ПО НЕПРОМЫШЛЕННОМУ СЖИГАНИЮ ТОПЛИВА (ГРУППА 02)

Источники данной группы оцениваются в группе 01 «Сжигание топлива при производстве энергии и трансформации»

2.3 СЖИГАНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ (ГРУППА 03)

2.3.1 Кауперы доменных печей (030203)

Черная металлургия является крайне материалоемкой и энергоемкой отраслью. В качестве сырья используются руды, окатыши, металлолом, уголь, известь, известняк (в некоторых случаях тяжелая нефть и пластмассы), а также добавки и вспомогательные вещества. Более половины поступающего материала (по массе) превращается в отбросные газы и твердые побочные продукты или в отходы. Основные эмиссии происходят в воздушную среду, при этом по большинству загрязнителей в общих выбросах преобладают выбросы агломерационных предприятий.

Основными загрязняющими веществами являются оксид углерода (CO) и диоксид углерода (CO_2). Также оцениваются выбросы следующих загрязняющих веществ в атмосферу: CH_4 , N_2O , NO_x , SO_x , HMY . Выбросы этих ЗВ не столь велики.

На металлургическом производстве главной производственной установкой является **доменная печь**, в которой происходит первичное восстановление руды из оксидов железа до жидкого железа, так называемого чугуна. Современные высокопроизводительные доменные печи требуют предварительной физической и металлургической подготовки загружаемого материала (шихты). Двумя типами предприятий подготовки руды являются агломерационные фабрики и фабрики окомкования. Агломерат обычно производят на чугуноплавильных заводах из предварительно подготовленных смесей тонко измельченной руды, остатков и добавок. До сих пор доменный процесс остается наиболее важным процессом для производства чугуна.

В Таблице 2.3.1 представлено изменение общего количества выбросов ЗВ для доменных кауперов. Кауперы доменной печи, как правило, работают на газе доменной печи, но могут использовать и другие виды топлива, которые приводятся в CORINAIR 90. Смесь газа доменной печи и газа коксовой печи не учитывается.

Таблица 2.3.1 – Изменение выбросов ЗВ от доменных печей, тонн.

Топливо	Год	Выбросы					
		SO_2	NO_x	HMY	CH_4	CO	N_2O
Доменный газ	2003 г.	179,7	507,2	35,9	719	160,5	12,8
Доменный газ	2004 г.	183,7	537,4	38,1	761,9	170,1	13,6
Доменный газ	2005 г.	157,80	445,39	31,52	631,38	140,94	11,24

Исходные данные

В данной инвентаризации для определения количества используемого доменного газа в кауперах использовались следующие исходные данные:

-количество произведенной сырой (нерафинированной) стали. Эти данные были получены из Агентства по статистике Республики Казахстан;

-следующие необходимые данные для проведения расчетов эмиссий, связанных с технологическими процессами, были получены из справочников и «Руководства ЕМЕР»: удельная теплота сгорания доменного газа была определена, как $Q_H = 2790 \text{ кДж/м}^3$;

-удельный коэффициент количества произведенного доменного газа был взят как среднее арифметическое из диапазона, предложенного в «Руководстве ЕМЕР»;

-предположение, что около 25 % произведенного доменного газа используется для кауперов [3].

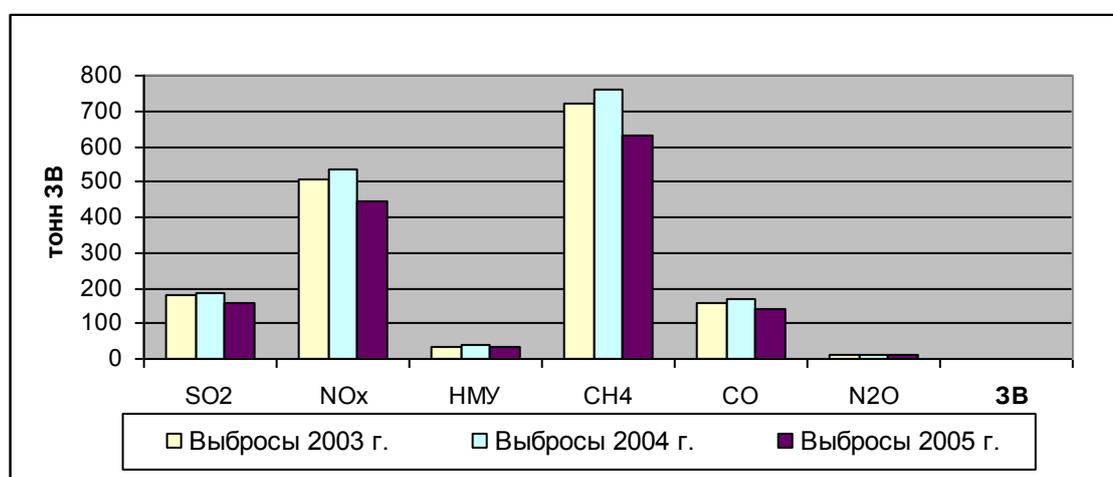


Рис 2.3.1 Изменение выбросов ЗВ от кауперов доменных печей

Из таблицы 2.3.1 и рисунка 2.3.1... Можно видеть, что выбросы всех ЗВ в 2005 г. несколько ниже чем в предыдущие два года. Это связано со снижением спроса на металл и снижением производства в Казахстане.

2.3.2 Печи для получения гипсовой штукатурки, гипса (030204)

Рассматриваются выбросы, происходящие во время сжигания топлива от печей по производству гипса как части производства гипса в зависимости от используемой технологии. Основными загрязняющими веществами являются оксиды серы (SO_x) и оксиды азота (NO_x), диоксид углерода (CO_2). Выбросы летучих органических соединений (неметановых ЛОС) и метана (CH_4), оксида углерода (CO) и аммиака (NH_3) не столь велики. Обычно выбросы закиси азота (N_2O) незначительны. Выбросы тяжелых металлов невелики. Простая методика приводит к значительным неопределенностям. Поэтому в новом Руководстве ЕМЕР коэффициенты выбросов для этого источника и выбранной методики для расчетов ЗВ не приводятся.

Собственных коэффициентов для расчета выбросов ЗВ в этой категории в РК не имеется. Поэтому, расчеты величин выбросов не велись.

2.3.3 Агломерационное производство (030301)

Агломерационный процесс является предварительной ступенью в производстве чугуна, цветных металлов и других материалов. Агломерационное производство является основным источником загрязнения атмосферного воздуха пылью в черной металлургии. При инвентаризации выбросов ЗВ были рассмотрены выбросы пыли и тяжелых металлов. Средний показатель эффективности улавливания пыли на агломерационных фабриках был оценен в 87 %.

Коэффициенты выбросов:

В данной работе были использованы разработанные среднеотраслевые показатели для агломерационного производства в странах СНГ удельных выбросов пыли и содержащихся в мелкой фракции пыли тяжелых металлов, которые представлены в таблице 2.3.2 [4].

Исходные данные

В качестве исходных данных используются статистические данные по количеству произведенной агломерированной железорудной руды.

Таблица 2.3.2 – Динамика эмиссий ЗВ от агломерационного производства

Загрязняющее вещество	Выбросы, тонн		
	2003 г.	2004 г.	2005 г.
Общие взвешенные частицы	62395,2	66957,2	56624,8
Кадмий	0,49	0,5	0,44
Медь	10,9	11,7	9,9
Никель	3,5	3,8	3,2
Свинец	57,7	62,0	52,4
Цинк	12,6	13,5	11,5

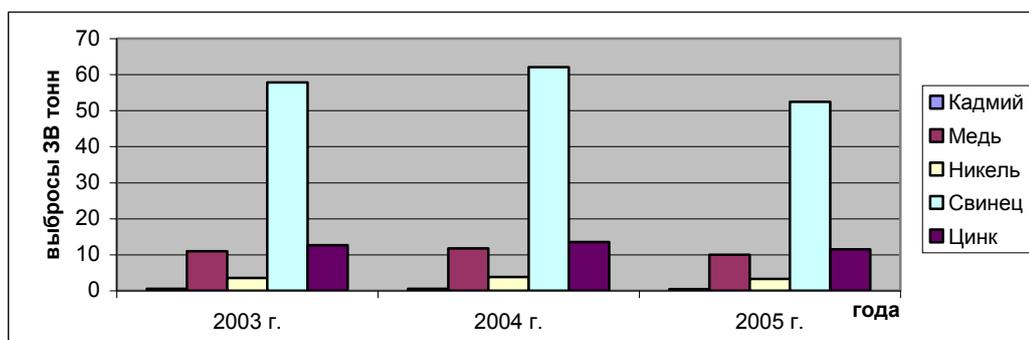


Рис 2.3.2 Изменения выбросов ТМ от агломерационного производства (код SNAP 030301) тонн

Поскольку агломерация является одной из ступеней при производстве металлов, то на ней сказались проблемы черной металлургии, имевшие место в 2005 г. соответственно, выбросы ЗВ в этой категории ниже, чем в предыдущие годы (таблица 2.3.2 и рисунок 2.3.2), вместе с тем выбросы ЗВ достаточно велики и вклад этой категории в общие выбросы довольно высокий, особенно по взвешенным частицам.

2.3.4 Печи вторичного нагрева при производстве чугуна и стали (030302)

Кислородный конвертор стал популярным с появлением возможности экономически выгодно в промышленном масштабе заменить воздух кислородом. Кроме того, была разработана технология водоохлаждаемой фурмы для подачи кислорода в конвертор. С тех пор кислородный конвертор и электродуговые печи заменили часто менее эффективные сталеплавильные процессы. На литейном производстве обычно в качестве первичного источника металла используют металлолом; когда его нет, могут использоваться стальные заготовки. Флюсы - часто хлор или фторсодержащие соли - добавляют в шихту или в жидкий металл для удаления примесей.

В результате проведенной инвентаризации от печей вторичного нагрева при производстве чугуна и стали оценивались следующие выбросы ЗВ: пыль (PM10) и тяжелые металлы.

Исходные данные

В качестве исходных данных используются данные Агентства по статистике Республики Казахстан по количеству произведенной стали.

Таблица 2.3.3 – Эмиссии ТМ и частиц от печей вторичного нагрева при производстве чугуна и стали

Загрязняющее вещество	Выбросы, тонн		
	2003 г.	2004 г.	2005 г.
PM ₁₀	3295,1	3491,6	2893,5
Мышьяк	0,007	0,007	0,006
Кадмий	2,4	0,002	0,002
Хром	0,121	0,128	0,106
Медь	0,121	0,128	0,106
Ртуть	0,002	0,002	0,002
Свинец	0,192	0,204	0,169
Цинк	0,425	0,451	0,373

Коэффициенты выбросов

Для оценки эмиссии ЗВ использовались коэффициенты эмиссии по умолчанию, представленные в «Руководстве ЕМЕР».

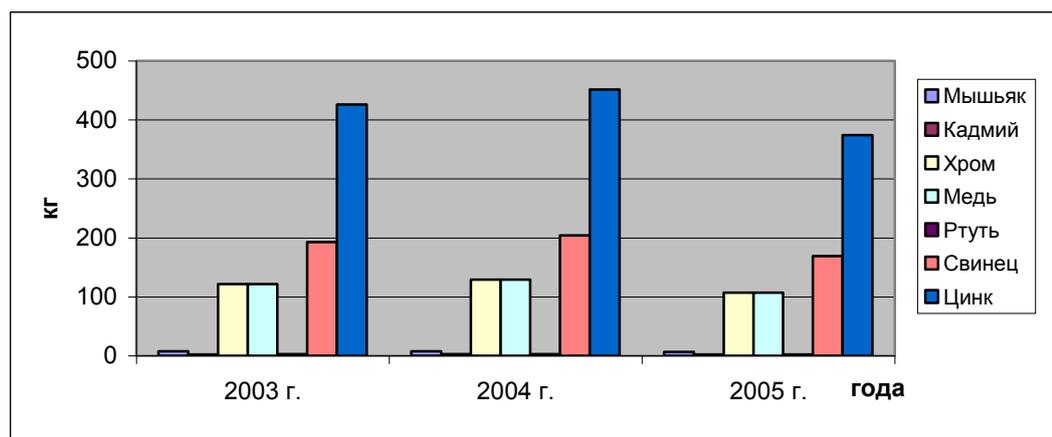


Рис 2.3.3 Выбросы ТМ от производства чугуна и стали (код SNAP 030302)

По составу ЗВ от «печей вторичного нагрева» такие же, как и от агломерационного производства, однако, величины выбросов заметно меньше (по некоторым веществам на порядок), что обусловлено большей управляемостью применяемых технологий. В 2005 г. выбросы ЗВ несколько ниже примерно на 15%, чем в предыдущие годы (таблица 2.3.3 и рис.2.3.3).

2.3.5 Литейные цеха по производству серого чугуна (030303)

Рассматриваются выбросы от процессов сжигания при литье серого чугуна. Из газовых соединений выбрасываются: оксиды серы (SO_x), оксиды азота (NO_x), ЛОС (неметановые ЛОС и метан (CH_4)), оксид углерода (CO), диоксид углерода (CO_2), закись азота (N_2O) и аммиак (NH_3). Выбросы идут через трубу. По данным CORINAIR 96 больше всего выбрасывается CO и CO_2 .

Исходные данные

В качестве исходных данных используются статистические данные о производстве чугуна, стали и литье ковких металлов. Также можно использовать статистические данные по потреблению энергии.

Как видно из таблицы 2.3.4, выбросы ЗВ, в первую очередь ТМ в литейных цехах по производству чугуна самые значительные по сравнению с другими ступенями металлургического производства (см. таблицы 2.3.1. и 2.3.3). Выбросы ТМ здесь составляют

Таблица 2.3.4 – Динамика суммарных выбросов пыли и тяжелых металлов (кг) для литейных цехов при эффективности пылеулавливания 70 %

Загрязняющее вещество	Выбросы тонн		
	2003 г.	2004 г.	2005 г.
PM ₁₀	42829	44330	37064
Кадмий	0,041	0,042	0,035
Свинец	14	14	12
Цинк	84	87	73
Никель	2	2	2
Медь	13	13	11

десятки тонн, а взвешенных частиц 30-40 тыс. тонн. По количеству выбрасываемых ТМ – одна из основных категорий в РК после производства цветных металлов.

2.3.6 Первичное производство свинца (030307)

Имеются два основных пути производства первичного свинца: 1) из сульфидных руд - агломерация/плавление и 2) прямая выплавка. В данном разделе оцениваются выбросы тяжелых металлов при первичном производстве свинца, включающего несколько стадий: предварительная обработка руды и обогащение, агломерация частиц руды, флюса и других добавок, получение и рафинирование черного свинца.

Исходные данные

В качестве исходных данных используются данные Агентства Республики Казахстан по статистике о производстве свинцового концентрата.

В таблице 2.3.5 представлены выбросы тяжелых металлов при первичном производстве свинца. Эти значения были получены для предприятий стран СНГ с традиционной технологией и при эффективности пылеулавливания 95 % [4].

Таблица 2.3.5 – Динамика выбросов тяжелых металлов при первичном производстве свинца.

Загрязняющее вещество	Выбросы ЗВ тонн		
	2003 г.	2004 г.	2005 г.
Кадмий	69,2	60,54	60,72
Свинец	1867,8	1634,58	1639,44
Цинк	345,9	302,70	303,60
Медь	34,6	30,27	30,36

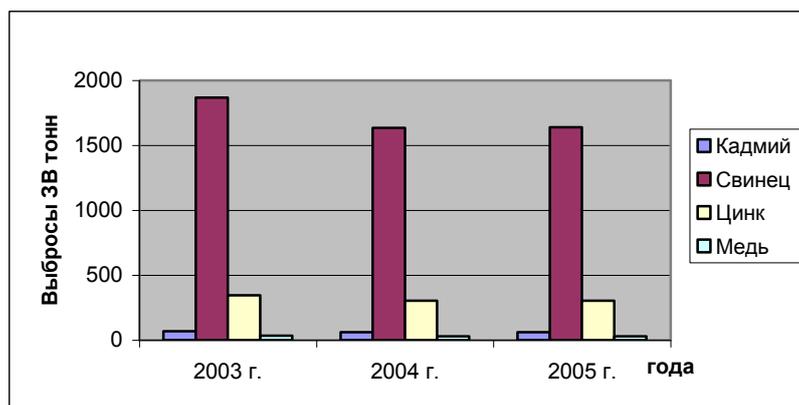


Рис 2.3.4 Изменение выбросов ЗВ от первичного производства свинца.

Исходя из данных таблицы 2.3.5 и рисунка 2.3.4 выбросы ТМ, в данной категории значительны, особенно свинца и цинка. Сильно выраженной тенденции изменений величин выбросов ЗВ от года к году практически нет.

2.3.7 Первичное производство цинка (030304)

Цинк может быть извлечен из руды с применением различных процессов. Распространенность месторождений свинцово-цинковых руд означает, что отрасли промышленности, производящие эти металлы, тесно взаимосвязаны. Неочищенный цинк можно получать в сочетании с выплавкой в доменной печи свинцовых руд (НМІР, 1994), или регенерировать в ротационных обжиговых печах из шлака, образующегося при этом процессе (LUA, 1997). В данном разделе оцениваются удельные выбросы тяжелых металлов при первичном производстве цинка. Первичное производство цинка включает в себя следующие процессы: обогащение цинковых руд; окисление цинкового концентрата (обжиг); производство цинка (электрохимическим или термическим методом); последующая обработка цинка.

Исходные данные

В качестве исходных данных используются данные Агентства Республики Казахстан по статистике о производстве цинкового концентрата

Таблица 2.3.6 – Изменение эмиссии и выбросов тяжелых металлов при первичном производстве цинка.

Загрязняющее вещество	Выбросы ЗВ тонн		
	2003 г.	2004 г.	2005 г.
Кадмий	0,3	0,3	0,3
Свинец	1,6	1,5	1,5
Цинк	28,4	26,1	27,0
Медь	0,993	0,910	0,942

В таблице 2.3.6 представлены выбросы тяжелых металлов при первичном производстве цинка. Были использованы удельные выбросы тяжелых металлов, которые были

получены для предприятий стран СНГ при эффективности пылеулавливания 95 % [4]. Другие коэффициенты эмиссии в настоящее время отсутствуют.

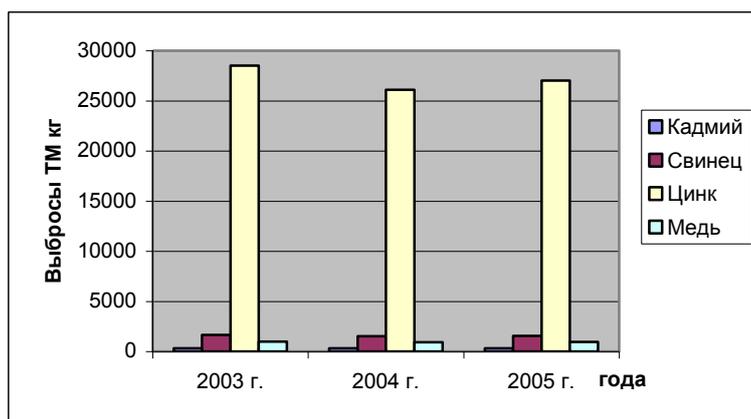


Рис 2.3.5 Изменение выбросов ЗВ при первичном производстве цинка.

В данной категории выбросы ТМ тоже значительны, особенно цинка (27 т), что естественно. Величины выбросов ТМ мало меняются от года к году.

2.3.8 Первичное производство меди

Первичная медь производится путем осуществления ряда этапов: сушка медных концентратов; обжиг концентратов; агломерация концентратов; плавка подготовленной шихты в плавильных печах, конвертирование медных штейнов и огневое рафинирование черновой меди.

В таблице 2.3.7 представлены выбросы тяжелых металлов при первичном производстве меди. Были использованы удельные коэффициенты эмиссии тяжелых металлов, которые были получены для предприятий стран СНГ при эффективности пылеулавливания 95 % [4]. Другие коэффициенты эмиссии в настоящее время отсутствуют.

Исходные данные

В качестве исходных данных используются данные Агентства Республики Казахстан по статистике о производстве медного концентрата.

Таблица 2.3.7 – Эмиссии тяжелых металлов при первичном производстве меди.

Загрязняющее вещество	Выбросы ЗВ тонн		
	2003 г.	2004 г.	2005 г.
Кадмий	0,2	0,2	0,2
Свинец	9,9	9,4	8,0
Цинк	13,7	13,1	11,0
Медь	12,1	11,4	9,8

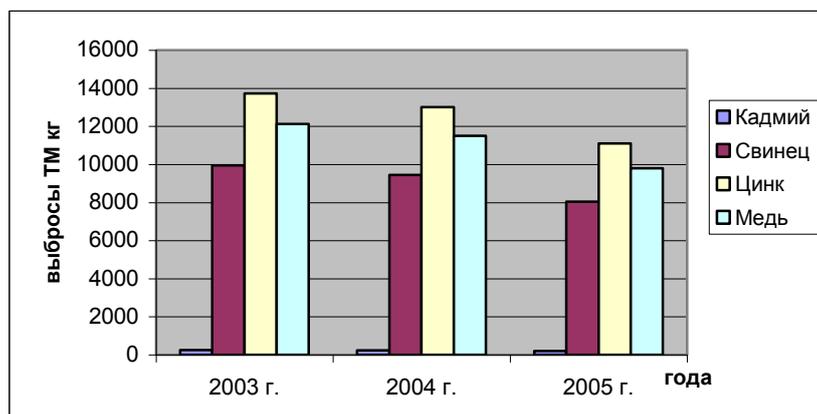


Рис. 2.3.6 Изменение выбросов ЗВ от первичного производства меди.

При производстве меди больше всего выбрасывается цинка и меди (таблица 2.3.7 и рисунок 2.3.6). Динамика выбросов всех ТМ за последние три года имеет тенденцию к уменьшению.

2.3.9 Цементное производство (030311)

Для производства цемента существуют четыре основных производственных процесса: сухой, полусухой, полумокрый и мокрый процессы. При сухом процессе сырье перемалывают и высушивают до сырьевой муки, которая поступает в подогреватель, или печь предварительного обжига (или реже в длинную сухую обжиговую печь). Сухой процесс требует меньших энергозатрат, чем мокрый. В большинстве европейских цементных печей используется сухой процесс. В мокром процессе сырье (очень часто с высоким содержанием влаги) перемалывают в воде для образования жидкого цементного теста, которое закачивают непосредственно в обжиговую печь или вначале в сушильную печь. Основными источниками эмиссии пыли и тяжелых металлов в производстве цемента являются вращающиеся печи обжига клинкера и мельницы помола. Цемент состоит, в основном, из материалов, содержащих кальций и кремний с небольшими количествами оксидов алюминия и железа. Требуется примерно около 1453 кг сырья для производства 1 т цемента. Производственный процесс включает добычу, дробление, измельчение, смешивание, производство клинкера, сушку, кальцинирование, окончательное дробление и упаковку [5].

Исходные данные

В качестве исходных данных используются данные Агентства Республики Казахстан по статистике о производстве цемента.

Коэффициенты выбросов

Удельные коэффициенты выбросов пыли и других ЗВ для цементного производства не разрабатывались. Основываясь на усредненных показателях технологических вы-

бросов и эффективности пылеулавливания 94 %, было определено следующее значение удельных выбросов пыли – 13,2 кг/т цемента.

При оценке выбросов тяжелых металлов использовались усредненные коэффициенты, характерные для стран СНГ, рассчитанные на основе экспериментальных данных, и представленные в таблице 2.3.8.

Таблица 2.3.8 – Коэффициенты эмиссии и выбросы ТМ для цементной промышленности

Загрязняющее вещество	Коэффициент эмиссии г/т цемента	Выбросы ЗВ тонн		
		2003 г.	2004 г.	2005 г.
Ртуть	0,023	0,059	0,084	0,09
Кадмий	1,23	3,17	4,50	4,89
Свинец	23,5	60,65	86,06	93,41
Цинк	5,43	14,01	19,88	21,58
Никель	0,09	0,23	0,32	0,36
Медь	0,82	2,12	3,002	3,26

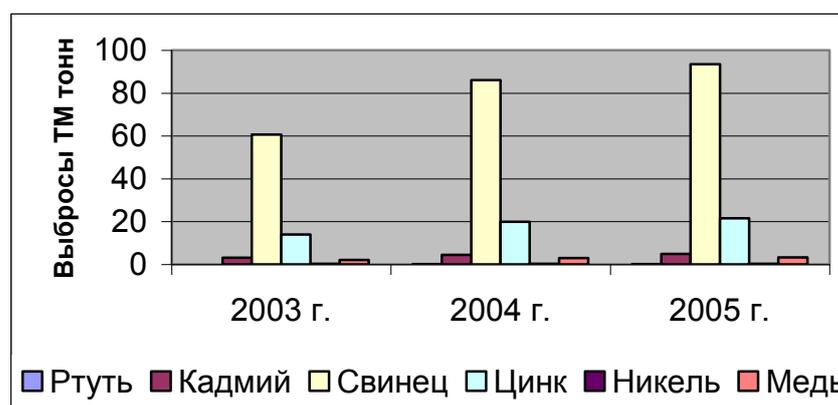


Рис 2.3.7 Изменение выбросов ТМ от производства цемента тонн (SNAP 030311)

Можно видеть, что при производстве цемента таблица и рисунок больше всего выбрасывается свинца, цинка и меди, а так же кадмия.

2.3.10 Производство стекла (030314, 030315, 030316, 030317)

Печи, использующиеся в производстве стекла, могут работать непрерывно или периодически. Типичным топливом являются нефть и газ. Сырьем служат, в основном, песок, известняк, доломит и сода. Кроме того, для обеспечения желаемых свойств, таких как цвет, прозрачность и для очистки стекла, может быть использован широкий набор дополнительных материалов. Могут добавляться хлорированные и фторированные соединения (SCEP, 1994). В данном разделе оцениваются выбросы пыли и тяжелых металлов при производстве плоского стекла, контейнерного стекла, стеклянной ваты и прочего стекла. Стекло – это неорганический продукт, производимый путем плавления сырья, формования его до нуж-

ной формы и охлаждения без кристаллизации. Производят тарное, прессованное, выдуваемое и листовое стекло. Силикатное стекло является основным типом производимого стекла. Производятся также другие типы стекол: боросиликатное (термостойкое), свинцовое и опаловое. Для плавления шихты используют стекловаренные печи непрерывного регенеративного типа с прямым сжиганием газа или угля. В Казахстане, кроме того, применяют электрические стекловаренные печи, которые используются при производстве стекла методами прессования и выдувания. Примерно 5,3 ГДж необходимо для варки 1 т стекла в печи с высокой эффективностью.

Исходные данные

В качестве исходных данных используются данные Агентства Республики Казахстан по статистике о производстве стекла, но в связи с тем, что эти данные показывают лишь количество произведенной продукции (тыс. штук), по ним нельзя рассчитывать выбросы ЗВ, как требуется в руководстве.

Коэффициенты выбросов

При оценке выбросов тяжелых металлов использовались усредненные коэффициенты, представленные в Руководстве ЕМЕР и представленные в таблице 2.3.9.

Таблица 2.3.9 – Коэффициенты эмиссий тяжелых металлов при производстве стекла, г/т стекла

Загрязняющее вещество	Коэффициент эмиссии
Мышьяк	0,1
Кадмий	0,15
Хром	2,5
Медь	0,5
Свинец	10
Ртуть	0,05
Никель	2
Селен	20
Цинк	10
Дихлорметан	5
Фтор	30
Пыль	400

Таким образом, оценить выбросы ЗВ при производстве стекла из-за отсутствия исходных данных пока не представляется возможным

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: Справочник./Анисимов И.Г. и др. под ред. В.М. Школьников – М.: Издательский центр «Техинформ», 1999. - 596 с.

2. Энергетические топлива СССР (ископаемые угли, горючие сланцы, торф, мазут и горючий природный газ): Справочник/ В.С. Вдовченко и др.– М.: Энергоатомиздат, 1991.– 184 с.
3. Krumm, Wolfgang: Mathematische Modellierung und Optimierung der Energieverteilung im integrierten Huttenwerk; in Energieerzeugung VDI; Dusseldorf (Germany); 1989.
4. Выбросы тяжелых металлов в атмосферу: опыт оценки удельных показателей/Какарека С.В. и др. – Минск: Институт геолог. наук НАН Беларуси.– 1998. – 156 с.
5. Защита атмосферы от промышленных загрязнений: Справочник./ С. Гринфилд и др.// Под ред. С. Калверта и Г.М. Инглунда.– М.: Металлургия, 1988.
6. Сборник методик по расчету выбросов ЗВ различными производствами. – Л.: Гидрометеоздат, 1986.

2.4 ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

Группа «Промышленные процессы» включает в себя деятельность промышленных источников выбросов загрязняющих веществ, которая не связана со сжиганием топлива, т.е. эмиссии происходят при технологических процессах. В промышленности при химической и физической трансформации материалов происходит выделение различных загрязняющих веществ: CO , NO_x , SO_2 , HMU , NH_3 и стойких органических загрязнителей (СОЗ). Также выделяются газы с прямым парниковым эффектом, включая CO_2 , CH_4 , N_2O , ПФУ и SF_6 , и происходят выбросы ряда тяжелых металлов – As , Cd , Cr , Cu , Hg , Ni , Pb , Se , Zn , V .

В казахстанской инвентаризации данная группа разбита на 5 основных подкатегории источников ПГ, в соответствии с методологией ЕМЕП:

- 1) процессы в нефтяной промышленности;
- 2) процессы в черной металлургии;
- 3) процессы в неорганической химии;
- 4) процессы в органической химии;
- 5) процессы в деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, пищевой и других промышленности.

В каждой подкатегории существует ряд источников, эмиссии от которых рассматриваются отдельно. Эмиссии газов с прямым парниковым эффектом представлены в отчете по инвентаризации ПГ в Казахстане.

2.4.1. Общая методология

В качестве нормативного документа для оценки выбросов ЗВ и ТМ использовалось Руководство по инвентаризации атмосферных эмиссий ЕМЕП/CORINAIR (третье издание). Методология ЕМЕП предусматривает оценку эмиссий ЗВ и ТМ по отдельным видам

промышленных процессов для каждого вещества на основе упрощенного или детализированного подхода. В казахстанской инвентаризации расчеты производились на основе упрощенной методологии.

Применение упрощенной методологии объясняется отсутствием детализированных данных и национальных коэффициентов эмиссий, учитывающих специфику казахстанских предприятий. Для получения национальных коэффициентов эмиссий необходимы дополнительные исследования. Стоит отметить, что коэффициенты по умолчанию также были рассчитаны с учетом технологических процессов, наиболее распространенных и используемых в разных странах мира.

Хотя для некоторых видов промышленных процессов имеется несколько особенностей и дополнительных шагов для оценки эмиссий, упрощенная общая формула расчета может быть представлена следующим образом для каждого отдельного загрязнителя:

ВСЕГО эмиссий $ZV_i = \text{Объем продукции, произведенной за год} \times \text{Коэффициент эмиссии } ZV_i \text{ на единицу продукции}$

При составлении инвентаризации использовались коэффициенты по умолчанию, предложенные в Руководстве ЕМЕП по проведению инвентаризации ЗВ. При отсутствии коэффициентов по умолчанию в Руководстве ЕМЕП, использовались коэффициенты МГЭИК (Руководство МГЭИК по национальным инвентаризациям выбросов ПГ, 1996 г.). Коэффициенты эмиссий для расчета выбросов тяжелых металлов от промышленных процессов были взяты из работ по оценке удельных выбросов ТМ от основных промышленных производств – источников выбросов, характерных для стран СНГ (Минск, 1998 г.). При отсутствии коэффициентов или объемов производства для каких-либо видов деятельности (например, производство асфальта) эмиссии не рассчитывались.

Исходные данные в виде объема произведенной продукции в натуральном выражении за год, необходимые для проведения расчетов эмиссий, связанных с технологическими процессами, были получены из справочников и сборников Агентства по статистике Республики Казахстан.

2.4.2. Общие эмиссии и тренд выбросов загрязняющих веществ

В группе «Промышленные процессы» оценивались эмиссии CO , NO_x , SO_2 , и HMY и тяжелых металлов (Hg , Cd , Pb , Zn , Ni , Cu) от 5 видов промышленной деятельности – нефтяная промышленность, черная металлургия, неорганическая химия, органическая химия, другие виды промышленности.

В Казахстане промышленные процессы являются четвертым по величине источником эмиссий ZB в атмосферу. Доля выбросов от этой категории выросла с прошлого года на $x\%$ и составляет $7,7\%$ от общих национальных эмиссий в 2005 г. Общий объем эмиссий ZB от этой категории в 2005 г. составил 365,6 тыс.т. Вклад различных веществ в общие эмиссии от промышленных процессов представлены в таблице 4.1

Таблица 2.4.1. Эмиссии ZB в Казахстане в 2005 г., т.

	CO	HMY	SO_2	NO_x
--	------	-------	--------	--------

Нефтяная промышленность	975,9	59853,9	236251	650,6
Черная металлургия	4920,2	474,1	28175,5	127,9
Неорганическая химия	40,1	23,8	13139,9	
Органическая химия		786,3		
Другая промышленность		19025,6	1192,4	
Всего	5936,1	80163,8	278758,8	778,5

Примечание: Суммы могут не сходиться из-за округления

Как видно из таблицы нефтяная промышленность является самым крупным источником выбросов НМУ (75 %), SO₂ (85 %) и NO_x (84 %). Черная металлургия вносит наибольший вклад (83 %) в выбросы CO. Химическая промышленность (неорганическая и органическая) дает очень незначительный вклад в выбросы загрязняющих веществ (5 % в SO₂ и менее 1 % в CO и НМУ). Пищевая промышленность вкладывает 24 % в выбросы НМУ. В целом выбросы ЗВ в атмосферу в Казахстане постепенно растут с 2003 г. (рис. 2.4.1).

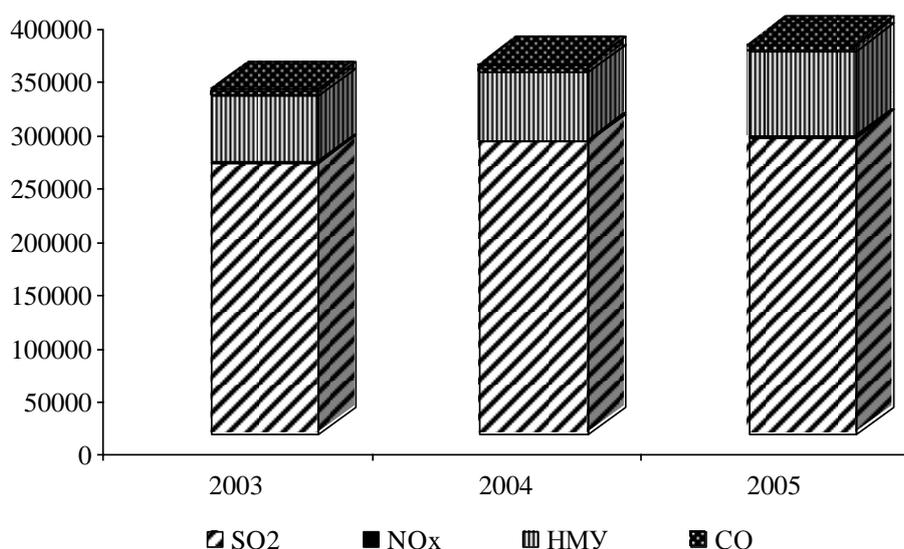


Рисунок 2.4.1 Тренд выбросов ЗВ и ТМ в Казахстане 2003-2005 гг.

Выбросы тяжелых металлов в промышленном производстве оценивались только в черной металлургии и составили 361,3 т в сумме по всем веществам за 2005 г. (таблица 2.4.2), что на 13 % меньше, чем в 2004 г. При этом доли различных металлов в общих эмиссиях практически не изменились (рис. 2.4.2). Ртуть (Hg), кадмий (Cd) и медь (Cu) вкладывают менее 1 %, свинец (Pb) дает 11 % ежегодно, доля цинка (Zn) увеличилась с 51 до 56 %, пропорционально уменьшению вклада никеля (Ni) – с 37 до 32 %. Сокращение выбросов тяжелых металлов связано с уменьшением объемов производства чугуна и стали.

Таблица 2.4.2. Эмиссии ТМ в Казахстане в 2005 г., кг.

		Hg	Cd	Pb	Zn	Ni	Cu
Черная металлургия		3,8	198,9	34168,8	177220,1	102176,0	1788,5

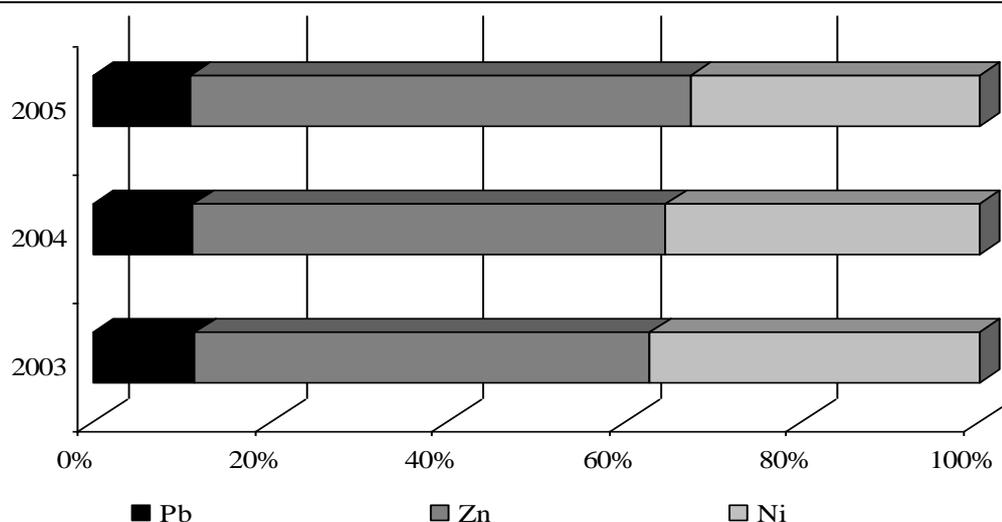


Рисунок 2.4.1 Вклад различных металлов в общие выбросы ТМ в Казахстане 2003-2005 гг.

2.4.3. Процессы в нефтяной промышленности

В данной категории учитываются эмиссии ЗВ (*CO*, *HMY*, *SO₂*, и *NOx*) при производстве нефтепродуктов (переработка нефти), при хранении и транспортировке нефтепродуктов на нефтеперерабатывающих заводах.

В качестве методологии взят упрощенный подход, который основывается на уровне активности предприятий – объем произведенной/транспортированной продукции. При оценке эмиссий факторы эмиссий были взяты из Пересмотренного Руководства МГЭИК по инвентаризации ПГ, 1996 г., /8, 9, 10/ для таких загрязняющих веществ, как *CO*, *HMY*, *SO₂*, *NOx*.

Таблица 2.4.3. Эмиссии ЗВ от нефтяной промышленности, т.

Подкатегория	CO	HMY	SO ₂	NOx
Переработка нефтепродуктов	975,9	6722,7	10084,1	650,6
Предприятия по восстановлению серы			226166,9	
Хранение и транспортировка нефтепродуктов		53131,2		
Всего	975,9	59853,9	236251,0	650,6

2.4.4. Процессы в черной металлургии

В Казахстане выбросы загрязняющих веществ в черной металлургии оценивались от производства чугуна, стали, сталепрокатной продукции и кокса для технологических нужд. В качестве методологии взят подход, который основывается на количестве произведенного металла по типам.

Производство стали является источником эмиссий ТМ в данной категории, выбросы ЗВ не оценивались из-за отсутствия данных о коэффициентах эмиссии (таблица 4.4).

Таблица 2.4.4. Эмиссии ЗВ от черной металлургии в 2005 г., т.

Подкатегория	СО	НМУ	SO₂	NO_x
Загрузка доменной печи	4916,9	378,2	7564,4	
Твердое бездымное топливо (кокс)			20467,3	
Прокатные станы	3,2	95,9	143,8	127,8
Всего	4920,2	474,1	28175,5	127,9

Примечание: Суммы могут не сходиться из-за округления

Таблица 2.4.5. Эмиссии ТМ от черной металлургии в 2005 г., кг.

Подкатегория	Hg	Cd	Pb	Zn	Ni	Cu
Загрузка доменной печи		34,0	105,9	2193,7	196,7	234,5
Кислородно-конвертерная сталь			29973,3	119072,0	101827,1	698,0
Электросталь	3,8	164,9	4089,6	55954,2	152,2	856,0
Прокатные станы						0,2
Всего	3,8	198,9	34168,8	177220,1	102176,0	1788,5

2.4.5 Процессы в неорганической химии

В этом разделе рассматриваются выбросы от заводов по производству серной кислоты и аммиака с учетом всех стадий производства. В таблице 2.4.5 приведен вклад данных видов производства в общие эмиссии ЗВ от производства неорганической продукции.

Таблица 2.4.5. Эмиссии ЗВ от производства неорганической продукции, т.

Подкатегория	СО	НМУ	SO₂
Производство серной кислоты			13139,7
Производство аммиака	40,1	23,8	0,2
Всего	40,1	23,8	13139,9

2.4.6 Процессы в органической химии

Производство органической продукции, такой как полиэтилен и полистирол, приводит к выбросу неметановых углеводородов. В 2005 г. общий объем НМУ эмиссий от промышленных процессов в органической химии составил 786,3 т. При этом доля производства полиэтилена составила 99 %, а оставшийся 1 % пришлось на производство полистирола.

2.4.7 Процессы в деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, пищевой и других промышленности

В данной категории оценивались эмиссии НМУ от пищевой промышленности (производство хлеба, пива, вина и крепких спиртных напитков), а также выбросы SO₂ от производства цемента. Другие виды производств, входящих в данную категорию не оценивались из-за отсутствия методологии в Руководстве ЕМЕП по инвентаризации выбросов ЗВ.

В 2005 г. в Казахстане эмиссии НМУ от пищевой промышленности составили 19025.6 т, что на 48 % больше, чем в предыдущем году и связано с увеличением производства, в первую очередь, спиртных напитков. Из общих эмиссий НМУ в данной категории 76 % приходится на производство крепких спиртных напитков, а 23 % - на производство хлеба. Соответственно, производство пива и вина вкладывают только 1 % в общие эмиссии НМУ от пищевой промышленности, не смотря на большой объем продукции.

Производство цемента в 2005 г. привело к выбросам SO₂ равным **1192,4** т (рост с 2004 г. составил 9 %). Коэффициент эмиссии был взят из Пересмотренного Руководства МГЭИК для проведения инвентаризации ПГ.

2.5 ДОБЫЧА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИСКОПАЕМОГО ТОПЛИВА И ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ

В данной группе источников рассматриваются выбросы из источников, связанных с добычей, первичной обработкой и транспортировкой/ распределением твердого (уголь), газообразного (природный газ) и жидкого (нефть) ископаемого топлива на суше и в море. В основном при таком виде деятельности происходят выбросы метана, однако в соответствии с новыми требованиями об отчетности эмиссии парниковых газов с прямым парниковым эффектом не представлены в отчетных таблицах и приводятся в отчете по инвентаризации выбросов ПГ по РКИК ООН.

Также в данной группе учитываются выбросы НМУ, которые происходят при транспортировке и распределении автомобильного бензина и заправке автодорожного транспорта. Динамика выбросов неметановых углеводородов от данной категории приведена на рисунке 2.5.1.

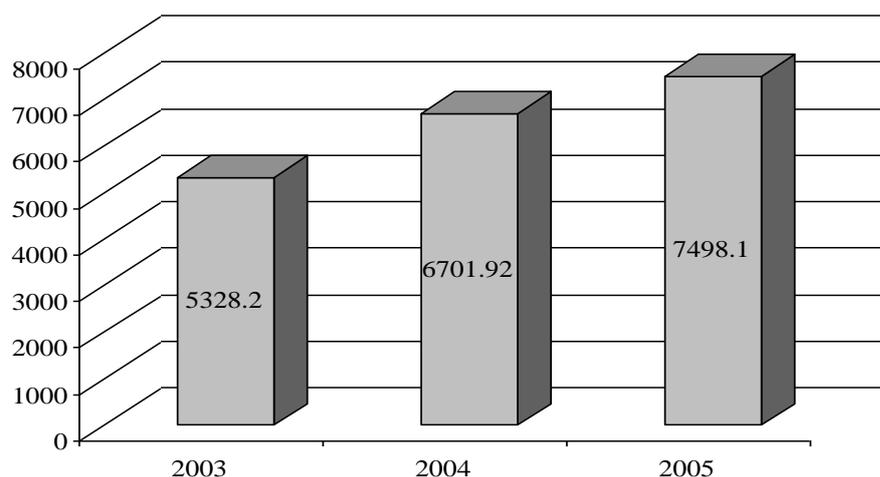


Рисунок 2.5.1 Выбросы ЗВ от транспортировки и распределения автомобильного бензина в Казахстане в 2003-2005 гг., тонн

2.6 ПРИМЕНЕНИЕ РАСТВОРИТЕЛЕЙ

В данной главе рассматриваются атмосферные эмиссии загрязняющих веществ от всех видов деятельности, где применяются органические растворители:

- использование красок;
- обезжиривание металлов;
- сухая чистка;
- производство компонентов электроники и другая промышленная чистка;
- химическое производство и производство химических продуктов;
- производство полиуретановых и полистирольных пен;
- производство асфальта;
- разное применение растворителей;
- полиграфическая промышленность;
- экстракция жиров и масел;
- обработка дерева для его предохранения;
- предпродажная подготовка транспортных средств и обработка защитными покрытиями;
- применение растворителей в быту ;
- использование HFC, N₂O, NH₃, PFC и SF₆.

Дефицит достоверных национальных показателей деятельности и несовершенство методологии ЕМЕП/CORINAIR обусловили проведение оценки атмосферных выбросов неметановых летучих органических соединений (НМЛОС) для применения красок; обезжиривания металлов; сухой чистки; производства асфальта; применения растворителей в быту.

Применена упрощенная методология ЕМЕП/CORINAIR, предусматривающая оценку эмиссий ЗВ по отдельным видам промышленных процессов для каждого вещества [1]. В расчеты введены коэффициенты выбросов ЕМЕП/CORINAIR и национальные статистические показатели в области применения растворителей на производстве и в быту.

2.6.1 Использование красок

Данный подраздел касается применения красок в промышленности и в быту. В данном случае под термин «краска» подпадают все материалы, которые используются для долговременного покрытия поверхности, кроме клеев и соединительных веществ, в эту категорию так же не входят чернила, т. к. не образуют долговременного покрытия поверхности.

В связи с отсутствием необходимых данных в национальной статистике, в данном подразделе были учтены следующие категории применения красок:

- использование красок в производстве автомобилей;
- деревообработка.

В условиях отсутствия необходимых данных по использованному объему краски для автомобилей, расчет был произведен по альтернативной методике, приведенной в Справочном Руководстве ЕМЕП/CORINAIR, где была сопоставлена средняя площадь автомобилей с средним коэффициентом эмиссии. Коэффициент примененный в расчетах получен на основе данных действующих предприятий и выражает объем испарившегося растворителя с единицы площади транспортного средства покрытой краской; рассчитан для фургонов, грузовиков и пассажирских автомобилей.[1].

Расчеты эмиссии НМЛОС для подкатегории «Деревообработка» расчеты были проведены по альтернативному методу упрощенной методологии Справочного Руководства ЕМЕП/CORINAIR[1].

2.6.1.1 Результаты

Результаты произведенных расчетов приведены в таблице 2.6.1.

Таблица 2.6.1 – Эмиссии НМЛОС от категории "Использование красок в производстве автомобилей", т.

Наименование показателя	2003	2004	2005
Деррик краны, краны подъемные, фермы подъемные, подвижные транспортеры стоечные и автомобили – мастерские с кранами подъемными	0,6264	0,972	1,285,2
Тракторы для лесного и сельского хозяйства	1,6524	0,1728	0,2808
Плуги и бороны дисковые	0,9828	0,3564	0,3024
Бороны (кроме дисковых) рыхлители культиваторы пропалыватели и мотыги	0,1188	1,6308	1,3068
Сеялки сажалки и машины рассадочные	1,2312	1,944	0,9828
Косилки включая косилки смонтированные на тракторе не включенные в другие группировки	1,2636	0,3348	0,0432
Жатки рядковые	3,348	3,942	3,4992
Гусенично - тракторные тягачи	0,2808	0,1512	0,108
Бульдозеры включая универсальные самоходные	1,512	0,0216	**

Наименование показателя	2003	2004	2005
Экскаваторы одноковшовые механические самоходные и погрузчики ковшовые неполноворотные	0,1404	0,2052	0,0648
Навозоразбрасыватели и устройства для разбрасывания удобрений минеральных	**	0,0108	**
Прицепы и полуприцепы; контейнеры	**	2,556	2,916
Автомобили для перевозки десяти или более человек	**	0,270	0,819
Автомобили легковые пассажирские	**	25,0068	17,6904
<i>ОБЩИЕ ЭМИССИИ НМЛОС</i>	11,1564	38,1684	31,7286

Рассмотрение приведенных в таблице результатов расчета НМЛОС не позволяет отследить динамику эмиссий загрязняющих веществ по данному виду промышленной деятельности, по причине неоднородности исходных статистических данных.

В таблице 2.6.2 представлены результаты расчета объема эмиссий НМЛОС от подкатегории «Деревообработка».

Таблица 2.6.2 – Эмиссии НМЛОС от категории «Деревообработка», т.

Наименование показателя	2 003	20 04	20 05
Окна и их рамы, двери застекленные и их рамы, пороги деревянные	1 06,216	13 6,3484	15 9,2956
Паркет щитовой, опалубка для бетонных и строительных работ, гонт и дранка деревянные	2, 4	3,8	19, 52
<i>ОБЩИЕ ЭМИССИИ НМЛОС</i>	1 08,616	14 0,1484	17 8,8156

Анализ результатов расчета позволяет сделать вывод об увеличении эмиссий НМЛОС за 2004 год на 22% и за 2005 – на 39% по сравнению с 2003 годом. Увеличение эмиссий ЗВ за 2005 по сравнению с 2004 годом составляет 22% что связано с увеличением статистических показателей в данной отрасли промышленности.

2.4.1.2 Неопределенности

Сумма неопределённостей по данной подкатегории составляет $\pm 60\%$, которая складывается из погрешности для факторов эмиссии ($\pm 50\%$) и неопределённости вызванной применением в расчетах национальной статистики по отдельным отраслям производства ($\pm 10\%$).

2.4.2 Обезжиривание металлов

Данный подраздел касается процесса очистки от водонерастворимых веществ, таких как жиры, масла, ваксы и прочих углеводородных остатков. В большинстве случаев этот процесс применим к металлическим продуктам, но также может применяться и к пластикам, органическому стеклу и т.п.

2.4.2.1 Результаты

Методом расчета в данном случае является использование статистики народонаселения страны и фактора эмиссии на душу населения, предоставленного Руководством. [1].

Результаты произведенного расчета приведены в таблице 2.6.3

Таблица 2.6.3 – Эмиссии НМЛОС от категории «Обезжиривание металлов», т.

Наименование показателя	2 003	2 004	200 5

Наименование по-казателя	2003	2004	2005
Обезжиривание металлов	6760	6912	34,581

На основании данных приведенной выше таблицы, можно сделать вывод о том, что объем эмиссий НМЛОС в 2004 году по сравнению с 2003 годом увеличился на 1%, аналогичное увеличение эмиссий ЗВ можно наблюдать и в 2005 году относительно 2004 года (1%). Увеличение эмиссий ЗВ в 2005 по сравнению с 2003 годом составило 1,4%. Такое изменение обусловлено увеличением количества народонаселения Республики Казахстан, отраженное в национальной статистике.

2.6.2.2 Неопределенности

Неопределённость расчетов в подразделе «Обезжиривание металлов» составляет $\pm 60\%$. Она складывается из погрешности для факторов эмиссии ($\pm 50\%$) и неопределённости, вызванной применением в расчетах национальной статистики по народонаселению ($\pm 10\%$).

2.6.3 Сухая чистка

Данный подраздел рассматривает выбросы НМЛОС при процессах удаления загрязнений с помощью органических растворителей с кожи, мехов, тканей и прочих объектов, состоящих из волокна. Эмиссии НМЛОС являются результатом испарения растворителя с поверхности одежды при окончательной просушке изделий.

2.6.3.1 Результаты

В данном случае используется упрощенный подход к оценке эмиссий НМЛОС, предложенный Руководством [1]. Расчет произведён путем перемножения коэффициента эмиссии на душу населения (который на данном этапе может приравниваться к статистическим данным по потреблению растворителя) на статистику по народонаселению Республики Казахстан. Так как в селах страны отсутствуют места сухой чистки, в расчет введена статистика по городскому народонаселению.

Результаты расчета по данному подразделу отражены в таблице 2.6.4.

Таблица 2.6.4 – Эмиссии НМЛОС от категории «Сухая чистка», кг.

Наименование по-казателя	2003	2004	2005
Сухая чистка	104	120	53,663

Анализ данных таблицы позволяет сделать вывод об увеличении выбросов НМЛОС в 2004 году на 1% и на 1,4% , в 2005, по сравнению с 2003 годом, что связано с изменением статистики по народонаселению.

2.6.3.2 Неопределенности

Неопределённость расчетов эмиссий НМЛОС по данной подкатегории составляет $\pm 70\%$. Она складывается из погрешности для факторов эмиссии ($\pm 60\%$) и неопределённости статистических данных ($\pm 10\%$).

2.4.4 Использование растворителей в быту

Данный раздел посвящен выбросам от использования НМЛОС различных продуктов народонаселением в своих домах. Следует отметить, что многие из этих продуктов используются в коммерческих целях и в промышленности. Поэтому, во многих случаях очень трудно или практически невозможно разделить общие продажи на промышленную часть и ту часть, которая пошла на бытовые нужды.

2.6.4.1 Результаты

Проведены расчеты, основанные на упрощенной методологии Справочного Руководства ЕМЕП/CORINAIR [1]. Выбор упрощенной расчетной методики в данном подразделе был обусловлен ограниченным объемом национальных статистических данных, отсутствием детализированных данных и национальных коэффициентов эмиссий, учитывающих специфику казахстанских предприятий. Для получения национальных коэффициентов эмиссий необходимы дополнительные исследования.

Результаты расчетов приведены в таблице 2.6.5.

Таблица 2.6.5 – Эмиссии НМЛОС от категории «Использование растворителей в быту», т.

Наименование показателя	2003	2004	2005
Использование растворителей в быту для:			
городского населения	21989	22148	22504
сельского населения	16847	16909	16875,8
<i>ОБЩИЕ ЭМИССИИ НМЛОС</i>	38837	39057	39379,8

Данные таблицы показывают, что объем эмиссий НМЛОС в 2004 году увеличился на 1%, в 2005 году на 1,4% по сравнению с 2003. В 2005 объем эмиссий ЗВ от данного направления увеличился на 1% по сравнению с 2005 годом. Это связано с изменениями в данных по народонаселению национальной статистики.

2.6.4.2 Неопределенности

Неопределенность расчетов в подразделе «Использование растворителей в быту» составляет $\pm 60\%$. Она складывается из погрешности для факторов эмиссии ($\pm 50\%$) и неопределенности вызванной применением в расчетах национальной статистики по народонаселению ($\pm 10\%$).

2.6.5 Улучшение расчетов

В данных расчетах эмиссий загрязняющих веществ была пересмотрена расчетная методика и применены другие расчетные коэффициенты для подраздела «использование красок», так же был расширен спектр статистических данных, применяемых для расчета в данном подразделе.

Анализ полученных результатов, позволяет сделать вывод о значительном загрязнении атмосферы неметановыми летучими органическими соединениями и другими загрязняющими веществами при использовании в промышленности веществ, содержащих в своём составе растворители, а так же при использовании неусовершенствованных технологических процессов. В условиях сложившейся ситуации для улучшения качества производимых расчетов, необходимо работать в следующих направлениях:

- детализация статистических данных, отражающих оборот растворителей в различных отраслях промышленности и товарооборот продуктов, содержащих в своем составе растворители, а также учитывающих разновидности производственных процессов.
- расширение доступа к информации для проведения аналитических исследований в целях разработки национальных расчетных показателей эмиссий НМЛОС.

2.7 ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ АВТОТРАНСПОРТА (ГРУППА).

Исполнитель д.г.н. Чердниченко В.С. «Инвентаризация загрязняющих веществ»

Рекомендации CORINAIR [1-3] учитывает не все важные аспекты, связанные с выбросами в атмосферу. Она учитывает только выбросы парниковых газов. Выбросы же загрязняющих веществ вообще (часть которых – парниковые газы) она не учитывает. Это учитывается Руководством по инвентаризации выбросов. В частности выбросы дорожного

транспорта учитываются разделом этого руководства [4]. Рекомендации данного раздела Руководства и были использованы.

Расчеты выбросов загрязняющих веществ дорожным транспортом для Казахстана были осуществлены впервые в 2004 году.

Методика исследований. Поскольку Руководство предназначено для расчетов загрязняющих веществ (ЗВ) дорожным транспортом, то только для этого вида транспорта такие расчеты и выполнены.

Для обеспечения высокой точности расчетов в Руководстве предложена подробная классификация транспортных средств по следующим признакам: типу топлива, грузоподъемности, типу катализатора, типу дороги, состояния двигателя (теплый или холодный), технологических особенностей двигателя и др. К сожалению, для территории Казахстана такой полной информации не имеется. Ее нет даже для большинства стран Европейского сообщества. В этом случае Руководство предлагает упрощенную методику расчетов [4].

Стоит отметить тот факт, что за последние несколько лет, методология по расчету загрязняющих веществ пересматривались несколько раз. На сегодняшний день имеются уточненные инструкции для расчета выбросов за 2002, 2004 гг. Однако, в рассмотренных нами новых руководствах упрощенная методология не поменялась. Основной упор сделан на расчет по сложной методике, которую мы по ряду причин использовать не можем. Из-за этого нами были использованы коэффициенты по методологии 1996 года инструкции CORINAIR.

Упрощенная методика расчетов выбросов ЗВ основана на данных о расходе топлива или пробеге, или на данных о расходе энергии, которые затем следует умножить на соответствующие коэффициенты выбросов:

$$\varepsilon_i = fc \cdot Ef_i \quad (1)$$

где ε_i - масса выбросов загрязняющего вещества за рассматриваемый период; fc - расход топлива или пробег или расход энергии; Ef_i - средний выброс ЗВ i на единицу использованного топлива или пробега или энергии.

Применение упрощенной методики позволяет и усреднение типизации транспортных средств, а полученные результаты следует воспринимать как приближительные [4].

Основные категории транспорта, выделяемые в CORINAIR, легко извлекаются из классификации ЕЭК-ООН используемого нами Руководства. Они следующие:

Типы транспорта, выделенные в табл. 2.7.1, и использовались нами при расчетах выбросов загрязняющих веществ. При этом используются названия категорий транспорта по CORINAIR, как более короткие.

Таблица 2.7.1 Классификация транспортных средств используемая при расчетах выбросов ЗВ.

Тип транспорта:	
По CORINAIR	По ЕЭК-ООН
Легковые автомобили	Категория М1: Транспорт, используемый для перевозки пассажиров и имеющий не более 8 мест, исключая сиденье водителя
Транспорт малой грузоподъемности	Категория N1: Транспорт, используемый для перевозки товаров и имеющий максимальный вес, не превышающий 3.5 тонн
Транспорт большой грузоподъемности	Категория М2: Транспорт, используемый для перевозки пассажиров и имеющий более 8 мест, исключая сиденье водителя, с максимальным весом, не превышающим 5 тонн
	Категория М3: Транспорт, используемый для перевозки пассажиров и имеющий более 8 мест, исключая сиденье водителя, с максимальным весом, превышающим 5 тонн
	Категория N2: Транспорт, используемый для перевозки товаров и имеющий максимальный вес, превышающий 3.5 тонн, но не превышающий 12 тонн
	Категория N3: Транспорт, используемый для перевозки товаров и имеющий максимальный вес, превышающий 12 тонн
Двухколесный транспорт	Категория L1; L2; L3; L4; L5 – все виды мотоциклов

Согласно руководству следует оценивать выбросы следующих ЗВ: NO_x (NO и NO₂), N₂O, SO_x, ЛОС, CH₄, CO, CO₂, NH₃, твердые частицы, свинец, НМЛОС. Однако методики расчета выбросов свинца и твердых частиц в руководстве отсутствуют [4].

Для расчетов использованы коэффициенты выбросов, которые взяты по Руководству и приведены ниже в таблице 2.7.2.

В таблице 2.7.2 приведены коэффициенты выбросов для нерегулируемых (или умеренно регулируемых) выбросов, т.к. число автомобилей с катализаторами открытого и закрытого типа очень невелико и отдельный учет таких автомобилей не ведется.

Коэффициенты выбросов ЛОС и НМЛОС при испарении приведены по тексту при их расчете.

Расчеты выбросов ЗВ. К сожалению в настоящем году Агентство по статистике перестало вести учет автомобильного парка Республики Казахстан (теперь этим занимается МВД Республики), а также давать информацию по потреблению категориями транспорта,

горючего. По этой причине нам потребовалось разработать подход, который бы отвечал двум нашим требованиям. Во- первых, распределить автопарк по категориям, во- вторых,

Таблица 2.7.2 Коэффициенты выбросов для различных типов транспорта и вида топлива.

	NO _x	CH ₄	ЛОС	СО	N ₂ O	CO ₂
Легковой автотранспорт						
Бензин <г/кг топлива	20.4	0.91	55.5	542	0.057	3183
Дизтопливо г/кг топлива	11.0	0.083	3.08	11.7	0.165	3138
Сжиженный нефтяной газ г/кг топлива	36.8	0.96	25.7	122	--	3030
Транспорт малой грузоподъемности						
Бензин г/кг топлива	28.7	0.80	47.4	356	0.059	3183
Дизтопливо г/кг топлива	15.9	0.055	4.64	17.5	0.188	3138
Транспорт большой грузоподъемности						
Бензин г/кг топлива	37.5	0.64	28.5	324	0.035	3183
Дизтопливо г/кг топлива	42.7	0.25	8.16	34.2	0.12	3138
Мотоциклы						
г/кг топлива	2.64	5.00	509	724	0.067	3138

определить потребление каждой категории бензина, дизельного топлива и газа. За основу мы взяли 2004 г. так как считали, что за 12 месяцев ситуация с долевым количеством автотранспорта не сильно изменится. Тоже, самое было предложено в отношении потребления перечисленных видов топлив категориями автотранспорта.

На момент написания отчета данные по составу и количеству транспорта нам любезно было предоставлено МВД РК. Поэтому частично свои предположения мы могли проверить на фактических данных. Стоит отметить тот факт, что данные МВД РК несколько отличаются от данных Агентства по статистике. Одна из причин такого положения в том, что МВД располагает сведениями только о количестве фактически зарегистрированных машин в стране.

В таблице 2.7.3 мы попытались проанализировать на фактических данных, какова доля каждой группы автотранспорта в общем парке автомобилей в стране. Как видно из таблицы, количество автотранспорта в 2005 году увеличилось, по сравнению с 2004 на 373214 единиц, но при этом долевое участие каждой категории осталось почти без изме-

нений. Имеются незначительные изменения в 2 %, которые наблюдаются в категориях легковых и грузовых автомобилей. Доля автобусов в общем автопарке страны осталась без изменений, хотя число автобусов увеличилось на 4354 штук.

Таблица 2.7.3 Сравнительное количество автотранспорта по категориям между данными МВД и Агентства по статистике за 2004 и 2005 гг.

года	2004				2005	
	По данным МВД	Агентства по статистике	Доля в % по данным МВД	Доля в % по данным Агентства	По данным МВД	Доля в % по данным МВД
Всего	1510352	1532257	100	100	1883566	100
легковые,	1181135	1204118	78	81	1405325	80
автобусы	61344	62894	4	4	65698	4
грузовые,	267873	224872	18	15	281538	16

Следующая наша задача- определить, сколько топлива потреблял автопарк Республики. Для этой цели, как мы уже говорили, мы решили применить подход долевого деления. За основу такого распределения мы опять взяли 2004 год. Во- первых, этот год самый

Таблица 2.7.4 Потребленные количества топлива по категориям автотранспорта за 2004 и 2005 гг (тыс.т.)

2004 год						
Тип топлива	Бензин, тыс.т	Доля потребления бензина, %	Дизельное топливо тыс.т	Доля потребления дизельного топлива, %	Газ, тыс. м ³	Доля потребления газа, %
Типы автомобилей						
Легковые	894,17	56	270,0	28	210,0	36
Транспорт с малой грузоподъемностью	285,0	18	270,0	28	119,58	21
Транспорт с большой грузоподъемностью	249,0	16	429,05	44	250,0	43
Мотоциклы	160,0	10	-	0	-	0
Всего, тыс.т	1439,170	100	809,054	100	578,532	
2005 год						
Типы автомобилей						
Легковые	897,424	56	579,579	28	44,092	36
Транспорт с малой грузоподъемностью	288,458	18	579,579	28	25,720	21
Транспорт с большой грузоподъемностью	256,407	16	910,767	44	52,666	43
Мотоциклы	160,254	10	-	0	-	0
Всего, тыс.т	1602,543	100	2069,924	100	122,478	100

близкий к нам и изменения, которые могли произойти за 12 месяцев, не должны быть значительными. Во вторых, в 2004 году уже были произведены расчеты загрязняющих веществ и нам, как экспертам, было важно сравнить на сколько изменилась ситуация за год.

Количество потребленного топлива по типам автотранспорта представлено в табл.4. Оно получено по данным Отчетного топливного баланса Агентства по статистике за 2005 год [5, 6].

На основе данных таблицы 2.7.2-2.7.4 по формуле (1) было рассчитано количество загрязняющих веществ, выброшенных автотранспортом в атмосферу в течение 2005 года.

Суммарное количество выбросов всеми типами транспорта для всех видов топлива представлено в таблице 2.7.8.

Таблица 2.7.8 Общее количество загрязняющих веществ, выбрасываемых транспортом в 2005 г.

Тип топлива	NO _x	CH ₄	ЛОС	СО	N ₂ O	CO ₂
Бензин	36624.53	2012.79	152357	792810	87.8835	5100894
Дизельное топливо	54480.43	307.674	11906.2	48071.9	313.883	6495425
Всего, тыс.т	91.10496	2.320464	164.2632	840.8819	401.7665	11596.319

Из полученных данных можно заключить, что в 2005 году количество всех загрязняющих веществ, выброшенных в атмосферу автотранспортом, превосходит 2004 г. Это гармонично стыкуется с фактом увеличения количества автотранспорта, а также с возросшим количеством потребленного топлива этим транспортом.

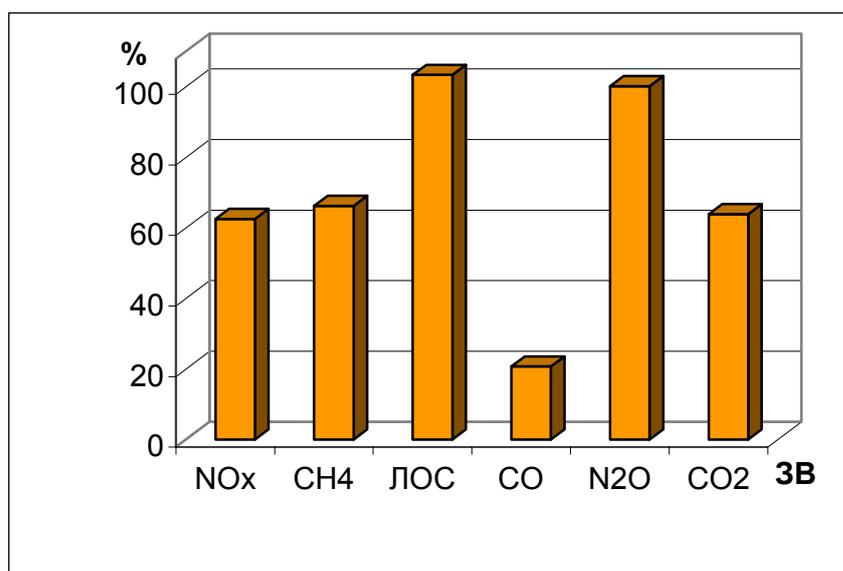


Рис 2.7.1 Увеличение (%) загрязняющих веществ от автотранспорта в 2005 гг, по отношению к 2004 г.

На представленных рисунках 2.7.1, можно видеть, что количество загрязняющих веществ увеличилось по отношению к 2004 г. Наибольшее увеличение (до 100 %) произошло у ЛОС и N₂O. Наименьший рост произошел с CO.

Расчетные таблицы (2.7.1. -2.7.8) за 2005 год даны в Приложении 2.

Испарение. При испарении часть паров топлива попадает в атмосферу. По исследованиям для Европейского Сообщества испарения достигают 25% от всех выбросов ЛОС в атмосферу.

Автомобили, работающие на газе, испарений в атмосферу не дают, т.к. топливный бак, у этих автомобилей герметичен.

Испарение с баков автомобилей, работающих на дизельном топливе, невелико, т.к. это топливо слабо испаряется. Автомобили, работающие на бензине, являются основными источниками выбросов ЛОС. Особенно это относится к автомобилям, имеющим карбюраторы поплавкового типа.

Испарение зависит от температуры двигателя, температуры наружного воздуха и особенностей конструкции двигателя, особенно карбюратора, и целого ряда других характеристик. Руководство дает коэффициент испарения в предположении, что бензин в баке находится круглые сутки при среднем времени эксплуатации.

Следовательно, испарение ЛОС только с баков и систем питания автомобилей, работающих на бензине, составляет около двух тысяч тонн.

Оценка погрешностей. Погрешности являются результатом ошибок, которые можно разделить на случайные и систематические.

Таблица 2.7.9 Величины испарения топлива при нерегулируемом выбросе

Тип автомобилей	Коэффициент испарения ЛОС т/тыс.т	Величина испарения ЛОС, т
Легковые автомобили	1,38	1238.445
Транспорт с малой грузоподъемностью	1,38	398.072
Транспорт с большой грузоподъемностью	1,38	353.8417
Мотоциклы	1,30	208.3302
Всего	-	2198.689

Случайные ошибки появляются вследствие неточностей приборов и методов измерений, недостаточным количеством измерений, ошибочными данными относительно особенностей эксплуатации транспорта (или их отсутствием).

Систематические ошибки в нашем случае могут быть более значимыми, поскольку они зависят от выбранных величин коэффициентов выбросов, ошибок в методах, имитирующих дорожное движение, ошибок в предположениях об использовании транспорта и др.

В данной работе осуществлено расчет величин выбросов от автотранспорта. Можно видеть, что полученные величины близки к таковым, получаемым другими путями, например величины выбросов CO₂, NO_x и, CH₄. В то же время их следует рассматривать пока как приблизительные т.к. статистические данные о режимах работы автотранспорта, необходимые для расчетов, отсутствуют. Еще в большей степени это относится к величинам, испарения ЛОС. В целом, однако, очевидно, что расчеты выбросов ЗВ от автотранспорта возможны и есть пути повышения надежности результатов.

Список используемых источников по главе

1. Пересмотренные Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. МГЭИК, 1996: т. 1. Справочное руководство.
2. Пересмотренные Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. МГЭИК, 1996: т. 2. Рабочая книга.
3. Пересмотренные Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. МГЭИК, 1996: т. 3. Руководство по отчетности.
4. Руководство по инвентаризации выбросов. И710. Дорожный транспорт. 1999.
5. Топливо-энергетический баланс РК, Часть I, 2005 г. Агентство РК по статистике. - Алматы, 2005.
6. Топливо-энергетический баланс РК, Часть II, 2005 г. Агентство РК по статистике. - Алматы, 2005.
7. Топливо-энергетический баланс РК, Часть III, 2005 г. Агентство РК по статистике. - Алматы, 2005.
8. Автомобильный транспорт Республики Казахстан, Часть 1, 2005 год, Агентство РК по статистике. - Алматы, 2005.
9. Автомобильный транспорт Республики Казахстан, Часть 2, 2005 год, Агентство РК по статистике. - Алматы, 2005.

2.8 ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ МОБИЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ (группа 8).

В соответствии с Руководством по инвентаризации ...[] к мобильным источникам (группа 8) относят следующие категории:

- 80100 – внедорожные мобильные источники;
- 80102 – сельское хозяйство;
- 80200 – железные дороги;
- 80300 – воздушное сообщение – аэропорты.

Мы к этой категории отнесли также и трубопроводный транспорт, играющий заметную роль в экономике Казахстана, хотя в группе 8 Руководства его нет. Но согласно тому же Руководству к группе 8 отнесен еще ряд категорий, например, лесное хозяйство, военный транспорт и др., но мы эти категории в нашу инвентаризацию пока не включили из-за отсутствия минимальных сведений о методах инвентаризации ЗВ для них. К тому же выбросы в этих категориях для Казахстана очень незначительны.

До настоящего времени инвентаризация выбросов загрязняющих веществ от мобильных источников в Казахстане не проводилась. Препятствием к этому служили следующие факторы:

- практически полное отсутствие региональных методик по оценке выбросов ЗВ от этой группы источников;
- неполные статистические данные о таких источниках выбросов и потребляемом ими горючем.

К настоящему времени методик по оценке выбросов по группе 8 по-прежнему нет, хотя имеются разрозненные данные. Так, в [] приведены величины выбросов ЗВ тепловозами, которые заимствованы из методики России [и др.] и применяются у нас в Казахстане. Кроме того, в Руководстве имеются данные для оценки выбросов ЗВ автотранспортом всех типов и это в определенной мере приложимо к некоторым категориям источников группы 8. Но в целом методик для выполнения расчетов выбросов ЗВ по данной группе даже по технологии “сверху вниз”, т.е. через сожженное топливо, недостаточно.

В тоже время в данные Агентства по статистике за 2005 г. информация о сожженном топливе по группе мобильных источников впервые представлена достаточно полно. Поэтому несмотря на отсутствие региональных методик для инвентаризации ЗВ, мы все же попытались такую работу выполнить, чтобы получить хотя бы ориентировочные величины выбросов ЗВ этой группы источников на основе данных о сожженном топливе. Для этого было решено использовать информацию о структуре выбросов ЗВ соответствующими категориями группы 8 в Европе за 1995 г., которые приведены в Руководстве [1].

В таблице 2.8.1 эти данные приведены для тех категорий мобильных источников, инвентаризацию ЗВ, которых решено осуществить.

* Ед. изм.= КТ, за исключением CO₂ в мТ.

Есть основания полагать, что, например, структура гражданской авиации категории воздушное сообщение – аэропорты, т.е. наземное обеспечение и даже типы эксплуатируемых самолё-

тов, в Казахстане сходны с таковыми в Европе. Соответственно, и структура (соотношение) выбрасываемых ЗВ будут такими же. Различия будут в количестве.

Сходное утверждение допустимо и относительно железнодорожного транспорта. В таблице 2.8.2 приведены величины выбросов ЗВ тепловозами в зависимости от режима работы (в г/м³ выбросов).

Таблица 2.8.1 *Результаты деятельности в Европе (Руководство по инвентаризации атмосферных выбросов, первая редакция, совместный отчет ЕМЕП / КОРИНЕЙЭР, 1996 г.)

SNAP к од	Категории	Загрязняющие вещества						
		SO ₂	NO _x	LOC	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O
Группа 8 Другие мобильные источники выбросов								
80100	внедорожные мобильные источники выбросов	7	100	23	2	72	6	
80102	сельское хозяйство	1	13	13	1	33	1	
80200	железные дороги	40	199	33	1	83	14	
80300	внутренние воды	12	71	29		33	14	
80500	воздушное сообще- ние аэропорта	20	179	71	4	174	18	1

Можно видеть, что по структуре эти значения, если их перевести в г/кг топлива, при наиболее характерном режиме движения близки к структуре выбросов железнодорожного транспорта Европы.

Речной флот Казахстана невелик. К тому же двигатели речных судов, как правило, осуществляют выхлоп в воду, где часть ЗВ растворяется. По своим техническим характеристикам силовые

Таблица 2.8.2 Средние показатели валовых выбросов и концентрации ЗВ тепловозных двигателей магистральных тепловозов (Россия)

Серия тепловоза	Режим нагрузки (позиция контролера)	Объем отработанных газов м ³ /ч	Концентрации, мг/м ³				
			CO	NO _x	формальдегид	ЛОС	сажа
2ТЭ116	0	2508	144	65	1,15	8,33	120
	5	7829	248	147	1,15	9,62	157
	9	15360	225	357	1,32	7,37	100
	15	31739	318	207	1,94	12,50	84
ЭЮЛ	0	4182	3	8	0,67	13,25	199
	5	13052	19	85	0,22	8,66	830
	9	20656	133	40	0,33	7,33	220
	15	34214	137	80	0,24	9,00	93

установки речных судов близки к дизельным автомобилям большой грузоподъемности. Структура выбросов категории 8030 – “внутренние воды” является подтверждением этому.

Категория 80100 – “внедорожные источники” тоже является разновидностью источников с дизельными и бензиновыми двигателями, применяемых в основном в строительстве. Для части из них применима методика, используемая при оценке выбросов ЗВ автомобилями большой грузоподъемности, работающими на бензине, а для других – методика, применяемая для дизельных двигателей. Сходная структура выбросов ЗВ от источников этой категории и в Европе.

Сельское хозяйство является отраслью, где число мобильных источников (тракторы, автомобили, комбайны и пр.) велико. В тоже время информация об этих источниках достаточно неопределенная. Общее число единиц техники известно только примерно, значительная ее часть имеет длительный срок службы, что в общем способствует увеличению выбросов. Однако данные Агентства по статистике за 2005 г. о сожженном топливе достаточно полные. Количество сожженного топлива значительно, только газойля (дизтоплива) сожжено более 0,5 млн. т. (см. таблицу 2.8.3).

Таблица 2.8.3 Потребляемое количество топлива по категориям источников (тыс.т/тыс.м³) и выбросы углекислого газа (тыс.т.)

SNAP код	Категории источников и виды топлива	Потребляемое топливо	Выбросы CO ₂
80100	Внедорожные мобильные источники		
	Бензин авиационный	12,278	36,70
	Бензин автомобильный	25,141	78,10
	Топливо реактивное	0,035	0,90
	Керосин, включающий реактивное топливо	18,582	58,00
	Пропан и бутан	0,998	2,97
	Газойль (диз.топливо)	133,826	418,40
	Топливо нефтяное (мазут)	10,751	33,35
	Масла отработанные	1,206	3,52
	Всего по категории		632,0
80102	Сельское хозяйство		
	Бензин авиационный	0,150	0,50
	Бензин автомобильный	100,446	317,00
	Керосин	0,124	0,40
	Газойль (диз.топливо)	549,454	1719,00
	Топливо нефтяное (мазут)	2,762	8,21
	Пропан и бутан сжиженный	3,216	9,46
	Масла отработанные	8,995	25,85
	Всего по категории		2079,0
80200	Железные дороги		

SNAP код	Категории источников и виды топлива	Потребляемое топливо	Выбросы CO ₂
	Бензин автомобильный	4,18	12,7
	Газойль (диз.топливо)	186,472	584,0
	Керосин	0,031	0,1
	Топливный мазут/нефть	1,108	3,2
	Пропан и бутан сжиженный	0,059	0,2
	Смазочные материалы	3,974	1,1
	Всего по категории		601
80300	Внутренние воды		
	Бензин автомобильный	0,169	0,51
	Газойль (диз.топливо)	3,044	9,52
	Пропан и бутан	0,001	0,04
	Смазочные материалы	0,089	0,04
	Всего по категории		10
8500	Воздушное сообщение аэропорта		
	Бензин авиационный	16,662	51,2
	Бензин автомобильный	2,002	5,9
	Газойль (диз.топливо)	1,019	2,9
	Керосин и реактивное топливо	110,571	348,0
	Масла отработанные	0,051	0,1
	Всего по категории		408
	Трубопроводный транспорт		
	Бензин автомобильный	3,084	9,52
	Газойль (диз.топливо)	6,112	18,70
	Газ нефтяной попутный	46,854	138,70
	Нефть сырая	3,259	10,02
	Природный газ	158,248	302,00
	Топливо нефтяное (мазут)	7,315	22,92
	Керосин	0,006	18,64
	Пропан, бутан сжиженный	0,120	0,03
	Масла отработанные	0,011	0,03
	Всего по категории		518

Поэтому нам представлялось необходимым учесть выбросы ЗВ этой категории мобильных источников. В качестве аналога взята структура выбросов ЗВ этой категории источников в Европе, данные о которых содержатся в таблице 2.8.1.

Таким образом, мы посчитали возможным для большинства категорий мобильных источников принять структуру выбросов ЗВ соответствующими категориями источников в Европе. В некоторых случаях возможность такого подхода видна из сравнения со структурой выбросов двигателями машин большой грузоподъемности (для категории 80100) или с узаконенными величинами выбросов в России и принятыми в Казахстане (для категории 80200).

Приняв сходство в структурах выбросов ЗВ по сходным категориям источников, необходимо определить количественно хотя бы один ингредиент в каждой категории с высокой точностью на основе данных о сожженном топливе. В качестве такого ингредиента была выбрана двуокись углерода (CO₂), методика расчета выбросов которого хорошо отработана в рамках инвентаризации парниковых газов. Этим мы и воспользовались.

Для каждой из категорий источников на основе данных о сожженном топливе по методике [3] были рассчитаны величины выбросов двуокиси углерода. Результаты расчетов представлены в таблице 2.8.3. Затем в соответствии с заимствованной нами структурой выбросов для каждой категории источников были осуществлены расчеты загрязняющих веществ SO₂, ЛОС, NO_x, CO и в некоторых случаях N₂O. Рассчитывались, таким образом, выбросы только тех ЗВ, которые были в данных для Европы.

Результаты расчетов выбросов ЗВ мобильными источниками за 2005 г. по вышеизложенной методике приведены в таблице 2.8.4.

Можно видеть, что величины выбросов этой группой источников значительны. Они хотя и меньше, чем от автотранспорта, но являются существенным дополнением к нему, уточняя как общую величину горючего, сжигаемого в двигателях внутреннего сгорания разных типов, так и величину выбросов ЗВ от них.

Таблица 2.8.4 Величина выбросов загрязняющих веществ от категорий мобильных источников (т, CO₂ – в тыс.т.)

Категории транспорта	Загрязняющие вещества							
	SO ₂	NO _x	ЛОС	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	NH ₃
Воздушное сообщение-аэропорты	450	3900	1420	82	4080	408	210	
Железные дороги	1803	8414	1220	42	3606	601		
Внутренние воды	8	5	2		2	10		
Внедорожные мобильные источники	759	10744	2401	190	7584	632		
Сельское хозяйство	2079	27020	27020	2079	68607	2079		
Трубопроводный транспорт	539	6707	6707	539	17487	518		
Всего	5638	56790	38770	2932	101364	4248	210	

Данные о выбросах ЗВ, полученные для группы мобильных источников, следует рассматривать пока как ориентированные, поскольку получены впервые. В то же время они достаточно полно и достоверно характеризуют величины этих выбросов несмотря на все допущения и предположения. Относительно высокую надежность результатов обеспечивают достоверные величины выбросов CO₂, рассчитанные по проверенным методикам, а также принятыми осреднениями (сразу по категориям источников) по структуре выбросов в Европе, заимствованными тоже из достаточно надежного источника – Руководства по инвентаризации ... [5]. Величины неопределенности в полученных значениях по нашим оценкам составляют 13-15% и определяются в основном достоверностью данных о сожженном топливе по категориям группы 8.

В то же время представляется, что наши оценки выбросов ЗВ несколько занижены, особенно в категории “сельское хозяйство”, где доля средств, находящихся длительный срок в эксплуатации, у нас выше, чем в Европе. Это занижение, однако, находится в пределах 3-4%.

В будущем, по выполнении ряда инвентаризаций, методику расчета выбросов ЗВ можно будет уточнить, снизив, таким образом, величину неопределенности. Примененная в данной работе методика будет представлять интерес и при наличии научно обоснованных величин выбросов ЗВ для каждой из категорий источников, поскольку она дает интегральные величины выбросов по категориям, исключая непоноту информации о типах источников, режимах работы и т.д. Такая неполнота данных будет существовать всегда.

Литература

1. Цыганков С.Г. Проблемы экологической безопасности на транспорте //Материалы Международной научно-практической конференции “Экологическая безопасность урбанизированных территорий в условиях устойчивого развития”. – Астана, 2006. с.195-200
2. Руководство по инвентаризации атмосферных выбросов. /Совместный отчет ЕМЕР/КОРИНЕЕЭР. 1996.-
3. Топливо-энергетический баланс РК, Части I, II и III, 2005г. Агентство по статистике. – Алматы, 2006.
4. Пересмотренные Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов, МГЭИК, 1996: т.1, 2. Справочное Руководство.
5. Пересмотренные Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. МГЭИК, 1996: т.2, Рабочая книга.

2.9 ОТХОДЫ

В разделе рассмотрена деятельность по обращению с отходами производства и потребления. Проведена оценка выбросов SO₂, NO_x, CO, НМЛОС от сжигания в факеле при добыче газа и нефти; диоксинов, НМЛОС, ПАУ, NH₃, NH₄ от открытого сжигания сельскохозяйственных отхо-

дов, за исключением жнивья; и NH_3 от общественных уборных. Эмиссии CH_4 , CO_2 и N_2O рассматриваются в рамках инвентаризации ПГ.

Расчеты выполнены согласно методологии Международного Руководства по инвентаризации загрязняющих веществ ЕМЕП/CORINAIR [1]. Из-за недостатка методологии и достоверных статистических данных применена упрощенная методология Руководства, основанная на использовании обобщенных по мировым данным коэффициентов выбросов, а также национальных статистических данных о деятельности по обращению с отходами.

2.9.1 Динамика эмиссий ЗВ

Высокие темпы развития промышленности и торговли, характерные для национальной экономики периода 2000-2005 гг., способствовали резкому увеличению объемов вырабатываемых отходов, а также постепенному вытеснению их органических компонент полимерными. С другой стороны наблюдается постепенное сокращение площадей пахотных и засеваемых сельскохозяйственных земель, чрезвычайно низка культура растениеводства. В Казахстане слабо развита деятельность по утилизации, переработке и сжиганию отходов, что повышает степень загрязнения окружающей среды, поступающего с мест захоронения и переработки отходов. Методика ЕМЕП/CORINAIR не позволяет сделать полноценную оценку атмосферных выбросов ЗВ, из-за недостатка национальных показателей в сфере обращения с отходами и высокой степени погрешности производимых расчетов.

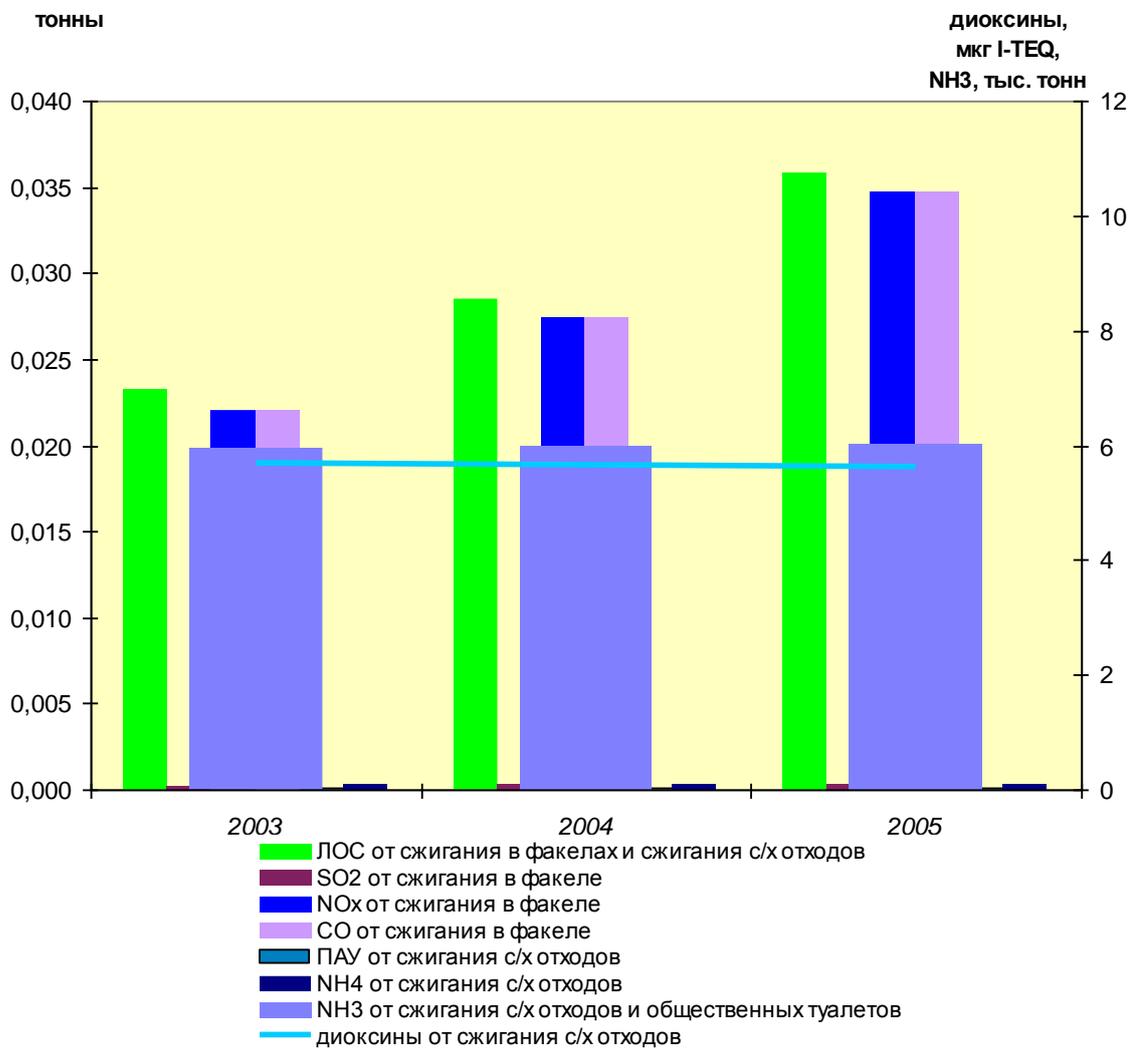


Рис.2.9.1 – Изменение эмиссий ЗВ от сектора «Отходы» за 2003-2005 гг.

Рисунок 2.9.1 демонстрирует невысокие темпы роста загрязнения окружающей среды от отходов за период 2003-2005 гг. Ежегодный рост объемов эмиссий SO₂, NO_x, CO от сжигания попутного газа в факелах составляет 25 %. Годовые выбросы этих газов сравнительно небольшие – несколько десятков килограмм для NO_x и CO, сотни граммов для SO₂, поэтому вклад их в общую газовую эмиссию от отходов невелик (см.табл. 2.9.1). Следует отдельно отметить высокие значения годовых эмиссий NH₃ от общественных уборных, составившие в 2005 г. 6,03 тысяч тонн. Тенденции ежегодного роста выбросов NH₃ тем не менее составляют 1 %.

Наряду с ростом ежегодных эмиссий четырех загрязняющих веществ, для остальных газов, производимых сжиганием сельскохозяйственных отходов (диоксины, НМЛОС, ПАУ и NH₄) наблюдаются небольшие тенденции к падению, составляющие доли процента. Объемы годовой выработки данных веществ равны десяткам или сотым долям килограмм, а для диоксинов – несколько единиц мкг I – TEQ (см. табл. 2.9.2.).

Таким образом, следует сделать общий вывод о сравнительно небольших объемах эмиссий ЗВ, производимых в сфере обращения с отходами и незначительных тенденциях к их ежегодным изменениям. Основным источником загрязнения следует считать деятельность по открытому сжиганию сельскохозяйственных отходов и обработку общественных туалетов.

2.9.2 Сжигание отходов

В стране не применяется практика сжигания муниципальных и промышленных отходов, продуктов очистки сточных вод, а также сжигания в факелах на нефтеперерабатывающих заводах. Отсутствует национальная статистика о сжигании медицинских отходов. Поэтому в данном подразделе приведена оценка эмиссий загрязняющих веществ, получаемых от сжигания в факеле при добыче газа и нефти, а также при сжигании сельскохозяйственных отходов.

2.9.2.1 Сжигание в факеле при добыче газа и нефти

Рассматривается сжигание газа в факеле без последующего использования выделяющейся энергии, включая виды сжигания в факеле при добыче и первичной обработке газообразного и жидкого ископаемого топлива, а также выбросы при сжигании после испытания скважин и сжигание в факеле на газовых терминалах.

В расчетах эмиссий загрязняющих веществ применены коэффициенты эмиссии Руководства ЕМЕР/CORINAIR, для каждого загрязняющего вещества и данные о количестве сжигаемого в факеле газа. Результаты демонстрируются в табл. 2.9.1.

Таблица 2.9.1 – Эмиссии ЗВ от категории «Сжигание в факеле при добыче газа и нефти», тонны.

Наименование ЗВ	2003	2004	2005
<i>SO₂</i>	221	274	347
<i>NO_x</i>	22100	27400	34700
<i>CO</i>	22100	27400	34700
<i>НМЛОС</i>	22100	27400	34700

Как следует из анализа данных таблицы, атмосферные выбросы ЗВ в 2005 г. выросли на 26% по сравнению с предыдущим 2004 г. и на 60 % по сравнению с 2003 годом.

2.9.2.2 Открытое сжигание сельскохозяйственных отходов, за исключением жнивья

В подразделе рассматриваются эмиссии диоксинов, НМЛОС, ПАУ и NH₃ от сжигания сельскохозяйственных отходов открытым способом. К отходам относятся остатки сельскохозяйственных растительных культур (например, зерновые культуры, горох, бобовые, соя, сахарная свекла, семена рапса и т. д.), древесина, листья, трупы животных, пластмасса и другие отходы. В Казахстане применяется сжигание растительных остатков на полях, поздней осенью и ранней весной, в ходе рекультивации земель. На сегодняшний момент в стране не сжигают выделения домашней птицы и животных.

При сжигании сельскохозяйственных отходов помимо выбросов дыма и твердых частиц, производятся токсичные органические микрозагрязнители, такие как полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и диоксины. В случае, когда процесс горения протекает медленно и неэффективно, выбросы оксида углерода (СО) и неметановых летучих органических соединений (НМЛОС) превышают объемы выбросов оксидов азота (NOx). При сжигании пластмассы выделяются чрезвычайно токсичные вещества, такие как диоксины, другие хлорированные органические соединения и цианиды.

В расчетах эмиссий загрязняющих веществ использованы факторы эмиссии и национальные показатели количества отходов, сжигаемых на пахотных землях, согласно упрощенной методологии ЕМЕП/CORINAIR. Результаты расчетов демонстрируются в табл. 2.9.2.

Анализируя результаты расчетов, следует отметить относительно невысокие показатели атмосферных эмиссий ПАУ, НМЛОС и NH₃. Наблюдаются также сравнительно небольшие выбросы

Таблица 2.9.2 – Эмиссии ЗВ от категории «Открытое сжигание с/х отходов, за исключением жнивья», тонны.

Наименование ЗВ	2003	2004	2005
<i>Диоксины, мкг I – TEQ</i>	5,70	5,66	5,63
<i>ПАУ</i>	57,0*10 ⁻⁶	56,64*10 ⁻⁶	56,25*10 ⁻⁶
<i>НМЛОС</i>	1,14*10 ⁻³	1,13*10 ⁻³	1,13*10 ⁻³
<i>NH₃</i>	1,08*10 ⁻³	1,08*10 ⁻³	1,07*10 ⁻³
<i>NH₄</i>	0,29*10 ⁻³	0,28*10 ⁻³	0,28*10 ⁻³

диоксинов, имеющих, тем не менее, высокий токсичный потенциал. В целом, эмиссии всех загрязняющих веществ в период 2003-2005 снижаются ежегодно на доли процента. Это связано с общим уменьшением площадей сельскохозяйственных земель, подвергаемых распашке.

2.9.4 Обработка прочих отходов

На сегодняшний день в Казахстане не налажена система отчетности о количестве остатков от очистки сточных вод. В стране отсутствует практика компостирования органических отходов, не налажено регулярное производство биогаза и других видов топлива. Поэтому в подразделе приведена оценка эмиссий загрязняющих веществ, производимых общественными уборными.

2.9.4.1 Общественные уборные

В подразделе рассматриваются атмосферные эмиссии аммиака (NH_3), от общественных уборных. Выбросы аммиака из туалетов возникают при разложении мочевины и мочевой кислоты и при естественном процессе испарения.

Поскольку измерения выбросов аммиака из туалетов не производятся, применена упрощенная методика Руководства ЕМЕП/CORINAIR. При расчетах применены статистические показатели численности народонаселения, пользующихся общественными уборными и коэффициент выбросов аммиака [1]. Для расчетов числа людей, пользующихся общественными уборными, применена статистика по общей численности Казахстана [2-3] и показатель использования населением санузлов, предоставленный Руководством. Результаты расчетов демонстрируются в табл. 2.9.3.

Наблюдаются значительные объемы выбросов аммиака от общественных уборных, произведенных в 2003 и 2004 гг. В 2004 г. эмиссии аммиака выросли на доли процента, в связи с незначительным ростом народонаселения нашей страны.

Таблица 2.9.3 – Эмиссии ЗВ от подкатегории «Общественные уборные», тонны

Наименование ЗВ	2003	2004	2005
NH_3	5 947	5 980	6 030

2.9.5 Неопределенности

Погрешности расчетов эмиссий ЗВ от сжигания в факеле при добыче нефти и газа составляют $\pm 160\%$. Они включают неопределенности расчетов SO_2 , CO, НМЛЮС ($\pm 30\%$ для каждого вещества), NO_x ($\pm 50\%$). Неопределенность национальных данных по сжиганию попутного газа оценивается в $\pm 20\%$.

Неопределенность расчетов эмиссий ЗВ от открытого сжигания сельскохозяйственных отходов оцениваются в $\pm 120\%$. Она складывается из погрешности $\pm 20\%$ для каждого из рассмотренных загрязняющих веществ (диоксины, ПАУ, НМЛЮС, NH_3 и NH_4) и уровня погрешности национальной статистики по пахотным землям, равного $\pm 20\%$.

Оценка эмиссий азота в виде NH_3 , производимых от общественных уборных имеет неопределенность $\pm 50\%$, как сумма уровней погрешности национальной статистики по численности народонаселения ($\pm 20\%$) и факторов эмиссий азота ($\pm 30\%$) [1].

В сумме, неопределенность оценок загрязняющих веществ, произведенных в данном разделе, оценивается в $\pm 330\%$.

2.9.6 Улучшение расчетов

Серьезным барьером для проведения полноценной оценки эмиссий ЗВ от отходов является недостаток достоверных национальных показателей деятельности. В дальнейшем рекомендуется наладить систематический сбор и корректировку национальных статистических данных по объемам выработки всех видов отходов, включая органику, сточные воды и их осадки, по данным об объеме газов, сжигаемых в факелах, данных о землепользовании, производстве компоста, биогаза и других видах топлива. Следует также провести экологические экспертизы мест сжигания или переработки отходов, очистки сточных вод, обработки их осадков, на свалках отходов, производственных предприятиях. Отдельное направление исследований заключается в изучении условий работы на мусоросжигательных установках в регионах страны.

СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Atmospheric Emission Inventory Guidebook EMEP/CORINAIR. 2003/ 3-е издание. – 1500 стр. (электронное издание).
2. Web-site Агентства по статистике Республики Казахстан: [http:// www.statbase.kz](http://www.statbase.kz)
3. Статистический ежегодник «Казахстан, 2005». – Агентство РК по статистике, 2006 г., Алматы, электронный вариант
4. Казахстан: ситуационные сценарии выбросов CO₂ и механизмы сокращения парниковых газов. Межведомственная комиссия по вопросам ратификации Республикой Казахстан Киотского протокола к Рамочной Конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата и выполнении обязательств Республики Казахстан по Рамочной Конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата, Астана, 2003, 94 стр.
5. Основные направления развития и размещения производительных сил Казахстана на перспективу. Министерство экономики и торговли РК, Алматы, 2002, 656 стр.

2.10 СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

В разделе рассмотрены эмиссии NH₃ от обработки сельскохозяйственных культур с внесением и без внесения удобрений, сжигания стерни на сельскохозяйственных полях, и от обращения с азотными составляющими навоза. Также проведена оценка атмосферных выбросов NO от обращения с сельскохозяйственными культурами с внесением и без внесения удобрений.

В разделе не представлена оценка метановых эмиссий от внутренней ферментации скота и птицы, а также N₂O от обработки сельскохозяйственных культур, т.к. аналогичные расчеты проводятся в рамках инвентаризации ПГ. Расчеты эмиссий НМЛОС от обработки растительных куль-

тур не проведены в связи с отсутствием соответствующей национальной статистики и во избежание дублирования аналогичных расчетов, производимых в подразделе «Природные системы» национальной инвентаризации ЗВ.

При расчетах использованы упрощенные и детализированные подходы, рекомендованные Международным Руководством по инвентаризации загрязняющих веществ ЕМЕП/CORINAIR [1]. Применены коэффициенты выбросов, предлагаемые Руководством и национальные статистические показатели в области сельскохозяйственной деятельности.

2.10.1 Динамика эмиссий ЗВ

Нестабильное развитие такой отрасли национальной экономики, как сельское хозяйство вызывает значительное загрязнение окружающей среды. Причиной тому служит низкая культура возделывания сельскохозяйственных земель, выращивания растительных культур и управления навозом. Так например, в 2005 г. наблюдается 10 %-ное сокращение объемов минеральных удобрений, вносимых на сельскохозяйственные поля. Полноценная оценка атмосферных выбросов ЗВ, в соответствии с методикой ЕМЕП/CORINAIR на сегодняшний момент невозможна, из-за недостатка национальных показателей в сфере обращения с отходами и высокой степени погрешности производимых расчетов.

Рисунок 2.10.1 демонстрирует нестабильное изменение эмиссий ЗВ за период 2003-2005 гг. В 2005 г. было произведено 2126 тонн NH_3 , что на 6 % меньше по сравнению с предыдущим годом и на 7 % больше, по сравнению с 2003 г. Объемы эмиссии NO в 2005 г. составило 69 тонн, что на 11 % ниже предыдущего года и на 12 % выше уровня 2003 г.

Основным источником эмиссий ЗВ является деятельность по обработке сельскохозяйственных культур с внесением удобрений. В 2005 г. вклад этого вида деятельности в общий объем эмиссий NH_3 составил 55 %, а для эмиссий NO – 96 %. Обработка сельскохозяйственных культур без внесения удобрений вносит чуть менее значительный вклад в эмиссии NH_3 - 35 % (в 2005 г.) и всего 3 % в эмиссии NO . Тенденции изменения уровня атмосферных эмиссий ЗВ от обработки сельскохозяйственных культур выражены в 10 %-ном падении по сравнению с предыдущим годом и 12 %-ном росте по сравнению с 2003 г.

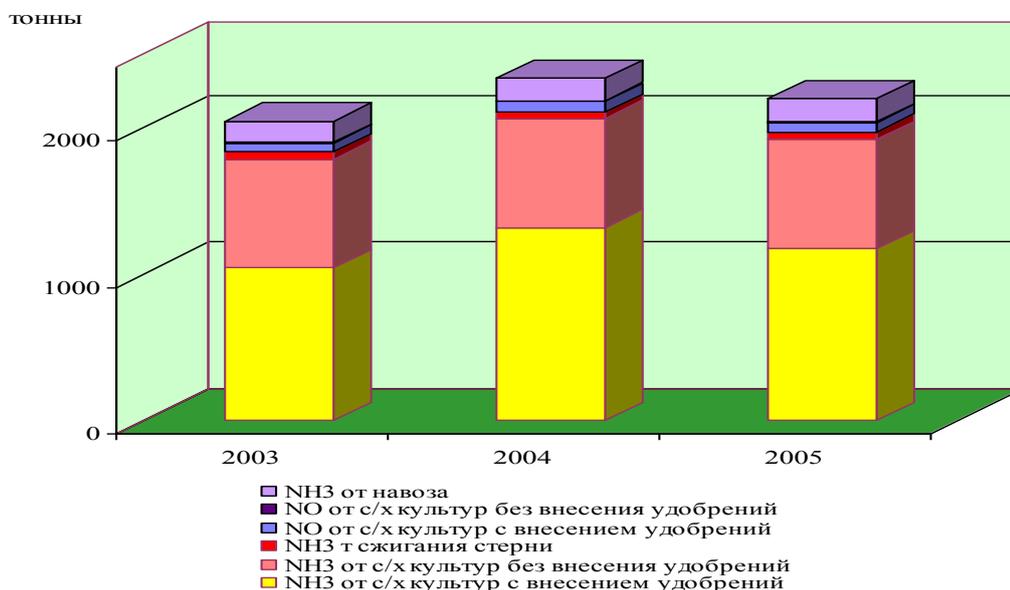


Рис.2.10.1 – Изменение эмиссий ЗВ от сектора «Сельское хозяйство» за 2003-2005 гг.

Таким образом, следует сделать общий вывод о падении уровня загрязнения окружающей среды от сельскохозяйственной деятельности, наблюдаемого в 2005 г. по сравнению с 2004 г. Основным источником загрязнения следует считать деятельность по возделыванию растительных сельскохозяйственных культур.

2.10.2 Обработка сельскохозяйственных культур с внесением удобрений

В подразделе рассмотрены атмосферные эмиссии NH_3 и NO от внесения удобрений при обработке сельскохозяйственных культур. Эмиссии NH_3 происходят из-за внесения азотных удобрений в почву, а также процессов вегетации и разложения растительности в соответствующие периоды развития. Производство атмосферных эмиссий NO из сельскохозяйственных почв является следствием применения азотсодержащих удобрений, попадания навоза скота во время выпаса на пастбищах, а также перемешивания растительных остатков и культивации.

Расчеты объемов эмиссий NH_3 проведены по упрощенной методике Руководства, с применением национальной статистики внесения азотных удобрений на сельскохозяйственные почвы и коэффициентов выбросов NH_3 и NO для каждого типа используемого удобрения. Результаты расчетов приведены в таблице 2.10.1.

Таблица 2.10.1 – Эмиссии ЗВ от категории «Обработка сельскохозяйственных культур с внесением удобрений», тонны.

Наименование ЗВ	2003	2004	2005
NH_3	1039	1313	1171
NO	59	74	66

Как следует из анализа данных таблицы, атмосферные выбросы ЗВ в 2005 г. упали по сравнению с предыдущим годом на 20 %, и выросли на 12 % по сравнению с 2003 г.

2.10.3 Обработка сельскохозяйственных культур без внесения удобрений

Рассмотрены эмиссии NH₃ и NO, производимые из мест выпаса скота и земель, занятых под выращивание бобовых культур. Основными источниками эмиссий NH₃ являются бобовые культуры, зерновые культуры в период роста, сенокосы и места выпаса сельскохозяйственных животных. Выбросы NO происходят в результате нитрификации и денитрификации минерального азота в растительных остатках и почве.

Для расчетов атмосферных эмиссий ЗВ, проведенных согласно упрощенной методики CORINAIR/EMEP, привлечены статистические показатели площадей, занимаемых под бобовые культуры и пастбища, расчетные коэффициенты Руководства [1]. Результаты расчетов приведены в таблице 2.10.2.

Таблица демонстрирует постепенное увеличение объемов атмосферных выбросов NH₃ и NO. Наибольший вклад (98 %) в общие эмиссии NH₃ вносят пастбища, занимающих 80 % от общей площади сельскохозяйственных угодий в стране. Необходимо также отметить сравнительно небольшую долю в общем объеме валового сбора растительных культур, приходящуюся на бобовые.

Объемы эмиссий NH₃ и NO в 2005 г. превышают аналогичные показатели 2004 и 2003 гг. на доли процента.

Таблица 2.10.2 – Эмиссии ЗВ от категории «Обработка сельскохозяйственных культур без внесения удобрений», тонны.

Наименование ЗВ	2003	2004	2005
<i>NO</i>	2,5	2,5	2,7
<i>NH₃, всего</i>	743	744	744
<i>в том числе,</i>			
бобовые	13,8	14,2	14,5
пастбища	729,3	729,9	730,0

Примечание: Суммы могут не сходиться из-за округления

2.10.4 Сжигание стерни на полях

В подразделе рассматриваются выбросы NH₃ от сжигания стерни от всех видов растительных культур на сельскохозяйственных полях страны. Основным источником NH₃ является азот растений.

Расчеты выбросов NH₃ проведены на основе детализированного метода CORINAIR/EMEP, основанного на использовании коэффициентов выбросов аммиака от сжигания стерни и показате-

лей веса стерни для каждого вида растительных культур. Для оценки эмиссий NH₃ также привлечена национальная статистика о валовом сборе растительных культур. Принимается условие, что абсолютно вся стерня сжигается на полях. Результаты расчетов представлены в табл. 2.10.3.

Таблица 2.10.3 – Эмиссии NH₃ от категории «Сжигание стерни на полях», тонны.

Наименование источника NH ₃	2003	2004	2005
<i>зерновые</i>	35	30	33
<i>бобовые</i>	0,2	0,1	0,1
<i>корнеплоды</i>	6	5	6
<i>сахарная свекла</i>	1	0,9	0,7
<i>другие растительные культуры</i>	8,9	9,4	10,7
Всего NH₃	51	45	50

Примечание: Суммы могут не сходиться из-за округления

Основным источником атмосферных выбросов NH₃ от сжигания стерни являются зерновые растительные культуры и корнеплоды. В целом объемы эмиссий NH₃ в 2005 г. превышают показатели 2004 г. на 10 % и на 4 % выбросы, произведенные в 2003 г.

2.10.5 Управление азотными составляющими навоза

В подразделе рассматриваются эмиссии NH₃ от систем управления навозом сельскохозяйственных животных, содержащихся в помещениях. Выбросы аммиака от животноводства зависят от многих факторов, например, содержание азота в корме, вид, возраст животного и эксплуатационные качества животного и пр.

В расчеты эмиссий NH₃, проводимых согласно упрощенной методологии ЕМЕП/CORINAIR, введены коэффициенты выбросов, учитывающие европейские условия управления навозом, а также национальная статистика о поголовье животных и птицы. Результаты расчетов представлены в табл. 2.10.4.

Таблица 2.10.4 – Эмиссии NH₃ от категории «Управление азотными составляющими навоза», тонны.

Наименование источника NH ₃	2003	2004	2005
<i>молочные коровы</i>	64	68	70
<i>прочий крупный рогатый скот</i>	36	40	43
<i>свиньи</i>	6.7	7	6.8
<i>овцы и козы</i>	16	18	16
<i>лошади</i>	8	8.8	9.2

Наименование источника NH ₃	2003	2004	2005
<i>верблюды</i>	1.1	1.2	1.3
<i>птица</i>	13	13	14
Всего NH₃	145	156	160

Примечание: Суммы могут не сходиться из-за округления

Данные таблицы демонстрируют тенденцию к росту объемов эмиссии NH₃ за период 2003 - 2005 гг. Суммарный объем эмиссии, произведенной в 2005 г., увеличился на 4 % по сравнению с 2004 г. и на 10 % по сравнению с 2003 г. Основными источниками выбросов аммиака от азотных составляющих навоза являются рогатый скот, овцы и козы, а также птица.

2.10.6 Неопределенности

Погрешность оценки эмиссий ЗВ от обработки сельскохозяйственных культур с внесением удобрений составляет ± 60 %. Уровни неопределенности факторов эмиссий NH₃ составляют ± 10 %, NO - ± 30 %. Погрешность национальных данных по внесению азотных удобрений на сельскохозяйственные почвы оценивается в ± 20 %.

Уровень неопределенности оценок эмиссий ЗВ от обработки сельскохозяйственных культур без внесения удобрений оцениваются в ± 80 %. Он определяется как сумма погрешностей для факторов эмиссий NH₃ (± 10 %), NO (± 50 %), и для национальной статистики по площадям, занимаемым под бобовые культуры и пастбища (± 20 %).

Погрешности оценок эмиссий NH₃ от сжигания стерни на сельскохозяйственных полях оцениваются в ± 70 %. Уровень неопределенности статистики по валовому сбору растительных культур равен ± 20 %, факторов эмиссий NH₃ - ± 50 %.

Неопределенность оценок эмиссий NH₃ от управления азотными составляющими навоза, составляющая ± 40 % является суммой неопределенности факторов эмиссий NH₃ (± 30 %) и погрешности национальной статистики по численности скота и птицы, равной ± 10 %.

В сумме, неопределенность оценок загрязняющих веществ, произведенных в данном разделе составляет ± 250 %.

2.10.7 Улучшение расчетов

Основной проблемой проведения оценки загрязнения атмосферы от сельскохозяйственной деятельности является недостаток достоверных национальных данных. Выводы о значительном уровне эмиссий ЗВ, производимом от возделывания сельскохозяйственных культур и обращения с навозом, приводят к необходимости улучшать существующую методику расчетов. Для этого

необходимо наладить регулярный сбор и корректировку национальных статистических данных по использованию минеральных удобрений и пестицидов, площадям, засеваемым под растительные культуры, площадям пастбищ, численности скота и птицы, с разбивкой на подгруппы, как это рекомендовано в Руководстве [1]. Следующим направлением следует считать выработку национальных расчетных показателей эмиссий ЗВ от обработки растительных культур, сжигания стерни, от систем управления навозом, использования пестицидов. Для этого необходимо проводить исследования региональных практик ведения сельского хозяйства, консультироваться с местными специалистами и экспертами в секторах животноводства, растениеводства и землепользования. Особое внимание следует обратить на изучение национальной практики сжигания стерни на сельскохозяйственных полях.

СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

6. Atmospheric Emission Inventory Guidebook EMEP/CORINAIR. 2003/ 3-е издание. – 1500 стр. (электронное издание).
7. Пересмотренные Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. МГЭИК, 1996: т. 1. Справочное руководство.
8. Web-site Агентства по статистике Республики Казахстан: [http:// www.statbase.kz](http://www.statbase.kz)
9. Основные направления развития и размещения производительных сил Казахстана на перспективу. Министерство экономики и торговли РК, Алматы, 2002, 656 стр.

2.11 ДРУГИЕ ИСТОЧНИКИ И СТОКИ

В данной главе рассматриваются атмосферные эмиссии загрязняющих веществ (N₂O, CH₄, NH₃, терпенов, монотерпенов) и других летучих органических соединений (ДЛОС) от различных природных источников:

- Неуправляемые и управляемые лиственные и хвойные леса;
- Почвы неуправляемых и управляемых хвойных и лиственных лесов, естественных лугов и других земель;
- Лесные и другие пожары, пожары антропогенного происхождения;
- Естественные луга и другие виды растительности;
- Заливные земли, болота и мелкие озера;
- Воды;
- Термиты, млекопитающие и другие животные;
- Вулканическая активность;

- Гейзеры;
- Молнии;
- Изменения в лесных и других запасах древесной биомассы;
- Конверсия лесов и лугов;
- Запущенные земли ;
- Эмиссии CO₂ из почв;
- Другие источники и стоки .

Дефицит достоверных национальных показателей и несовершенство методологии ЕМЕП/CORINAIR обусловили проведение оценки эмиссий загрязняющих веществ и других летучих органических соединений для таких разделов, как «неуправляемые и управляемые хвойные и лиственные леса»; «почвы неуправляемых и управляемых хвойных и лиственных лесов, естественных лугов и других земель»; «лесные и другие пожары, пожары антропогенного происхождения»; «естественные луга и другие виды растительности»; «термиты, млекопитающие и другие животные». Учет эмиссий загрязняющих веществ от подразделов «вулканическая активность» и «гейзеры» не был произведен по причине отсутствия данных явлений на территории Республики Казахстан.

Применена упрощенная методология ЕМЕП/CORINAIR, предусматривающая оценку эмиссий ЗВ по отдельным видам источников [1]. В расчеты введены коэффициенты эмиссий ЕМЕП/CORINAIR и национальные статистические показатели.

2.11.1 Неуправляемые и управляемые лиственные и хвойные леса

Лесная листва является источником летучих органических соединений и таких веществ, как изопрены и монотерпены и другие летучие органические соединения (ДЛОС). В данном подразделе учитываются эмиссии происходящие от лиственного покрова управляемых и неуправляемых хвойных и лиственных лесов. Биогенные эмиссии очень разнообразны, но особое внимание данная методология сосредоточила на таких веществах, как изопрен и класс монотерпенов (α -пинен, β -пинен, лимонен и др.). Оставшиеся ДЛОС включают в себя широкий спектр различных веществ таких как углеводороды и окисленные соединения (спирты, кетоны, эфиры, альдегиды, алкены и алканы) и трудно поддаются идентификации. В отличие от ДЛОС, от большинства растений, в атмосферу попадает только 2-3 основных вида монотерпенов. Соотношение этих соединений широко варьируется в зависимости от вида растения.

Таким образом потенциал эмиссий, представленный для расчетов методологией, дан отдельно для изопрена, терпенов и ДЛОС.

2.11.1.1 Результаты

Результаты произведенного расчета приведены в таблице 11.1. Где были определены эмиссии таких загрязняющих веществ, как изопрен, монотерпены и другие летучие органические соединения. Настоящий расчет был произведен на основании данных по распределению площадей основных лесобразующих пород в государственном лесном фонде Республики Казахстан по состоянию на 01.07.2003 года. Это связано с периодичностью проведения инвентаризации лесного фонда. Улучшения по данной части планируются на 2008 год в связи с проведением инвентаризации и обновлением данных.

Анализ данных таблицы не позволяет отследить динамику эмиссий, что связано с отсутствием обновлений статистических показателей по распределению площадей основных лесобразующих пород.

Таблица 2.11.1 – Эмиссии летучих органических соединений от категории «Неуправляемые и управляемые лиственные и хвойные леса», т.

Виды растений	E-iso	E-mts	E-овос
Хвойные:			
Сосна	0	17869,	8934,7
		5594	797
Ель	199	3974,3	3974,3
	6,89	55	55
Пихта	0	17190,	8595,3
		6966	483
Лиственница	0	811,59	811,59
		705	705
Кедр	0	480,14	480,14
		505	505
Можжев. дрв. (арча)	0	60,044	138,56
		985	535
Мыгколиственные:			
Береза	0	603,38	4525,4
		9952	2464
Ольха	0	10,802	10,802
		88	88
Тополь	117	0	388,90
	24,134		368

Виды растений	E-iso	E-mts	E-ovoc
Твердолиственные:			
Дуб	384, 8832	1,7022 72	12,767 04
Ясень	0	0	31,426 56
Клен	0	91,333 44	45,666 72
<i>ОБЩИЕ ЭМИССИИ</i>	141	41093,	27949,
<i>НМЛОС</i>	05,908	62663	78197

211.1.2 Неопределенности

В силу ограниченности доступных данных для проведения инвентаризации, разнообразия оценок потоков ЛОС для одних и тех же лесных культур у различных исследователей, а так же по причине неоднородного распределения той или иной культуры на определенной занимаемой площади, неопределённость расчетов в подразделе «Неуправляемые и управляемые хвойные и лиственные леса» превышает 100% и может быть оценена только качественно.

2.11.2 Почвы неуправляемых и управляемых хвойных и лиственных лесов, естественных лугов и других земель

Данный подраздел главы касается исключительно эмиссий оксида азота. Учет эмиссий ЗВ в данной части главы был рассчитан согласно упрощенной методологии справочного руководства ЕМЕП/CORINAIR.

Для не сельскохозяйственных площадей основной вклад азота в почву происходит от экскрементов животных. В данном подразделе были учтены эмиссии N₂O, которые составляют 0,1 мг вещества в секунду с квадратного метра площади.

2.11.2.1 Результаты

Результаты произведенных расчетов приведены в таблице 2.11.2. Эмиссии были рассчитаны по упрощенной методологии справочного руководства.

Таблица 2.11.2 – Эмиссии N₂O от категории " Почвы неуправляемых и управляемых хвойных и лиственных лесов, естественных лугов и других земель ", т.

Наименование показателя	200	200	200
	3	4	5

Наименование показателя	2003	2004	2005
Эмиссии летучих органических соединений от почв	0,69 55881	0,72 62286	0,72 81073

Рассмотрение приведенных в таблице результатов расчета позволяет сделать вывод о том, что количество эмиссий ЗВ за 2004 год по данному подразделу увеличилось на 4,3% по сравнению с 2003 годом, а в 2005 – на 4,5%. В 2005 объем эмиссий увеличился на 0,3% по сравнению с 2004 годом. Это связано с изменением статистических данных по площадям, занимаемым лесом.

2.11.2.2 Неопределенности

Неопределенности в подкатегории " **Почвы неуправляемых и управляемых хвойных и лиственных лесов, естественных лугов и других земель** " составляет около 500% в силу недостатка соответствующих данных по текущему разделу.

2.11.3 Лесные и другие пожары, пожары антропогенного происхождения.

Данный подраздел касается естественных или антропогенных пожаров управляемых и неуправляемых лесов и другой растительности, исключая сельскохозяйственные пожары. И учитывает эмиссии ЗВ, которые происходят вследствие процессов горения биомассы.

2.11.3.1 Результаты

Расчет эмиссий от данного подраздела состоит в перемножении коэффициента эмиссии, предоставленного Руководством. [1], и статистических данных по площадям, выгоревшим при пожаре.

Результаты произведенного расчета приведены в таблице 2.11.4

На основании данных приведенной выше таблицы, можно сделать вывод о том, что объем эмиссий НМЛОС в 2004 году по сравнению с 2003 годом снизился на 35%, в 2005 году эмиссий снизились на 76%, так же по сравнению с 2003 годом. Относительно 2004 года, в 2005 количество эмиссий снизилось на 64%.

Таблица 2.11.4 – Эмиссии ЗВ от категории «Лесные и другие пожары, пожары антропогенного происхождения», т.

Наименование показателя	2003	2004	2005

Наименование по-казателя	2003	2004	2005
CO	34	22	80
CH4	289,52	219,61	88,505
НМЛОС	22	14	52
NOx	06,296	29,68	0,44
NH3	27	17	65
N2O	57,87	87,1	0,55
SO	11	77	28
	95,077	4,41	1,905
	27	17	65,
	5,787	8,71	055
	64,	41,	15,
	3503	699	1795
	6,0	17	65,
	09	8,71	055
<i>ОБЩИЕ ЭМИССИИ ЗВ</i>	40	26	96
	794,91	609,92	86,69

2.11.3.2 Неопределенности

Неопределённость расчетов в подразделе «Лесные и другие пожары, пожары антропогенного происхождения» составляет $\pm 50\%$ для объема эмиссий CO₂. Согласно справочному руководству ЕМЕП/CORINAIR, неопределенность для эмиссий других загрязняющих веществ будет в два раза больше неопределенности для эмиссий CO₂.

2.11.4 Естественные луга и другие виды растительности

Данный подраздел рассматривает биогенные выбросы НМЛОС от лугов. Данные эмиссии включают в себя широкое разнообразие летучих органических соединений, такие как изопрен, монотерпены и другие ЛОС. В спектр данных соединений входят кислород содержащие компоненты, как спирты, альдегиды и т. п. Идентификация индивидуальных соединений, принадлежащих к группе ДЛОС, достаточно сложная задача, улучшения методологии по данному направлению были осуществлены недавно и требуют более детализированных статистических данных.

2.11.4.1 Результаты

Расчеты в данном подразделе так же были проведены по упрощенной методологии справочного руководства, которая основана на перемножении статистических данных по площадям занимаемым лугами и коэффициентов эмиссии для изопрена, монотерпенов и других летучих органических соединений. К совокупности лугов, согласно методологии вошли значения площади сенокосов, пастбищ и залежных земель.

Результаты расчета по данному подразделу отражены в таблице 2.11.5.

Таблица 2.11.5 – Эмиссии ЛОС от категории «Естественные луга и другие виды растительности», т.

Наименование показателя	2003	2004	2005
Монотерпены	23265,	20424,	2053
	0251	6451	0,587
ДЛОС	34897	30636	3079
	5,3762	9,6768	58,805
Изопрен	0	0	0
<i>ОБЩИЕ ЭМИССИИ ЛОС</i>	37224	32679	3284
	0,4	4,3	89,4

Анализ данных таблицы позволяет сделать вывод о снижении выбросов ЛОС в 2004 году на 13% по сравнению с 2003 годом, что связано с изменением статистических данных по площадям. В 2005 году намечилось увеличение объемов эмиссий ЛОС относительно 2004 года, которое составило 1,5%. Это так же связано с изменением статистических данных использованных в расчетах текущего подраздела.

2.11.4.2 Неопределенности

Неопределенность расчетов настоящего подраздела очень высока, что объясняется низким качеством расчетных данных.

2.11.5 Термиты, млекопитающие и другие животные

Подраздел посвящен выбросам загрязняющих эмиссий, происходящим в результате жизнедеятельности диких животных (испражнения, кишечная ферментация). Под эмиссиями ЗВ в настоящем подразделе, принимают эмиссии метана и аммиака.

2.11.5.1 Результаты

При расчетах эмиссий была применена упрощенная методология Справочного Руководства ЕМЕР/CORINAIR [1], которая предлагает перемножить статистические данные, отражающие количество особей того или иного вида животных и коэффициенты эмиссии, представленные в методологии.

Результаты расчетов приведены в таблице 2.11.6.

Данные таблицы показывают, что объем эмиссий метана в 2004 году снизился по сравнению с 2003 на 9%. Объем эмиссий в 2005 году, относительно 2003, снизился на 25%, что связано с изменениями в данных национальной статистики. Согласно результатам расчета данного подраздела, в 2005 году, объем эмиссий снизился на 16%, относительно 2004 года

Таблица 2.11.6 – Эмиссии метана от категории «Термиты, млекопитающие и другие животные», т.

Наименование показателя	2003	2004	2005
Сибирская косуля	979	778,54	543,52
Лось	3302,5	0520	5935
<i>ОБЩИЕ ЭМИССИИ МЕТАНА</i>	36281,5	33298,5	28478,5

Таблица 2.11.6 – Эмиссии аммиака от категории «Термиты, млекопитающие и другие животные», т.

Наименование показателя	2003	2004	2005
Сибирская косуля	148,95	138,93	12718
Лось	1465,31	1342,88	1141,14
Гуси	422	8262,09	7863
Утки	102	1560	19988,38

Наименование показателя	2003	2004	2005
Лысуха	115 9,49	2336, 34	3541,1 9
Глухарь	7,84	5,31	2,76
Тетерев	301, 54	264,5 1	411,96
Фазан	163, 58	164,7 6	270,69
Кулики	24,8 6	143,3 6	158,88
Рябчик	**	4 ,61	2, 17
Куропатка	115, 49	79,18	78,96
Кеклик	21,6	27,83	31,48
Перепел	452, 40	69,4	64,32
Голуби	44,1 0	304,2 0	159,04
Общие эмиссии АМ-МИАКА	183 49,508	2875 3,2854	33841, 15152

Рассмотрение приведенных в таблице результатов расчета позволяет сделать вывод о том, что количество эмиссий аммиака за 2004 год по данному подразделу увеличилось на 36% по сравнению с 2003 годом, а в 2005 – на 46%. В 2005 объем эмиссий увеличился на 15% по сравнению с 2004 годом. Это связано с изменением статистических данных по площадям, занимаемым лесом.

2.11.5.2 Неопределенности

Неопределенность расчетов подраздела «Термиты, млекопитающие и другие животные» очень высока, что объясняется низким качеством расчетных данных.

2.11.6 Улучшение расчетов

В расчетах эмиссий загрязняющих веществ от главы «Другие источники и стоки» была пересмотрена расчетная методика и применены другие расчетные коэффициенты для подраздела

«Почвы неуправляемых и управляемых хвойных и лиственных лесов, естественных лугов и других земель».

Анализ полученных результатов, позволяет сделать вывод о значительном объеме эмиссий летучих органических соединений и других загрязняющих веществ, попадающих в атмосферу. Что происходит в результате процессов жизнедеятельности растений и живых организмов.

В условиях сложившейся ситуации для улучшения качества производимых расчетов, необходимо расширение доступа к информации для проведения аналитических исследований в целях разработки национальных расчетных показателей эмиссий ЛОС и других загрязняющих веществ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Simpson and Guenther et al, 1995, A global model of natural volatile organic compound emissions, *J. Geophys. Res.*, 100, N D5, 8873-8892.
2. Руководство по инвентаризации атмосферных выбросов CORINAIR/EMEP, под ред. Гордона Мак Иннеса, 1996 год.
3. Статистический сборник «ООС и устойчивое развитие Казахстана», Агентство РК по Статистике, А., 2004 г., с. 75.
4. Справочник по климату - серия многолетние данные, часть 2, температура воздуха и почвы, Выпуск 18 Казахская ССР, книга 1, Ленинград, Гидрометеиздат, Казахское республиканское управление по гидрометеорологии, 1990 г.
5. Andrea M.O., Browell E.V. et al, 1991, *Global Biomass Burning: Atmospheric, Climatic and Biospheric Implications*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, p. 3-21.
6. Levine J.S., 1994, *Biomass burning and the production of green house gases, Climate Biosphere Interaction: Biogenic Emissions and Environmental Effects of Climate Change*, ISBN 0-471-58943-3 Copyright 1994 John Wiley and Sons, Inc.
7. Davidenko E. P. and Conard S. G., 1996, *Fire in Siberian Boreal Forests – Implications for Global Climate and Air Quality 1*, presented at the International Symposium on Air Pollution and Change effects on forest ecosystems, Feb. 5 – 9, 1996, Riverside, California.
8. П. П. Филонец, Т. Р. Омаров – *Озера Центрального и Южного Казахстана*, Алма-Ата, 1973 г., изд. «Наука», с.45.
9. Crutzen P.J., Aselmann I., 1986, *Tellus* 38 B, p. 271 – 284.
10. Levy H., Moxim W., 1996, *A global three-dimensional time-dependent lightning source of tropospheric NOx*. *Journal of Geophys. Res.*

3 СТОЙКИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ (СОЗ)

СОЗ – группа ядовитых веществ. Они трудно разлагаются и накапливаются в живых организмах. Они переносятся на большие расстояния по воздуху, воде и мигрирующими животными. Даже в малых дозах СОЗ представляют угрозу для человека и природы.

В мае 2001 года под именем «*Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях*» была принята глобальная, имеющая обязательную юридическую силу конвенция. Её целью является охрана здоровья населения и окружающей среды от воздействия СОЗ. Конвенция единодушно принята межправительственными организациями: Европейской комиссией, GEF, WB, FAO, UNEP, UNIDO, WHO, UNITAR, поддержана ведущими ассоциациями химической промышленности и многими неправительственными организациями. В деятельности по конвенции участвует более 200 координаторов. Учреждение Конвенции о СОЗ является главным достижением в деятельности мирового сообщества, связанной с химической безопасностью человечества. Конвенция тесно связана с двумя другими международными соглашениями – «*Базельской конвенцией по контролю за трансграничными перемещениями опасных отходов и их удалением*» и «*Роттердамской конвенцией о процедуре предварительного обоснованного согласия в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов в международной торговле (PIC)*».

Республика Казахстан присоединилась к ней в дни её учреждения, однако до сих пор не ратифицировала протокол по СОЗ входящий в конвенцию о Трансграничном переносе на большие расстояния.

3.1 СОЗ И ИХ ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

СОЗ - представляют собой химические структуры, в состав которых входят хлор, углерод и водород. Эти соединения трудно разлагаются и накапливаются в живых организмах. СОЗ переносятся на большие расстояния по воздуху, воде и мигрирующими животными. СОЗ малорастворимые в воде и хорошо растворимы в жирах (маслах); поэтому СОЗ способны аккумулироваться в жировых тканях живых организмов. Их концентрация, по мере перемещения по пищевой цепи, может возрастать в тысячи и десятки тысяч раз.

Стокгольмская конвенция по СОЗ первоначально охватила 12 веществ, которые условно делятся на:

А) *Пестициды*: альдрин; дильдрин; эндрин; гептахлор; ДДТ; мирекс; токсафен; хлордан; гексахлорбензол (является также промышленным СОЗ и отходом производства).

Б) *Промышленные вещества (полихлорированные дифенилы – ПХД)*

Это химические вещества, используемые в промышленности, обладают всеми свойствами СОЗ. В то время как сообщается о прекращении производства ПХД, они продолжают использоваться или храниться.

ПХД применяются в трансформаторах и конденсаторах. ПХД, содержащие масло, используется в теплоносителях, в гидравлических системах, насосах или переключателях. ПХД могут содержаться в смазках, клеящих составах, красках, красителях и др.

В) побочные продукты (диоксины и фураны)

Термин «диоксины» относится к 75 родственным соединениям полихлорированных дибензодиоксинов (ПХДД) и 135 родственным соединениям полихлорированных дибензофуранов (ПХДФ).

Снизить риск, связанный с воздействием СОЗ на окружающую среду и человека, можно, добившись запрещения производства и использования этих опасных химикатов. Однако следует помнить, что **некоторые СОЗ продолжают играть важную роль в экономике многих стран**. Поэтому до полного отказа от СОЗ необходимо найти альтернативные нетоксичные вещества, которые позволят решать возникающие проблемы без ущерба для социального и экономического развития общества.

В связи с тем, что результаты инвентаризации СОЗ в Казахстане, которые выполнялись и выполняются в рамках проекта ПРООН/ГЭФ «Начальная помощь Республике Казахстан по выполнению обязательств по Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях», уже были представлены, то повторять их мы не будем в данной работе. Мы рассмотрим выбросы СОЗ, где это возможно от транспортного, промышленного, энергетического секторов экономики республики.

3.2 Диоксины и фураны

(ПХДД и ПХДФ – полихлорированные дибензо-п-диоксины и дибензофураны). Эти вещества находятся практически везде в силу большого количества их источников, устойчивости в природе и способности перемещаться на большие расстояния. Они накапливаются в жировых тканях и мигрируют по отдельным звеньям пищевой цепи. Диоксины не используются преднамеренно. Они являются побочными продуктами химических процессов и процессов сжигания с использованием хлора. В Казахстане анализ на содержание в природных объектах диоксинов и фуранов не производились, поэтому далее представлены результаты наших исследований в этом направлении.

Агломерация железной руды

Широкое исследование образования ПХДД/ПХДФ в агломерационном процессе показало, что они образуются в самом слое агломерата, вероятно, перед зоной горения, когда горячие газы проходят через слой. Также было показано, что нарушения в перемещении зоны горения, т.е. нестабильный режим работы, приводит к более высоким эмиссиям ПХДД/ПХДФ. Следовательно, агломерационный процесс необходимо вести как можно более последовательно в отношении скорости движения материала, состава слоя агломерата, его высоты, применения добавок, а также

необходимо соблюдать герметичность в системе трубопроводов и электрофильтров для сведения, по возможности, к минимуму притока воздуха, что снизит образование диоксинов и фуранов. Для предприятий, мало использующих отходы, фактор эмиссии составляет от 0,3 до 5 мкг ТЭ/т. В связи с тем, что в Казахстане при данном производстве отходы не используются, то выбросы ПХДД/ПХДФ крайне незначительны.

Производство кокса

Выбросы ПХДД/ПХДФ при производстве кокса широко не исследовались. Предприятия черной металлургии. На литейном производстве для плавления металла обычно применяют пять типов печей: вагранки, электродуговые печи, индукционные, рефракционные и тигельные. Последние два типа печей чаще используются в цветной металлургии, а поэтому в этом разделе, посвященном черной металлургии, не рассматриваются.

Электродуговые печи используют для прямой плавки железосодержащих материалов, таких как металлолом, литейный чугун или сталь. Предварительное нагревание металлолома может привести к повышенным эмиссиям ароматических галогенсодержащих органических соединений, таких как полихлорированные дибензо-п-диоксины и дибензофураны (ПХДД/ПХДФ), хлорбензолы, полихлорированные бифенилы (ПХБ), а также полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и другие продукты неполного сгорания лома, загрязненного красителями, пластмассами, смазками или другими органическими соединениями. Однако, загружаемый материал плавится при температурах до 3500^oС, что приводит к существенному снижению данных выбросов. Печи повторного нагрева, являющиеся составной частью производства первичного или вторичного железа и стали, могут иметь значение на национальном уровне, так как могут вызывать локальный эффект. В настоящее время не найдено информации об эмиссиях ПХДД/ПХДФ.

Производство меди

Термическое производство меди и выбросы ПХДД/ПХДФ представляют особый интерес, поскольку медь является наиболее эффективным металлом, катализирующим образование ПХДД/ПХДФ. Как первичная, так и вторичная медь производится путем осуществления ряда этапов. Первичную медь обычно получают в анодных печах, печах взвешенной плавки или в печах шахтного типа. С точки зрения эмиссий ПХДД/ПХДФ, нас интересует, в основном, термическая переработка вторичной меди, например, медь содержащего лома. Поступление ПХДД/ПХДФ в воздух в результате производства меди, похоже, значительно варьирует в зависимости от технологии процесса, вида перерабатываемых материалов и применяемой системы очистки газов. Для установок по плавлению и разливке меди и ее сплавов, например, латуни, получены эмиссии между 0,003 и 30 нг ТЭ/м³ со средней геометрической - 0,11 нгТЭ/м³. Из этих данных был выведен фактор эмиссии 0,03 мкг ТЭ/т меди/медного сплава. Однако, полученные данные не позволяют провести дальнейшую дифференциацию по видам технологии или особенностям процесса.

Производство свинца

Имеются два основных пути производства первичного свинца из сульфидных руд агломерация/плавление и прямая выплавка. Эмиссии при прямой выплавки малы (SCEP, 1994), и далее рассматриваться не будут. По выбросам при агломерации/плавлении для производства первичного свинца данных не имеется.

Производство цинка

Переработка загрязненного лома, такого как неметаллическая фракция, образующаяся в измельчителях, вероятно, вызывает образование загрязнителей, включая ПХДД/ПХДФ. Регенерацию свинца и цинка проводят при относительно низких температурах (340 и 440 °С). Плавление цинка можно вести с добавлением флюсов, включая хлориды цинка и магния. Эмиссии при производстве цинка до настоящего момента хорошо не изучены, но вполне могут быть значимыми.

Производство электроэнергии и тепловой энергии

Рассматриваемая категория производства электроэнергии и тепловой энергии включает электростанции, промышленные места сжигания (печи) и установки для выработки тепла для отопления помещений, которые работают только на ископаемом топливе. Большинство электроэнергии, потребляемой сегодня в мире, производится на электростанциях, работающих на ископаемом топливе. В большинстве западных стран и в Казахстане доля электроэнергии, произведенная на станциях, работающих на ископаемом топливе, составляет 70-80% от всей произведенной электроэнергии. В пределах этой подкатегории, определены четыре категории по типу используемого топлива, а именно, уголь, тяжелое нефтяное топливо (мазут), легкие фракции нефти и природный газ. Легкие фракции нефти и природный газ всегда сжигают в специально сконструированных печах, и маловероятно, что при этом образуются большие количества ПХДД/ПХДФ, так как оба этих вида топлива обладают высокой теплотой сгорания, характеризуются полным сгоранием и малым количеством образующейся золы, вплоть до ее отсутствия. Только при совместном сжигании с жидкими отходами или илами можно ожидать появления высоких концентраций ПХДД/ПХДФ. Как и во всех процессах сжигания, ПХДД/ПХДФ образуются после завершения процесса горения и остывания дымового газа. Остающиеся органические остатки и хлор, содержащиеся в угле, в присутствии металл-хлоридных катализаторов рекомбинируются с образованием ПХДД/ПХДФ. Установочные факторы эмиссии основаны на допущении, что только сжигание угля приводит к образованию ПХДД/ПХДФ, а поступление их в окружающую среду связано с удалением золы

таблица

Были исследованы ПХДД/ПХДФ в летучей зольной пыли, образующейся при сжигании угля, и обнаружены концентрации от 4 до 42000 нг ТЭ/кг зольной пыли (Dumler и др., 1995). В качестве первой оценки, следует использовать фактор эмиссии в 5000 нг ТЭ/кг зольной пыли.

3.1. Таблица 3.1 Факторы эмиссии для отопления в быту с использованием ископаемого топлива

	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/ТДж сожженного ископаемого топлива	
	Воздух	Концентрации - нг ТЭ/кг золы
		Остаток
1. Топки на угле	70	5000
2. Топки на нефтяном топливе	10	НП
3. Топки на природном газе	1,5	НП

Транспорт

Бензиновые двигатели

Как и во всех процессах горения, в двигателях внутреннего сгорания, как нежелательный побочный продукт, образуются ПХДД/ПХДФ. Повышенные эмиссии связаны с применением в этилированном бензине хлорированных присадок. Однако при применении не этилированного бензина и установке каталитического нейтрализатора отработавших газов для удаления окислов азота и несгоревшего углерода, эмиссии ПХДД/ПХДФ незначительны. Единственной средой поступления служит воздух.

Таблица 3.2: Факторы эмиссии для четырехтактных двигателей (например, пассажирских автомобилей)

Классификация	Факторы эмиссии - мкг ТЭ/т сожженного топлива				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1. Этилированный бензин ¹	2,2	НП	НП	НП	НП
2. Неэтилированный бензин без катализатора ¹	0,1	НП	НП	НП	НП
3. Неэтилированный бензин с катализатором ¹	0	НП	НП	НП	НП

Дизельные двигатели

Для дизельных двигателей определяются только – эмиссии частиц в виде сажи, которые связаны с работой дизельных двигателей вследствие неполного сгорания топлива, особенно при запуске, прогревании двигателя и смене нагрузок. Отложения сажи могут привести к поступлению через остатки. Как известно, эмиссии дизельных двигателей в виде твердых частиц содержат высокие концентрации полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Однако данных о концентрациях ПХДД/ПХДФ в саже дизельных двигателей нет.

Оценки выбросов CO₂ в РК от различных производств, представлены во втором разделе отчета, а также приложении 2.

4. ПРОГНОЗ ОЖИДАЕМОГО КОЛИЧЕСТВА НАЦИОНАЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ SO₂, NO_x, CO И НМЛОС ЗА 2010, 2015 И 2020 ГОДЫ.

С выходом экономики РК из экономического кризиса стало возможным ставить перед собой долговременные социально-экономические задачи исходя из стратегических целей и реально располагаемых экономических, научно-технических, природных и иных потенциалов страны. Такие цели и приоритеты определены в Президентской Стратегии «Казахстан-2030», а также в стремлении республики войти в число 50 наиболее развитых государств мира.

Данная работа основывается на официально принятых правительственных решениях и планах развития экономики, составленных на основе экономической политики Республики Казахстан на долгосрочный период, которая предусматривает решение задач при достижении общественно-политической стабильности, устойчивого социально-экономического развития, развития международного сотрудничества, обеспечения экономической безопасности страны и стабильности на региональных уровнях. Одним из главных условий для решения задач по экономическому и социальному развитию, а также улучшения экологической обстановки в республике, является эффективное использование энергии.

При разработке сценариев выбросов ЗВ учитываются стратегический план развития до 2010 года и «Схема развития и размещения производительных сил страны до 2015г.» (Разработанная РГП «Институтом экономических исследований»), Стратегия индустриально-инновационного развития РК до 2015 года, «Программы развития энергетики до 2015 -2030 гг.».

Предполагается построить сценарии прогнозов выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) от энергетического, транспортного, сельского хозяйства и отходов секторов экономики страны.

4.1 ПРОГНОЗ ВЫБРОСОВ ЗВ ОТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА РК ДО 2015-2020 ГГ.

В перспективе к 2020г. предполагается увеличение потребности в энергии в РК на 30-40% по отношению к 2005 г.

Прогноз потребления электроэнергии Республики Казахстан в целом и по зонам характеризуется следующими показателями: 2005 г. – 68 ; 2010 г. – 89 - 83,5; 2015г. – 101 -106,5млрд. кВт.ч – с учетом вхождения РК в число 50 наиболее развитых государств.

Для покрытия прогнозных уровней электропотребления, обеспечения самобалансирования и создания в перспективе экспортного потенциала необходимо выполнение мероприятий по следующим направлениям:

восстановление существующего оборудования (техническое перевооружение, реконструкция);

ввод новых мощностей на действующих электростанциях путем их расширения;

строительство новых электростанций;

вовлечение в баланс возобновляемых источников энергии (малые ГЭС, ВЭС);

В перспективе в период 2005-2015 г.г. в Единой Энергосистеме Республики Казахстан (ЕЭС) предполагается ввод мощностей в размере 3300-3480 МВт, в том числе:

Северная зона – 1800-1900 МВт,

Южная зона – 680 МВт;

Западная зона – 900 МВт.

В результате реализации намечаемых вводов мощностей произойдет некоторое изменение структуры установленной мощности электростанций ЕЭС.

В перспективе в структуре установленной мощности ожидается увеличение доли ГТЭС с 3,2 % от 2002 году до: 7,0-6,5% в 2010 году и 7,8-7,9% в 2015 году.

Такой рост обусловлен предполагаемым развитием газотурбинных электростанций в Западном Казахстане, где доля ГТЭС в структуре установленной мощности возрастет с 19,8% в 2002 году до 41,7-39,6% в 2010 году и 44,8% в 2015 году.

Основным видом твердого топлива, сжигаемого на тепловых электростанциях ЕЭС Казахстана, является Экибастузский уголь, доля которого в 2005 году составила около 80%.

Из общего количества топлива, сожженного на ТЭС Казахстана, около 60% использовано для выработки электроэнергии и около 40% - для выработки теплоты. На долю ТЭЦ приходится - 68%, КЭС – 28%, ГТЭС – около 4%.

Общее количество топлива, используемого в 2015 году на вновь вводимом оборудовании, оценивается в 4,5 млн. т.у.т. (около 11% от общей потребности в топливе), в том числе 2,6 млн. т.у.т. (около 60%) для газотурбинных установок в Западной зоне Казахстана.

Таким образом, исходя из стратегии и планов развития отрасли, можно рассчитать выбросы ЗВ до 2020 г. Рассмотрим несколько сценариев развития ситуации:

Прогноз - угольный сценарий;

Прогноз – газовый сценарий;

Прогноз РГП «КазНИИЭК»;

Прогноз МАРКАЛ Казахстан;

Модель МАРКАЛ Казахстан разрабатывалась для оценки развития различных секторов РК с наименьшими издержками и прогноза выбросов парниковых газов (ПГ). Однако, по количеству необходимого топлива (спросу на топливо) для той или иной отрасли, а также мероприятий направленных на снижение выбросов можно рассчитать выбросы и ЗВ, что мы и попытались сделать. Расчет был выполнен для транспортного сектора экономики РК.

Как видно из графиков на рисунке 4.1, наибольшие выбросы ЗВ в энергетическом секторе предполагаются при угольных сценариях. При этом общие выбросы NOx могут составить около

300-400 тыс. тонн, а SO₂ до 600 тыс.тонн. Это связано в первую очередь с тем, что в Казахстане имеются огромные

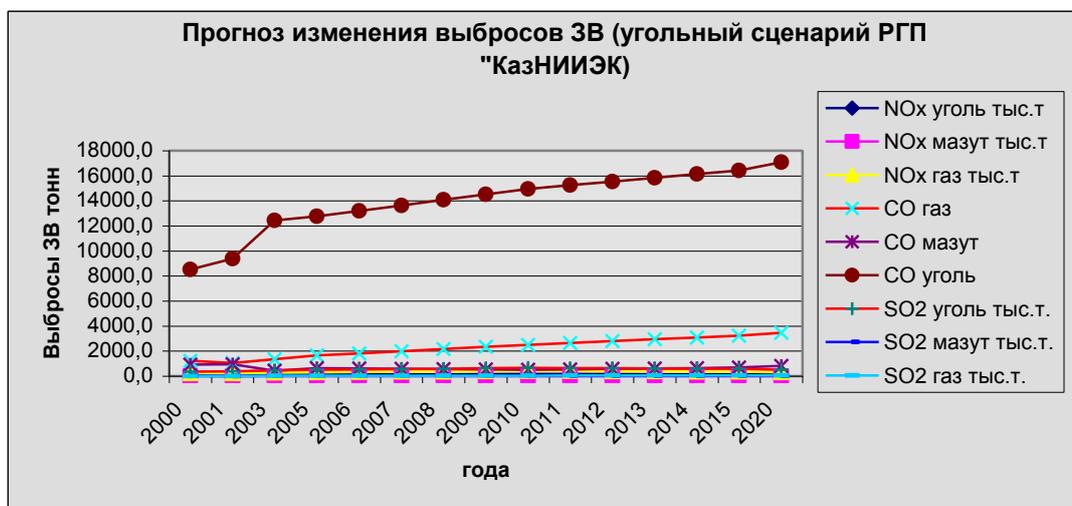
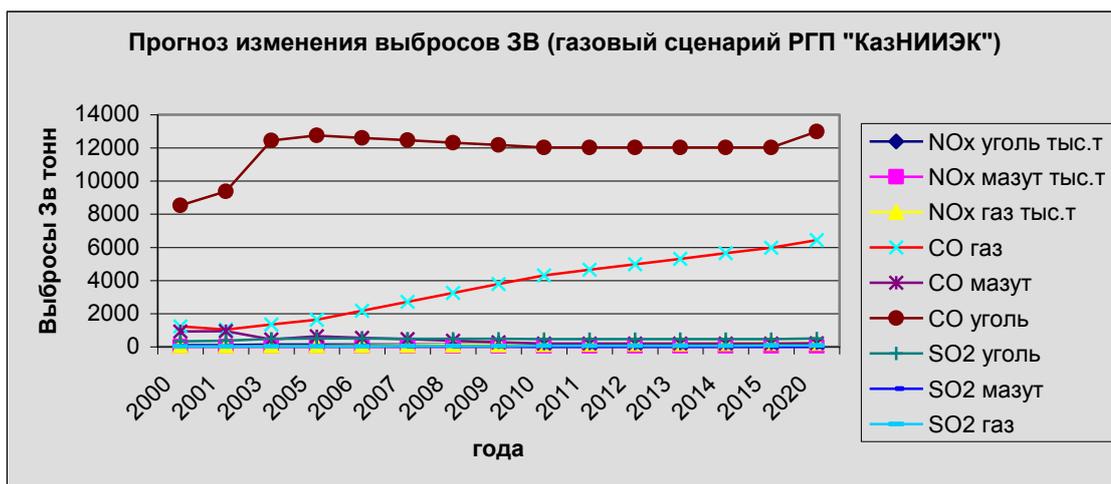
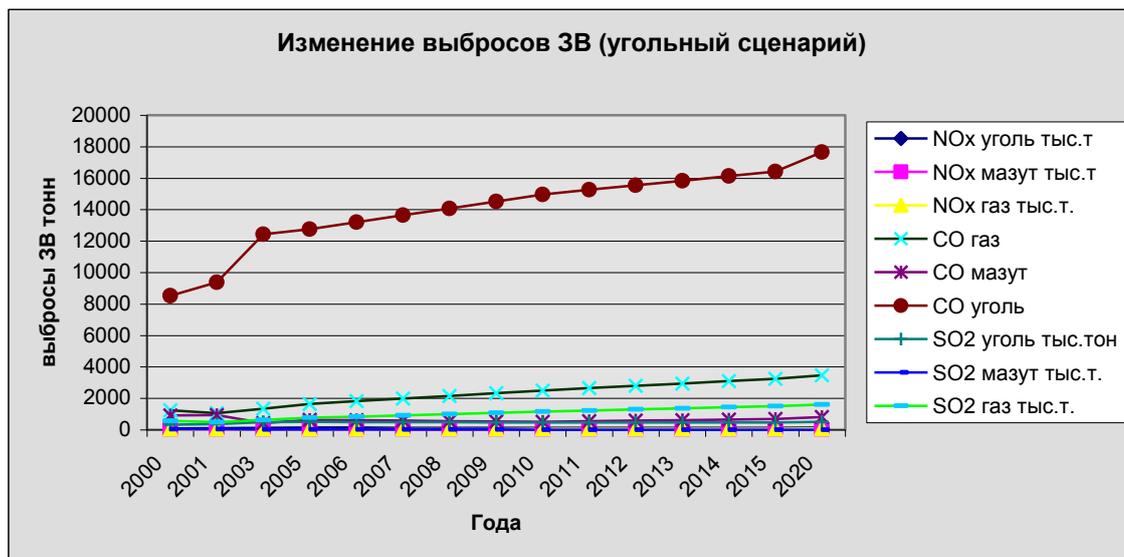


Рис. 4.1 Прогнозы выбросов Зв при различных сценариях сжигания топлива

запасы этого вида топлива. При газовом сценарии, будет отмечаться некоторое снижение общих выбросов ЗВ, что благоприятно бы сказалось на общей ситуации в области сокращения выбросов ЗВ в РК. Однако, на сегодняшний день возникла реальная ситуация перевода газовых станций южного Казахстана на уголь кроме того, станции работающие в южных регионах страны, сильно зависят от импорта газа из Узбекистана. В то же время изменение мировых цен на данный вид энергоносителей оказывает свое влияние на стоимость газа у наших Узбекских партнеров и, как результат, удорожание энергии в республике.

Угольный и газовый сценарии выбросов ЗВ основывались на данных прогноза потребления топлива энергокомплексом РК, который был сделан в 2003 г. При этом угольный сценарий предполагает увеличение роли угля при производстве тепла и электроэнергии в стране. Однако, здесь необходимо отметить тот факт, что когда строился прогноз потребления топлива энергокомплексом страны, предполагались более быстрые темпы ввода новых мощностей. Сегодня, имея данные по спросу на уголь и газ, мы рассчитали выбросы и сделали прогноз исходя из официальных цифр (данных 2005 г.). На основе изменения спроса в РГП «КазНИИЭЖ» построен сценарий выбросов ЗВ до 2020 г., который несколько отличается от угольного и газо-угольного сценариев, при этом отмечается некоторое снижение выбросов ЗВ к 2020 г .

Кроме того, предполагается, что на реконструированных и вновь вводимых мощностях будут использоваться новейшие технологии очистки выбросов. Так, применение плазменной алло-автотермической газификации угля, имеет своей целью – сжигание полученных продуктов в топках более эффективным и экономичным, по сравнению с прямым сжиганием твердых топлив. В результате совершенствования технологии сжигания угля, разработанной на основе проведенных вычислительных экспериментов, удастся снизить выбросы окислов азота примерно на 1 %. При этом общие выбросы окислов азота NO_x на 2005 г. составляют около 151 тыс. тонн. Применение комбинированного цикла сжигания угля приведет к повышению эффективности теплоэлектростанций до 47-53%, при этом ожидается снижение потребления угля для производства того же количества энергии на 30-40 %. Внедрение золоулавливающих установок нового типа эмульгаторов 2-го поколения на котлах типа БКЗ 320-140, предполагает снижение выбросов твердых частиц и достижение эффективности пылеулавливания до 99 % и, как результат, общее снижение выбросов ЗВ в РК.

4.2 ПРОГНОЗ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ АВТОТРАНСПОРТА НА 2010 и 2015 ГОДЫ

Исходные данные.

Данные для анализа были предоставлены КазНИИЭЖ, на основе прогноза экономического развития страны по программе "МАРКАЛ", которая позволяет смоделировать такое развитие на ближайшее будущее, опираясь на имеющиеся темпы роста экономики и другие важные экономи-

ческие критерии. Программа позволяет выдать приблизительное количество автотранспорта, а также общее количество потребленного топлива, этим автотранспортом. К сожалению, программа не позволяет сделать разбивку автотранспорта по категориям, из-за отсутствия необходимых данных, что несколько затрудняет наши расчеты прогностических величин выбросов.

Общие подходы.

Расчеты загрязняющих веществ, сделаны на основе руководства "CORINAIR" 1996 года. За прошедшее время с указанного срока руководство претерпело несколько переизданий с существенными дополнениями. В рекомендациях "CORINAIR" дается два подхода по расчету выбросов основных загрязняющих веществ, к которым причислены: NO_x (NO и NO₂), N₂O, SO_x, ЛОС, CH₄, CO, CO₂, NH₃, твердые частицы, свинец, НМЛОС.

Первый подход называется «сверху вниз». Он основан на количестве потребленного бензина, дизельного топлива и газа разными категориями автотранспорта, в течение года. При имеющихся данных можно использовать количество пройденных километров. На конечном этапе количество сожженного топлива умножается на соответствующий коэффициент, рассчитанный для своего вида топлива и своей транспортной группы. Это самый простой способ расчета загрязняющих веществ, здесь не сделано упора на температуру среды, год выпуска автомобиля, наличие катализаторов и т.д.

Второй подход несколько сложнее, но считается более точным. Однако для его использования необходимо иметь ряд данных, таких как тип топлива, грузоподъемность, тип катализатора, тип дороги, состояние двигателя (теплый или холодный), технологических особенностей двигателя и др. К сожалению таких данных модель "МАРКАЛ" дать не может, поэтому нам пришлось задействовать первый метод, основанный на количестве потребленного топлива и количестве автотранспорта. Следует отметить, что результаты могут быть использованы с некоторой осторожностью, поскольку сама модель изначально дает приближенные данные, как о количестве потребленного топлива, так и о количестве автомобилей в стране. При этом модель не дает данных о составе автопарка страны, по этому при попытке детализировать общее количество автомобилей мы сделали несколько допущений, которые на наш взгляд будут вполне уместны, однако это не гарантирует стопроцентной правильности наших рассуждений.

Методология расчета.

Поскольку Руководство предназначено для расчетов загрязняющих веществ (ЗВ) дорожным транспортом, то только для этого вида транспорта такие расчеты и выполнены.

Упрощенная методика расчетов выбросов ЗВ основана на данных о расходе топлива или пробеге, или на данных о расходе энергии, которые затем следует умножить на соответствующие коэффициенты выбросов:

$$\varepsilon_i = fc \cdot Ef_i \quad (1)$$

где ε_i - масса выбросов загрязняющего вещества за рассматриваемый период; f^c - расход топлива или пробег или расход энергии; Ef_i - средний выброс ЗВ i на единицу использованного топлива или пробега или энергии.

Применение упрощенной методики позволяет и усреднение типизации транспортных средств, а полученные результаты следует воспринимать как приблизительные [4].

Основные категории транспорта, выделяемые в CORINAIR, легко извлекаются из классификации ЕЭК-ООН используемого нами Руководства.

Классификация транспорта по руководству CORINAIR.

Сюда входят все автотранспортные средства, за исключением спецавтотехники, классифицированные либо по количеству пассажирских мест, либо по грузоподъемности автомобиля.

Так, категория «Легковые автомобили» включает в себя транспорт, используемый для перевозки пассажиров и имеющий не более 8 мест, исключая сиденье водителя.

Категория «Транспорт малой грузоподъемности», подразумевает транспорт, используемый для перевозки товаров и имеющий максимальный вес, не превышающий 3.5 тонн.

«Транспорт большой грузоподъемности» включает в себя: транспорт, используемый для перевозки пассажиров и имеющий более 8 мест, исключая сиденье водителя, с максимальным весом, не превышающим 5 тонн;

- Транспорт, используемый для перевозки пассажиров и имеющий более 8 мест, исключая сиденье водителя, с максимальным весом, превышающим 5 тонн;
- Транспорт, используемый для перевозки товаров и имеющий максимальный вес, превышающий 3.5 тонн, но не превышающий 12 тонн;
- Транспорт, используемый для перевозки товаров и имеющий максимальный вес, превышающий 12 тонн.

Категория «Двухколесный транспорт» включает в себя все виды мотоциклов.

Представленные типы автомобилей использовались нами при расчетах выбросов загрязняющих веществ. При этом используются названия категорий транспорта по CORINAIR, как более короткие.

Согласно руководству следует оценивать выбросы следующих ЗВ: NO_x (NO и NO₂), N₂O, SO_x, ЛОС, CH₄, CO, CO₂, NH₃, твердые частицы, свинец, НМЛОС. Однако методики расчета выбросов свинца и твердых частиц в руководстве отсутствуют.

Для расчетов использованы коэффициенты выбросов, которые взяты по Руководству и приведены ниже в таблице 4.2.1.

В таблице 4.2.1 приведены коэффициенты выбросов для нерегулируемых (или умеренно регулируемых) выбросов, т.к. число автомобилей с катализаторами открытого и закрытого типа очень невелико и отдельный учет таких автомобилей не ведется.

Коэффициенты выбросов ЛОС и НМЛОС при испарении приведены по тексту при их расчете.

Таблица 4.2.1 Коэффициенты выбросов для различных типов транспорта и вида топлива.

	NOx	CH4	ЛОС	СО	N2O	CO2
Легковой автотранспорт						
Бензин <г/кг топлива	20.4	0.91	55.5	542	0.057	3183
Дизтопливо г/кг топлива	11.0	0.083	3.08	11.7	0.165	3138
Сжиженный нефтяной газ г/кг топлива	36.8	0.96	25.7	122	--	3030
Транспорт малой грузоподъемности						
Бензин г/кг топлива	28.7	0.80	47.4	356	0.059	3183
Дизтопливо г/кг топлива	15.9	0.055	4.64	17.5	0.188	3138
Транспорт большой грузоподъемности						
Бензин г/кг топлива	37.5	0.64	28.5	324	0.035	3183
Дизтопливо г/кг топлива	42.7	0.25	8.16	34.2	0.12	3138
Мотоциклы						
г/кг топлива	2.64	5.00	509	724	0.067	3138

Расчеты выбросов:

В таблице 4.2.2 приведены данные по потреблению бензина и дизельного топлива автотранспортом по модели "МАРКАЛ", за 2005, 2010 и 2015 гг. Данные по потреблению газа дополнены авторами так как выбросы от его сжигания составляют по разным оценкам от 5 до 10 % всех загрязняющих веществ. Однако стоит заострить внимание на том, что методика расчета выбросов загрязняющих веществ от газа даны только для автотранспорта категории «Легковые автомоби-

ли». Для остальных категорий таких методик пока нет. Однако примерную оценку можно получить, исходя из той доли ЗВ которые получились от газа в упомянутой категории.

Как видно из таблицы 4.2.2, данные модели «МАРКАЛ» не позволяют точно сказать, какая будет ситуация через пять или десять лет. Однако в некоторой мере сделать оценку по этим данным все же возможно. При дальнейших расчетах авторы считали, что темпы роста экономики почти не

Таблица 4.2.2 Спрос на топливо в 2005, 2010 и 2015 гг., по модели "МАРКАЛ", млн.т

Виды топлива	Годы			
	2005 по МАРКАЛ	2005 фактические	2010 по МАРКАЛ	2015 по МАРКАЛ
Бензин	2.53	1,61	2.87	3.49
Дизельное топливо	1.74	2,07	2.76	4.34

изменяться, таможенные пошлины на ввозимые автомобили останутся на прежнем уровне, а цены на топливо достигнут мировых не сразу. В противном случае ситуацию на внутреннем рынке, через десять лет предсказать будет сложно. Ведь здесь кроме всех прочих равных условий существует прямая зависимость между ценами на энергоносители и общим экономическим ростом. Не последнюю роль в этой схеме играет, как показано ниже, стоимость топлива.

Таблица 4.2.3 Прогноз распределения автомобилей по категориям «CORINAIR», по модели "МАРКАЛ", на 2010 и 2015 гг.

Тип автомобилей по CORINAIR	2004	2005	2010	2015
Общее количество	1367838	1883566	2790000	3570000
Легковые автомобили, всего	1051204	1405325	2300000	2900000
Транспорт малой грузоподъемности, всего	136020	169000	220000	250000
Транспорт большой грузоподъемности, всего	180614	178236	320000	420000

При анализе таблицы 4.2.3 видно, что количество автомобилей в стране будет расти. На это есть ряд причин. В первую очередь из-за того, что на сегодняшний день автомобильный парк страны все еще не удовлетворяет запросы на перевозку грузов. Автомобили которым более 20 лет, сейчас эксплуатируются массово, но видимо к 2010 году они будут заменены на более новые. При этом часть населения, которое не имеет автомобилей сегодня, их приобретет. Однако, стоит отме-

титель, что в зависимости от механизмов экономического воздействия в этой сфере, которые использует государство в этот период, и цена на топливо определяют, какой вид автотранспорта предпочтет себе население. В частности ожидается, что на большие дистанции груз будет перевозиться исключительно дизельным автотранспортом. При этом к 2010 году произойдет полная смена бензиновых автомобилей, в категории «Транспорт большой грузоподъемности» на дизельные, либо переоборудование некоторого числа автомобилей на газ. Однако в этом случае потребуются

Таблица 4.2.4 Распределение топлива в 2005, 2010 и 2015 г (по МАРКАЛ)

тонн

Тип топлива	Бензин	Дизельное топливо	Газ тыс.м/куб
Типы автомобилей			
2005			
Легковые,	897424	579579	44092
Транспорт малой грузоподъемностью,	288458	579579	25720
Транспорт с большой грузоподъемностью,	256407	910767	52666
Двухколесный транспорт,	160254	0	0
Всего	1602543	2069925	122478
2010			
Легковые,	1779400	441600	88840
Транспорт малой грузоподъемностью,	688800	662400	67560
Транспорт с большой грузоподъемностью,	258300	1656000	114858
Двухколесный транспорт,	143500	0	0
Всего	2870000	2760000	271258
2015			
Легковые,	2443000	520800	296380
Транспорт малой грузоподъемностью,	872500	564200	143670
Транспорт с большой грузоподъемностью,	69800	3255000	332480
Двухколесный транспорт,	104700	0	0
Всего	3490000	4340000	772530

большие финансовые вложения. Стоимость на газ может сыграть здесь немаловажную роль. Конечно, не стоит забывать об обеспеченности станциями для заправки газом автомобилей.

В категории «Транспорт малой грузоподъемности» ожидается, что почти половина имеющегося на момент 2015 года, автопарка перейдет либо на газовое топливо (как более дешевое), либо на дизельное.

Нельзя так же обойти категорию «Легковые автомобили». Здесь ожидается рост количества машин почти в два раза, с одновременной заменой некоторого количества старых автомобилей. В

первую очередь это коснется автомобилей, сделанных еще при СССР, а также автомашин Европейского производства, завезенных в девяностые годы, так как к 2010 году срок эксплуатации этих автомобилей составит более 25 лет и более 30 лет к 2015 году. Какие автомобили предпочтет население, будет определяться, как уже говорилось, ценами на топливо, государственными налогами, и финансовыми возможностями населения. В целом ожидается, что половина легкового автотранспорта будет работать на дизельном топливе и еще небольшая часть на газе. С учетом вышесказанного, а также результата моделирования по программе МАРКАЛ составлена прогностическая таблица 4.2.4.

Анализ таблицы 5.2.4, дает общее представление о том, каким автотранспортом и в каких количествах будет потребляться топливо в будущем. Можно заметить, что «Транспорт большой грузоподъемности» будет увеличивать потребление дизельного топлива, а потребление бензина этой категорией автотранспорта резко сократится.

В целом можно сделать заключение о том, что согласно модели МАРКАЛ в 2010 году произойдет качественная перестройка рынка. Дизельного топлива будет потребляться больше почти в два раза по сравнению с бензином. Если, конечно, ситуация с ценами не изменится.

Таблица 4.2.5 Количество загрязняющих веществ от автотранспорта в 2005 году по фактическим данным.

Тип топлива	NOx	CH4	ЛОС	СО	N2O	CO2
Легковой автотранспорт						
Бензин	18307.45	816.6558	49807.032	486403.808	51.15317	2856500.592
Дизель	6375.369	48.10506	1785.10332	6781.0743	95.63054	1818718.902
Газ	1622.5856	42.32832	1133.1644	5379.224	0	133598.76
Транспорт малой грузоподъемности						
Бензин	8278.7446	230.7664	13672.9092	102691.048	17.01902	918161.814
Дизель	9215.3061	31.87685	2689.24656	10142.6325	108.9609	1818718.902
Транспорт большой грузоподъемности						
Бензин	9615.2625	164.1005	7307.5995	83075.868	8.974245	816143.481
Дизель	38889.751	227.6918	7431.85872	31148.2314	109.292	2857986.846
Мотоциклы						
Бензин	423.07056	801.27	81569.286	116023.896	10.73702	502877.052
Всего						
	92727.539	2362.795	165396.1997	841645.7822	401.7669	11722706.35

Количество загрязняющих веществ. Ниже представлены данные о выбросах загрязняющих веществ всеми категориями автотранспорта по реальным данным за 2005 г.

По аналогичной методике, но по нашим прогностическим данным о количестве автомобилей и количестве потребленного топлива на 2010 и 2015 гг, построены таблицы 4.2.6 и 4.2.7.

Таблица 4.2.6 Количество загрязняющих веществ от автотранспорта в 2010 году по данным МАРКАЛ.

NOx	CH4	ЛОС	СО	N2O	CO2
Легковой автотранспорт					
36299.7 6	1619.2 54	98756.7	964434.8	101.42 58	5663830.2
4857.6	36.652 8	1360.128	5166.72	72.864	1385740.8
3269.31 2	85.286 4	2283.188	10838.48	0	269185.2
Транспорт малой грузоподъемности					
19768.5 6	551.04	32649.12	245212.8	40.639 2	2192450.4
10532.1 6	36.432	3073.536	11592	124.53 12	2078611.2
Транспорт большой грузоподъемности					
9686.25	165.31 2	7361.55	83689.2	9.0405	822168.9
70711.2	414	13512.96	56635.2	198.72	5196528
Мотоциклы					
378.84	717.5	73041.5	103894	9.6145	450303
Всего					
155503. 68	3625.4 77	232038.6 82	1481463.2	556.83 52	18058817.7

По данным, содержащимся в таблицах 6 и 7, для большей наглядности нами построены диаграммы распределения загрязняющих веществ для 2005, 2010 и 2015 гг.

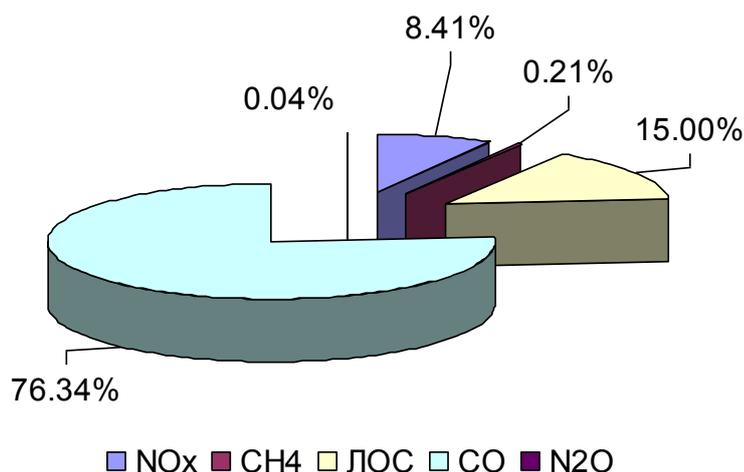


Рис 5.2.1. Доля загрязняющих веществ в общих выбросах за 2005 год

Таблица 4.2.7 Количество загрязняющих веществ от автотранспорта в 2015 году по данным МАРКАЛ.

NOx	CH4	ЛОC	CO	N2O	CO2
Легковой автотранспорт					
49837	2223	135586	1324106	139	7776069
5728	43	1604	6093	86	1634270
10906	284	7616	36158	0	898031
Транспорт малой грузоподъемности					
25040	698	41356	310610	51	2777167
8970	31	2617	9873	106	1770459
Транспорт большой грузоподъемности					
26175	446	19893	226152	24	2221734
138988	813	26560	111321	390	10214190
Мотоциклы					
276	523.5	53292	75803	7	328548
Всего					
265924	5063	288528	2100117	804	27620470

Из представленных рисунков можно проследить динамику изменения долей загрязняющих веществ в 2005, 2010 и 2015 годах, построенных по результатам таблиц 4.2.4, 6 и 7. Однозначный вывод, который можно сделать при первом анализе таблиц, и диаграмм является то, что количество загрязняющих веществ, выбрасываемых от автотранспорта, снижаться не будет.

Из-за того, что между количеством сожженного топлива и количеством CO₂ прямая связь, то в представленных рисунках его доля не показана, однако следует помнить что доля этого газа в

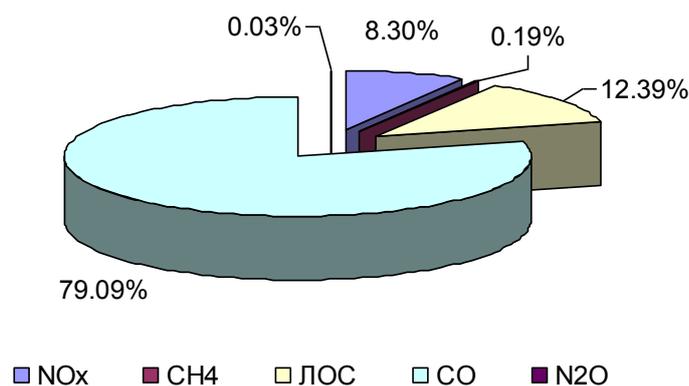


Рис 4.2.2. Доля загрязняющих веществ в общих выбросах за 2010 год

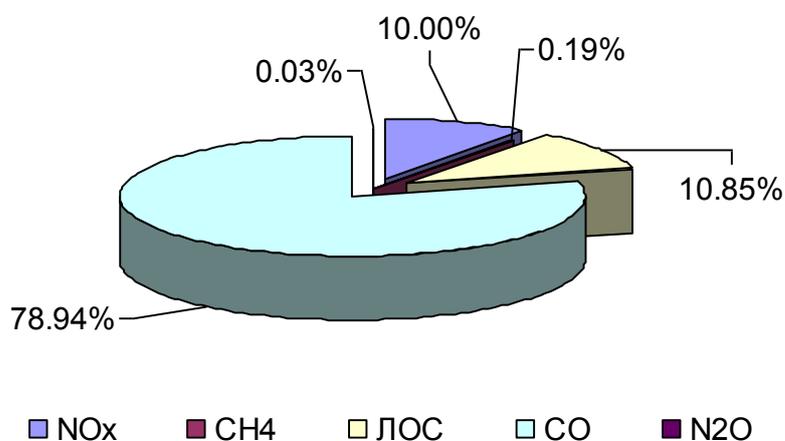


Рис 4.2.3. Доля загрязняющих веществ в общих выбросах за 2015 год

общих выбросах составляет не менее 91 %. Абсолютные величины, которые растут от года к году, даны в соответствующих таблицах выше.

Из представленных рисунков видно, что долевое участие некоторых загрязняющих веществ от года к году существенно меняется. Так, например в 2005 году доля NOx была 8,41 %, в 2010 году ее доля составила уже 8,30 %, а к 2015 году возрастет до 10,0 %. Такой рост NOx можно объяснить тем, что коэффициент выбросов NOx для дизельного топлива для Транспорта большой грузоподъемности заметно выше, чем для других видов транспорта (см табл. 1). Но именно этот вид транспорта сжигает основное количество дизельного топлива, так как на одно и тоже количество пройденных километров эта категория сжигает топлива в три - четыре раза больше.

Также из представленных рисунков можно видеть, что основным (после CO2) загрязняющим веществом является CO. Его доля на 2010, 2015 годы растет по сравнению с 2005 г на 3 % и достигает 78.9% от общего количества (таблицы 4.2.6 и 4.2.7).

В то же время нам представляется, что коэффициенты, содержащиеся в Руководстве для расчетов выбросов CO, являются завышенными. Так, они в 2,5 – 3 раза превышают коэффициенты, принятые в СССР и Казахстане [], в 2 с лишним раза превышают коэффициенты, которые можно

извлечь из данных о выбросах в Европе, содержащихся в том же Руководстве [], и на порядок превышают нормы выбросов для соответствующих типов автомобилей, принятые в США []. Реальные величины выбросов по нашему мнению в три раза ниже. Однако оснований для уменьшения полученных результатов выбросов CO у нас нет.

Доля остальных загрязняющих веществ, таких как ЛОС, CH₄, и N₂O к 2015 году плавно уменьшается в среднем на 2 %, по сравнению с 2005г.

Имеет смысл рассмотреть количество загрязняющих веществ от сжигания бензина и дизельного топлива в отдельности за 2005, 2010 и 2015 гг. В таблице 8 такая информация представлена за три упомянутых года.

Таблица 4.2.8 Количество загрязняющих веществ от автотранспорта при сжигании бензина и дизельного топлива

	NO _x	CH ₄	ЛОС	CO	N ₂ O	CO ₂
2005						
Бензин	36624.527	2012.793	152356.8267	788194.62	87.88345	5093682.939
Дизель	54480.426	307.6737	11906.2086	48071.9382	313.8834	6495424.65
2010						
Бензин	66133.41	3053.106	211808.87	1397230.8	160.72	9128752.5
Дизель	86100.96	487.0848	17946.624	73393.92	396.1152	8660880
2015						
Бензин	101329.36	3891.35	250128.3	1936670.8	222.1734	13103519.1
Дизель	153688.08	888.0074	30782.752	127287.86	582.6016	13618920

Из представленной таблицы 4.2.8 и рисунка 4.2.4, можно сделать вывод, что основным поставщиком загрязняющих веществ является бензин. При сжигании дизельного топлива количество загрязняющих веществ заметно меньше, однако к 2015 году несмотря на существенное превышение потребляемого дизельного топлива по сравнению с бензином, все равно ожидается увеличение выбросов ЛОС и NO_x. Как уже говорилось, этот рост связан с увеличением числа большегрузного транспорта, а также с увеличением числа автомобилей, работающих на дизельном топливе вообще.

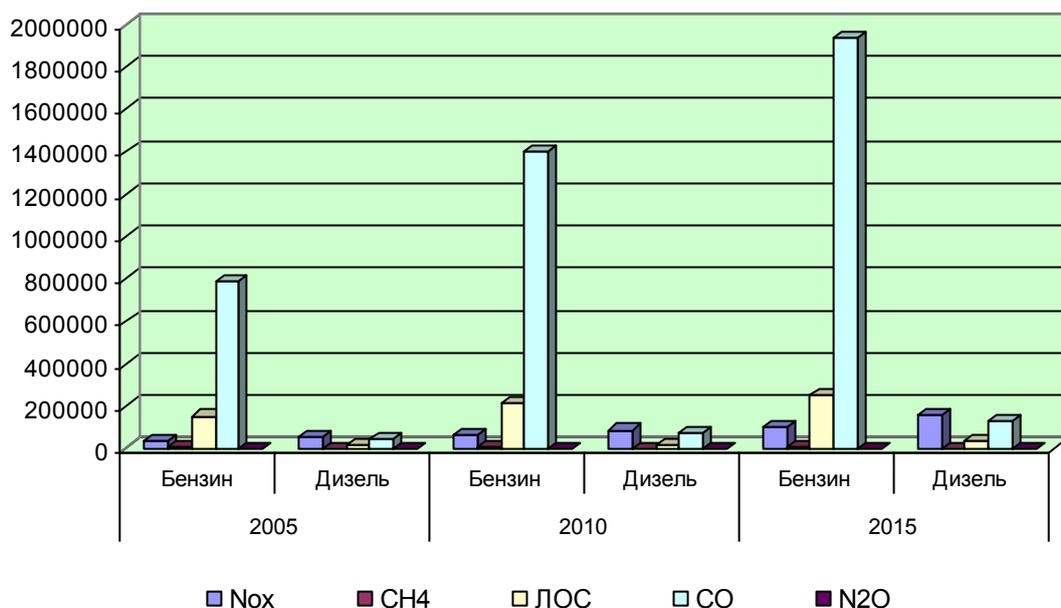


Рис. 4.2.4 Количество загрязняющих веществ за 2005, 2010 и 2015 гг от сжигания бензина и дизельного топлива.

Потери при испарении.

Потери при испарении согласно методики "CORINAIR", считаются только от бензина, так как топливные баки связаны непосредственно с атмосферой. Для транспорта, работающего на дизельном топливе, таких расчетов не ведется из соображений незначительных испарений, а транспорт, работающий на газовом топливе, имеет герметичную топливную систему и считается, что утечек здесь нет.

Испарение зависит от температуры двигателя, температуры наружного воздуха и особенностей конструкции двигателя, особенно карбюратора, и целого ряда других характеристик. Руководство дает коэффициент испарения в предположении, что бензин в баке находится круглые сутки при времени эксплуатации в течение всего года. В таблице 4.2.9 приведены коэффициенты выбросов ЛОС для бензинового транспорта, которые нами использованы.

Таблица 4.2.9 Коэффициенты испарения для ЛОС по методике "CORINAIR"

Тип автомобилей	Коэффициент испарения ЛОС т/тыс.т
Легковые автомобили	1,38
Транспорт с малой грузоподъемностью	1,38
Транспорт с большой грузоподъемностью	1,38
Мотоциклы	1,30

В таблице 4.2.10 приведены количественные значения ЛОС при испарении бензина за 2005, 2010 и 2015 года, согласно количеству потребленного топлива за упомянутый период.

Согласно полученным результатам, величина испарения растет от года к году, пропорционально потреблению топлива. Стоит отметить тот факт, что к 2015 году величина ЛОС достигнет примерно до 56 тысяч тонн. Результаты сравнения выбросов ЛОС образованного при работе двигателей и испарении можно посмотреть на рисунке 4.2.5.

Таблица 4.2.10 Величины испарения топлива при нерегулируемом выбросе по методике «CORINAIR»

Тип автомобилей	Коэффициент испарения	2005		2010		2015	
		Топливо	Испарение	Топливо	Испарение	Топливо	Испарение
Все категории автотранспорта	1.38	1442289	1990.35882	2726500	3762.57	3385300	5538.63
Мотоциклы	1.3	160254	208.3302	143500	186.55	104700	136.11
Всего			2198.689		3949.12		5674.74

4.3 Прогноз количества ЛОС при работе двигателей и испарения за 2005, 2010 и 2015 гг.

Как видно из представленного графика 5.3.1, количество ЛОС, образующегося при испарении, существенно ниже, количества ЛОС, образующегося при работе двигателей внутреннего сгорания. В целом если ожидать дальнейшего увеличения числа автомобилей, работающих на бензине, то вероятно количество ЛОС, образующегося при

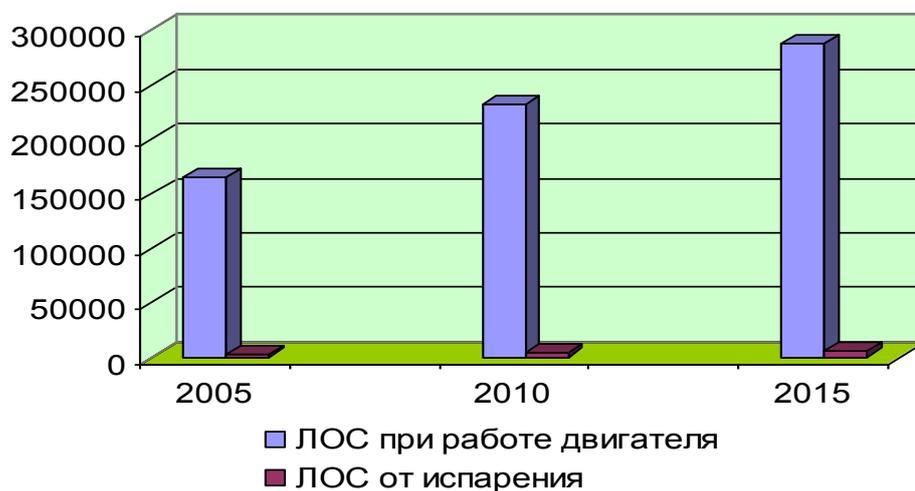


Рис. 4.3.1

испарении, будет тоже увеличиваться. Однако, это ни в какой мере не идет в сравнение с тем количеством ЛОС, которое образуется при работе двигателей.

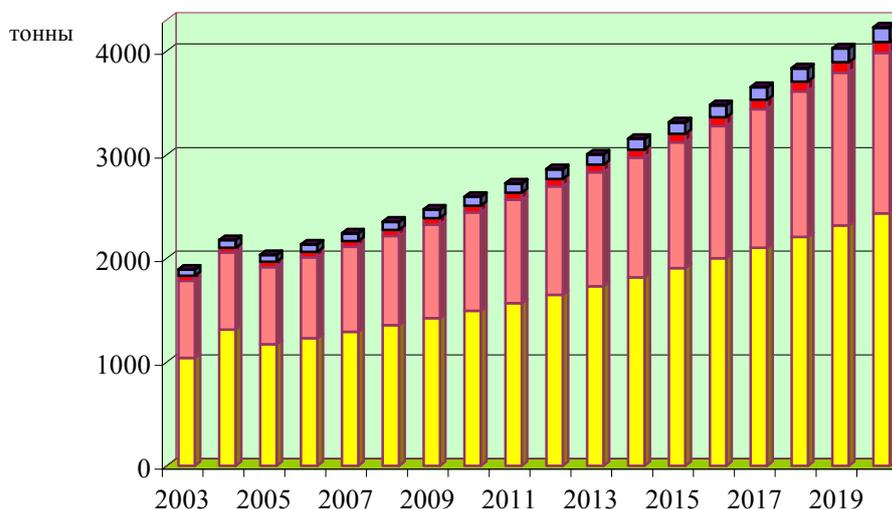
Таким образом, в ближайшие 10 лет ожидается устойчивый рост всех компонентов загрязняющих веществ, выбрасываемых автотранспортом.

4.4 ПРОГНОЗ ЭМИССИЙ ЗВ ОТ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПЕРИОД ДО 2020 Г.

Прогноз построен на двух сценариях экономического развития страны до 2020 г. [4]. Первый из них предполагает ежегодный прирост сельскохозяйственной продукции на 5 %, второй – на 2,5 %.

Рисунок 5.4.1 демонстрирует результаты моделирования процессов загрязнения окружающей среды от сельскохозяйственной деятельности. Экономическое развитие согласно первому сценарию, вызовет стремительный рост всех загрязняющих веществ, рассматриваемых в рамках данной инвентаризации. Объемы эмиссии NH_3 в 2015 г. составят 3463 тонн, в 2020 г. – 4420 тонн. Наибольший вклад в эмиссии NH_3 будет соответствовать возделыванию растительных культур с внесением азотных удобрений. В 2015 г. и в 2020 г. выбросы NH_3 будут равны 1907 и 2434 тонн, соответственно. Вторым по значимости источником эмиссий NH_3 станет деятельность по обработке растительных культур без внесения удобрений. В 2015 г. и в 2020 г. выбросы NH_3 от данного вида деятельности составят 1213 и 1548 тонн, соответственно. Следует также отметить высокий уровень выбросов NH_3 от управления навозом. В 2015 г. и в 2020 г. выбросы NH_3 от деятельности по управлению азотными составляющими навоза будут равны 261 и 333 тонн, соответственно. Эмиссии NO в 2015 г. и в 2020 г. составят 112 и 143 тонн, соответственно.

1 вариант



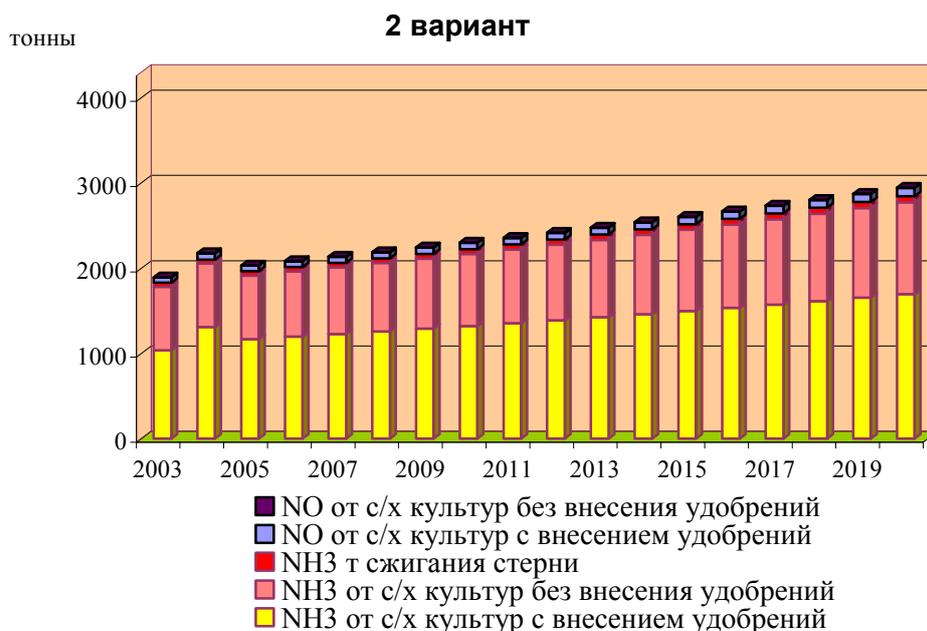


Рис.4.4.1 – Прогноз эмиссий ЗВ от сектора «Сельское хозяйство» до 2020 г.

Ведущую роль в общей эмиссии NO будет играть деятельность по обработке растительных культур с внесением азотных удобрений. Объемы эмиссии NO от этого вида деятельности в 2015 г. и в 2020 г. составят 108 и 138 тонн, соответственно. Таким образом, по сравнению с 2005 г. в 2015 г., предполагается постепенный рост показателей эмиссии ЗВ на 63 %, и в 2020 г. – на 99 %. Основными источниками атмосферного загрязнения от отходов станет деятельность по обработке растительных культур и обращению с азотными составляющими навоза.

Темпы роста эмиссий ЗВ в соответствии со вторым сценарием экономического развития в два раза ниже тенденций первого сценария. Объемы эмиссии NH₃ в 2015 г. составят 2722 тонн, в 2020 г. – 3079 тонн. Основной вклад в эмиссии NH₃ также внесет возделывание растительных культур с внесением азотных удобрений. В 2015 г. и в 2020 г. выбросы NH₃ от этого вида деятельности будут равны 1907 и 2434 тонн, соответственно.

Вторым по значимости источником эмиссий NH₃ станет обработка растительных культур без внесения удобрений. В 2015 г. и в 2020 г. выбросы NH₃ от данного вида деятельности составят соответственно 953 и 1078 тонн. Уровень выбросов NH₃ от управления навозом в 2015 г. и в 2020 г. будут равны 205 и 232 тоннам, соответственно. Объемы эмиссии NO в 2015 г. и в 2020 г. составят соответственно 112 и 143 тонн.

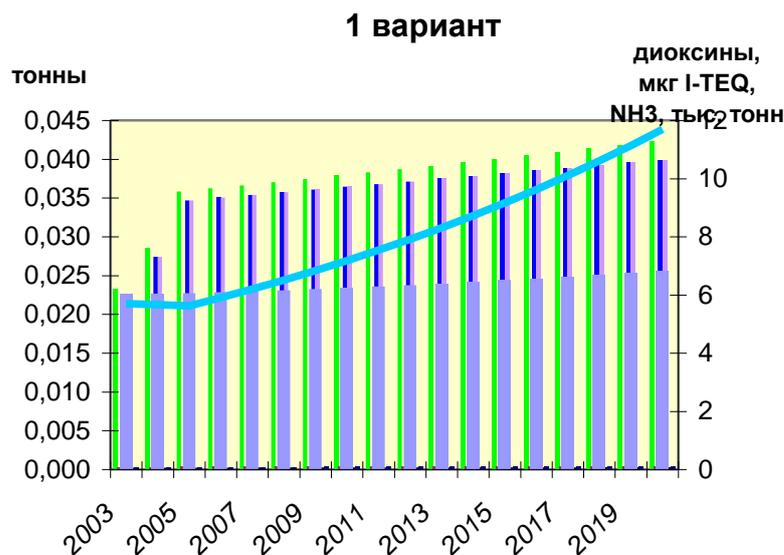
Основной вклад в общую эмиссию NO внесет также обработка растительных культур с внесением азотных удобрений. Эмиссии NO от этого вида деятельности в 2015 г. и в 2020 г. будут равны, соответственно, 88 и 100 тонн. Таким образом, по сравнению с 2005 г. произойдет рост показателей эмиссии ЗВ в 2015 г. на 28 %, и в 2020 г. – на 31 %. Основными источниками атмосфер-

ного загрязнения от отходов останется деятельность по обработке растительных культур и обращению с азотными составляющими навоза.

В результате моделирования загрязнения окружающей среды следует сделать вывод о необходимости применения в сельскохозяйственной деятельности современных методов и технологий, предполагающих экологически чистое производство. Безусловно, что второй сценарий экономического развития позволит наиболее эффективно понизить темпы загрязнения окружающей среды.

4.5 ПРОГНОЗ ЭМИССИЙ ЗВ ОТ ОТХОДОВ НА ПЕРИОД ДО 2020 Г.

Для прогноза использованы два сценария экономического развития страны до 2020 г. [4-5]. Первый из них, строится на предположении об ускоренных темпах развития национальной экономики при условии сохранения темпов прироста ВВП за 1999-2002 гг. В данном сценарии национальный показатель ВВП на душу населения будет соответствовать среднемировому его уровню. Согласно реалистичного сценария, ежегодное увеличение количества сжигаемого попутного газа в среднем составит 1 %, площади пахотных земель – 5 %, численность народонаселения – 2 %.



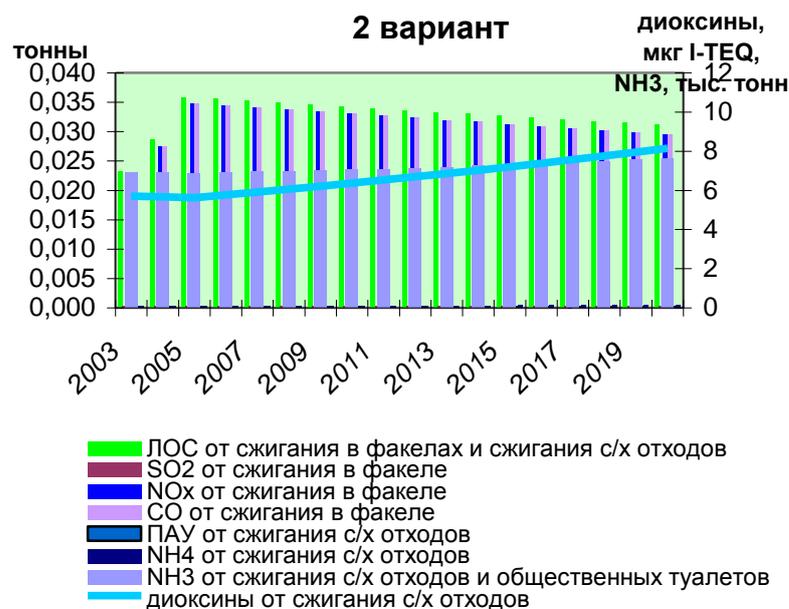


Рис.4.5.1 – Прогноз эмиссий ЗВ от сектора «Отходы» до 2020 г.

Второй сценарий развития предполагает, что развитие Казахстана будет иметь индустриальную направленность. Более подробно это определение означает переход национальной экономики от сырьевого направления на высокотехнологичное производство. При этом планируется утроение национального показателя ВВП на душу населения к 2020 г., по сравнению с 2000 г. В оптимистичном сценарии заложено среднегодовое уменьшение объемов сжигания попутного газа на 1 %, увеличение площадей пахотных земель на 2,5 %, численности народонаселения на 0,5 %.

Результаты моделирования процессов загрязнения окружающей среды от отходов демонстрируются на рисунке 4.5.1. Согласно первому, реалистичному сценарию, предполагается рост практически всех загрязняющих веществ, рассматриваемых в рамках данной инвентаризации. Ежегодное увеличение эмиссий SO₂, NO_x, CO, NH₃ и НМЛОС составит 1%, для NH₄ – 3 %, для диоксинов и ПАУ – 5 %. Таким образом, по сравнению с 2005 г в 2015 г., предполагается постепенный рост показателей эмиссии SO₂, NO_x, CO, NH₃ и НМЛОС на 10 % каждого вида загрязнителей, для NH₄ на 28 %, для диоксинов и ПАУ на 63 %. Соответственно в 2020 г., по сравнению с 2005 г., произойдет увеличение на 13 % для NH₃, на 15 % для SO₂, NO_x, CO, на 44 % для NH₄, и на 108 % для диоксинов. Таким образом, основными источниками атмосферного загрязнения от отходов останется деятельность по открытому сжиганию сельскохозяйственных отходов и обращение с общественными туалетами.

Прогноз эмиссий ЗВ соответственно второму сценарию, демонстрирует тенденции к ежегодному падению эмиссий SO₂, NO_x, CO и НМЛОС на 1 %, ежегодному росту эмиссий для NH₃ на 1 %, для диоксинов, ПАУ и NH₄, на 3 %. В 2015 г. по сравнению с 2005 г., эмиссии SO₂, NO_x, CO и НМЛОС уменьшатся на 10 %, атмосферные выбросы NH₃ вырастут на 6 %, объемы эмиссий ПАУ

и NH_4 увеличатся на 28 %. В 2020 г. по сравнению с 2005 г. падение уровня эмиссий SO_2 , NO_x , CO и HMLOC усилится до 15 %, рост объемов выработки NH_3 составит 11 %, а эмиссии ПАУ и NH_4 увеличатся на 45 %. Основными источниками загрязнения, согласно оптимистичному сценарию также останется сжигание сельскохозяйственных отходов и общественные туалеты.

Наиболее приемлемым вариантом экономического развития страны следует считать второй, оптимистичный сценарий, благодаря которому станет возможным внедрение передовых технологий в обращении с отходами. Таким образом, этот путь развития позволит уменьшить эмиссии четырех загрязняющих веществ - SO_2 , NO_x , CO и HMLOC и понизить темпы роста остальных газов, производимых отходами.

Список использованных источников:

1. Казахстан: ситуационные сценарии выбросов CO_2 и механизмы сокращения парниковых газов. Межведомственная комиссия по вопросам ратификации Республикой Казахстан Киотского протокола к Рамочной Конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата и выполнении обязательств Республики Казахстан по Рамочной Конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата, Астана, 2003, 94 стр.

2. Основные направления развития и размещения производительных сил Казахстана на перспективу. Министерство экономики и торговли РК, Алматы, 2002, 656 стр.

5. О ВЕРТИКАЛЬНОМ РАССЛОЕНИИ ОЗОнового СЛОЯ С УЧЕТОМ КРУГОВОРОТА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ

Цель - на немногочисленных примерах из литературных источников продемонстрировать нынешний уровень понимания вертикального расслоения озонного слоя взаимосвязи с загрязняющими веществами в атмосфере.

Общеизвестно, что присутствие озона в атмосфере планеты Земля указывает на наличие жизни с белковым циклом. Исследования атмосферного озона приобрели в последние годы большую актуальность в связи с возможным истощением озонного слоя в результате роста выбросов в атмосферу озоноразрушающих веществ антропогенного происхождения. Не имея возможности представить обзор всех существующих исследований, отметим лишь наиболее существенные из них применительно к территории Казахстана.

Атмосферный озон располагается в виде сферического слоя, внутренняя поверхность которого совпадает с поверхностью Земли. В этом слое озон распределен неравномерно в вертикальном и в горизонтальном направлении. Наибольшая плотность озона наблюдается на высоте около 15—30 км, а наибольшая концентрация (отношение озон/воздух) — на высоте около 35—45 км. Присутствуя в атмосфере Земли в сравнительно малых количествах (в среднем $0,6 \cdot 10^{-4}$ % по весу), озон воздействует на всю атмосферу. Из всего потока солнечной энергии, падающей на Землю, озон поглощает около 4%, или $(6-10)^{27}$ эрг/сутки. Эта энергия равна энергии примерно тысячи тропосферных циклонов. Из работ [1-6] следует, что, несмотря на длительную историю интенсивного изучения (более 40 лет) пространственно-временной изменчивости толщины озонного слоя, осталось достаточно проблем, решение которых еще предстоит найти (например, влияние на атмосферный озон антропогенных факторов и фотохимических связей и др.).

Для территории Казахстана изучение атмосферного озона вызывается практическими задачами, связанными с развитием высотной авиации и ракетной техники. Кроме того, в нижней стратосфере и частично в тропосфере озон обладает консервативным свойством, его равновесная концентрация не изменяется в течение долгого времени. Благодаря этому свойству озон является естественным трассером в атмосфере, с помощью которого исследователи получили и продолжают получать ценные сведения об общей циркуляции и турбулентности атмосферы. Известно [1,3], что пространственные изменения вертикального распределения озона (ВРО) несут в себе отпечаток динамических и фотохимических процессов, происходящих в атмосфере. Из научных статей по фотохимической теории атмосферного озона [3,6] следует, что для слоя атмосферы ниже 30 км, где содержится около 70% озона, фотохимическая теория противоречит данным наблюдений. Это происходит главным образом потому, что фотохи-

мическая теория не учитывает турбулентности, горизонтальных и вертикальных движений в атмосфере.

На территории региона пока ведутся работы по результатам измерений озона, осуществленных на сети станций. Однако, работа по использованию спутников Земли для экологов-озонологов РК является только перспективным направлением.

В нижней тропосфере содержится основная часть атмосферной влаги, аэрозолей. Антропогенные факторы привели к изменению химического состава атмосферы. Загрязнителем называется вещество, присутствующее в атмосфере в количествах, превышающих его естественное фоновое содержание, и проявляющее себя в воздействии на человека, биосферу и материалы. Индекс загрязнения атмосферы региона [7] указывает на систематическое превышение допустимой нормы в 2,5-3,7 раз. Весовой коэффициент оксида углерода над остальными загрязняющими веществами составляет более 77,3%. Очищение воздушного бассейна от примесей имеет место в процессе выпадения атмосферных осадков. Этот эффект (естественное изъятие загрязняющих веществ в тропосфере) особенно важен при преимущественном загрязнении приземных слоев атмосферы.

Нижний слой тропосферы является своеобразной областью активного протекания неадиабатических процессов, весьма существенных для рассеяния вредных веществ воздушного бассейна. Проведенные в 70-х годах за рубежом авиационные исследования распределения концентраций загрязнителей показали, что при устойчивом направлении движения воздушных масс в тропосфере образуется единый шлейф, в котором быстро сглаживаются особенности индивидуальных источников выбросов. Такие шлейфы (трансграничный перенос) вызывают существенное загрязнение воздуха на расстояниях более 500—1000 км от источника, см. рис. 1-2. При этом в сопредельный регион зачастую попадают уже вторичные продукты (аэрозоли, альдегиды и др.), образовавшиеся в результате фотохимических превращений непосредственно в шлейфе воздушных загрязнителей.

Вопрос о трансграничном переносе примесей над регионом рассматривается на основе теории мезометеорологии и элементов влагооборота в атмосфере. Влагообороту в атмосфере принадлежит большая роль в экологической системе как одному из важнейших компонентов природной среды. Местные мезопроцессы это не только явления, которые возникают в области крупного масштаба и искажаемых локальными условиями, но это и явления, возникающие над ландшафтами района независимо от влияния общей циркуляции. О наличии разнообразных локальных атмосферных процессов и явлений на территории Казахстана показано в работе [8]. Воздушные течения переносят большие количества влаги в виде пара и в значительном виде в виде облаков (жидкой воды в тропосфере). Перенос вредных веществ от источника выброса до высоты проноса над данной территорией на другое по мере его перемешивания в воздушной

массе должен способствовать формированию уровня конденсации. Картина влагооборота в тропосфере является аналогом механизма переноса загрязняющих веществ в атмосфере [9].

Для оценки переноса примесей от источника выброса, находящейся внутри ограниченной территории, используется скорость удаления вредных веществ от некоторой начальной точки. Общеизвестно, что скорости движения непостоянны во времени, а на разных высотах неодинаковы как по направлению, так и по абсолютной величине. Отсюда, траектории движения частиц в тропосфере не прямолинейны, а криволинейны. Вследствие наличия больших колебаний уровня верхней границы пограничного слоя атмосферы расчетная эффективность переноса примесей в атмосфере (U в м/с) заменена скоростью переноса на постоянной высоте. Высота трансграничного переноса (внешний источник загрязнения) есть уровень, на котором скорость ветра равна скорости, с которой переносятся в целом вредные вещества в слое земля – 30 км.

Количество переносимой примеси атмосферы изменяется не только во времени, но и в зависимости от высоты столба воздуха, в связи с чем оценку времени пребывания вредных веществ над районом приходится выполнять для каждой высоты отдельно, а затем ввести осреднение как по времени, так и по высотам. Общее количество вредных веществ на высоте трансграничного проноса учитывается либо по слоям, либо суммарно в рассматриваемом столбе воздуха. Скорость проноса атмосферных субстанций в тропосфере (U) по территории Казахстана до сопредельной территории есть расчетная скорость в виде $U_i \approx \left(\frac{1}{h}\right) \int V(z) dz$. Приведенная аэрологическая климатическая характеристика (U , м/с) является вектором среднего преобладающего ветра в слое Земля-24 км. Рассмотрено от 66 до 201 случаев введенного вектора осредненного по вертикальным слоям ветра в атмосфере. Анализ проведен по фактическим данным радиозондирования на территории района. По аэрологическим данным различных городов РК получены расчетные эмпирические формулы.

Для района юга и юго-востока Казахстана:

$$U = 2,3V^{0,62}, r = 0,68, n = 80. \quad (1)$$

Балхаш-Илийский район:

$$U = 3,2V^{0,57}, r = 0,72, n = 66. \quad (2)$$

Регион южнее 47,2° с.ш.:

г. Кызылорда: $U = 4,1V^{0,36}, r = 0,61, n = 184. \quad (3)$

Регион севернее 47,2° с.ш. на территории РК:

г. Костанай: $U = 2,8V, r = 0,83, n = 201. \quad (4)$

г. Актобе: $U = 2,9\sqrt{V}, r = 0,74, n = 154. \quad (5)$

г. Караганда: $U = 2,3V^{0,6}, r = 0,88, n = 169. \quad (6)$

В приведенных формулах: r – коэффициент корреляции; V – фактическая скорость трансграничного проноса воздушных частиц на высоте 5,5 км, в м/с. Оценочные коэффициенты тесноты связи (r) имеют удовлетворительные значения, а коэффициент детерминации для всех эмпирических формул (r^2) выше 0,49.

Полученные формулы отражают эффект турбулентного перемешивания до высоты трансграничного проноса. Согласно эмпирическим формулам (1-6) вероятность выпадения вредных примесей в атмосфере на том или другом пути переноса связана как с вертикальным перераспределением концентрации загрязняющих веществ, так и с циркуляционными условиями. Причем, вследствие кривизны траектории движение частиц над исследуемым регионом оказывается более медленным по сравнению с фактическими скоростями воздушного потока на высотах от 5,5 км. Это приводит к отставанию рассчитанного движения в нижних слоях от действительного на высотах. Иначе, скорость движения частицы в данный день не зависит от скорости ее движения в предыдущие дни, поскольку скорости проносов до масштабов несколько тысяч км оказываются на каждый день существенно больше средних векторов ветра. В нашем случае, скорость сопоставляется с масштабом территории (L_1), где загрязняющие вещества смешиваются с примесями, принесенным с соседних территорий, а в дальнейшем выносятся за ее пределы. Время существования жизни загрязняющих веществ существенно влияет на процесс выпадения веществ за счет послонного распределения скорости ветра и температуры воздуха с высотой.

В итоге, внутри воздушного бассейна над территорией следует учесть наличие проноса потока примесей из вне воздушного бассейна и наличие загрязнения с учетом потока выброса от наземного выброса. В результате пополнения атмосферы вредными примесями часть ее остается на данной территории и сохраняется в течение времени жизни вещества, а часть уйдет как загрязняющий атмосферный сток до высоты проноса и далее за пределы рассматриваемой территории. К примеру, в работе [10] исследуется трансграничный перенос содержания метана в атмосфере в районе Санкт-Петербурга (рисунок 1 взят из упомянутой статьи).

В списке озонактивных примесей особое место занимает метан [10]. В последние десятилетия проводилось большое число исследований, посвященных определению содержания метана в воздухе и выявлению основных его источников. Такой интерес объясняется признанием значительной роли этого постоянного компонента в различных атмосферных процессах. Установлено, например, его участие в образовании озона в тропосфере в результате фотохимических реакций. Ряд исследователей считает, что окисление метана в стратосфере служит одним из главных источников оксида углерода и весьма важных промежуточных частиц — гидропероксидных радикалов. Наиболее высокое содержание метана (CH_4), порой достигающее 5 млн⁻¹ (на миллион по объему), наблюдается в воздухе над территориями, в недрах которых имеются крупные залежи нефти, природного газа или каменного угля [10]. Значитель-

ные колебания концентраций (CH_4) в приземном слое воздуха над сушей говорят о большом влиянии на его содержание ряда местных факторов.

Имеющиеся в настоящее время данные о глобальной эмиссии одновременно позволяют оценить среднюю продолжительность пребывания молекул метана в тропосфере. Эта величина определяется отношением общего содержания компонента (в г) и суммарной скорости эмиссии (в г/год). Особенность этого вещества заключается в том, что (CH_4) длительное время мигрирует, не разрушаясь в тропосфере, приблизительно равномерно распределяясь по всему земному шару, и, проникая в стратосферу, разлагается под действием солнечного ультрафиолета, разрушая озон. Средняя продолжительность пребывания метана в тропосфере равна 2-6 годам. Интенсивные полосы поглощения метана в ИК области спектра делают его важнейшим парниковым газом. Метан также играет важную роль в тропосферной и стратосферной химии. В частности, в тропосфере важны его реакции с гидроксидом и озоном, причем в стратосфере он служит источником водяного пара и водорода, а также стоком хлора.

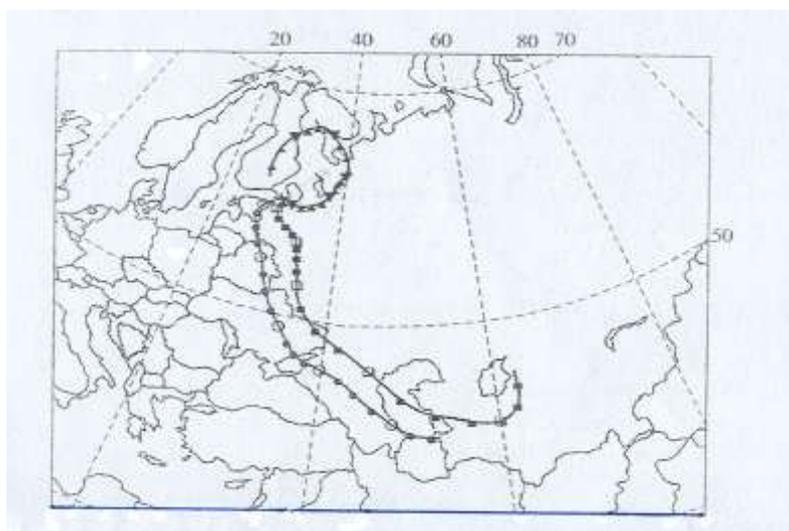


Рисунок 5.1 – Обратные траектории воздушных масс 27 – 30 апреля 1999г., согласно [10]

На рисунке 5.1 показана траектория проноса содержания метана от региона Санкт-Петербурга (Россия) до северных районов Каспия (Казахстан). Согласно работе [10] общее содержание метана изменялась от $3,61 \cdot 10^{19}$ до $3,34 \cdot 10^{19}$ мол \cdot см $^{-2}$ в процессе трансформации воздушных масс 27-30 апреля 1999 г., причем приземная концентрация при этом возрастала. Анализ обратных траекторий для периода 27-30 апреля показал, что воздушная масса, находившаяся 27 апреля в районе Санкт-Петербурга, в течение нескольких суток перемещалась над районами материка, где расположены интенсивные источники метана.

В работе [9], рассматривается вопрос о распространении озоноразрушающих веществ и переноса водяного пара от района Каспия, см. рисунок 2. Известно, что при эксплуатации нефтяных месторождений имеет место тепловое воздействие на атмосферу в результате сжигания попутных газов, преимущественно метана, азота, кислорода и диоксида углерода. Углеводороды

играют доминирующую роль в энергосырьевом балансе на территории региона. Утечка углеводорода и других сопутствующих газов приводит часто к необратимым трансформациям во всех окружающих средах, испытывающих техногенную нагрузку. Сопоставление двух форм траектории на рисунках 5.1-2 показывает, что динамические процессы разного масштаба влияют на приземный озон, т.к. они обеспечивают горизонтальный дальний перенос воздушных масс с различным содержанием загрязняющих веществ и вертикальный обмен между различными слоями атмосферы (обмен между пограничным слоем и свободной тропосферой, а также стратосферно-тропосферный обмен).

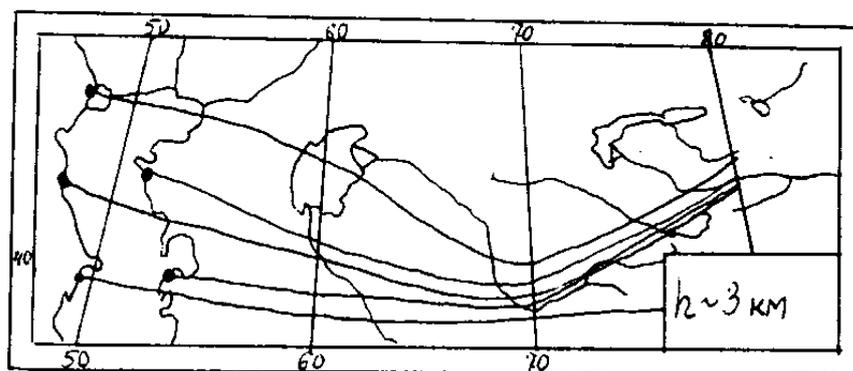


Рисунок 5.2 – Форм траектории воздушных частиц от акватории Каспия до сопредельных районов на высоте 3 км

На рисунке представлены изолинии, с вероятностью более 65%, переноса воздушных частиц на уровне 3 км от акватории Каспия в глубь региона. Осредненные данные получены для реальных условий теплого времени года за пятилетний период. Из рисунка 5.2 видно, что траектории воздушных частиц на уровне три км отклоняются друг от друга по скорости (густота изолинии) и направлению потока. Кривизна траектории для уходящей воздушной частицы из района акватории на высоте 3 км наблюдается разворот частицы по часовой стрелке (антициклональное вращение) и далее, уход в южные и юго - восточные районы Казахстана. В процессе поступления влаги из акватории моря воздушная частица смещается на север. Вероятность воздействия нефтегазоносных веществ на разной высоте может оказаться долговременной. Основной отток и приток влаги и атмосферного озона в тропосфере осуществляется в тесной связи от устойчивости трансграничного переноса влаго-несущих частиц над регионом. Очевидно, что кривизна изолинии (см. рисунок 5.2) вдоль 60 °в.д. обусловлена эффектом прилипания воздушных частиц к горной системе юго-востока Казахстана. Результаты исследований траектории воздушных частиц над пунктами указывают на то, что процесс загрязнения воздушного бассейна связан с нисходящими движениями на нижних и средних высотах тропосферы [9, 11]. В работе [11] показано, что для городских условий г.Алматы осаждение над подстилающей поверхностью является важнейшим каналом стока озона. В условиях инверсии температуры в средней тропосфере и

систематические ночные радиационные инверсии могут отражаться на характере среднего суточного хода концентрации приземного озона.

Выше приведенный материал показывает, что метеорологические условия влияют на содержание примесей в воздушном бассейне атмосферы, но не так значительно, как антропогенные факторы. Однако не ясным остается вклад сухого осаждения в баланс озона, что, очевидно, требует проведения специальных исследований [12].

Согласно работе [12] полученные экспериментальные данные в районе г. Алматы убедительно свидетельствуют о существенной роли стока озона на пылевых частицах. Приближенная оценка величины эффективности активных столкновений озона с поверхностью аэрозольных частиц дает величину $\gamma \approx 2-5 \cdot 10^{-6}$, где γ – коэффициент эффективности гибели молекул озона на некоторых веществах, моделирующих естественные твердые аэрозольные частицы, например для $\gamma(\text{Al}_2\text{O}_3) \sim 10^{-5}$. Автором показано, что зависимость между содержанием городским аэрозолей и концентрацией атмосферного озона оказалась достаточно сложной и неоднозначной, что обусловлено протеканием в атмосфере ряда физических и химических процессов. Эти факторы могут различным образом влиять на общее содержание озона в атмосфере и на его концентрацию в приземном слое, см. рис..3, [12].

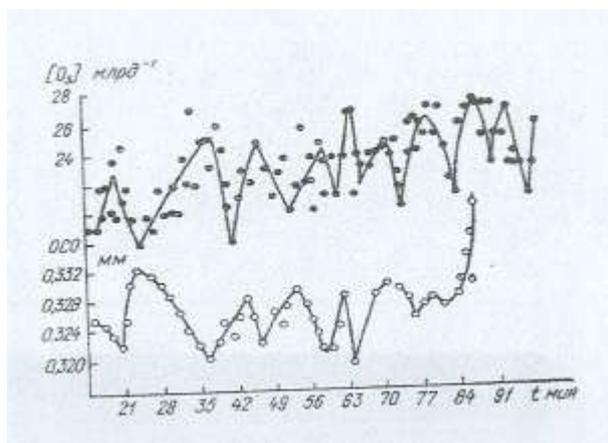


Рисунок 5.3 – Связь между общим содержанием озона (мм) и его концентрацией в приземном слое (г. Алматы, 1 августа 1986 г., согласно [12])

Согласно приведенной иллюстрации (см. рисунок 5.3), обнаруживается синхронный зеркальный ход вариаций общего содержания озона и концентрации приземного озона до 72-й минуты параллельных наблюдений ОСО и $[\text{O}_3]$. Отсутствие этой зависимости после 72-й минуты наблюдений связано с резким усилением интенсивности коротковолнового излучения при значительном подъеме солнца над горизонтом. Автор [12] делает вывод, что увеличение общего содержания озона может повлечь его уменьшение в приземном слое из-за ослабления интенсивности озonoобразующей радиации. Отсюда следует отметить, что воздействие радиации на содержание озона во всей толще и в нижних слоях атмосферы может быть различным.

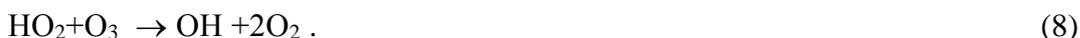
Тропосферный озон в приземном слое воздуха внутри города практически связан с антропогенным фактором. Воздушный бассейн г. Алматы имеет свои источники озона, чем приток его из нижней стратосферы. В частности, в статье [11] показано, что наибольшая эффективность процессов фотохимического увеличения концентрации озона имеет место в воздушном бассейне г. Алматы ночью и ранним утром, поскольку в это время минимальна интенсивность процесса конвективного обмена между пограничным и более высоким, обогащенным озоном, слоями атмосферы. Условия движения автомобильного транспорта внутри города влияют на общее загрязнение атмосферного воздуха в различной точке городской местности. Получено, что фоновая средняя концентрация пыли (в $\text{мг}/\text{м}^3$) в приземном слое воздуха, находящейся в районе 800-900 м над уровнем моря, колеблется от 0,145 до 0,355, а максимальные значения от 0,79 до 1,11 в $\text{мг}/\text{м}^3$. Для городских районов, расположенных ниже 600 м над уровнем моря, характерны средние концентрации от 0,194 до 0,220 (в $\text{мг}/\text{м}^3$), а максимальные значения – от 0,62 до 0,79. Концентрация диоксида азота и SO_2 не связаны между собой в различные сроки. Концентрация диоксида азота в срок 03 час взаимосвязана со сроком 19 час, коэффициент корреляции достигает 0,69. Утренняя концентрация SO_2 связана концентрацией в срок 13 час с коэффициентом 0,26, а к сроку 19 ч. увеличивается до 0,37. Связь между концентрациями в срок 13 и 19 час равна 0,48. Из этих данных следует, что как состав, так и количество выхлопных газов является функцией средней скорости автомобиля на определенном участке города. Корреляционный анализ распределения пыли внутри городского пространства показал, что запыленность пыли в приземном слое тропосферы смещается с верхней части города в нижнюю, при этом частный коэффициент корреляции составил от 0,23 до 0,48. В работе [11] приведена связь фоновой концентрации дневных значений окиси углерода ($n_{\text{CO,день}}$) с утренними, в виде $n_{\text{CO,день}}=1,38+0,64 \cdot n_{\text{CO,утро}}$, здесь $R^2=0,43$ для 115 случаев измерения.

Эмпирическая формула взаимосвязи фоновой концентрации ($\text{мг}/\text{м}^3$) окиси углерода с пылью для 345 случаев измерения внутри города г. Алматы можно представить в виде $n_{\text{CO}}=1,41+4,73 \cdot n_{\text{п}}$, здесь коэффициент детерминации $R^2=0,32$. Эти данные подтверждают, что вес этих веществ, выделенных за единицу времени или пройденного пути, является более удовлетворительным показателем. Различия в концентрациях загрязняющих веществ при различных режимах работы автомобильных двигателей не позволяют точно определить количество загрязняющих веществ, поскольку объем выхлопных газов также варьирует.

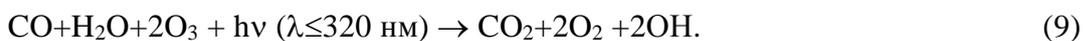
Образование озона в нижних слоях атмосферы может происходить и при загрязнении воздуха различными углеводородами. Если следовать работе [12], то суммарная реакция в присутствии H , OH , HO_2 , NO_x имеет вид:



При этом обычно наблюдается возникновение мелкодисперсных аэрозолей. Приведенная цепочка реакций может идти с разной скоростью в зависимости от концентрации NO, так как конкурентом реакции для NO_x является реакция распада молекул озона:



Только при NO ≥ 1 млрд⁻¹ NO₂ преимущественно реагирует с NO, не с O₃. Реакция гибели озона в загрязненном воздухе в конечном виде будет:



Автор статьи [12] приходит к выводу, что разные углеводороды по-разному взаимодействуют с реагентами в реакциях генерации и гибели озона. В процессах образования озона практически не участвуют предельные углеводороды. Озон играет важную роль в окислении ряда углеводорода и существует корреляция между загрязнением воздуха органическим соединениями и концентрациями озона, и мелкодисперсных аэрозолей.

Из вышеприведенной информации следует, что для описания региональных особенностей пространственно-временного распределения атмосферного озона многое зависит от накопления данных о структуре озоносферы и процессах в ней и получения необходимой информации о вертикальном распределении озона. К сожалению, на территории республики Казахстан регулярное измерение вертикального распределения озона (ВРО) до сих пор нигде не производится.

Методика определения вертикального распределения озона складывается из методики проведения измерений поглощения УФ излучения Солнца и из методики решения задачи восстановления (ВРО) по данным о поглощенной УФ радиации Солнца. Эта проблема при измерениях во многом упирается в точное наведение прибора на солнце (или на центр диска солнца). Данная задача достаточно сложна в техническом исполнении. Следует учесть, что решение некорректных задач оптического зондирования во многом определяется качеством априорной информации решения, то есть тех же статистических данных озонзондирования. Сеть станций озонного зондирования, непосредственно измеряющих концентрацию озона на высотах, является единственным надежным источником сведений о вертикальном распределении озона. В настоящее время для процессов в озонном слое и для задач оптического зондирования привлекают данные измерений на отдельных станциях, поскольку из-за высокой пространственно-временной изменчивости трудно получить профили озона, характерные для достаточно больших регионов. Только в том случае, если определены временные интервалы и области в пространстве, в которых вертикальные профили достаточно однородны и устойчивы, можно получить статистические характеристики, репрезентативные для выделенных районов.

Для построения модели плотности озона в тропосфере и нижней стратосфере пригодны лишь данные озонзондовых измерений, поскольку спутниковые измерения, в большинстве случаев, не позволяют получать данные о плотности озона ниже уровня 30 мб. Число репре-

зентативных стационарных станций до сих пор невелико, подъемы озонзондов производятся всего один раз в неделю, измерения отягощены значительными погрешностями. В распоряжении ВМО глобальной сети имеются данные около 30 станций озонного зондирования в северном полушарии, в том числе - 18 регулярно действующих. Однако расположены они чрезвычайно неравномерно, а именно всего в четырех регионах: Западной Европе, Северной Америке, Японии, Индии. Поэтому построение различной модели плотности озона с использованием только данных озонного радиозондирования невозможно.

Особый интерес представляет статья [13], где описаны новые методы для измерения вертикального распределения озона, включая измерения озона с помощью искусственных спутников Земли. С помощью этих новых технических средств можно одним и тем же прибором производить измерения озона в глобальном масштабе и, что особенно важно, измерять вертикальное распределение озона над труднодоступными районами земного шара. За последние несколько лет стали быстро развиваться методы измерения вертикального распределения озона, так что частично уже имеются необходимые данные и в ближайшем будущем можно ожидать дальнейшего улучшения в этом направлении. В качестве примера приведем восстановления профилей озона из натуральных измерений поглощения вблизи Алма-Аты согласно работе [13], (см. рисунок 5.4).

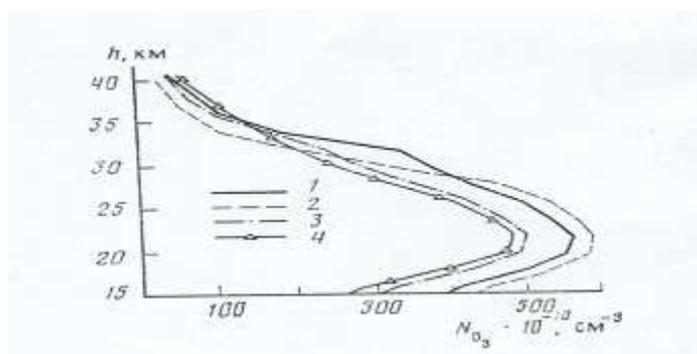


Рисунок 5.4- Вертикальный профиль атмосферного озона из натуральных измерений поглощения вблизи Алматы, согласно [13]: 1 – за 1.1V.1983 г.; 2- за 2. 1V. 1983 г.; 3- за 3. 1V. 1983 г.; 4- среднеклиматическое распределение озона

Для оценок общего содержания озона в вертикальном столбе атмосферы в районе г. Алматы авторы статьи [13] использовали экспериментальные измерения характеристик радиоизлучения и интегрального (по высоте) поглощения атмосферы во вращательных резонансах озона (O_3), приходящихся на миллиметровый диапазон радиоволн. На основе выполненного анализа осуществлена постановка обратной задачи по восстановлению высотных профилей озона $N_o(h)$ из наземных измерений интегрального поглощения в миллиметровом диапазоне волн. Достоинства зондирования озона атмосферы в микроволновом диапазоне состоят в наличии достаточно интенсивных и слабо перекрывающихся в информативной обла-

сти спектральных линий озона, в существенно меньшем влиянии аэрозоля на радиоволн характеристик и в возможности непрерывного по времени мониторинга озонового слоя.

Если следовать литературным источникам [3-5,12-14], то нарастание общего содержания озона в вертикальном столбе представляется в виде:

в средней стратосфере всегда озона больше и естественно нисходящие движения будут увеличивать концентрацию атмосферного озона в нижележащих слоях. При этом, одновременно в слое фотохимического равновесия образуется новый озон. Общее содержание озона над данным пунктом будет возрастать. Поскольку нисходящие движения сопровождаются адиабатическим нагреванием воздуха, а восходящие - охлаждением, целесообразно вести слежение за температурой и влагосодержанием воздуха на этих высотах. Макромасштабные движения на уровне 10 гПа, приводящие к глобальному перераспределению непрерывно образующегося озона выше 35 км, переносят озон вниз и способствуют увеличению общего содержания озона в вертикальном столбе. К тому же, озон сравнительно пассивно переносится при вертикальных движениях воздуха.

Из выше приведенной информации следует, что сток для атмосферного озона находится вблизи или на поверхности земли. Он обусловлен действием химических реакций, хотя в определенных ситуациях здесь могут быть большие локальные источники озона, образующиеся в результате химических реакций в загрязненном воздухе. Относительно однородное распределение тропосферного озона по вертикали указывает на то, что характерное время перемешивания озона в тропосфере мало в сравнении с характерными сроками его заноса и разрушения. Информация из литературных источников показывает, что крупномасштабные вихревые потоки могут играть важную роль в переносе озона из стратосферы в тропосферу.

Предварительный характер данной работы показывает, что статистики о вертикальном распределении озона над территорией Казахстана практически нет и требует дальнейшего расширения работ в этой области. Однако можно отметить, что применительно к региону целесообразно использовать статистический подход в задаче восстановления (ВРО) по наблюдениям эффекта обращения [14]. В этой работе показано, что расчеты можно проводить с учетом реальной аппаратной функции спектрофотометра Добсона, а предлагаемый статистический метод позволяет повысить разрешение получаемых озонных профилей при сохранении устойчивости вычислительной процедуры и улучшить точность восстановления, особенно для нижних слоев озонного профиля.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Перов С.П., Хргиан А.Х. Современные проблемы атмосферного озона. - Л.: Гидрометеопиздат, 1980. - 286 с.

2. Ровинский Ф. Я., Егоров В. И. Озон, окислы азота и серы в нижней атмосфере - Л.: Гидрометеиздат, 1986. - 184 с.
3. Хргиан А. Х. Физика атмосферного озона.- Л.: Гидрометеиздат, 1988.- 292 с.
4. Кондратьев К.Я. Глобальная динамика озона//Итоги науки и техники. ВИНТИ, сер. Геомагнетизм и высокие слои атмосферы.- Т.11. - М. : Наука, 1989. - 209 с.
5. Александров ЭЛ., Израэль Ю.А., Кароль ИЛ., Хргиан АХ. Озонный щит Земли и его изменения. - Санкт-Петербург.: Гидрометеиздат, 1992.- 288 с.
6. Кароль И.Л., Затевахин М.А., Ожигина Н.А., Озолин Ю.Э., Рамаросон Р., Розанов Е.В., Станкова Е.Н. Численная модель динамических, микрофизических и фотохимических процессов в конвективном облаке// Изв. РАН. Сер. физика атмосферы и океана. – 2000. – Т.36, 6. С.778-793.
7. Кенжибаев А.Т., Казова Р.А., Каипова З.К. О рассеивании инградиентов кислотных дождей над территорией Казахстана//5-я Международная научно-техническая конференция “Новое в охране труда, окружающей среды и защите человека в чрезвычайных ситуациях ”, - Алматы, 2002. Часть 11. – С. 249-253.
8. Ахмеджанов Х.А., Кенжибаев А.Т. Расщепление системы дифференциальных уравнений Гутмана для мезометеорологических процессов// Изв. АН КазССР. Сер. физ.- мат. 1975. № 5. С.5-11.
9. Есеркепова И.Б., Кенжибаев А.Т. К вопросу о распространении озоноразрушающих веществ и водяного пара от нефтегазоносного региона Каспия// Изв. научно-технического общества “Казах”, 2002, № 6.-С.58-65.
10. Макарова М. В., Поберовский А. В., Тимофеев Ю. М. Спектроскопические измерения общего содержания метана в районе Санкт-Петербурга//Изв. РАН. Сер. Физика атмосферы и океана, 2001, том 37, № 1, с. 67-73.
11. Кенжибаев А.Т., Каипова З.К. О формировании фотохимического смога под инверсионным слоем средней тропосферы над г. Алматы//Изв. Научно-технического Общества “Казах”. Тематический выпуск 1. - Алматы, 2005, № 1(12).- С. 125-135.
12. Ивлев Л.С. О влиянии пылевых выносов на концентрацию атмосферного озона //Атмосферный озон. Сборник научных трудов (межвузовский). - Л.: ЛГМИ.-1988. С.63-78.
13. Куликов Ю.Ю., Маркина Н.Н., Наумов А.П., Рыскин В.Г., Сумин Ю.И. Восстановление высотного распределения озона из наземных измерений интегрального поглощения в миллиметровом диапазоне волн.//Изв. АН СССР. Сер. Физика атмосферы и океана. 1988. Том 24. №12. С.1282-1291.
14. Фролов А. Д., Розенберг И. В., Дорофеев Е. В. Восстановление вертикального распределения озона по эффекту обращения на основе статистического подхода//Изв. АН СССР. Сер. Физика атмосферы и океана. 1988. Том 24. № 10. С. С.1078-1181.

6. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА ТЯЖЕЛОЙ БЫСТРО ОСЕДАЮЩЕЙ ПРИМЕСИ ВОЗДУШНЫМ ПОТОКОМ ПРИ БУРЯХ

Во время песчаной или пыльной бури при прохождении потока воздуха над источником частиц в планетарном пограничном слое атмосферы (ПСА) формируется несущий частицы твердой фазы поток. Сформировавшийся поток аэрозоля в ПСА крайне неоднороден. Наибольшая масса частиц содержится в нижних слоях приземного слоя атмосферы. С ростом высоты переноса концентрация частиц аэрозоля и их размер значительно уменьшается. После выхода такого двухфазного потока за пределы штормовой зоны и источника поступления в него тяжелых быстро оседающих аэрозолей, он начинает терять частицы, которые начинают осаждаться на поверхность земли под действием силы тяжести. Процесс седиментации частиц различного размера идет с разной скоростью. Более крупные частицы выпадают из потока первыми и близко от источника их выноса. Мелкие частицы улетают на значительные расстояния. Таким образом, формируется шлейф выноса частиц с постепенно уменьшающейся их концентрацией и спектром размеров по мере удаления от очага выветривания. Пылевые шлейфы бурь различного геометрического масштаба хорошо видны на космических снимках. Шлейфы в районе Аральского моря могут достигать в длину несколько сот километров. В других географических районах Земли в условиях сильных ветров шлейфы, состоящие из очень мелких частиц размером порядка одного и менее микрометра, имеют протяженность, достигающую иногда тысячу и более километров. Шлейфы такого масштаба характерны для пыльных бурь лессового плато Китая, выносов аэрозоля из пустыни Сахары.

В центральной Азии одним из наиболее мощных источников поступления в атмосферу природных аэрозолей является высыхающее дно Арала. В 60-х...80-х годах прошлого века выдуванию подвергались части дна, сложенные песчаными и супесчаными грунтами. Песчано-солевые бури в эти годы интенсивно исследовались силами научных коллективов Госкомгидромета СССР, Союзной и Республиканских Академий наук, других Министерств и ведомств путем экспедиционных наземных работ и самолетного зондирования. Это позволило создать физически хорошо обоснованные модели песчано-солевых бурь и получить оценки выноса и выпадения песчано-солевого аэрозоля в регионе Арала, изложенные в отчете по проекту за 2005 год. При дальнейшем снижении уровня воды в водоеме к осушенным песчаным и супесчаным грунтам присоединились поверхности, состоящие из алевритовых осадочных пород. Поведение такого мелкого аэрозоля в районе Арала совершенно не изучено. Не известен его элементный и ионный состав, содержание в атмосферных потоках, влияние на рассеяние и изменение спектрального состава солнечного излучения, и его радиационный баланс. Известно только, что алевриты состоят преимущественно из минеральных зерен (кварц полевой шпат, слюда и др.) размером 0,005...0,1 мм (5...100 мкм). Но детальная информация о функции распределения части по размерам отсутствует.

Алевритовые породы должны так же легко подвергаться выдуванию, как и песчаные, так как они содержат в своем составе те же наиболее легко перемещаемые ветром частицы размером 70...100 мкм. Наличие в них более мелких частиц размером 5...50 мкм должно приводить к формированию более длинных шлейфов выносов аэрозолей из-за большей продолжительности жизни этих частиц в атмосфере, т.е. к переносу частиц на большие расстояния.

Анализ космических снимков 2002...2004 годов подтверждает увеличившуюся повторяемость шлейфов пылевых выносов из района Арала и большую оптическую плотность их изображения. Это свидетельствует либо о большем обогащении потоков аэрозоля более мелкими частицами, либо о возросшей переносимой массе твердой фазы вследствие увеличения скоростей ветра при бурях. Возможно, что наблюдаются оба этих фактора. На рис. 6.1 представлены два снимка пыльных бурь из космоса на осушенном дне Арала, полученные в различные исторические моменты его обмеления.

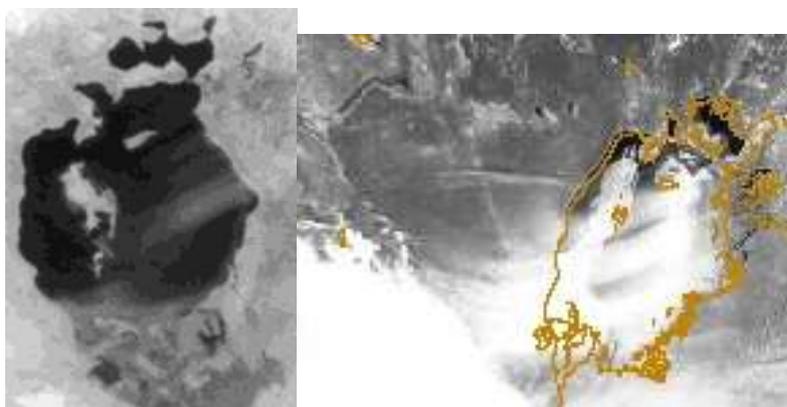


Рисунок 6.1. Космические снимки шлейфов выноса аэрозоля в различные исторические моменты обмеления Аральского моря. Слева – 10.09.1985 г., справа – 15.04.2003 г.

На левом снимке приведен шлейф песчано-солевой бури 10 сентября 1985 г., источником которой являлись песчаные осушенные поверхности у восточного берега моря. На правом снимке со спутника NOAA – 16 показан вынос аэрозоля 15 апреля 2003 г. уже с осушенной части поверхности дна, сложенной алевритовыми донными отложениями. Хорошо видна увеличившаяся оптическая плотность снимка шлейфа выноса этой бури по сравнению со снимком бури 1985 г.

Чтобы дать количественный прогноз выноса и выпадения Аральского аэрозоля на окружающую территорию по мере дальнейшего падения уровня воды в Большом море необходимо иметь следующую минимально необходимую прогностическую информацию.

- Метеорологическая часть параметров включает: число и продолжительность бурь, скорость и направление ветра во время бурь на прогнозируемый период.
- Гидрологический прогноз уровня воды в водоеме для определения геометрических размеров осушенной части дна моря.
- Прогноз дисперсного состава осушающихся грунтов дна;
- Прогноз содержания солей в составе грунтов и в потоке аэрозолей.

Прекращение работ по научному гидрометеорологическому мониторингу в начале 90-х годов 20 века за падением уровня Арала и его последствиями значительно снизило возможности для прогноза развития процессов дефляции осушенной части дна моря в нынешние времена. Из этого перечня параметров даже для современной оценки процессов выветривания мы располагаем очень урезанной информацией. В Казахстане МС Уялы перенесена в глубь континента и не отражает реально протекающие метеорологические условия на осушенном дне, МС О. Лазарева и МС Барса-Кельмес закрыты и не могут дать сведения о процессах пыльных бурь. Работающей метеостанцией в районе Аральской экологической катастрофы осталась только одна метеостанция – Аральское Море. Поэтому приближенную картину масштабов выноса Аральского аэрозоля в настоящее время можно получить лишь путем моделирования процессов ветрового переноса тяжелых быстро оседающих частиц грунта осушенной части дна водоема с привлечением информации с искусственных спутников Земли.

6.1 Описание восьмислойной модели переноса массы грубодисперсного аэрозоля и алгоритм расчета по ней

В отчете по проекту за 2005 г. подробно описана модель трансформации шлейфа песчаной бури по мере удаления от источника ветрового выноса грубодисперсного аэрозоля.

Для стационарного монодисперсного двухмерного потока частиц в пограничном слое атмосферы уменьшение массы аэрозоля в нем вдоль координаты x прямо пропорционально массе частиц песка в ветропесчаном потоке M на границе источника, гидродинамической крупности частиц ω_g и обратно пропорционально высоте подъема H и динамической скорости потока u_*

$$\frac{dM}{dx} = -K \cdot \frac{\omega_g}{u_*} \cdot \frac{M}{H}, \quad (1)$$

где K – коэффициент пропорциональности.

Решение этого дифференциального уравнения показало, что изменение массы аэрозоля в потоке вдоль координаты x вследствие их гравитационного выпадения описывается следующей экспоненциальной зависимостью

$$M(x) = M_o \exp\left(-K \cdot \frac{\omega_g}{u_*} \cdot \frac{x}{H}\right). \quad (2)$$

Численное значение $K = 0,22$ было оценено по измерениям Разакова и Косназарова [9,15], нашим экспедиционным исследованиям и результатам авиационного зондирования аэрозольных потоков в районе Аральского моря. Самолетное зондирование атмосферы в районе Арала показало, что верхняя граница слоя переноса мелкодисперсного аэрозоля в шлейфах бурь находится на высоте 400...1000 м. Массовая концентрация частиц твердой фазы потока в слое 400...1000 м возрастает во время бурь в 5...6 раз, наблюдается стабильная кривая распределения аэрозоля по раз-

мерам и максимальное содержание солей в нем. Выше, на высотах 1200...2500 м, было отмечено падение концентрации аэрозолей на два порядка, частицы отличались нестабильной функцией распределения по размерам [3]. По-видимому, в этом слое были уже частицы, поднятые мощными конвективными движениями.

Зондирование над Каракумами во время пыльной бури показало, что перенос так же ограничивался высотой около 1000 м. В слое 150...1000 м концентрация аэрозолей достигала 2250 мкг м^{-3} , а на высотах 1000...3000 м она уменьшалась почти на порядок – 334 мкг м^{-3} . По визуальным оценкам наблюдателей, чистой атмосфере соответствовали концентрации аэрозолей $10...90 \text{ мкг м}^{-3}$, дымке – от 30 до 350 мкг м^{-3} [5].

Проникновению аэрозоля в более высокие слои тропосферы мешает формирующийся слой температурной инверсии в верхней части двухфазного потока за счет радиационного нагревания частиц. Поэтому во время песчаных и пылевых бурь переносимые ветром частицы не выходят за пределы пограничного слоя атмосферы [11]. Таким образом, за верхнюю границу переноса аэрозоля, генерированного песчаными бурями, можно принять $H = 1000 \text{ м}$.

В отчете 2005 года с помощью уравнения (2) показано, как влияет размер частиц и динамическая скорость потока на дальность их переноса ветровыми потоками. Для получения трансформации содержания массы твердой фазы вдоль траектории переноса необходимо усложнить схему вычислений с использованием решения(2). Чтобы приблизить результаты моделирования к реальным условиям переноса полидисперсного быстро оседающего аэрозоля можно предложить следующую методологию вычислений.

Как показали наши измерения переноса песка во время бурь на осушенном дне Арала, вертикальные профили твердого расхода песка в приземном слое атмосферы описываются степенной функцией

$$q(z) = q_1 \left(z/z_1 \right)^{-0,57(w_g/u_*)} \quad (3)$$

где $q(z)$ – твердый расход песка на высоте z , $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; q_1 – то же на высоте z_1 ; w_g – скорость свободного падения частиц песка среднего геометрического размера на исследуемой поверхности (гидродинамическая крупность частиц); u_* – динамическая скорость.[13]

Экспериментальных исследований переноса массы полидисперсных аэрозолей в пограничном слое атмосферы (ПСА) не проводилось. Из теоретических исследований можно отметить лишь две работы. Баренблатт и Голицын исследовали поведение тонкого монодисперсного аэрозоля, для которого отношение $w_g/u_* \ll 1$. Поэтому они не рассматривали изменения размеров частиц с высотой переноса [1,14]. Каипов, при численном моделировании переноса частиц песка в ПСА, также рассмотрел только два выделенных им размера частиц – 20 и 90 мкм [13].

Для описания трансформации ветропесчаного полидисперсного потока реального песка нами были экстраполированы полученные экспериментальные зависимости изменения среднего геометрического размера частиц с высотой переноса и профилей твердого расхода на ПСА до высоты 1000 м. Такая экстраполяция профиля $q(z)$ при нейтральной стратификации атмосферы на весь ПСА не должна вызывать особых возражений, так как Баренблатт и Голицын получили для профиля концентрации аэрозоля в этих условиях тоже степенную зависимость, показатель степени которой также является функцией отношения w_g/u_* . Полный расход массы переносимого ветром песка в слое 0...1000м получается интегрированием $q(z)$ от 0 до 1000 м

$$Q_{z=1000} = \int_0^{1000} q(z) dz .$$

Далее в приземном и пограничном слоях атмосферы выделяются 8 слоев: 0...10; 10...50; 50...100; 100...200; 200...400; 400...600; 600...800 и 800...1000 м. Полный расход песка представляется в виде суммы общих расходов песка в выделенных слоях его переноса

$$Q_{z=1000} = \int_0^{10} q(z) \cdot dz + \int_{10}^{50} q(z) \cdot dz + \int_{50}^{100} q(z) dz + \int_{100}^{200} q(z) dz + \int_{200}^{400} q(z) dz + \int_{400}^{600} q(z) dz + \int_{600}^{800} q(z) dz + \int_{800}^{1000} q(z) dz .$$

Расчитываются отношения общих расходов песка в этих слоях к полному расходу в слое 0...1000 м

$$k_1 = \frac{Q_{0..10}}{Q_{z=1000}}, k_2 = \frac{Q_{10..50}}{Q_{z=1000}}, k_3 = \frac{Q_{50..100}}{Q_{z=1000}}, \dots, k_8 = \frac{Q_{800..1000}}{Q_{z=1000}} .$$

В уравнениях (1) и (2) рассматривается изменение перенесенной ветром массы песка M за промежуток времени τ , в течение которого наблюдалась буря. Так как Q_z является переносимой ветром массой песка в единицу времени через фронт переноса в один метр в слое высотой z метров, то общая масса песка, вынесенная из плоскостного источника частиц через этот фронт переноса, должна определяться интегралом

$$M = \int_0^{\tau} Q_z(t) dt .$$

На практике мы имеем не непрерывную функцию $Q_z(t)$, а определенную за достаточно продолжительные интервалы времени средние величины. Поэтому M определяется либо суммированием произведений $Q_{zi} \cdot \Delta t_i$,

$$M = \sum_{i=1}^n Q_{zi} \cdot \Delta t_i ,$$

где Q_{zi} – расход песка в интервале времени Δt_i , либо умножением осредненного расхода песка за бурю на её продолжительность $\overline{Q_z} \cdot \tau$

$$M = \overline{Q_z} \cdot \tau.$$

Первый вариант предпочтителен в нестационарных условиях переноса, когда Q_{zi} меняется в больших пределах. Второй удобен при стационарных процессах переноса.

Следующий, входящий в расчетную формулу (2), параметр – динамическая скорость u_* . Динамическая скорость потока u_* является наиболее важной характеристикой приземного и пограничного слоев атмосферы. Она является мерой интенсивности турбулентного пульсационного движения и мерой переноса импульса пульсациями потока. Как известно, при безразличной температурной стратификации приземного слоя атмосферы динамическая скорость определяет локальное значение коэффициента турбулентности на любом из его уровней: $k_{zi} = \kappa \cdot u_* \cdot z_i$, где $\kappa = 0,4$ – постоянная Кармана, z_i – высота над поверхностью. Кроме того, динамическая скорость необходима для прогнозов локальных и крупномасштабных атмосферных процессов, так как ее горизонтальные градиенты определяют величины вертикальных движений воздуха вследствие его трения о поверхность Земли при перемещении [1,2,4,6,7,8,14].

Зная динамическую скорость легко определить и касательное напряжение в воздушном потоке, так как динамическая скорость u_* и касательное напряжение τ , связаны между собой равенством $\tau = \rho \cdot u_*^2$, где ρ – плотность воздуха. Поэтому очень важно иметь её значение и использовать при исследованиях песчаных бурь.

Значение динамической скорости в формуле логарифмического профиля ветра определяет масштаб скорости ветра и может рассматриваться как показатель влияния скорости свободного потока на низкие уровни, испытывающие тормозящее влияние подстилающей поверхности.

$$u(z) = \frac{u_*}{\kappa} \ln \frac{z}{z_0} \quad (4)$$

По-видимому, именно поэтому в западной научной литературе u_* называют скоростью трения.

Поскольку динамическая скорость u_* непосредственно не измеряется, а определяется по измерениям профиля ветра, что довольно трудоемко и не всегда возможно, на практике целесообразно выражать ее через скорость ветра на каком-нибудь уровне приземного слоя атмосферы, удобном для измерений. Часто такие измерения ведутся на высотах 0,5 и 2 м (градиентные и теплбалансовые наблюдения) или 8...12 м (срочные измерения ветра на метеостанциях).

В чистых однофазных воздушных потоках скорость ветра и динамическая скорость связаны линейно, как это видно из уравнения (4)

$$u_* = c \cdot u_z,$$

где $c = \frac{1}{\frac{1}{\kappa} \ln \frac{z}{z_0}} = \frac{\kappa}{\ln \frac{z}{z_0}}$ является постоянной величиной, так как параметр шероховатости z_0

имеет постоянное значение, характерное для каждой поверхности [4,7,8].

В двухфазном ветропесчаном потоке параметр шероховатости z_0 не является постоянной величиной и растет по мере увеличения u_* по зависимости

$$z_0 = \frac{1}{30} x_0 \left(\frac{(u_*^2 - u_{*k}^2)}{gx_0} \right)^2,$$

где g – ускорение свободного падения, x_0 – средний геометрический размер частиц песка [13].

Это приводит к нелинейной зависимости между скоростью ветра u на фиксированной высоте z и динамической скоростью потока. Впервые на это было указано еще в 70-х годах при исследовании песчаных бурь в Прибалхашье [12]. Несколько позже теоретически была подтверждена нелинейность этой зависимости Э.К. Бютнер[2].

На рис. 6.2.1 и 6.2.3 приведены эмпирические зависимости $u_* = f(u_z)$ для двух уровней измерения – 2 и 9 метров. Зависимости получены по результатам наших градиентных измерений профилей скоростей ветра $u(z)$ на 16-ти метровых мачтах во время песчаных бурь на осушенной части Арала в 13 экспедициях за 1980...1998 годы.

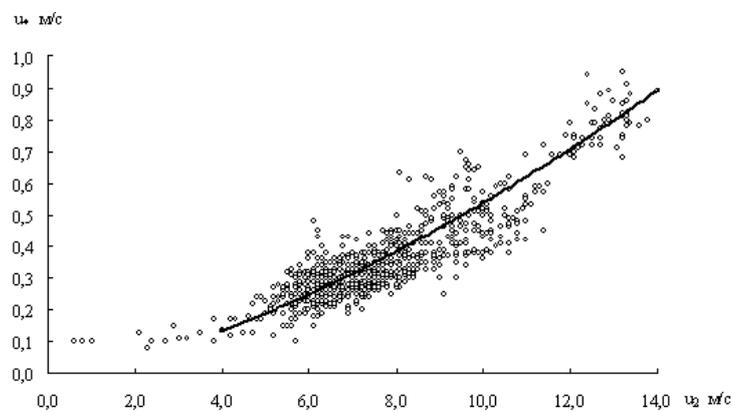


Рис.6.21. Зависимость динамической скорости потока u_* от скорости ветра на высоте 2 м во время песчаных бурь и поземков.

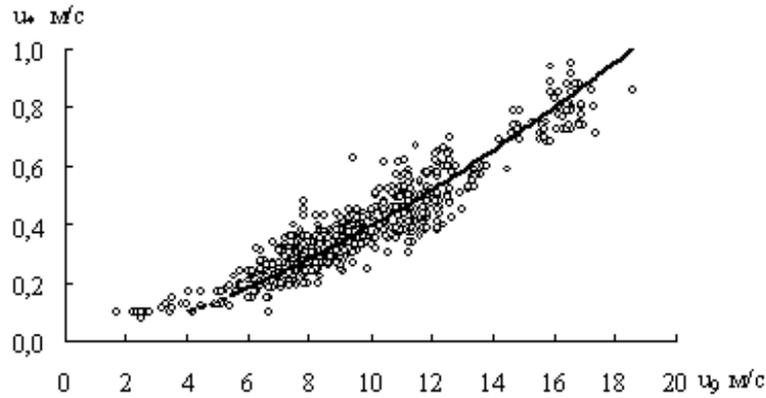


Рис. 6.2.23. Зависимость динамической скорости потока u_* от скорости ветра на высоте 9 м во время песчаных бурь и поземков.

Полученные экспериментальные зависимости на рисунках аппроксимируются следующими формулами. Для высоты измерений 9 метров

$$u_* = 1,25 \cdot 10^{-2} \cdot u_9^{1,5}, \quad (5)$$

и для уровня 2 метра

$$u_* = 1,7 \cdot 10^{-2} \cdot u_2^{1,5}.$$

(6)

В формулах (5) и (6) u_* и u_z измеряются в м/с. Для целей метеорологического прогноза пыльных бурь и интенсивности переноса частиц твердой фазы ветром наибольший интерес представляет уравнение (6). Оно позволяет получить значения u_* по скорости ветра, измеренной на метеорологических станциях на высоте ветроизмерительных приборов

Распределение частиц по размерам у подвижных и полужакрепленных песков хорошо аппроксимируется логарифмически нормальным распределением с плотностью вероятности

$$f(d) = \frac{0,434}{\sigma_{\lg d} d \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(\lg d - \lg d_0)^2}{2\sigma_{\lg d}^2} \right],$$

где d – размер песчинок; d_0 – их средний геометрический размер; $\sigma_{\lg d}$ – среднее квадратическое отклонение логарифмов размеров частиц. Это распределение полностью описывается двумя параметрами – d_0 и $\sigma_{\lg d}$ [11]. Для определения размеров частиц на верхней границе каждого слоя были привлечены измерения дисперсного состава песчаного аэрозоля с логарифмически нормальной массовой функцией распределения по размерам на различных высотах приземного слоя атмосферы, выполненные экспедициями КазНИГМИ во время бурь на Арале.

На рис.6.2 приведены результаты этих исследований над песчаной поверхностью со средним геометрическим размером частиц в поверхностном слое $d_0(0)$ во время очень сильной бури. Точками

на рисунке обозначены экспериментальные определения отношения $d_0(z)/d_0(0)$ в 16-ти метровом приземном слое атмосферы, где $d_0(z)$ – средний геометрический размер частиц песка на высоте переноса z .

Полученная зависимость была экстраполирована до высоты 1000 м. С кривой были сняты значения $d_0(z)/d_0(0)$ для верхних границ каждого из восьми принятых для расчетов слоев переноса, получены средние геометрические размеры частиц на этих уровнях и рассчитаны скорости их свободного падения (гидродинамическая крупность частиц) w_g по формуле Стокса. Ниже приводятся результаты этих вычислений

z , м	0	10	50	100	200	400	600	800	1000
d_0 , мкм	120	70	60	54	49	44	41	40	38
w_g , см/с	80	39	28,6	23,2	19,2	15,4	13,2	12,7	11,5

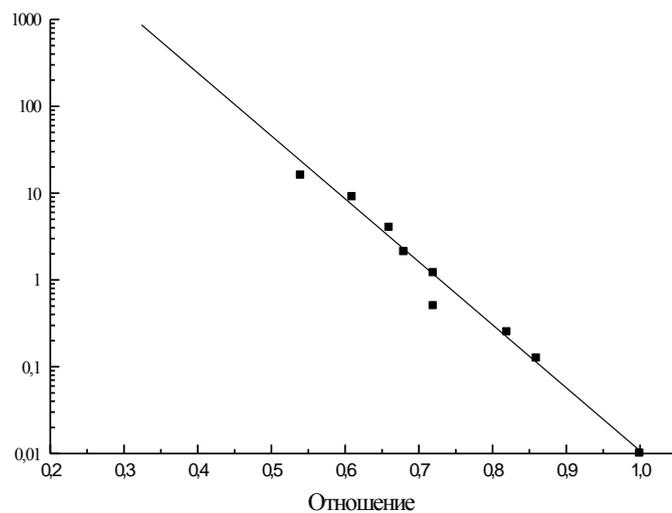
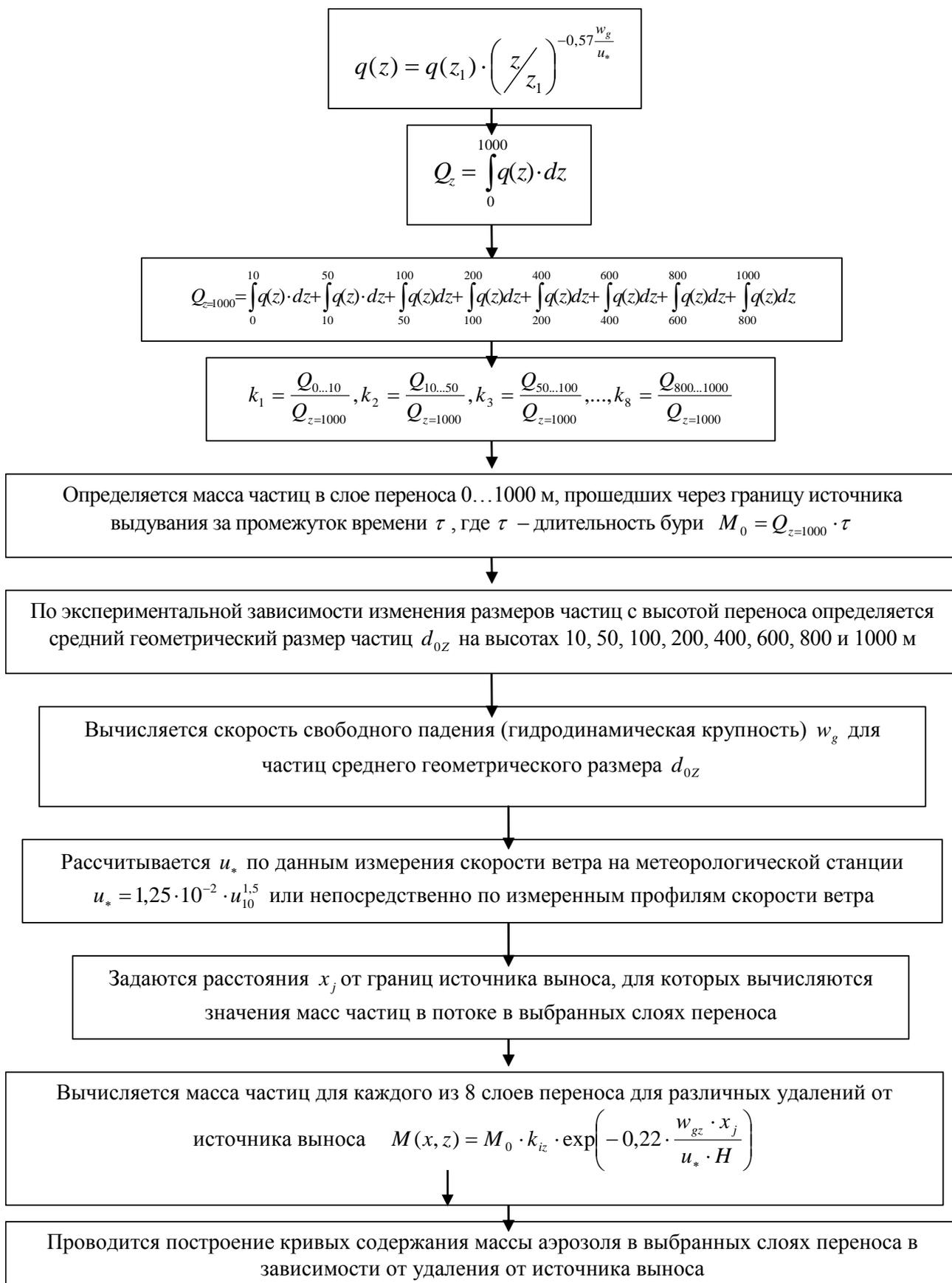


Рисунок 6.2.3. Изменение с высотой переноса отношения размеров частиц $d_0(z)/d_0(0)$.

Таким образом получают значения M_0 , u_* и $w_g(z)$, необходимые для вычислений по формуле (2). Полностью алгоритм расчета представлен ниже.

Алгоритм расчета массы частиц аэрозоля в пограничном слое атмосферы на различном удалении от источника выноса при песчаных бурях.



6.3 Моделирование переноса грубодисперсного аэрозоля с осушенной части дна Арала на примере очень сильной песчаной бури

Описание песчаной бури 15...16 июня 1984 года. Очень сильная и продолжительная песчаная буря 15...16 июня 1984 года проходила над осушенной частью дна Аральского моря. В это время здесь проводила комплексные градиентные измерения на 16-ти метровых метеорологических мачтах экспедиция Казахского научно-исследовательского гидрометеорологического института (КазНИГМИ). Измерения выполнялись на осушенном дне Арала на массиве подвижных песков площадью несколько сотен квадратных километров вблизи бывшего мыса Карашокат. Место для работы экспедиции было выбрано на краю массива. Дисперсный состав песков описывался логарифмически нормальным распределением со средним геометрическим размером частиц $d_0 = 120$ мкм и средним квадратическим отклонением логарифмов размеров $\sigma_{\lg d} = 0,11$ [11].

Рельеф на месте проведения исследований представлял плоскую равнину, покрытую подвижными барханными цепями со средней высотой от 0,6 до 0,8 метра. Межбарханные понижения, сложенные песчаными грунтами, были покрыты тонкой солевой коркой, влажной в ночные и ранние утренние часы. Растительность отсутствовала. Метеорологическая мачта была установлена в межбарханном понижении на расстоянии около километра от края массива. Воздушный поток при СЗ и З направлениях ветра проходил над массивом подвижных песков больше 10 км, что позволяло ему достигать достаточно большого насыщения аэрозолями, участвующими в процессе диффузии. Измерения КазНИГМИ позволили хорошо изучить это стихийное явление погоды.

Буря началась 15 июня в 17 часов местного времени и окончилась 16 июня в 19 часов. Она возникла при прохождении холодного фронта, связанного с выходом южного циклона. Циклон образовался над акваторией Каспийского моря 14 июня и начал быстро смещаться в ССЗ направлении, 15...16 июня его центр уже находился в районе Актюбинска. Давление в центре циклона достигало 1000 гПа. В его тыловой части наблюдалась адвекция холода, с которой было связано формирование вторичных холодных фронтов. Отмечалось быстрое падение давления перед фронтальным разделом, достигавшее 3...4 гПа за 12 часов. За фронтальным разделом располагалась зона высокоградиентного поля. Средняя скорость ветра во время бури достигала 16...21 м/с с порывами до 25 м/с, дальность видимости уменьшалась до 50 м и менее. Такая низкая видимость сохранялась до конца дня 15 июня. Днем 16 июня в течение почти 17 часов видимость оставалась такой же плохой, лишь изредка увеличиваясь на несколько минут до 100...150 м. Только после 16 часов началось ее постепенное улучшение и к 17 часам она возросла до 200...300 м. В 19 часов буря перешла в интенсивный песчаный поэм. Средняя скорость ветра в этот момент упала до 10 м/с, видимость увеличилась до 1000 м.

15 июня во время начала бури облачность составляла 10 баллов. Нижняя граница ее была на значительной высоте, и, по-видимому, это явилось причиной отсутствия осадков при прохождении фронтального раздела. В утренние часы 16 июня облачность еще сохранялась, но к полудню

ее уже не стало. Тем не менее, в продолжение всей бури небо было серым, лишь небольшая область в зените во второй половине дня выглядела серо-голубой. После появления солнца из-за облаков оно едва угадывалось на небосводе не оставляя на поверхности теней от предметов.

Температура во время бури в послеполуденные часы достигала 24 °С и упала на 4,5 °С по сравнению с предшествующими ей сутками. Существенным оказалось влияние взвешенного в воздухе аэрозоля и на суточную амплитуду температуры, которая сократилась до 7 °С, тогда как в предшествующие ясные сутки она достигала 13...15 °С.

Большие изменения во время бури произошли в строении поверхности и особенно эоловых форм рельефа всех масштабов. Эоловая рябь утром 16 июня приобрела вначале нечеткие размытые формы, а затем и вовсе исчезла. С барханов был снесен слой песка мощностью до 25...35 см. К концу бури полностью обнажились их влажные внутренние горизонты и из привычной серповидной формы барханы перешли в овальную, сглаженную, похожую на плосковыпуклые линзы. За пределами массива подвижных песков на закрепленном растительностью осушенном дне моря на расстоянии нескольких сот метров поверхность оказалась покрыта слоем песка мощностью несколько сантиметров, за кустами растений сформировались косы навевания.

Открытие влажных горизонтов барханов при их передвижении ветром влияло на расход твердой фазы потока и эффект ускорения. К восьми часам утра 16 июня примерно 30 % площади барханов оказалось занятой влажным песком, обнажившимся после перемещения барханов по направлению ветра. К 15 часам площади влажного песка значительно возросли, и это сказалось на режиме бури, он стал нестационарным. Поверхностный слой влажного песка быстро подсыхал до влажности ниже критической и вновь вовлекался в ветровой перенос, но это приводило к уменьшению интенсивности переноса массы твердой фазы потока, улучшению видимости и перемежающемуся режиму процесса ускорения. Ускоренные профили скорости ветра чередовались с логарифмическими в моменты снижения расхода песка. К 17 часам большая часть поверхности оказалась сложенной влажным песком, что привело к уменьшению диффузионного потока частиц, улучшению дальности видимости и окончанию эффекта ускорения потока. Профили ветра стали логарифмическими, несмотря на сохранившиеся еще большими средние скорости потока до 17 м/с и сальтационную составляющую потока массы песка.

Окончание бури было таким же внезапным, как и ее возникновение. В конце бури в 19 час 20 мин средняя скорость ветра быстро снизилась с 17,6 до 11,3 м/с на высоте 16 м, что привело к окончанию переноса песка. Температура воздуха упала в эти последние минуты на 1,4 °С, локальное число Ричардсона Ri_1 возросло вдвое с $-0,005$ до $-0,01$, масштаб Монино-Обухова L_0 уменьшился с 255 до 60 м. Перенос песка перешел в прерывистый поземок, а затем и вовсе прекратился. Приведенное описание бури и физические параметры позволяют отнести её к стихийному метеорологическому явлению погоды.

Измерения во время этой бури проводились только 16 июня. Поэтому и моделирование выполнено только для этой даты. Полученные вертикальные профили твердого расхода песка, значения их параметров, общий расход в приземном слое атмосферы, высота которого во время бури достигала 140...170 м, и динамическая скорость представлены в таблице 1 [11]. Анализ данных таблицы позволяет принять условия переноса достаточно стационарными, и моделировать ветровой перенос массы за пределами источника выноса по средним значениям общего расхода $\overline{Q_z}$ и динамической скорости u_* . Продолжительность переноса при моделировании была принята равной $\tau = 8,8$ часа или 31680 с, средний расход песка в 1000-и метровом слое взят равным $\overline{Q_z} = 4,1 \cdot 10^{-2}$ кг/(м с). Непосредственно измеренные профили скорости ветра и твердого расхода песка во время бури позволили использовать при моделировании более точные данные о $\overline{Q_z}$ и u_* (Табл. 1). При их отсутствии необходимо применять рассчитанные данные, как это указано в алгоритме расчета.

Большой интерес представляет не только конечный результат моделирования переноса аэрозоля, но и некоторые промежуточные его этапы. Наибольший научный и практический интерес представляет оценка масс частиц, переносимых в различных слоях приземного и пограничного слоев атмосферы на выходе ветропесчаного потока из источника выноса. Ниже приводятся их нормированные величины на значения полного расхода в 1000-и метровом слое переноса.

$z_1 - z_2, \text{ м}$	0...10	10...50	50...100	100...200	200...400	400...600	600...800	800...1000
$\frac{Q_{z1} - Q_{z2}}{Q_{z=1000}}$	0,808	0,082	0,0298	0,027	0,0246	0,0133	0,009	0,007

Хорошо видно, что наибольшая масса песка переносится в нижней части приземного слоя атмосферы – до 81% её содержится в слое 0...10 м. Во всей толще приземного слоя, мощность которого достигала во время бури около 150 м, перемещается до 94% массы песка. На долю пограничного слоя атмосферы приходится 6% массы песка. Эти числа опровергают сложившееся среди большинства географов–пустыноведов мнение, что достаточно исследовать только нижний метровый слой песковветрового потока. Такие измерения позволительно делать только над крупным песком со средним геометрическим размером свыше 170...180 мкм. Ясно так же, что в дальнем переносе участвует не более 5...6 % от всей перемещаемой ветром массы песка. При более слабых бурях, по сравнению с рассматриваемой, доля частиц, участвующих в дальнем переносе, будет значительно меньше.

Результаты моделирования дальности переноса массы частиц в различных выбранных нами слоях атмосферы при стихийной песчаной буре представлен на рисунках 6.3.5...12. При моделировании окончание расчетов было задано уменьшением массы частиц, переносимой через фронт переноса в один метр, до значения 10 мкг. Это граничное условие следует в дальнейшем уточнить, так как в этом вопросе существует некоторая неопределенность.

На рисунке 6.3.1 видно, что частицы из самого нижнего слоя 0...10 м выпадают из потока на расстоянии около 2 км. В полосе шириной в один метр на этом расстоянии на поверхность выпало

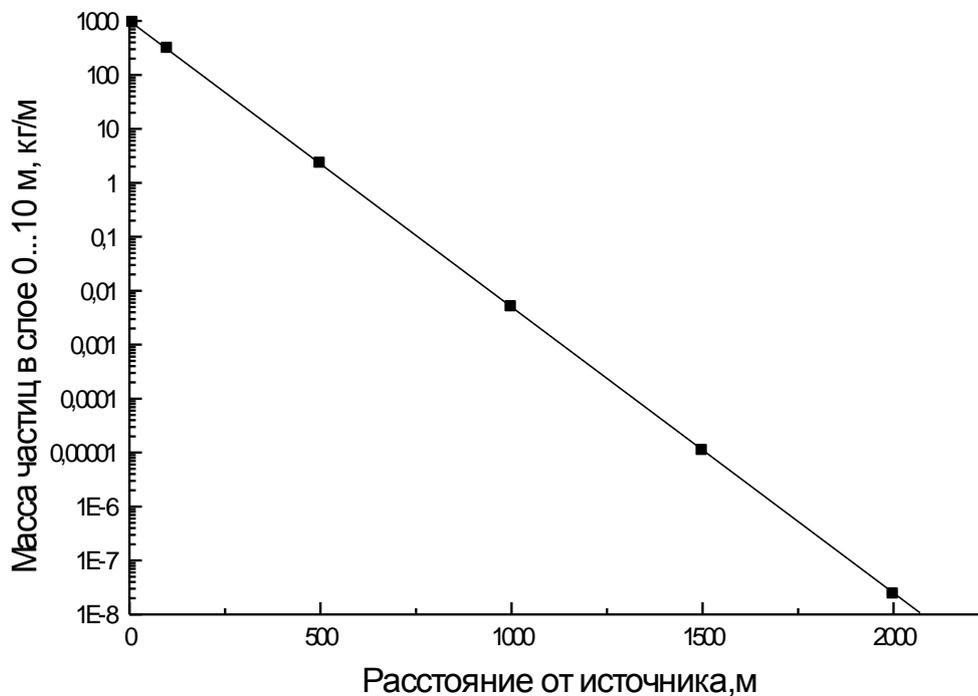


Рисунок 6.3.1. Изменение массы частиц в слое ветропесчаного потока мощностью 0...10 м вдоль траектории его движения после выхода из источника выдувания.

1000 кг песка.. К этой массе прибавляется ещё около 100 кг мелкого песка из следующего слоя 10...50 м (рисунок 6.3.1). Так, значительно агрессивнее, происходит интенсивное наступление песков на окружающие их плодородные земли, чем медленное движение барханов. Дальность переноса частиц аэрозоля из этого второго слоя возросла до 12 км, но большая часть массы выпала также вблизи от источника выноса.

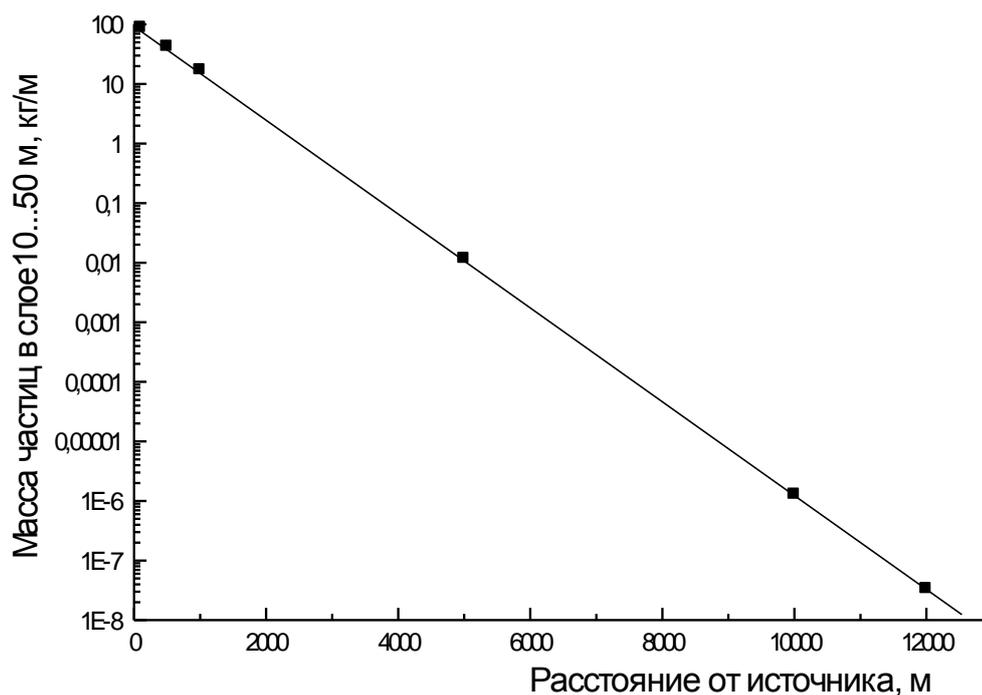


Рисунок 6.3.2. Изменение массы частиц в слое ветропесчаного потока мощностью 10...50 м вдоль траектории его движения после выхода из источника выдувания.

Частицы, поднятые ветром на высоту 50...100 м, улетают ещё дальше – до 30 км (рисунок 6.3.2). Перенесенная за бурю масса частиц через фронт в один метр составляет около 30 кг. Более чем в два раза дальше улетают гигантские аэрозоли с высоты 100...200 м – до 75 км от границ источника выноса. Перенесенная масса частиц в этом слое за бурю оказалась также около 30 кг, хотя мощность слоя по сравнению с предыдущим возросла вдвое. Наиболее далеко были унесены аэрозольные частицы, поднятые ветром выше приземного слоя атмосферы. С высоты 200...400 м они улетают на расстояния порядка 180 км, из слоя 400...600 м – до 300 км, с высоты 600...800 м ещё дальше – на расстояние 420 км. На максимальное расстояние были унесены частицы размером менее 40 мкм с высоты 800...1000 м. Масса частиц в слое 200...400 м достигала 25 кг, 400...600 м – 20 кг и в двух последних по высоте переноса была около 10 кг.

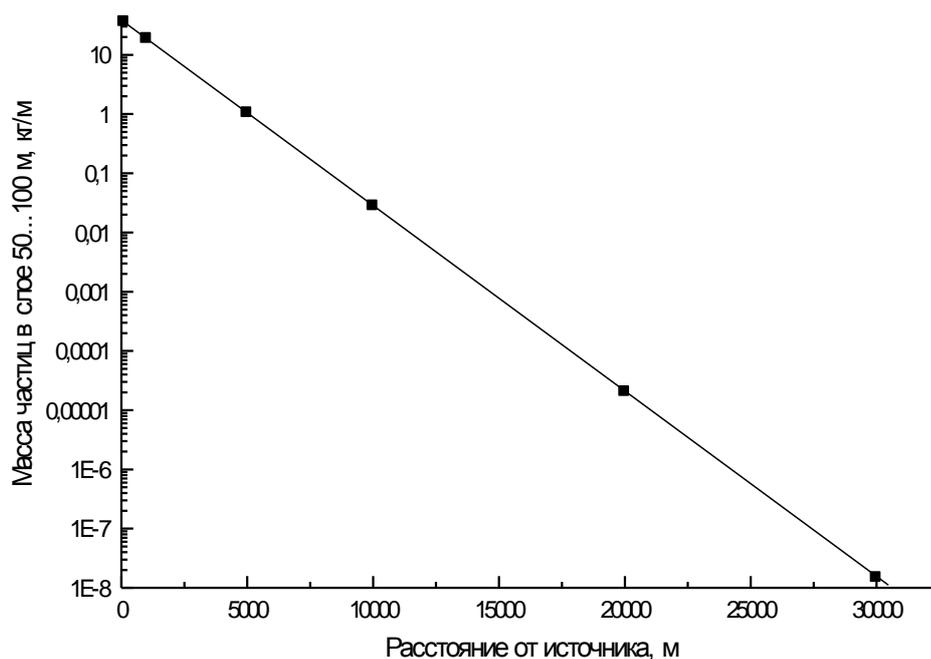


Рисунок 6.3.2. Изменение массы частиц в слое ветропесчаного потока мощностью 50...100 м вдоль траектории его движения после выхода из источника выдувания.

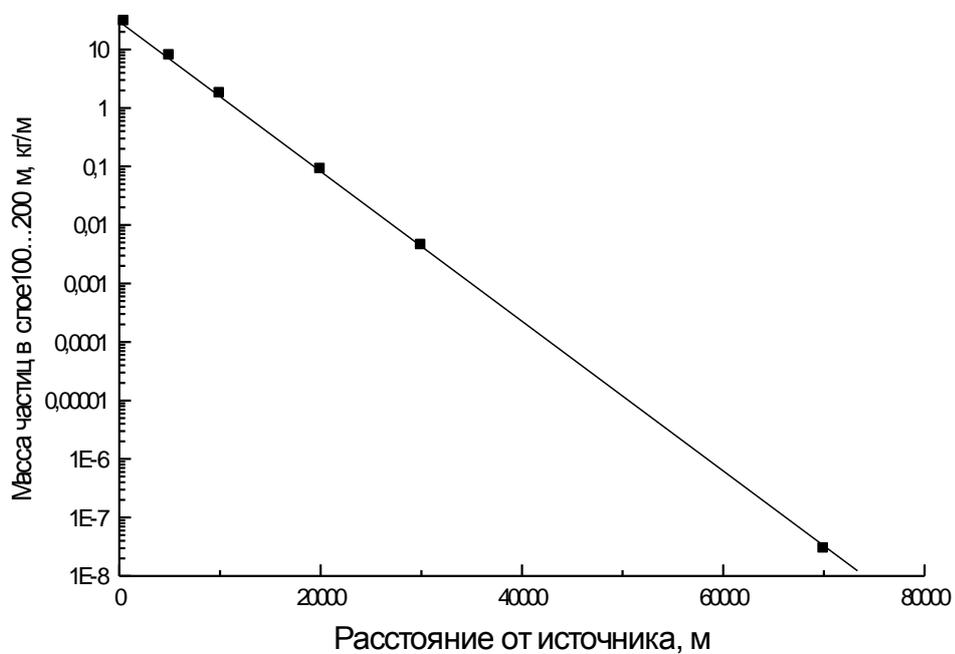


Рисунок 6.3.3. Изменение массы частиц в слое ветропесчаного потока мощностью 100...200 м вдоль траектории его движения после выхода из источника выдувания.

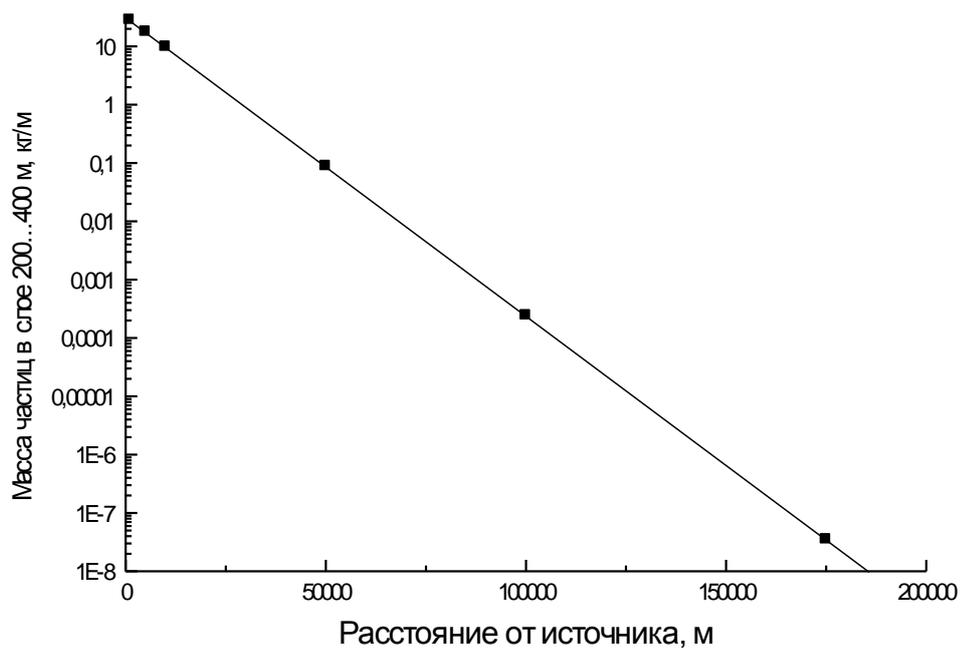


Рисунок 6.3.4. Изменение массы частиц в слое ветропесчаного потока мощностью 200...400 м вдоль траектории его движения после выхода из источника выдувания.

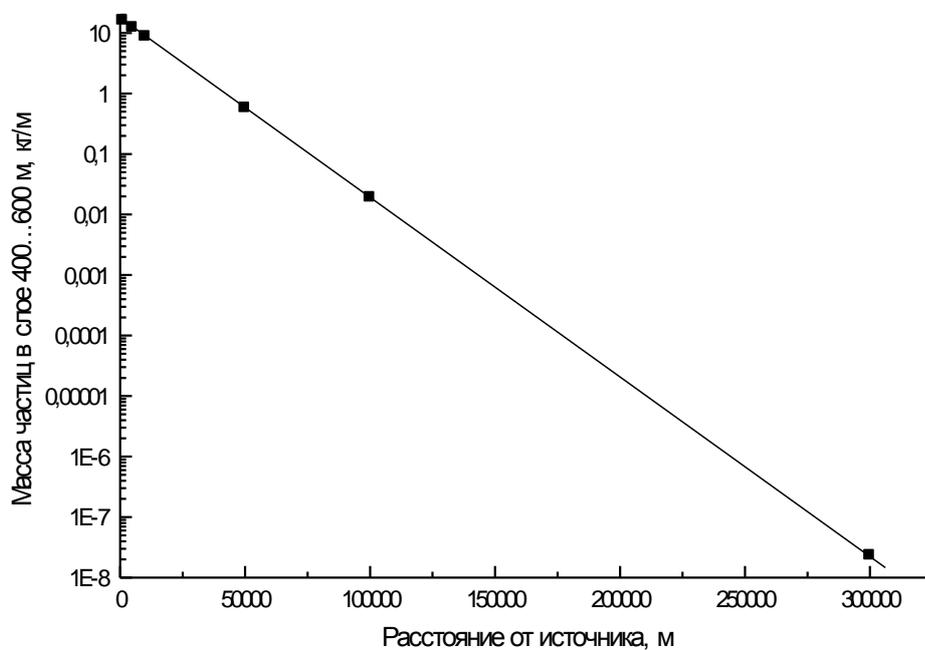


Рисунок 6.3.5. Изменение массы частиц в слое ветропесчаного потока мощностью 400...600 м вдоль траектории его движения после выхода из источника выдувания.

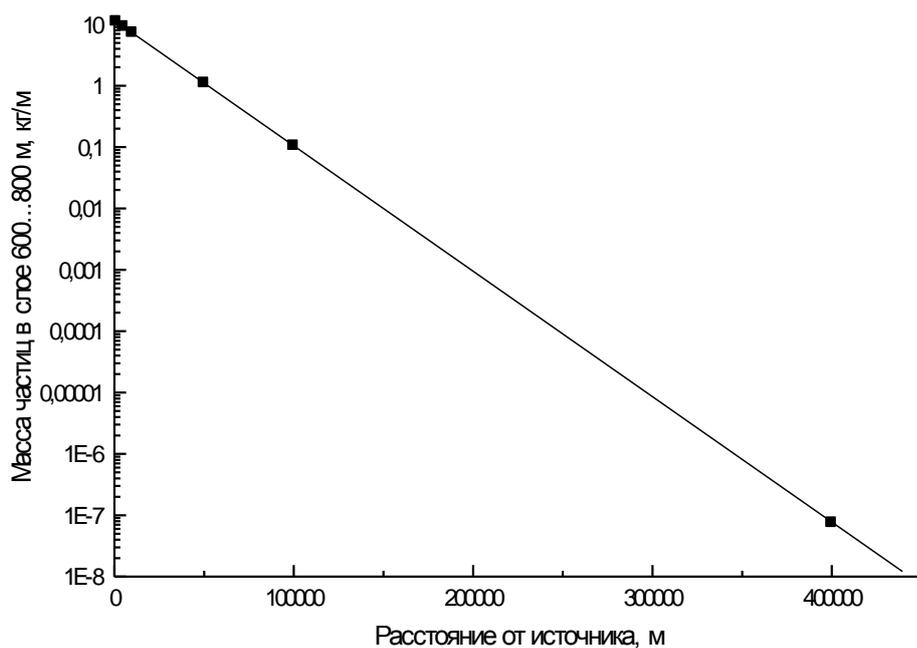


Рисунок 6.3.6. Изменение массы частиц в слое ветропесчаного потока мощностью 600...800 м вдоль траектории его движения после выхода из источника выдувания.

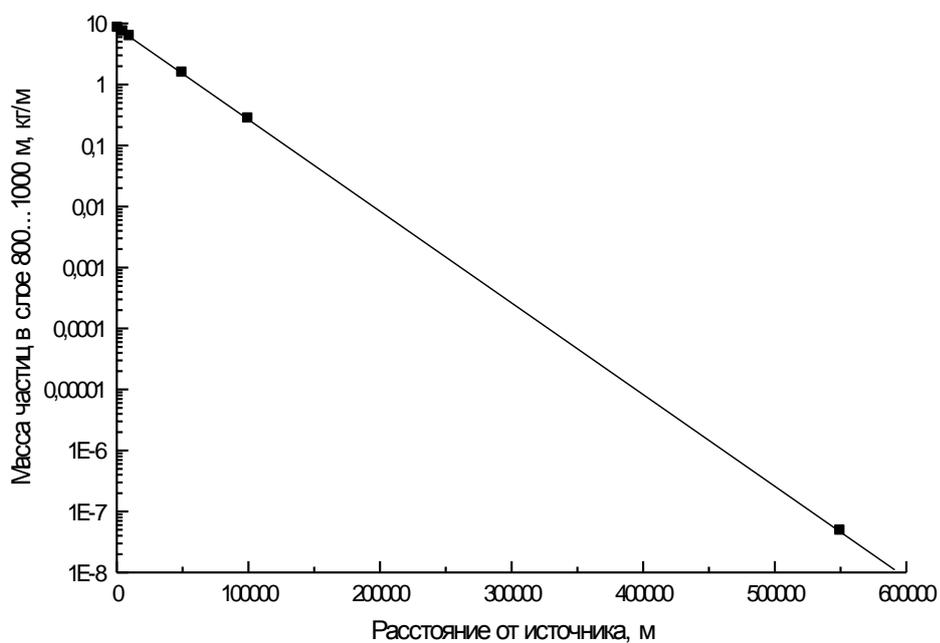


Рисунок 6.3.7. Изменение массы частиц в слое ветропесчаного потока мощностью 800...1000 м вдоль траектории его движения после выхода из источника выдувания.

Таким образом, моделирование по предложенной модели трансформации ветропесчаного потока вдоль его движения над не эродирующей поверхностью после выхода за пределы источника выветривания позволило получить его характеристики как по длине траектории, так и по высоте переноса: размеры частиц и переносимую массу на различных высотах пограничного слоя атмосферы, убывание массы частиц в потоке по мере удаления от источника выноса.

Принятая модель не учитывает продолжения поступления мелкодисперсного аэрозоля из низших слоев пограничного слоя атмосферы в верхние и после выхода потока за пределы источника выноса. Поэтому следует ожидать некоторого незначительного увеличения массы частиц в самых верхних слоях потока на уровнях 6000...1000 м. Учитывая, однако, достаточно малое их содержание в потоке выше приземного слоя атмосферы, учет этого эффекта не должен значительно изменить полученные результаты по дальности переноса частиц данного песка с параметрами $d_0 = 120 \text{ мкм}$ и $\sigma_{igd} = 0,11$.

В будущем, если станет известен дисперсный состав донных отложений алевритового состава, следует выполнить моделирование сильных бурь с этих новых осушенных территорий и сравнить полученный результат с космическими снимками. Это позволит более корректно оценить предельную массу частиц, ограничивающую окончание расчетов. Модель может быть использована для исследования трансграничного выноса аэрозоля из района Аральского моря на территорию соседних государств.

Список используемых источников

1. Баренблатт Г.И., Голицын Г.С. Локальная структура развитых пыльных бурь. – М.: Изд-во МГУ, 1973. – 44 с.
2. Бютнер Э.К. Динамика приповерхностного слоя воздуха. – Л. Гидрометеиздат, 1978. – 157 с.
3. Жвалев В.Ф., Дьяченко Л.Н., Романова Т.С. Измерение прозрачности атмосферы и аэрозольных характеристик в регионе Аральского моря // Мониторинг природной среды в бассейне Аральского моря. – СПб.: Гидрометеиздат, 1991. – С. 132 – 143.
4. Зилитинкевич С.С. Динамика пограничного слоя атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 291 с.
5. Кириченко Л.В., Щигорева Н.И. Минеральная пыль и ее химический состав над некоторыми районами Средней Азии // Тр.ИПГ. – 1976. – Вып. 21. – С. 133 – 148.
6. Китайгородский С.А. Физика взаимодействия атмосферы и океана. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 284 с.
7. Лайхтман Д.Л. Физика пограничного слоя атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 341 с.
8. Монин А.С., Яглом А.М. Статистическая гидромеханика. Механика турбулентности. Часть I. – М.: Наука, 1963. – 639 с.
9. Разаков Р.М., Косназаров К.А. Эоловый вынос и выпадение солепылевых частиц в Приаралье / Проблемы Аральского моря и природоохранные мероприятия. – Ташкент, 1987. – С. 24 – 32.

10. Семенов О.Е. О распределении почвенных частиц по размерам на юге Казахстана вследствие эоловых процессов // Тр. КазНИГМИ.- 1970.-Вып.36.- С. 153-165.
11. Семенов О.Е. Об ускорении потока во время сильных песчаных и пылевых бурь // Гидрометеорология и экология. - 2000. - №3 - 4. – С. 23 - 48.
12. Семенов О.Е. Экспериментальные исследования кинематики и динамики пыльных бурь и поземков // Тр. КазНИГМИ. - 1972. - Вып.49.-С. 3 - 31.
13. Семенов О.Е., Шапов А.П., Каипов И.В. Песчано-солевые бури в Приаралье// Гидрометеорологические проблемы Приаралья. – Л.: Гидрометеоиздат, 1990. – с. 132 – 233.
14. Barenblatt G.I., Golitsyn G.S. Local structure of Matyre Dust Storms // J. Atmos Sci.- 1974 - Vol. 31, No 7. - P. 1917 – 1933.
15. Razakov B.M., Kosnazarov K.A. Dust and salt transfer from the exposed bed of the Aral Sea and measures to decrease its environmental impact // The Aral Sea Basin / Ed. by Ph.P.Micklin, W.D.Williams: Series 2. Environment, Vol. 12. – Berlin: NATO ASI, 1996. – P.95–102.

Таблица 6.3.1 – Вертикальные профили твердого расхода песка во время песчано-солевой бури.

Время измерения		q_z (кг/м ² ·с ⁻¹) на высоте над поверхностью песка, м								Параметры профилей		u^* , м/с	Q_z , кг/м ⁻¹ ·с ⁻¹
начало	конец	0,125	0,25	0,5	1	2	4	9	16	q_1	α		
7:35	8:55	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$7,3 \cdot 10^{-3}$	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$7,2 \cdot 10^{-5}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$	1,14	0,70	$1,9 \cdot 10^{-2}$
9:09	10:11	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$8,1 \cdot 10^{-3}$	$5,3 \cdot 10^{-3}$	$4,1 \cdot 10^{-3}$	$2,4 \cdot 10^{-3}$	$4,1 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$6,7 \cdot 10^{-5}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$	1,15	0,69	$2,5 \cdot 10^{-2}$
10:25	11:03	$3,0 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$8,8 \cdot 10^{-3}$	$6,0 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$6,8 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$	1,25	0,74	$4,4 \cdot 10^{-2}$
11:20	12:00	$3,5 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$9,5 \cdot 10^{-3}$	$5,5 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$	$5,2 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$9,1 \cdot 10^{-5}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	1,20	0,68	$5,2 \cdot 10^{-2}$
12:10	12:55	$2,2 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$7,7 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	$5,4 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$8,0 \cdot 10^{-5}$	3,0	1,15	0,71	$3,8 \cdot 10^{-2}$
13:15	14:05	$3,0 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	$5,2 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$4,8 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$6,4 \cdot 10^{-5}$	2,5	1,26	0,72	$5,0 \cdot 10^{-2}$
14:27	15:20		$1,0 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$3,8 \cdot 10^{-4}$	$7,5 \cdot 10^{-5}$	$4,5 \cdot 10^{-5}$	2,1	1,36	0,70	$7,2 \cdot 10^{-2}$
15:30	16:23		$8,5 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$	$6,8 \cdot 10^{-5}$	$4,2 \cdot 10^{-5}$	4,2	1,79	0,69	$5,6 \cdot 10^{-2}$

6.4 Возможности моделирования трансграничного выноса загрязняющих веществ от высотных источников

С развитием промышленности и транспорта зона загрязнения атмосферы повсеместно расширяется, и отмечаются определенные макромасштабные эффекты. В настоящее время наблюдается глобальное увеличение фоновой концентрации некоторых загрязняющих веществ (ЗВ) в районах, находящихся на больших расстояниях от промышленных центров. В связи с присоединением Казахстана к Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, остро встает вопрос о методах расчета переноса загрязняющих веществ на большие расстояния. При этом актуальной задачей является оценка выноса этих веществ от отдельных промышленных районов и предприятий.

Существует четыре основных подхода к решению задач о рассеянии вещества в движущейся газообразной среде.

Прямое экспериментальное исследование связано с использованием инструментальных методов определения параметров загрязнения атмосферы и применяется для решения задач оперативного прогноза.

Теория подобия используется при моделировании в тех случаях, когда, в силу сложности рельефа местности и застроек, невозможно оценить граничные условия и направления воздушных потоков, поэтому приходится использовать гидравлическое или аэродинамическое моделирование в гидравлических лотках или аэродинамических трубах.

Теория диффузии загрязняющего вещества основывается на законе сохранения массы. Эта теория предполагает однородность основного движения по осям X и Y и использование обычных приемов осреднения турбулентных характеристик, состоящих из средних и пульсационных компонент. Решение полуэмпирического уравнения диффузии широко применяют для расчетов примесей в атмосфере.

Классическая статистическая теория дает описание атмосферной турбулентности в терминах ее интенсивности, шкалы и спектральных свойств. Тип случайного процесса, который используется при изучении турбулентности и диффузии, может быть охарактеризован как стационарный, однородный, изотропный и гауссов [23]. Чаще всего статистическая теория используется для изучения диффузии вещества в горизонтальном направлении.

Наибольшее распространение получили модели, основанные на решении уравнений диффузии. Существует четыре типа таких моделей известных как модели «клубка», «факела», «ящика» и модели конечно-разностного типа. Единой модели, способной объяснить и учесть все многочисленные аспекты проблемы атмосферной диффузии, не существует, поэтому важным этапом является выбор модели в наибольшей степени отвечающей решению поставленных задач. Были определены требования к математической модели расчета. Это должна быть мезомасштабная детерминированная модель, основанная на теории турбулентной диффузии, имеющая достаточно хорошее приближение к опытным

результатам измерений. Из четырех основных типов детерминированных моделей для получения полей концентрации загрязняющих веществ на больших расстояниях от источника наиболее подходящей является модель «факела», которая к настоящему времени достаточно хорошо изучена и широко используется в научной и проектной практике для расчетов загрязнения атмосферы и предельно-допустимых выбросов (ПДВ) предприятий.

Имеется достаточно большое число модификаций моделей этого типа, реализованных для расчетов на персональных компьютерах. Был сделан выбор программного комплекса ЭРА (версия 1.7) Новосибирской фирмы «Логос плюс», сертифицированного Главной геофизической обсерваторией им. Воейкова. Программный комплекс ЭРА создан на базе Общесоюзного нормативного документа ОНД-86 Госкомгидромета СССР [21], принятого на территории СНГ в качестве РД. Применение ПК «Эра» разрешено в РК. Методы расчетов, заложенные в ОНД-86, прошли длительную проверку и находят широкое применение [20, 21]. Существуют ограничения в применении этого метода по расстоянию, так в работе [22] расстояние, на котором можно применять диффузионную модель оценивается в 200 км, РД ОНД-86 [21] рекомендует применять модель для получения нормативных величин загрязнения на расстояниях до 100 км. На первом этапе работы мы сочли возможным с некоторыми допущениями использовать эту модель.

В 2004 г. В рамках темы «Дать количественный прогноз загрязнения атмосферы г. Балхаша выбросами БГМК и выносом аэрозоля с его хвостохранилища» были выполнены работы по изучению загрязнения г. Балхаш. Результаты исследований приведены в работах [25, 26]. В этой связи предпочтительно использовать данные уже выполненных исследований.

При исследовании загрязнения атмосферы г. Балхаша [25] был выполнен большой объем численного моделирования. Выяснено влияние температуры воздуха на изменение конфигурации полей концентрации. Для этого были построены карты полей загрязнения атмосферы г. Балхаша диоксидом серы для скоростей ветра 0,5 и 5 м/с юго-западного направления при температуре воздуха – 25 °С и 25 °С, а так же аналогичные карты для средней годовой температуры. Анализ полученных полей показал, что влияние температуры приземного слоя воздуха незначительно. Различия в температурах приводит к некоторому смещению зоны с повышенной концентрацией по потоку. При низкой температуре воздуха (–25 °С) и скорости ветра 0,5 м/с (т.е. практически при штиле) зона с повышенным загрязнением ≥ 5 ПДК смещена по потоку примерно на 800 м дальше, чем при температуре +25 °С. Конфигурация зон, ограниченных изолиниями 0,5 ПДК и 1 ПДК, в обоих случаях одинаковы. Сдвиг зоны и точки с максимальной концентрацией объясняется увеличением высоты подъема струи при увеличении разности ее температуры с температурой окружающего воздуха. При скорости ветра 5 м/с влияние температуры воздуха на поля приземной концентрации диоксида серы еще менее заметно – произошло увеличение максимальной концентрации при высокой температуре с 25,1 ПДК до 25,9 ПДК.

Незначительное влияние температуры воздуха на формирование полей приземной концентрации диоксида серы позволило нам использовать среднюю годовую температуру воздуха. Это может приводить при расчетах в условиях слабого ветра (≤ 2 м/с) к пространственной ошибке местоположения зоны повышенного загрязнения (>5 ПДК) на несколько сотен метров.

Отсюда можно сделать вывод, что при изучении загрязнения атмосферы на больших расстояниях от источника, влияние температуры воздуха на процессы переноса находится в пределах ошибки.

Программный комплекс «Эра» предназначен для решения прикладных задач, в частности, проведения инвентаризации выбросов на предприятиях, выполнения расчетов приземных концентраций загрязняющих веществ в соответствии с методикой расчета концентраций ОНД-86 [21] как для отдельных предприятий, так и для их совокупностей, выпуска полного комплекта документации тома ПДВ.

Перенос ЗВ в различных направлениях от источника определяется ветровым режимом, в частности, вероятностью ветра различной скорости по направлениям. Зная этот режим в исследуемом регионе и рассчитав поля концентрации для определенных скоростей ветра, можно вычислить поля концентрации ЗВ в вероятностной форме.

Для выполнения расчетов в ПК «Эра» были построены карты районов исследования и выполнена привязка источников выбросов в декартовой системе координат. Были введены параметры основных источников загрязнения и необходимые метеорологические параметры.

Выносы на большие расстояния характеризуются, как правило, малыми концентрациями, поэтому для выполняемых расчетов и построения карт загрязнения были приняты следующие градации величин загрязнения: 0,01; 0,05; 0,1; 0,5 и ≥ 1 ПДК.

Расчеты выполнены для скоростей 0,5; 3,5; 7,5; 11,5; 15,5; 19 и 22,5 м. Эти величины являются средними для диапазонов скоростей ветра, по которым рассчитаны таблицы вероятности ветров различной скорости по направлениям [24]. Данные этих таблиц используются в последующих расчетах вероятностей загрязнения.

Поскольку ПК «Эра» предназначен для получения конечного продукта, и использование промежуточных результатов вычислений представляет определенные технологические трудности, нами была разработана программа расчета полей концентрации ЗВ с накопленной вероятностью в «Excel». Алгоритм расчета полей загрязнения в ПК «Эра» представлен на рис.1, а алгоритм расчета полей концентрации ЗВ с накопленной вероятностью в «Excel» – на рис.2.

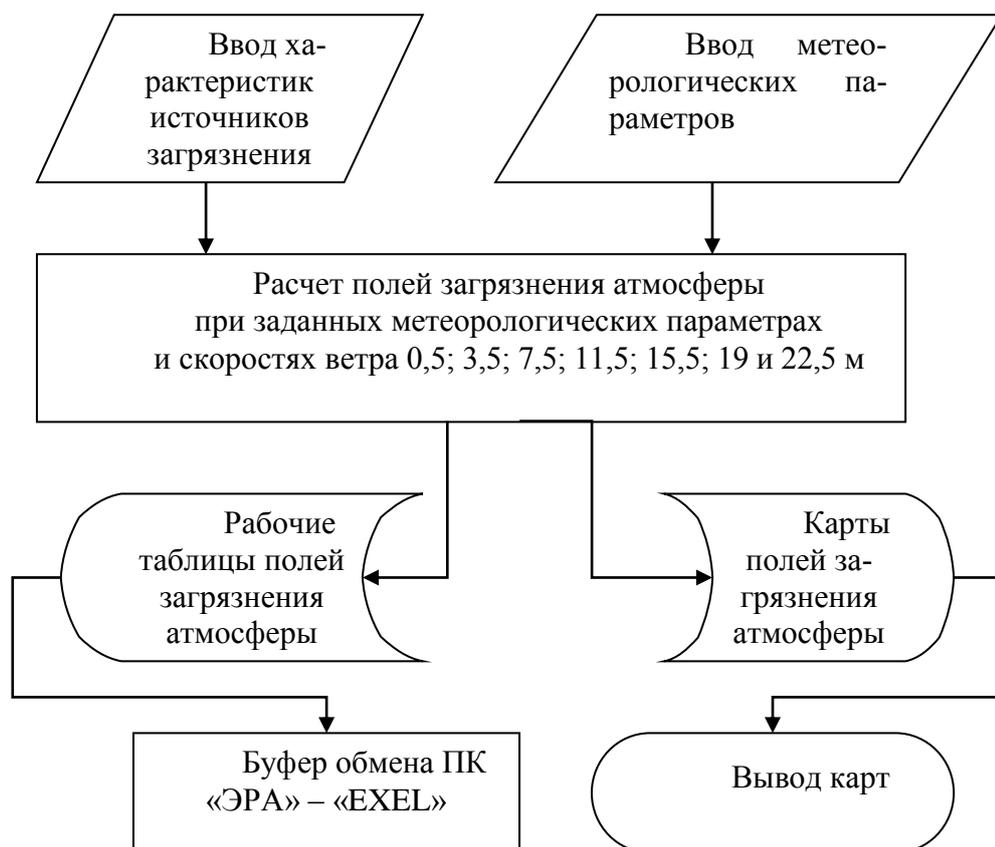


Рисунок 6.4.1 – Алгоритм расчета полей загрязнения атмосферы в ПК «Эра».

На первом этапе, в 2005г., было исследовано загрязнение атмосферы от источников г. Балхаша и Павлодарского промышленного района, загрязнение от предприятий которых может достигать территории Китая и России соответственно. Расчет загрязнения атмосферы выполнялся по диоксиду серы и диоксиду азота.

В последующем были выполнены исследования загрязнения атмосферы от источников г. Семипалатинска, выбросы от которых также могут достигать территории России, и Павлодарского промышленного района для условия прогнозируемого удвоения мощности Экибастузской ГРЭС-2. Кроме того, были выполнены исследования загрязнения атмосферы пылью.

В качестве входных параметров модели используются характеристики источников выбросов: высота трубы H , диаметр устья трубы d , вертикальная скорость истечения газа из трубы u , объем выбрасываемых газов V и их температура T , количество загрязняющих веществ выбрасываемых в атмосферу в секунду. Указанные параметры основных источников выбросов приведены в приложении. Поскольку целью настоящей работы является исследование дальних выносов, для расчетов использованы только источники, суммарный выброс от которых составляет порядка 80% от общего выброса, загрязнение от других источников носит локальный характер и не участвует в дальних переносах. Из метеорологических параметров используются скорость и направление ветра на высоте 10 м и температура воздуха.

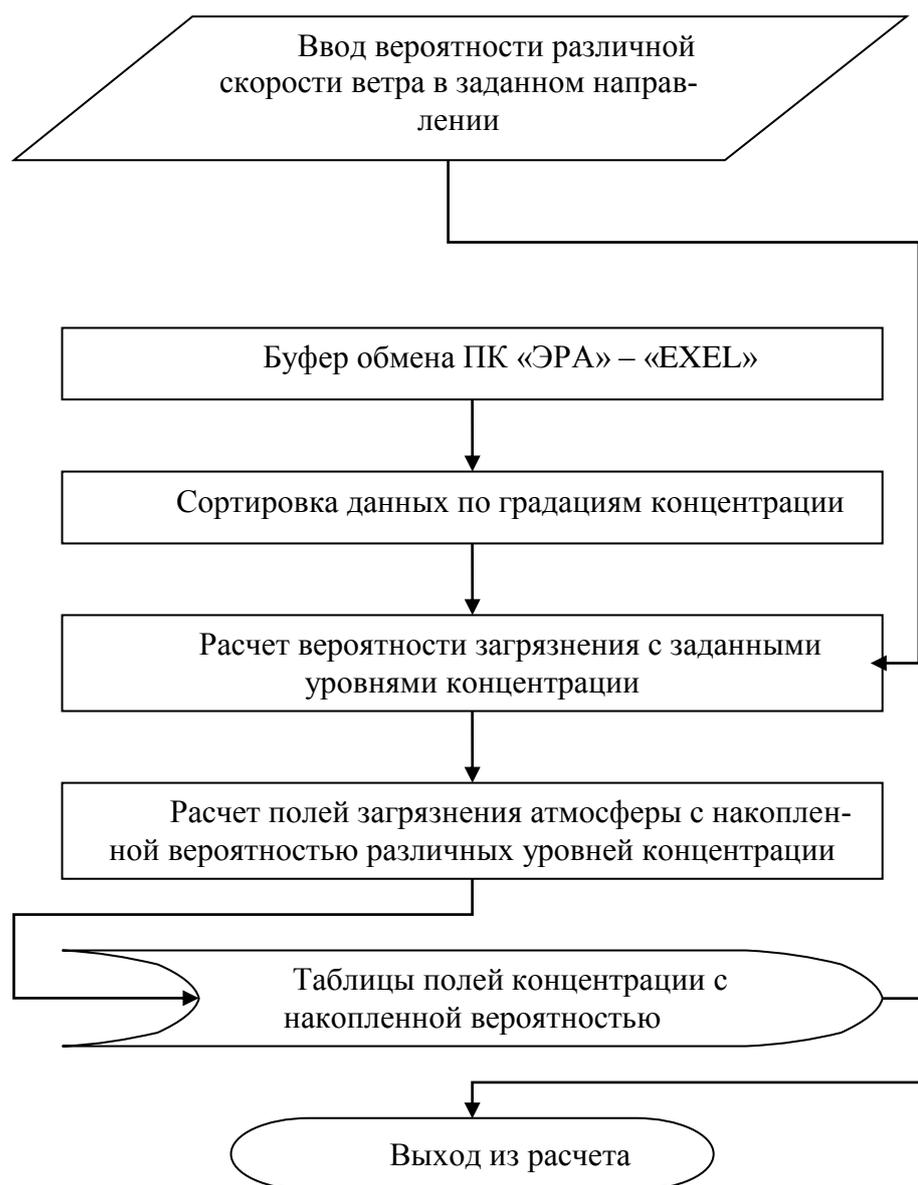
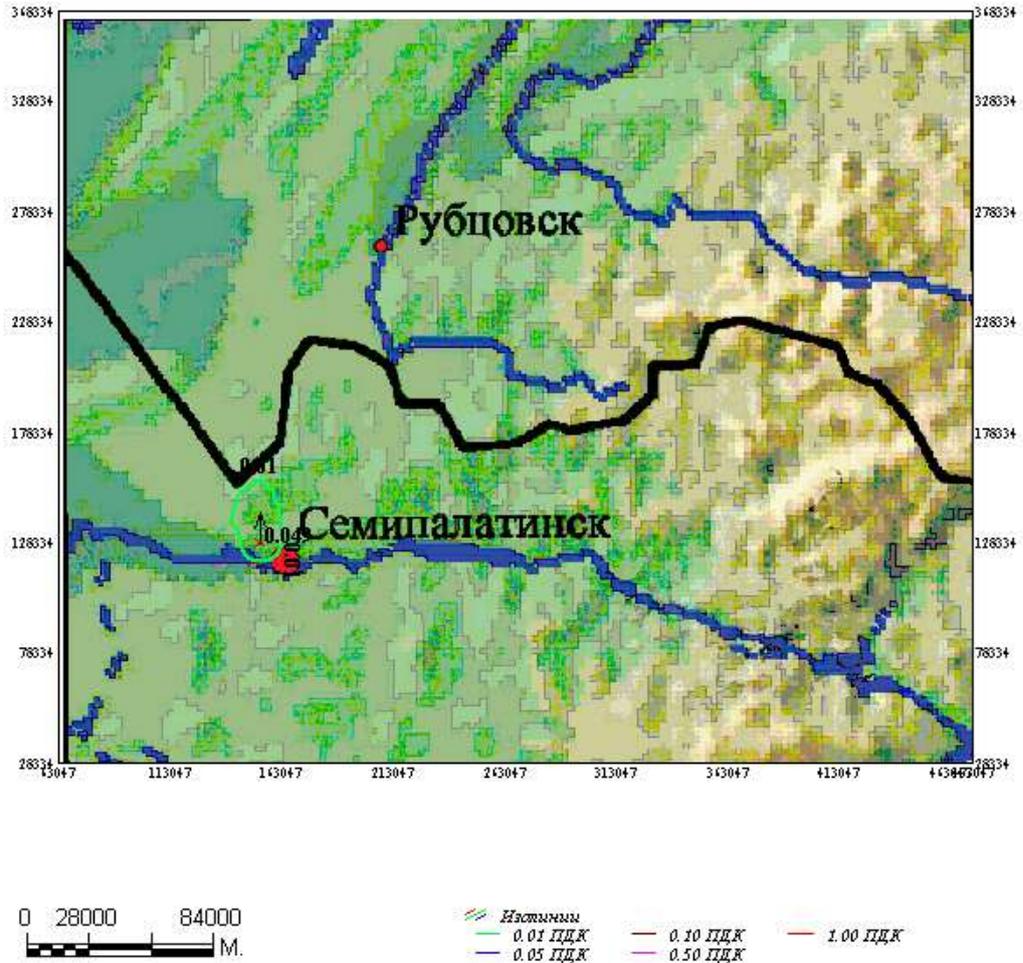


Рисунок 7.4.2. – Алгоритм расчета полей концентрации ЗВ с накопленной вероятностью.

Поля загрязнения атмосферы от г. Семипалатинска рассчитывались для южного направления ветра. Поскольку источники выбросов в г. Семипалатинске представляют собой компактную группу, которую можно рассматривать, как единый источник, характеристики рассчитанных полей применимы для всех направлений ветра. Расчеты по Павлодарской области выполнялись для юго-западного направления ветра. При этих направлениях ветра вынос загрязняющих веществ возможен в Алтайский край РФ.

Рассчитанные карты полей загрязнения приведены на рисунках 6.4.3... и приложение В 6.4.12.

Город : 004 Семипалатинск
 Объект : 0005 Семипалатинские источники Вар.№ 1
 Примесь 0330 Сера диоксид (Ангидрид сернистый)
 УПРЗА "ЭРА" v1.7 Модель ОНД-86



Макс концентрация 0,049 ПДК достигается в точке $x=153047$ $y=128334$
 При опасном направлении 180° и опасной скорости ветра 0,5 м/с
 Расчетный прямоугольник № 1, ширина 41000 м, высота 34000 м,
 шаг расчетной сетки 1000 м, количество расчетных точек 42*35
 Расчет на существующее население.

Рисунок 6.4.3 – Карта полей концентрации диоксида серы, скорость ветра 0,5 м/с.
 г. Семипалатинск

Для вычисления площадных характеристик полей загрязнения и вероятностей уровней загрязнения атмосферы в Excel был разработан рабочий макет программы. Необходимые для расчетов по этой программе рабочие таблицы концентраций в узлах расчетной сетки из ПК «Эра», рассчитанные для всех выбранных скоростей ветра, а так же рассчитанная по данным [24] среднегодовая вероятность ветра различных скоростей в заданном направлении были транслированы в Excel.

По этой программе были вычислены накопленные вероятности приземных концентраций загрязняющих веществ по направлению оси факела на различных расстояниях от источника.

Анализ полученных данных показывает, что загрязнение диоксидом серы в северном направлении, не достигает территории России. Загрязнение диоксидом азота от Семипалатинских предприятий на территории России занимает незначительные площади и не превышает 3%/г. на уровне 0,05 ПДК и 6%– на уровне 0,01ПДК. Загрязнение пылью на уровне 0,01 ПДК не превышает 4%.

Для Павлодарского промышленного района перенос в северо-восточном направлении, при котором возможен вынос ЗВ в направлении России, на расстоянии 200 км вероятность загрязнения диоксидом серы равна 12,2 %, а диоксидом азота 22,5 % на уровне 0,01...0,05 ПДК. Ввод в эксплуатацию в перспективе еще 2 агрегатов на Экибастузской ГРЭС-2 не приведет к увеличению концентрации ЗВ за пределами Казахстана. Некоторое влияние увеличение мощности Экибастузской ГРЭС-2 может оказать на загрязнение атмосферы г. Павлодара.

Таким образом, применение ПК «Эра» для оценки трансграничного переноса возможно на расстояниях от источника до границы порядка 200.км.

Применение разработанной нами программы позволяет оценить вероятностные характеристики загрязнения атмосферы в исследуемом регионе. Эта программа, по сути, позволяет получить климатические характеристики загрязнения атмосферы от источника для всей окружающей территории. В последующем, при использовании программы «Surfer» возможно построение трехмерных карт вероятности загрязнения атмосферы.

7 ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ НА КРУПНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ-ЗАГРЯЗНИТЕЛЯХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Исполнитель д.г.н. Давлетгалиев С.К. «инвентаризация загрязняющих веществ»

Для решения поставленной задачи необходимо определить перечень крупнейших предприятий - загрязнителей в республике. Для этого рассмотрим сначала общее состояние загрязнения воздушного бассейна страны, вклад в это загрязнение сначала отдельных отраслей, а затем и отдельных предприятий.

Загрязнение воздушного бассейна. Интенсивное развитие минерально-сырьевого комплекса страны привело к тому, что основу современной промышленности составляют наиболее опасные для окружающей среды топливно-энергетическая, металлургическая, химическая и нефтехимическая отрасли. Основное загрязнение атмосферы связано с выбросами от предприятий цветной металлургии, теплоэнергетики, черной металлургии, нефтегазового комплекса и транспорта.

Наблюдения за состоянием загрязнения атмосферного воздуха проводятся в 19 городах республики. Наибольший уровень загрязнения отмечается в городах Риддере, Шымкенте, Усть-Каменогорске, Караганде, Алматы. Отдельные максимальные концентрации загрязняющих веществ превышают ПДК в 10-20 раз (например, в гг. Балхаше, Усть-Каменогорске по диоксиду серы).

Отмечается определенная, хотя и небольшая положительная тенденция снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха в некоторых городах республики. Если в начале 90-х годов индекс загрязнения в городах Усть-Каменогорске и Риддере достигал 35-40 единиц, то сейчас он снижен до 12-17. Однако кое-где имеет место и обратная тенденция в частности в Атырауской области.



Рис 7.1 - Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников, тыс.т

На рис.1 показана динамика валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух по РК от стационарных источников. Как видно, в целом наблюдается относительная стабилизация выбросов в течение 1995-2002 годов на уровне 3,5-3,6 млн.тонн при нарастающих темпах роста экономики.

Доля выбросов от передвижных источников в городах имеет тенденцию роста вследствие увеличения численности автотранспорта в городах, рис 2. Особенно негативно сказывается влияние эксплуатируемого транспорта старого образца, удельные выбросы загрязняющих веществ в отработанных газах которых значительно превышают удельные выбросы новых моделей автотранспорта, особенно по оксидам углерода.

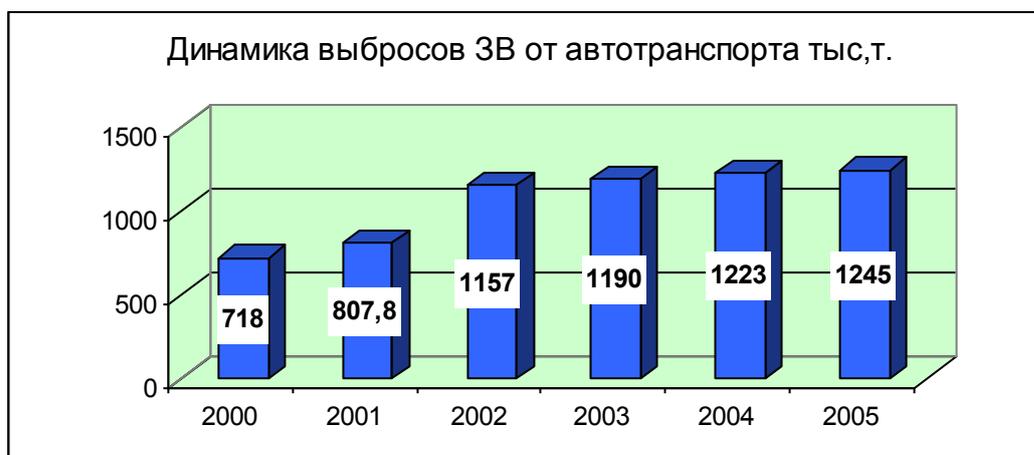


Рис 7.2 Динамика выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта, тыс.т .

Распределение выбросов 3В между наиболее крупными предприятиями-загрязнителями представлено в таблице 7.1 (Данные МООС за 2005г.)

Таблица 7.1. Доля крупных предприятий в загрязнении атмосферного воздуха Республики Казахстан

Предприятия Казахстана	Доля выбросов %
БГМК	19.7
АООТ "Испат-Кармет"	14.9
Корпорация "Казахмыс" (ДГМК)	5.9
АО "Аксуская электростанция"	5.4
ОАО "Казцинк"	3.7
ОАО "Алюминий Казахстана"	3.1
АО "Экибастузская ГРЭС-2"	2.6
ТОО "Тенгизшевройл"	2.4
ОАО "ССГПО"	1.8
АПК ТЭЦ-2	1.4
Астана ТЭЦ-2	1.3
Атырауский НПЗ	0.5
АО "ШНОС"	0.3
Прочие	37.0

Более половины выбросов загрязняющих веществ (около 58%) поставляют крупнейшие предприятия Казахстана: Балхашский горно-металлургический комбинат БГМК(20% от всех загрязнений в республике), АО «Испат-Кармет» (15%), АО «Аксуская ГРЭС», ОАО «Казцинк», ОАО «Алюминий Казахстана», АО «Экибастузская ГРЭС-2», ТОО «Тенгизшевройл».

7.1 Существующее состояние энергоэффективности экономики Казахстана.

Проблема энергосбережения является составной частью проблемы ресурсосбережения, однако, объемы потребления энергии и последствия выделили ее в самостоятельную проблему.

Почти все страны в период энергетического кризиса 1974 года, начали проводить активную государственную политику в области энергосбережения и добились на этом пути значительных результатов. Так, энергоемкость национального дохода за 15 лет (1970-1985 гг) в США снизилась на 71%, в Великобритании на 72%, в Японии на 78%. В США выбросы в атмосферу от сжигания энергоресурсов сократились за счет энергосбережения на 40%.

Анализ причин резкого отставания стран СНГ, в частности Казахстана, от развитых стран запада в области энергоэффективности используемого оборудования и технологий, показывает, что этот вопрос необходимо рассматривать в нескольких аспектах, таких как: экономических, технологических и организационных.

7.2 Экономические аспекты.

К экономическим аспектам низкой энергетической эффективности оборудования и технологий можно отнести следующие факторы:

- низкие цены на энергоносители, что лишало потребителей экономических стимулов для проведения энергосбережения;
- низкая (либо ее отсутствие) окупаемость затрат на энергосберегающие мероприятия;
- ценовая политика, заключающаяся в автоматическом включении в себестоимость затрат на энергоносители, что не стимулировало энергосбережение;
- единые усредненные цены на энергоносители;
- отсутствие гибкой тарифной политики;
- принятие энергозатратных технических и конструктивных решений на стадии проектирования, для обеспечения наименьшей стоимости при капитальном строительстве и создании оборудования.

7.3 Технологические аспекты

Технологическое отставание Казахстана от развитых стран Запада обуславливается следующими причинами:

- поставка основного технологического оборудования для наиболее энергоемких отраслей промышленности РК осуществлялась из стран СЭВ, выпускавших оборудование характеризовавшихся низкой энергоэффективностью по сравнению с мировыми аналогами;
- отставание в техническом уровне и количестве средств автоматизации для регулирования и контроля технологических процессов;
- недостаточность и низкое качество систем учета всех видов отпускаемых энергоносителей;
- низкий уровень использования вторичных и попутных ресурсов.

7.4 Организационные аспекты

Следует отметить, что в организационном плане в Казахстане существовали и частично сохранились различные системы контроля за потребление энергоресурсов, как ведомственные так и вневедомственные. Снижения эффективности использования энергии в РК в организационном аспекте можно объяснить следующими причинами:

- ликвидация стройной и отлаженной системы государственного контроля за потреблением энергоресурсов;
- прекращения деятельности отдельных государственных структур, контролирующих потребление энергоресурсов;
- снижение эффективности работы оставшихся контролирующих структур, в силу финансовых, организационных и кадровых причин;
- действие кризисных факторов при переходе РК к рыночной экономике, обуславливающие более медленное снижение энергопотребления по сравнению с падением выпуска продукции (основные причины - недогруз технологического оборудования, старение и износ оборудования, нарушение сроков выполнения регламентных ремонтов и т.д.)

В результате действия всех вышеперечисленных аспектов в Казахстане рос интегрированный показатель энергоэффективности – удельная энергоемкость ВВП. В 1996 г. энергоемкость ВВП Казахстана составляла 1,03 т.у.т/тыс долл. США, что превышает энергоемкость развитых стран в 2,5-4 раза, например США, Великобритании и Германии- в 2,5 раза; Дании и Италии - в 3,5; Японии – в 4,0 раза. В среднем удельное энергопотребление по странам ОЕС в 3 раза ниже, чем в Казахстане.

Анализ мирового опыта реализации политики энергосбережения в различных странах показывает, что только чисто рыночная экономика не является катализатором и лучшим решением для реализации мероприятий, способствующих повышению эффективности использования энергии. Для осуществления процесса энергосбережения в Казахстане, в настоящее время, необходимо создание механизма для реализации этого процесса. При этом, только государство посредством принятия ряда различных мер, включая институциональные, налоговые, инвестиционные и другие, может запустить в действие процесс энергосбережения в стране.

Тепловые электростанции. Теплоэнергетика Казахстана в целом имеет ряд особенностей, которые определяют высокий нынешний уровень выбросов ЗВ и ПГ. Они следующие:

- низкая энергоэффективность оборудования и технологий у потребителей вырабатываемой энергии;
- большие потери при передаче электроэнергии до потребителя;
- относительно низкая эффективность оборудования самих тепловых станций;
- уголь, как основное топливо и его низкое качество.

Рассмотрим эти проблемы и то, как они решаются.

В настоящее время в Казахстане уже функционирует рынок электроэнергии, состоящий из двух уровней – оптового и розничного рынков электроэнергии. На оптовом рынке цены на электроэнергию формируются в условиях конкуренции между производителями на основе спроса и предложения. При этом цены на электрическую энергию, поставляемую энергоснабжающими организациями, устанавливаются самостоятельно.

В результате развития конкуренции на оптовом рынке отпускные цены на электроэнергию, вырабатываемую электростанциями, снизились с 4,0 центов/кВтч (1996 г.) до 0,7-0,8 цента/кВтч (2002 г.). В 2002 г. впервые достигнуто положительное сальдо экспорт/импорт электроэнергии, равное 130,5 млн. кВтч.

Услуги по передаче электрической энергии относятся к сфере естественной монополии, и тарифы на них устанавливаются антимонопольными органами. В некоторых регионах страны тарифы на электрическую и тепловую энергию для населения субсидировались за счет промышленности. Объективно затраты на оказание услуг для населения выше, чем для промышленных потребителей.

Так, в силу объективных причин, экономически необоснованная дифференциация тарифов на электрическую энергию сохранена в Алматинской, Актюбинской, Атырауской, Восточно-Казахстанской, Западно-Казахстанской, Карагандинской и Мангистауской областях. По тепловой энергии в Восточно-Казахстанской и Жамбылской областях.

Сохранение необоснованной дифференциации препятствует эффективному развитию промышленности. Промышленные предприятия, субсидируя через тарифы на тепловую и электрическую энергию других потребителей, в частности население, несут необоснованно высокие затраты, что в свою очередь негативно отражается на конкурентоспособности продукции данных предприятий.

В 2003 году была разработана и введена в действие инструкция по утверждению и введению тарифов на среднесрочный период на услуги субъектов естественной монополии, которая была направлена на стимулирование инвестиций в сферу энергетики.

Финансовое обеспечение принятой в Казахстане новой тарифной Концепции осуществляется за счет республиканского бюджета.

Необходимые финансовые ресурсы, связанные с реализацией Концепции, составляют всего 1361,8 млн. тенге, в том числе: в 2005 году - 399,4 млн. тенге; в 2006 году – 496,9 млн. тенге; в 2007 году – 465,5 млн. тенге.

Национальная электрическая сеть, управляемая ОАО КЕГОС, в настоящее время осуществляет 2 крупных проекта, каждый стоимостью более \$300 млн.

1. Проект модернизации НЭС Казахстана.
2. Строительство второй ВЛ-500 кВ транзита Севр-Юг Казахстана.

Кроме того в настоящее время КЕГОСом завершена разработка ТЭО проекта строительства ЛЭП Север-Запад пропускной способностью 350 Мвт. Стоимость проекта оценивается в сумму более \$100 млн. Ожидается, что по завершении строительства потери в линиях электропередач будут существенно сокращены.

Весьма значительные инвестиции необходимы для распределительных электросетевых компаний (РЭК). Такие инвестиции тоже выделяются и проблема постепенно решается.

Подавляющая часть генерирующих источников в энергетике страны работает на минеральном топливе. Около 84 % энергобаланса приходится на тепловые электростанции, работающие на угле. Вклад гидроэнергетики оценивается менее 12%, оставшиеся чуть более 4 % приходятся на газотурбинные электростанции, что явно недостаточно, учитывая большое количество попутного газа, бесполезно сжигаемого в факелах. Ветровая и солнечная энергетика практически не представлена в энергетическом балансе страны, а это значительный резерв энергосистемы по сокращению выбросов.

Значительное сокращение выбросов может быть достигнуто за счет улучшения качества сжигаемых углей. Экибастузское месторождение с точки зрения объемов добычи и варьирования качества является наиболее показательным, а улучшение качества этих углей перед сжиганием особенно важным. Колебания зольности угля от вагона к вагону могут составлять 17-57%. В то же время увеличение средней зольности на 1% ведет к повышению удельного расхода топлива на 2% и даже более.

Только на одной Аксуской станции, работающей на Экибастузском угле, за счет улучшения его качества можно снизить расход топлива на 400 тыс.т. в год, снизив выбросы ЗВ по крайней мере на 10% при выработке одного и того же количества энергии. В южном традиционно дефицитном регионе необходимое наращивание мощности может быть достигнуто, не только за счет реконструкции и технического перевооружения действующих ТЭС, но также и так и за счет нового строительства, в т.ч. с использованием возобновляемых источников энергии, что и планируется. В частности имеются следующие проекты:

- сооружение Мойнакской ГЭС на реке Чарын - мощностью около 300 МВт (0,7 млрд.кВтч);
- сооружение Кербулакской ГЭС на реке Или мощностью 50 МВт (0,3 млрд.кВтч);
- увеличение доли утилизация попутного газа нефтедобычи на группе месторождений Кумколь в электроэнергетике путем расширения существующей Кумкольской ГТЭС или строительства новых газотурбинных электростанций до мощности 200 МВт (1,2-1,3 млрд.кВтч в год);
- создание на малых и удаленных от районов электропотребления газовых месторождениях Жамбылской области ГТУ общей мощностью до 200 МВт (1,3-1,4 млрд. кВтч);
- сооружение малых ГЭС на горных реках общей мощностью 100-120 МВт (0,5-0,6 млрд. кВтч);
- реализация планов освоения энергии ветра со строительством ВЭС общей мощностью до 125 МВт (до 0,5 млрд. кВтч).

Определение приоритетности и очередности реализации этих проектов - это предмет последующих проработок.

В западном регионе решить проблему энергодефицитности области можно двумя путями:

- путем ввода дополнительных генерирующих мощностей. Рост добычи нефти в Жанажолле приведет к увеличению выхода попутного газа, достаточного для обеспечения топливом новых электростанций суммарной мощностью 300 МВт с годовой выработкой электроэнергии 2 млрд.кВтч/год.

- строительства линии электропередачи, связывающей ОЭС Северного Казахстана, где имеется избыток энергии, с Актюбинским энергоузлом по территории Казахстана.

В зоне Уральского энергоузла, где тоже имеется недостаток мощностей, создаются газотурбинные электростанции на природном газе и в первую очередь в Карачаганаке, где уже ведется строительство газотурбинной электростанции мощностью 250 МВт (в настоящее время введены 4 блока общей мощностью 160 МВт). В связи с предстоящим освоением группы нефтегазовых месторождений в районе г. Уральска (Гремяченские, Токоревское, Чинаревское) с прогнозируемым выходом попутного газа в больших объемах здесь целесообразно будет предусмотреть создание газотурбинных быстромонтируемых контейнерных электростанций.

Из перечисленного выше видно, что в энергетике в целом начаты и частично уже выполнены мероприятия, направленные как на экономию энергоресурсов и уменьшение выбросов так и на наращивание мощностей за счет более широкого использования попутного газа и гидроэнергетики.

Мероприятия по уменьшению выбросов ведутся и на отдельно взятых тепловых станциях. Так, осуществлена реконструкция эл. фильтров на корпусах котлов № 3А, 4А, 5Б на Аксуской теплоэлектростанции, что позволило уменьшить выбросы золы на одном электрофилт্রে до 7000 т/год;

Применение технологии электрохимической конверсии сернистого ангидрида на котлах Аксуской теплоэлектростанции, позволило повысить эффективность улавливания двуокиси серы на 32%;

Реконструкция горелок котла ст. № 1 ГРЭС - 2 привела к снижению выбросов окислов азота на 162,5 тонн/год;

Сходные мероприятия, направленные на повышение экономической эффективности и снижение выбросов ЗВ, ведутся и на других тепловых станциях.

Промышленные предприятия. Основа экономики Казахстана - горно-металлургический и топливно-энергетический комплексы, в которых сосредоточены наиболее энергоемкие производства. Низкий уровень применяемых технологий, физический износ и морально устаревшее оборудование ряда предприятий республики заранее определяют высокую энергоемкость выпускаемой казахстанскими предприятиями продукции.

Анализ существующих мировых данных по удельной энергоемкости различных отраслей экономики указывают на наличие огромных резервов возможной экономии энергоресурсов, скрытых в устаревших технологиях производства, а также низкой технологической дисциплиной на предприятиях республики, которая, однако, год от года быстро повышается.

В таблице 7.4.1, дан список важнейших природоохранных мероприятий, по Карагандинской области в течение 2004-2005г.г.В этой таблице содержатся сведения о крупнейшем загрязнителе воздушного бассейна Казахстана-ПО «Балхашцветмет» корпорации «Казахмыс», а также об очень крупном загрязнителе АО «Митал стил» Темиртау и др. Можно видеть, что предприятия ведут серьезные работы по оптимизации производства, сокращению выбросов ЗВ.

Таблица 7.4.1. Сведения о наиболее важных природоохранных мероприятиях, выполненных в 2004-2005 г .на предприятиях в Карагандинской области

2005 год	2004 год
1. Продолжается строительство серноокислотного производства на ПО "Балхашцветмет" корпорации «Казахмыс», которое ведется в соответствии с директивным графиком.	1. Начато строительство серноокислотного производства на ПО "Балхашцветмет" корпорации «Казахмыс».
<p>Строительство этого производства является важнейшим мероприятием, решающим одну из основных проблем Карагандинской области – загрязнение атмосферного воздуха выбросами ПО «Балхашцветмет» (выбросы за 2005 год – 738,5 тыс.тонн, за 2004 год – 752,8 тыс.тонн). После реализации данного проекта с начала 2007 года ПО «Балхашцветмет» по выбросам в атмосферу будет работать в санитарных нормах, тем самым общий объем валовых выбросов от комбината уменьшится на 90%, а в целом по области до 40%, что позволит существенно улучшить состояние атмосферного воздуха по Карагандинской области.</p>	
За 2005 год на выполнение данного мероприятия освоено 3700 млн. тенге	За 2004 г. на выполнение данного мероприятия освоено 1393,4 млн. тенге.
2. Продолжается строительство и ввод в эксплуатацию отделения непрерывного розлива стали на АО «Миттал Стил Темиртау».	2. Ведется строительство отделения непрерывного розлива стали на АО «Миттал Стил Темиртау».
<p>Данное мероприятие является высокоэкономичным природоохранным мероприятием. Внедрение установки непрерывного розлива стали, позволит, увеличить выпуск готовой стали до 15%, в тоже время значительно снизить выбросы в атмосферу и вывести из работы ряд вспомогательных экологически грязных производств: цех изложниц, цех подготовки составов, обжимной цех, разливные пролеты конвертерного цеха.</p>	
В марте 2005 г. введена первая нитка установки, в третьем квартале 2005 г. введена вторая нитка, планируется ввод третьей резервной нитки. За 2005 год освоено 583,5 млн. тенге	За 2004 г. освоено 410 млн. тенге.
3. Продолжается работа по использованию и утилизации отходов (ЖГМК, ПО «Балхашцветмет» и УД «Борлы» АО «Корпорация Казахмыс», АО «Шубаркольский разрез», РУ «Казмарганец» АО «ТНК "Казхром" и др.). Всего за 2005 г. использовано и утилизировано свыше 54,9 млн. тонн отходов, в основном с целью проведения технического этапа рекультивации.	3. С целью минимизации накопления и складирования промышленных отходов на ряде предприятий проводилась работа по использованию и утилизации отходов (ЖГМК и УД «Борлы» АО «Корпорация Казахмыс», АО «Шубаркольский разрез», и др.). Всего за 2004 г. использовано и утилизировано

Освоено свыше 2,2 млрд. тенге.	свыше 50 млн. тонн отходов, в основном с целью проведения технического этапа рекультивации. Освоено свыше 1,4 млрд. тенге.
4. На РУ “Казмарганец” АО “ТНК “Казхром” ведутся работы по созданию оборотной системы водоснабжения, освоено 33,9 млн. тенге	4. На УД «Миттал Стил Темиртау» завершено строительство прудонакопителя для сброса сточных вод (2 и 3 карты) на шахте Тентекская, освоено 18,6 млн.тенге.

Нефтедобывающие и нефтеперерабатывающие предприятия. Анализ эффективности технологий по уменьшению выбросов ЗВ в этой отрасли рассмотрим на примере Атырауской области- крупнейшего нефтедобывающего и нефтеперерабатывающего региона. Величины выбросов крупнейших предприятий приведены в таблице 7.4.2. Крупнейшими загрязнителями атмосферы здесь действительно являются нефтедобывающие предприятия, в первую очередь ТОО Тенгизшевроил, и нефтеперерабатывающий завод.

Таблица 7.4.2. Сравнительный анализ выбросов ЗВ от стационарных источников крупных предприятий Атырауской области (тонн)

Наименование предприятий	2004г.				2005г.		+увеличение
	Всего	Тверд	Газо-обр.	Всего	Тверд	Газообраз	
ТОО «ТШО»	56111,9	350,1	55761,8	53875,5	183,6	53691,9	-2236,331
Аджип ККО	2037,68	116,9	1920,6	1488,3	68,17	1420,2	-549,212
ПФ «Эмбаунай-газ»	8314,4	210,7	8103,7	8928,8	380	8548,8	+614,478
АО «Атырауская ТЭЦ»	2412,1	8,9	2403,2	2594,2	8,12	2586,1	+182,154
АНУ	1666,83	2,8	1664,15	1435,8	1,34	1434,5	-230,9983
ТОО «АНПЗ»	7218,0	26,8	7191,2	5492,6	16,96	5475,7	-1725,347
ЗАО ИЦА «УМГ»	9866,9	0,5	9866,5	11558,1	1,8	11556,3	+1691,119

Нефти Северного Каспия очень специфичны, здесь на каждую добываемую тонну нефти приходится более 0,2т. сероводорода и др. веществ. И тем не менее доля выбрасываемых ЗВ на одну тонну добытой нефти представляется значительной (Таблица 7.4.3).

Платежи за разрешенное загрязнение окружающей среды в этом регионе значительны. Так, по данным Атырауского областного управления они составили: «за 2005 год поступление за загрязнение окружающей среды составило- 4546,22 млн. тенге, из них по нормативным платежам – 3651,27 млн. тенге и по штрафам – 10,895 млн. тенге, по претензиям- 884,0554 млн. тенге».

Таблица 7.4.3 Количество выбросов на тонну добываемой нефти по предприятиям области:

Наименование предприятий	2004г.	2005г.
ТОО «Тенгизшевройл»	4,1 кг	3,9
ПФ «Эмбаунайгаз»	3,0 кг	3,1

Можно видеть, что платежи «по претензиям» составляют почти 1 миллиард тенге, достигая 25% от суммы за «разрешенные» выбросы. В то же время и суммы самих штрафов относительно невелики, составляя всего лишь 1% от суммы претензий! Понятно, что ни платы по претензиям ни штрафы не являются стимулом к уменьшению выбросов, на фоне прибылей от добычи нефти.

Запланированные природоохранные мероприятия в основном выполняются, однако основной загрязнитель региона

ТОО «Тенгизшевройл» « за 2005 год из запланированных 16 проектов профинансировано 16, сумма которых составила 21 707 039 тыс.тенге при годовом плане 25 943 296 тыс.тенге, т.е. выполнение составило 84 %».

Анализ сумм, направляемых на природоохранные мероприятия, показывает, что они по сравнению с платами по претензиям не велики, всего 2% от суммы «претензий», и проблему уменьшения несанкционированных выбросов не решают.

Сходная ситуация имеет место и в других нефтедобывающих регионах.

Рекомендации по повышению экономической эффективности борьбы с выбросами ЗВ.

Они вытекают из анализа существующей ситуации, изложенной выше. Косвенно эффективным средством, ведущим к уменьшению выбросов, является эффективное энергосбережение как производителями так и потребителями энергоносителей. Для этого, как отмечалось выше, необходима продуманная тарифная политика. В этой области не мало сделано, однако для реализации новой тарифной Концепции и дальнейшего ее улучшения необходимо следующее:

- совершенствование механизмов обеспечения прозрачности установления тарифов, внедрение механизмов отдельного учета доходов, расходов и задействованных активов по услугам субъектов естественных монополий;

- обеспечение возмещения задействованных активов с целью создания условий для регулярного обновления основных средств, при соблюдении принципа применения новых технологий и оборудования, обеспечивающих снижение выбросов и потерь тепловой и электрической энергии, повышения инвестиционной привлекательности отраслей.

Не все, однако, экологические проблемы можно решить с помощью тарифов. Устойчивый рост экономики, наблюдающийся в настоящее время и прогнозируемый на будущее, потребует заметного увеличения выработки энергии. Для этого, а также для минимального при этом увеличения выбросов потребуются значительные финансовые вложения из разных источников. Как известно, все природоохранные проекты можно разделить на три общие категории:

- проекты, являющиеся жизнеспособными в финансовом отношении, т.е. при осуществлении которых обеспечиваются достаточные поступления для покрытия всех расходов, а финансовый риск представляется приемлемым;
- проекты, которые обеспечивают достижение существенных результатов в области охраны окружающей среды, однако не обладают финансовой жизнеспособностью, для финансирования по меньшей мере части таких проектов, как правило, необходимы средства из бюджета или от грантодателей;
- проекты, которые не являются в полной мере жизнеспособными в финансовом отношении и нуждаются в льготном финансировании.

Финансирование проектов первой группы не представляет затруднений. Соответствующая банковская инфраструктура в Казахстане уже имеется. Проекты второй и третьей групп, а сюда относятся все, связанное с разработкой и внедрением возобновляемых источников энергии (ВИЭ), проработки по использованию атомной энергии и др. обеспечиваются за счет бюджета или специализированных общественных и частных фондов или смешанным финансированием методами прямого стимулирования. К таким работам следует отнести:

- разработку и реализацию целевых программ НИОКР,
- бюджетное финансирование НИИ и КБ,
- заключение контрактов с частными компаниями на выполнение определенных работ по ВИЭ,
- создание центров научно-технической информации,
- организацию центров по обучению и повышению квалификации персонала.
- Возможно также не явное или косвенное стимулирование, которое включает:
 - государственные субсидии,
 - льготное кредитование (низкопроцентные, беспроцентные кредиты на длительный срок),
 - ценовые скидки на муниципальные услуги, тарифы, цены на оборудование,

- амортизационные льготы (ускоренная амортизация),
- налоговые льготы.

В развитых странах объектами такого стимулирования являются разработчики новой техники, производители прогрессивного оборудования, продавцы оборудования, покупатели новой техники.

Особой формой привлечения частного капитала в сферу энергосбережения в развитых странах является перфоманс-контрактинг (ПК), т.е. контракт с финансированием из фактической экономики. Эта форма финансирования основана на гарантированных будущих сбережениях энергии. ПК позволяет заказчику, т.е. промышленности, жилому сектору, больницам, школам или коммерческому бизнесу, использовать будущие сбережения энергии для текущей модернизации предприятий и снижения текущих затрат. Представляется, что и в Казахстане она могла бы быть эффективной.

После того как Казахстан ратифицирует Киотский Протокол, появится, видимо, определенная дополнительная возможность расширить набор средств финансового сотрудничества. Это «Проекты совместного осуществления» (с другими странами) и «Механизм чистого развития», предусмотренные в Киотском Протоколе, которые при стратегии снижения выбросов ПГ и повышении энергоэффективности приведут к общему снижению и загрязняющих веществ в республике. Однако, опыт применения этих механизмов пока небольшой.

В сфере нефтедобычи и нефтепереработки, как было показано выше, экономические механизмы стимулирования к уменьшению выбросов ЗВ не работают из-за несоизмеримости «претензий» с прибылями. Необходимы пересмотр и коррекция нормативной документации с широким использованием рыночных механизмов.

Задача повышения эффективности действующих технологий по повышению энергоэффективности сложна и многогранна. Она затрагивает интересы и требует участия целого ряда министерств и ведомств. Представляется поэтому целесообразным рекомендовать Правительству Республики Казахстан создать Национальную Комиссию по реализации существующих Программ, направленных на повышение энергоэффективности, включая программы по возобновляемым источникам, программы по более эффективному использованию попутных газов при нефтедобыче и др., включающую представителей всех заинтересованных ведомств. Только государство посредством принятия ряда различных мер, включая институциональные, налоговые, инвестиционные и другие, может запустить в действие процесс энергосбережения в стране.

7.5 Разработка рекомендаций по снижению выбросов ЗВ

Основными источниками загрязнения окружающей среды вредными выбросами являются устройства, сжигающие органическое топливо. Это, в первую очередь, электростанции, заводы и транспорт. В связи с этим является актуальным усовершенствование технологий сжигания, уменьшающих вред окружающей среде от активной человеческой деятельности.

В последние годы, в связи с прогнозом экономистов об ускоренном развитии мирового сообщества, во всем мире растет внимание к сохранению окружающей среды. В настоящее время большое значение придается минимализации воздействия вредных твердых и газовых выбросов на воздушный и водный бассейн.

Одним из объектов внимания мирового сообщества являются кислотные дожди, которые вызваны образованием диоксида серы (SO_2) и оксидов азота (NO_x) при сжигании органического топлива. Во многих странах осуществляются, рассчитанные на несколько лет, программы подавления образования и восстановления NO_x , а так же сероочистке.

Уменьшение выбросов.

Считается, что выбросы оксидов азота ($\text{NO}_x = \text{NO} + \text{NO}_2$) образующихся при горении, содействуют окислению атмосферных осадков, фотохимическому загрязнению воздуха и истощению защитного озонового слоя. В результате правительства многих индустриальных стран приняли законы о качестве воздуха, которые ограничивают выбросы NO_x электростанциями, сжигающими органические топлива. Еще более строгие местные нормативы и ожидаемое их ужесточение в будущем вынуждают энергокомпании уже сейчас стремиться к очень малым уровням выбросов. Во многих случаях требуемого снижения NO_x можно достичь, только комбинируя топочные методы и технологии очистки газов.

Основы образования NO_x .

При сжигании NO_x могут образовываться тремя различными путями.

Окисление молекулярного азота при высоких температурах вызывает образование «термических» NO_x . Зельдович /1/ обосновал механизм их образования при цепных реакциях. Сначала атомы кислорода, получающиеся при диссоциации O_2 , разлагают N_2 и обра-

зуют N_0 и N . Затем атомы азота реагируют с O_2 и образуют NO и O . В значительных количествах NO_x образуется при температуре в факеле более 1600°C .

В условиях с избытком топлива углеводородные радикалы реагируют с молекулярным азотом с образованием CN и HCN . Последующее быстрое окисление этих циановых соединений в пламени ведет к возникновению "быстрых NO_x ".

NO_x могут также образовываться при сжигании из азота, содержащегося в нефтяных топливах и углях, где массовая концентрация азота составляет обычно от 0,5 до 2 на скорость реакции образования «топливных» NO_x существенное влияние оказывает концентрация кислорода на начальном участке факела, в зоне выхода и горения летучих веществ. В пламени нефтяных топлив и распыленного угля образуются все три типа NO_x . При сжигании природного газа и других, не содержащих азота, топлив образуются прежде всего "термические" NO_x . Окись азота (NO) составляет более 90% общего количества его оксидов ($\text{NO}+\text{NO}_2$), выбрасываемых топочными устройствами. В атмосфере NO окисляется до NO_2 , имеющей коричневатую окраску. Заметные количества двуокиси азота (NO_2), более 10% от общей концентрации NO_x , содержатся также в газах после газотурбинных установок и топок с кипящим слоем. Независимо от происхождения NO_2 реагирует в стратосфере с гидроксильной группой (OH) с образованием азотной кислоты. При пиролизе угля, в котором имеется азот, образуются летучие, смолы и кокс. Большая часть азота угля оказывается в смолах в виде гетероциклических соединений, таких как пиридин и пироль или аминов. Они подвергаются вторичному пиролизу с образованием HCN и NH_3 . Свободные от азота углеводородные радикалы (C_iH_i , $i=1, 2, 3$) также могут реагировать с N_0 с образованием HCN . В окислительной атмосфере HCN , NH_3 и азот, имеющийся в коксе, превращаются в NO_x . В восстановительной атмосфере HCN и NH_i ($i=1,2,3$) реагируют с NO с образованием N_2 . Как видно из рис. 7.5.1 Приложения 3, основным способом снижения выхода NO_x является создание восстановительной среды в факеле. Воздух, необходимый для полного сгорания топлива, может быть подан ниже и/или выше основных горелок [3].

7.5.1 Методы уменьшения выбросов NO_x

Выбросы NO_x могут быть уменьшены двумя методами: путем изменения технологии сжигания или очистки дымовых газов после сжигания.

К изменениям технологии сжигания относятся применения схем сжигания (ступенчатая подача воздуха и/или топлива, а так же рециркуляция дымовых газов)* и горелочные устройства, обеспечивающие устойчивое горение топлива.

Удаление NO_x после сжигания осуществляется с помощью селективного каталитического восстановления (СКВ) или селективного некаталитического восстановления (СНКВ). СКВ и СНКВ требуют больших капиталовложений. Наименее затратным является изменение технологии сжигания. В связи с этим прежде чем переходить к очистке дымовых газов, необходимо добиться наибольшего снижения NO_x за счет технологии сжигания.

Технологии сжигания с низким выходом NO_x

Наиболее дешевым и доступным методом уменьшения выбросов NO_x являются технологии сжигания.

Около 80 % NO_x при обычном стехиометрическом сжигании угольной пыли образуются из азота топлива. Остальное приходится на «термические» и «быстрые NO_x ». Применение схем сжигания со ступенчатой подачей топлива и окислителя уменьшает выбросы NO_x , вследствие возникновения зон с недостатком кислорода. В этих зонах из топлива выделяются летучие вещества и образуются (HCN и NH_i , $i = 1, 2, 3$), а так же газы восстановители (CO и H_2), восстанавливающие оксиды азота до молекулярного азота (N_2).

Основная роль в технологиях сжигания топлива с низким выходом NO_x отводится рациональной организации топочного процесса в топке. Последнее зависит от конструкции и режимов работы применяемых горелочных устройств, которые при сжигании высокосольных энергетических углей Казахстана должны обеспечить раннее и устойчивое воспламенение и горение топлива.

7.5.2. Снижение выбросов SO_2 .

Выбросы диоксида серы от технологии сжигания практически не зависят. В связи с этим основным решением проблем снижения выбросов SO_2 является сероочистка дымовых газов. Уровень выбросов SO_2 зависит от содержания серы в сжигаемом топливе (угле или мазуте). Главными источниками выбросов являются энергетические установки, сжигающие уголь. При этом на этих установках, в качестве растопочного и резервного топлива используется мазут, содержание серы в котором может достигать до 4%.

На многих котлах из-за нерациональной организации топочного процесса мазут используется и для подсветки факела, т. е. создания искусственных условий для устойчивого горения угольной пыли. При этом следует учесть, что совместное сжигание угля и мазута приводит к повышенным выбросам SO_2 .

* Рециркуляция дымовых газов применяется только при сжигании природного газа и мазута для снижения уровня температур в факеле.

Таким образом для снижения выбросов SO_2 прежде всего необходимо обеспечить устойчивое горение угольной пыли без подсветки факела мазутом, а так же уменьшить расход мазута при растопках. При этом, по возможности, использовать менее сернистые угли. Энергетические угли Казахстана малосернистые, содержание серы в них доходит до 0,5 – 0,7 %. Желательно в качестве растопочного топлива применять малосернистый (~ 1%) мазут

Рациональная организация топочного процесса при сжигании казахстанских высокозольных энергетических углей, определяется правильным выбором схем сжигания и конструкции горелочных устройств.

Как уже отмечалось, для эффективного сжигания высокозольных казахстанских углей, желательно применять котлы с настенным расположением вихревых горелок. Чем выше эффективность топочного процесса, тем выше КПД (коэффициент полезного действия) топки котла. При этом будет меньше расходовано топливо и, естественно, меньше будет выброс SO_2 , т. е. выбросы SO_2 зависят от рациональной организации пылеугольного сжигания на котле.

Таким образом, прежде чем переходить к выбору технологии сероочистки, нужно рационально организовать топочный процесс, исключить подсветку факела мазутом, повысить КПД котла и пр.

В настоящее время примерно 70% установок сероочистки, используют промывку известковой (гидрат оксида кальция $Ca(OH)_2$) или известняковой (карбонат кальция $CaCO_3$) суспензией. Около 20% установок оборудованы мокросухими системами натрийсодержащих или известковых суспензий. Оставшиеся 10% установок используют различные циклические технологии или технологии инъекции разных сорбентов.

Мокрая сероочистка

Как уже отмечалось, известковые и известняковые мокрые системы сероочистки во всем мире являются оонобными для снижения выбросов SO_2 . В США закон о чистом воздухе 1970 г. стимулировал испытания различных систем. Однако, не потребовалось большого времени, чтобы энергокомпании и основные поставщики остановились на мокрой очистке, в которой SO_2 улавливается при рециркуляции водной суспензии извести или известняка в абсорбере, обеспечивающей ее контакт с дымовыми газами.

Принципиальная простота, доступность известняка и высокая эффективность улавливания, соответствовавшая требованиям законодательства, быстро привели к широкому распространению этой технологии.

Характеристики современных систем значительно лучше, прежде всего, в результате, инженерных решений, которые привели к лучшему согласованию конструкции с химизмом основных процессов. Наиболее крупным улучшением была разработка методов принудительного окисления сульфита. Твердые отложения в первых сероочистках возникали в резуль-

тате нерегулируемой кристаллизации естественно окисленного продукта, сульфата кальция ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$ - гипс) из рециркулирующей суспензии. Объемные гипсовые кристаллы обычно содержат 15-50 мольных процентов абсорбированного SO_2 . Их перемешивание в суспензии с не окисленным игольчатым сульфитом кальция ($CaSO_3 \cdot 1/2H_2O$) вызвало наибольшие трудности с обезвоживанием. Для известняковых систем продувка суспензии воздухом для принудительного окисления почти до 100% создает зерна кристаллов. Это минимизирует отложения и образует в то же время более гомогенную суспензию, которая обезвоживается до концентраций твердой фазы, 90% и более. По этим причинам известняковая технология с принудительным окислением стала повсюду в мире предпочтительной.

Предотвращение отложений путем принудительного окисления повысило надежность и готовность мокрых сероочисток. Доверие к конструкции и работоспособности мокрых систем возросло, так что многие электростанции США и Канады устанавливают технические требования и заказывают удовлетворяющие их требованиям системы с одним абсорбером или без резервных абсорберов. На рис. 7.5.2 показаны основные компоненты абсорбера, выпускаемого сейчас фирмой Б-В. [11].

Три скрубберных системы фирмы Б-В постоянно работают на ТЭС, сжигающих высокосернистые угли США, производя гипс для стеновых панелей. Гипс, являющийся побочным продуктом сероочисток, используется также в сельском хозяйстве как добавка к почвам и в цементной промышленности. Даже если гипс не продается, возможность глубокого обезвоживания повышает привлекательность технологии, поскольку гипс является стабильным материалом, требующим меньших площадей для хранения в отвалах.

Другой вариант технологии с ингибированием окисления также используется несколькими энергетическими компаниями. В этом процессе сера в виде эмульсии или тиосульфата натрия добавляется в жидкость в скруббере, чтобы предотвратить окисление до сульфата кальция, действуя таким образом как регулирующий отложения агент. При низком уровне окисления происходит рост более крупных кристаллов сульфита кальция, что позволяет обезвоживать продукт, как и в окислительных системах. Преимуществами систем с ингибированием окисления являются меньшая стоимость хранения отходов и предотвращения отложений. Поскольку товарного продукта не производится, используется меньше энергии, чем в системах с принудительным окислением при минимальном увеличении затрат на химикаты.

Скрубберы с использованием обогащенной магнием (доломитизированной) извести являются еще одним вариантом современной мокрой технологии сероочистки, хотя они и

не столь широко распространены в мире как системы сероочистки с принудительным окислением.

Скрубберы с суспензией доломитизированной извести обеспечивают в нормальной эксплуатации улавливание 98% SO_2 даже при содержании серы в угле от 3 до 4%, причем это осуществляется в аппаратах, значительно меньших, чем требуется при использовании известняка. Причина этого в том, что в присутствии магнезии существенно увеличивается щелочность раствора и уменьшается зависимость удаления SO_2 от растворения извести. Чтобы достичь того же эффекта при использовании известняка, требуются большие расходы жидкости на единицу газа (и поэтому большой расход энергии), а иногда и специальные добавки. Выбор между известняковыми системами с принудительным окислением и системами с обогащенной магнием известью часто является предметом споров. Энергокомпании обычно основывают свои решения на сравнении в конкретных условиях

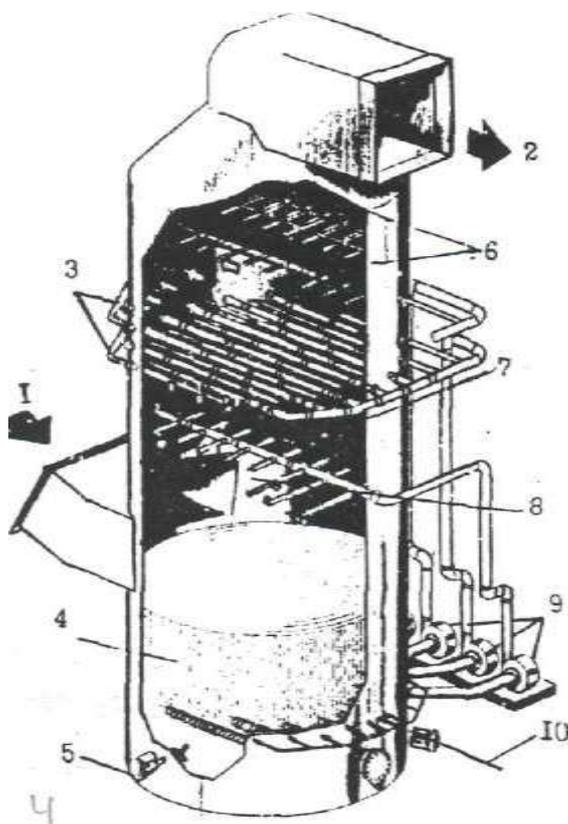


Рис.7.5.2. Абсорбер мокрой сероочистки фирмы Б-В;

I - вход дымовых газов, содержащих SO_x , 2 - выход очищенных дымовых газов; 3 - многоступенчатые пояса орошения; 4 - зона окисления; 5 - побудитель непрерывного перемешивания суспензии для предотвращения отложений; 6 - установка брызгоуловителя; 7 - абсорбционная зона; 8 - зона предварительного охлаждения и насыщения газов суспензией; 9 - насосы рециркуляции; 10 - подвод воздуха для окисления; 11 - брызгоуловитель; 12 - сопла промывочной воды; 13 - форсунка из карбида кремния для разбрызгивания суспензии; 14 - перфорированная тарелка из патентованного сплава.

больших эксплуатационных затрат на известь и больших капитальных затрат на скрубберы больших размеров и увеличенные расходы на прокачку в известняковой системе.

Наряду с системами мокрой промывки газов известковой или известняковой суспензиями, Фирма Б-В поставила также мокрые скрубберы для трех блоков по 552 МВт, где в качестве реагента используется раствор кальцинированной соды (Na_2CO_3). Высокая реакционность соды обеспечивает работу ЭТИХ скрубберов при очень низком соотношении жидкость/газ. Однако это применение является специфичным, так как электростанция расположена рядом с содовым заводом, где получаемые соли кристаллизуются в прудах-отстойниках.

Мокросухая сероочистка

Использование мокросухой технологии в энергетических установках началось в США в конце 70-х начале 80-х годов. Она развилась из технологий сушки распыленных жидкостей. Снижение выбросов SO_2 осуществляется путем распиливания абсорбента, чаще всего водной суспензии извести, в реакционной камере перед золоуловителем. Обычно система проектируется для работы при температуре на $15\text{-}25^\circ\text{C}$ выше адиабатической температуры насыщения дымовых газов. Мелкие капли абсорбируют SO_2 и после испарения воды образуются сульфит и сульфат кальция. В конструкции используются запатентованные форсунки с воздушным распиливанием, работающие весьма эффективно и надежно.

Расположенный за реактором электрофильтр или рукавный фильтр улавливает сухие соли вместе с летучей золой, имеющейся в дымовых газах. Использование рукавного фильтра повышает эффективность очистки, потому что при прохождении газов через сформированный на рукавах слой происходит дополнительная абсорбция SO_2 . Приближение температуры к температуре насыщения улучшает в этом случае контакт реагентов и еще повышает эффективность улавливания.

7.5. 3 Выводы и рекомендации

1. Основное внимание в работе уделено современным технологиям снижения вредных выбросов в атмосферу. Показано, что существующие технологии очистки дымовых газов от NO_x и SO_x трудоемки и капиталоемки, требуют большого расхода сорбентов и больших площадей. Отмечено, что энергетические угли Казахстана малосернистые (0,5-0,7 %). При этом так же показано, что уровень выброса NO_x зависит от технологии сжигания, а SO_x от технологии сжигания не зависит. Технологией сжигания уровень NO_x может быть снижен до 400 мг/нм^3 .

2. Основными загрязнителями окружающей среды являются теплоэлектростанции сжигающие угольную пыль, а так же промышленные и нефтеперерабатывающие предприятия.

3. Показано, что в республике не работает закон энергосбережения и малое внимание уделяется нетрадиционным (возобновляемым) источникам энергии.

4. Показано, что оборудование ТЭС эксплуатирующееся, в основном, больше 40 лет морально и физически устарело. Необходимо проведение техпереворужения с применением современных технологий сжигания топлива с минимальным воздействием на окружающую среду.

5. Существенно снизить вредные выбросы в атмосферу можно за счет применения парогазовых установок (ПГУ), как на газообразном, так и твердом топливе.

Реконструкция горелок котла ст. № 1 ГРЭС - 2 привела к снижению выбросов окислов азота на 162,5 тонн/год;

Работы по снижению выбросов NO_x могли бы проводиться успешно и на других электростанциях Республики, но это не делается. В этом, по-видимому, повинна некомпетентность специалистов некоторых территориальных управлений ООС.

На котлах ТП-10 Карагандинской ГРЭС-2 на протяжении нескольких лет в мероприятия по снижению NO_x записывался впрыск котловой воды, который, якобы давал снижение на одном котле до 200 тонн/год NO_x.

Впрыск котловой воды при пылеугольном сжигании не дает снижения NO_x, а только ухудшает топочный процесс. Впрыск воды применяется при сжигании газа для снижения температуры в факеле, т. е. для снижения «термических» NO_x

Рекомендации:

1. Теплоэлектростанциям сжигающим уголь оснастить топку котлов схемами сжигания и горелочными устройствами снижающими уровень выхода NO_x до 400 мг/нм³.

2. Учитывая малосернистость Казахстанских энергетических углей для сероочистки использовать подачу сорбента в топку или газоход.

3. В качестве мокрых золоулавливающих установок применять эмульгаторы, а в качестве сухих – электрофильтры.

4. Реконструкцию существующих котлов или вновь строящихся должны обязательно проходить экспертизу в республиканских национальных институтах (АО КазНИИ энергетики им. академика Ш.Г. Чокина и КазНИИЭЖ).

Список литературы

1. Бухман М.А. Способ сжигания и устройство для его осуществления. Патент РК, №8444, 09.2003.
2. Бухман М.А. Способ ступенчатого сжигания топлива. Предпатент РК №17126 01.2006
3. Бухман М.А., Амангалиев А.А., Бугубаев М.А. и др. О снижении выхода NO_x на котлах ПК-39 II Аксуской Теплоэлектростанции. Энергетика и топливные ресурсы Казахстана. - №10. –2003. – С.69-70.
4. Зельдович Я.Б., Садовников Р.Я., Франк-Каменецкий Д.А. Окисление азота при горении. М: Изд-во АН СССР.– 1947. – 145 с.
5. Новоселов С.С., Гаврилов А.Ф., Чмовк В.Е. Озонный способ очистки дымовых газов ТЭС от SO_2 и NO_x // Теплоэнергетика. – №9. – 1986.
6. Нолан П.С. Сероочистка дымовых газов на ТЭС. // Семинар Сжигание топлива с минимальным воздействием на окружающую среду (Бабкок-Вилкоккс, ВТИ) М: 1993, 40 с.
7. Jones D.J. et al. Two-Stage De NO_x Process Test Data From Switzerland's Largest Incineration Plant, Presented at the 1989 Symposium on Stationary Combustion NO_x Control, San Francisco, CA, March 1989/
8. McCoy D.C., Scandrol R.O., Statnick R.M., Stouffer M.R., Winschel R.A., Withum J.A., Wu M.M. and Yoon H. The Edgewater Coolside Process Demonstration A Topical Report, Final report to The Babcock & Wilcox Company under Contract FC22-87PC79798, DOE/PC79798-T26 (NTIS DE93001722), February 1992.
9. Nolan P.S., Becker T.W., Rodemeyer P.O. and Prodesky E.J. Demonstration of Sorbent Injection Technology on a Wall-Fired Utility Boiler (Edgewater LIMB Demonstration), Final report to the U.S. Environmental Protection Agency under Contract 68-02-4000, EPA-600/R-92-115 (NTIS PB92-201136), June 1992.
10. Nylander J.H., Mansour M.N. and Brown D.R. Demonstration of an Automated Urea Injection System at Encina Unit 2. Presented at the Joint Symposium on Stationary Combustion NO_x Control, San Francisco. CA. March 1989.
11. Sema T. and Sato M. A Study on NO_x Removal in Combustion Flue Gas by NH_3 Gas Injection (I). Nenryo Kyokai-shi 69:9, 693-702, 1988.
12. Smart J.P. and Weber. R., Reduction of NO_x and Optimisation of Burnout With an Aerodynamically Air-Staged Burner and an Air-Staged Precombustor Burner, J. Inst. Energy, 237-245. December 1989.
13. Steam-its generation and use, 40th Edition, Babcock & Wilcox. Barberton, OH, 1992.
14. Widening the Urea Temperature Window, Presented at the 1991 Joint Symposium on Stationary NO_x Control, Washington D.C., March 1991.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Выполнены комплексные научные исследования с использованием международных руководств по инвентаризации ЗВ (КОРИНЭР/ЕМЕР) в РК; однако многие предлагаемые руководством переводные коэффициенты не учитывают специфику Казахстанских топливных ресурсов и используемых технологий сжигания и преобразования данных топлив в определенные виды энергии (особенно по NO_x, SO₂, ТМ и СО₃);

- однако, на сегодняшний день инвентаризации выбросов ЗВ выполняется на национальном уровне с использованием удельных показателей выбросов предлагаемых международным руководством;

- по данным инвентаризации выбросов ЗВ за 2005 получено, что, несмотря на отмечаемую некоторую стабильность в темпах роста выбросов ЗВ от различных категорий источников, продолжается увеличение выбросов NO_x и SO₂ от энергетического сектора страны, которые составили 157 тыс. тонн и 538,5 тыс. тонн соответственно. Это связано с увеличением сжигания ископаемого топлива в энергетическом секторе страны, при все более возрастающем спросе на тепло и электроэнергию экономикой страны. Общие выбросы от данной категории в 2005 г. составили 713243,4 тыс. тонн, и увеличились на 3 % по отношению к 2004 г.

- в тоже самое, время отмечается значительное сокращение выбросов ЗВ и ТМ в категории процессы сжигания в обрабатывающей промышленности, особенно металлургической промышленности, связанное с общим спадом производства в 2005 г., которое составило от 5% до 7% в различных подкатегориях, а также реконструкцией предприятий данной категории. Однако отмечается рост выбросов ЗВ от цементного производства составившее 10-12% по отношению к 2004 г.

- необходимо отметить также, что инвентаризация выбросов ЗВ является трудоемким и длительным процессом, поэтому необходимо создание Национальной системы проведения инвентаризации, включая назначение постоянного исполнительного органа при МООС (например, КазНИИЭК), что обеспечит непрерывность и преемственность проведения инвентаризации и сократит время сбора информации, кроме того необходимо провести работу по разработке национальных коэффициентов эмиссий ЗВ, с учетом специфики экономики страны.

2. Количество выбросов выброшенных в атмосферу от автотранспорта в 2005 году по всем загрязняющим веществам, превосходит 2004 г и составляет 2493 тыс.тонн. Это гармонично стыкуется с фактом увеличения количества автотранспорта, а также с возросшим количеством потребленного топлива этим сектором. Наибольшее увеличение произошло у ЛОС, NO_x и СО.

Впервые получены данные о выбросах ЗВ, для группы мобильных источников. Они достаточно полно и достоверно характеризуют величины этих выбросов несмотря на все допущения и предположения. Величины неопределенности в полученных значениях по нашим оценкам составляют 13-15% и определяются в основном достоверностью данных о сожженном топливе по рас-

сма триваемым категориям. В будущем, по выполнении ряда инвентаризаций, методику расчета выбросов ЗВ можно будет уточнить, снизив, таким образом, величину неопределенности.

3. По результатам анализа построенных сценариев прогнозов выбросов (ЗВ) от энергетического, транспортного, сельского хозяйства и отходов секторов экономики страны на период до 2015-2020 гг. Получено, что наибольшие выбросы ЗВ в энергетическом секторе предполагаются при угольных сценариях. При этом общие выбросы NOx могут составить около 300-400 тыс. тонн, а SO2 до 600 тыс. тонн к 2020 г. При газовом сценарии, будет отмечаться некоторое снижение общих выбросов ЗВ, что благоприятно бы сказалось на общей ситуации в области сокращения выбросов ЗВ в РК. Кроме того, внедрение золоулавливающих установок нового типа эмульгаторов 2-го поколения на котлах типа БКЗ 320-140, предполагает снижение выбросов твердых частиц и достижение эффективности пылеулавливания до 99 % и, как результат, общее снижение выбросов ЗВ в РК.

При прогнозе выбросов ЗВ от автотранспорта были использованы данные предоставленные КазНИИЭК, построенные на основе прогноза экономического развития страны по программе "МАРКАЛ", которая позволяет смоделировать такое развитие на ближайшее будущее, опираясь на имеющиеся темпы роста экономики и другие важные экономические критерии, а также программа развития транспортной отрасли до 2015 г. Было получено, что в целом согласно модели МАРКАЛ в 2010 году произойдет качественная перестройка транспортного рынка. Дизельного топлива будет потребляться больше почти в два раза по сравнению с бензином, и будет отмечаться общее увеличение потребления топлива этим сектором экономики.

Таким образом, в ближайшие 10 лет ожидается устойчивый рост всех компонентов загрязняющих веществ, выбрасываемых энергетическим комплексом и автотранспортом.

4. Показано, что фактические статистические данные о вертикальном распределении озона над территорией Казахстана практически нет и есть необходимость дальнейшего расширения работ в этой области.

Для оценки нарушения зональной закономерности трансграничного переноса примесей над регионом рекомендуется рассчитывать следующие эмпирические формулы:

Для района юга и юго-востока Казахстана:

$$U = 2,3V^{0,62}, r = 0,68, n = 80. \quad (1)$$

Балхаш-Илийский район:

$$U = 3,2V^{0,57}, r = 0,72, n = 66. \quad (2)$$

Регион южнее 47,2° с.ш.:

$$\text{г. Кызылорда: } U = 4,1V^{0,36}, r = 0,61, n = 184. \quad (3)$$

Регион севернее 47,2° с.ш. на территории РК:

$$\text{г. Костанай: } U = 2,8V, r = 0,83, n = 201. \quad (4)$$

$$\text{г. Актобе: } U = 2,9\sqrt{V}, r = 0,74, n = 154. \quad (5)$$

$$\text{г. Караганда: } U = 2,3V^{0,6}, r = 0,88, n = 169. \quad (6)$$

Для построения модели расслоения по высоте атмосферного озона пригодны лишь данные озонозондовых измерений, поскольку спутниковые измерения, в большинстве случаев, не позволяют получать данные о плотности озона ниже уровня 30 мб.

Приведенная нами предварительная информация для территории Казахстана указывает на целесообразность организации наблюдений (хотя бы в одном пункте на сети РГП “Казгидромет”) для получения необходимой информации о вертикальном распределении озона. К сожалению, на территории республики Казахстан регулярное измерение вертикального распределения озона (ВРО) до сих пор нигде не производится.

5. Моделирование по предложенной модели трансформации ветропесчаного потока вдоль его движения над не эродирующей поверхностью после выхода за пределы источника выветривания позволило получить его характеристики как по длине траектории, так и по высоте переноса: размеры частиц и переносимую массу на различных высотах пограничного слоя атмосферы, убывание массы частиц в потоке по мере удаления от источника выноса.

Принятая модель не учитывает продолжения поступления мелкодисперсного аэрозоля из низших слоев пограничного слоя атмосферы в верхние, а также после выхода потока за пределы источника выноса. Поэтому, следует ожидать некоторого незначительного увеличения массы частиц в самых верхних слоях потока на уровнях 6000...1000 м. Учитывая, однако, достаточно малое их содержание в потоке выше приземного слоя атмосферы, учет этого эффекта не должен значительно изменить полученные результаты по дальности переноса частиц данного песка с параметрами $d_0 = 120 \text{ мкм}$ и $\sigma_{lgd} = 0,11$.

В будущем, если станет известен дисперсный состав донных отложений алевритового состава, следует выполнить моделирование сильных бурь с этих новых осушенных территорий и сравнить полученный результат с космическими снимками. Это позволит более корректно оценить предельную массу частиц, ограничивающую окончание расчетов. Модель может быть использована для исследования трансграничного выноса аэрозоля из района Аральского моря на территорию соседних государств.

6. Применение разработанной нами методики климатической оценки загрязнения атмосферы и программы расчета накопленных вероятностей приземных концентраций ЗВ позволяет оценить вероятностные характеристики загрязнения атмосферы в исследуемом регионе. Эти методика и программа, по сути, позволяют получить климатические характеристики загрязнения атмосферы от источника для всей окружающей территории. Расчеты можно выполнять для климатической оценки трансграничного переноса, взаимного влияния крупных предприятий, расположенных в одном регионе, и оценки возможных изменений загрязнения атмосферы при сооружении и реконструкции предприятий.

Анализ полученных данных показывает, что загрязнение диоксидом серы от Семипалатинских предприятий в северном направлении, не достигает территории России. Загрязнение диоксидом азота от этих предприятий на территории России занимает незначительные площади и не превышает 3%/г. на уровне 0,05 ПДК и 6%– на уровне 0,01ПДК. Загрязнение пылью на уровне 0,01 ПДК не превышает 4%.

Для Павлодарского промышленного района перенос в северо-восточном направлении, при котором возможен вынос ЗВ в направлении России, на расстоянии 200 км вероятность загрязнения диоксидом серы равна 12,2 %, а диоксидом азота 22,5 % на уровне 0,01...0,05 ПДК. Ввод в эксплуатацию в перспективе еще 2 агрегатов на Экибастузской ГРЭС-2 не приведет к увеличению концентрации ЗВ за пределами Казахстана. Некоторое влияние увеличение мощности Экибастузской ГРЭС-2 может сказаться на загрязнение атмосферы г. Павлодара.

В последующем, на третьем этапе работы, на основе рассчитанных вероятностей загрязнения будут построены трехмерные карты полей вероятностей загрязнения атмосферы.

7. При проведении мониторинга по оценке эффективности действующих технологий и оборудования на крупных предприятиях-загрязнителях республики получены следующие результаты:

- основными загрязнителями окружающей среды являются теплоэлектростанции сжигающие угольную пыль, а так же промышленные и нефтеперерабатывающие предприятия.

- в сфере нефтедобычи и нефтепереработки, как было показано выше, экономические механизмы стимулирования к уменьшению выбросов ЗВ не работают из-за несоизмеримости «претензий» с прибылями. Необходимы пересмотр и коррекция нормативной документации с широким использованием рыночных механизмов.

- показано, что оборудование ТЭС эксплуатирующееся, в основном, больше 40 лет морально и физически устарело. Необходимо проведение техпереворужения с применением современных технологий сжигания топлива с минимальным воздействием на окружающую среду.

- существенно снизить вредные выбросы в атмосферу можно за счет применения парогазовых установок (ПГУ), как на газообразном, так и твердом топливе.

В качестве рекомендаций предлагается: учитывая малосернистость Казахстанских энергетических углей для сероочистки использовать подачу сорбента в топку или газоход.

В качестве мокрых золоулавливающих установок применять эмульгаторы, а в качестве сухих – электрофильтры.

Задача повышения эффективности действующих технологий по повышению энергоэффективности сложна и многогранна. Она затрагивает интересы и требует участия целого ряда министерств и ведомств. Представляется поэтому целесообразным рекомендовать Правительству Республики Казахстан создать Национальную Комиссию по реализации существующих Программ, направленных на повышение энергоэффективности, включая программы по возобновляемым ис-

точникам, программы по более эффективному использованию попутных газов при нефтедобыче и др., включающую представителей всех заинтересованных Министерств и Ведомств. Только государство посредством принятия ряда различных мер, включая институциональные, налоговые, инвестиционные и другие, может запустить в действие процесс энергосбережения и энергоэффективности в стране.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1.1 а – Выбросы загрязняющих веществ в целом по республике и по областям Казахстана за 2002...2005 годы, тонны

Область	Всего				SO ₂				CO			
	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.
КАЗАХСТАН	2418039,0	2884310,6	3016522,6	2968750,8	1100388,4	1385429,5	1492099,8	1452771,7	369775,3	393508,0	411937,9	408047,3
Акмолинская	43693,1	53412,3	41383,8	43957,7	10442,9	12339,4	8912,4	10745,1	4803,7	6544,1	5748,2	4054,9
Актюбинская	90884,4	107548,4	130805,1	168216,9	48106,6	49605,6	65491,3	77573,7	19868,9	21057,1	32802,6	41624,5
Алматинская	60046,3	66998,9	69799,8	68370,6	20105,5	22778,5	24608,7	25827,4	5962,3	6698,6	7984,6	8045,3
Атырауская	112560,2	117826,8	92244,7	89359,8	19847,8	29431,0	19787,0	21009,1	32264,4	31188,2	30235,8	24414,0
В.-Казахстанская	196373,0	185304,0	184184,3	165725,2	108750,5	89854,3	83438,2	58340,6	34248,3	35806,5	37877,0	39768,8
Жамбылская	13288,1	15124,2	17581,4	18862,2	2448,6	2552,3	2617,0	3058,2	1526,2	2119,7	2310,7	1809,5
З.-Казахстанская	66282,2	58656,8	93725,5	76405,6	12266,7	13057,3	43734,5	33140,0	13876,0	8194,9	13568,1	12293,6
Карагандинская	1165504,5	1373574,0	1465164,3	1415431,1	694440,6	890177,4	954712,0	943769,6	201355,5	205700,2	213145,5	203458,3
Костанайская	124294,3	157048,2	133788,0	100435,2	32274,0	43963,8	36942,6	32190,7	9470,9	20205,8	9908,8	7836,0
Кызылординская	12621,3	18822,9	22371,4	40015,1	1266,3	1346,3	1353,1	1325,1	5998,6	9830,6	13239,4	16287,4
Мангистауская	69291,9	73334,6	57579,2	63505,9	160,6	140,4	278,3	548,8	8239,9	9521,3	8287,4	10184,6
Павлодарская	337877,3	506933,5	556050,9	556825,4	117976,4	193968,2	213248,4	203795,9	22444,1	24333,0	24235,7	24758,2
С.-Казахстанская	57493,1	60739,0	63414,5	65480,7	13649,5	14188,9	15780,0	16493,3	3582,8	3796,2	3678,1	4375,2
Ю.-Казахстанская	12381,4	27702,4	31075,9	36763,1	2209,3	3523,4	5103,0	7590,1	2084,7	3827,7	4233,8	4536,3

Таблица 1.1 б – Выбросы загрязняющих веществ в целом по республике и по областям Казахстана за 2002...2005 годы, тонны

Область	NO _x				NH ₃				ЛОС				Рь			
	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.
КАЗАХСТАН	165699,4	191564,1	196927,1	198902,8	1873,4	2367,8	958,3	1169,6	16569,4	25983,6	22925,0	41326,6	58,513	56,764	31,62	28,7
Акмолинская	2420,3	2910,4	2296,9	2335,7	207,7	450,6	194,8	321,8	3,6	7,8	14,3	16,9	0,013	0,013	0,15	0,1
Актюбинская	5612,4	6464,5	8752,5	10558,0	0,3	0,3	0,0	0,0	290,1	466,8	858,7	15594,4	-	0,018	0,02	-
Алматинская	8653,9	9273,7	9266,0	8510,1	1214,2	1441,2	224,4	216,8	55,9	75,8	159,9	185,0	-	-	-	-
Атырауская	17672,6	14605,7	10429,9	11117,4	2,1	2,4	2,5	-	7963,2	8229,3	3466,9	1619,9	-	-	-	-
В.-Казахстанская	13507,8	14241,2	13978,3	14820,0	122,6	104,5	129,6	137,0	401,9	470,9	474,4	701,1	-	0,005	31,01	20,845
Жамбылская	960,0	1148,6	1154,6	1660,3	54,3	71,9	100,7	88,4	993,6	933,3	553,9	1628,8	-	-	0,004	0,035
З.-Казахстанская	3692,7	5531,1	6472,4	5764,4	1,6	1,0	3,1	1,8	412,9	1182,4	1238,1	1258,6	-	-	-	-
Карагандинская	41417,0	42176,5	45135,5	40428,1	202,8	209,1	216,2	294,8	571,2	612,4	742,0	432,9	53,2	56,6	-	-
Костанайская	5363,5	8487,1	6546,8	5896,0	13,2	25,4	11,4	15,9	24,7	27,6	33,4	179,6	5,3	-	0,4	0,012
Кызылординская	1289,0	1744,2	2260,5	3444,6	11,4	11,5	11,4	12,1	296,0	319,0	723,0	4817,3	-	-	-	-
Мангистауская	9688,3	8635,8	7803,1	8060,4	1,9	13,1	7,0	5,8	157,9	1214,3	317,2	327,9	-	0,107	0,016	-
Павлодарская	40231,0	58752,5	65437,4	67494,4	22,3	7,3	2,1	6,6	34,5	86,2	138,5	84,7	-	0,005	0,005	0,005
С.-Казахстанская	3718,3	3934,9	4145,2	4052,1	0,9	1,4	2,1	3,0	257,8	311,3	452,5	297,2	-	-	0,003	0,029
Ю.-Казахстанская	725,8	1526,9	1666,4	1843,9	10,3	19,4	41,8	51,8	4802,1	11679,7	13235,4	13468,6	-	-	0,002	0,004

Таблица 1.2 а – Выбросы загрязняющих веществ по городам Казахстана за 2002...2005 годы, тонны

Город	Всего				SO ₂				CO			
	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.
Астана	44174,5	45899,2	44765,4	43935,7	13181,9	13687,7	2386,1	13310,3	2728,9	2728,9	2454,1	2296,6
Алматы	11273,6	15385,3	12588,4	15460,7	3261,1	4815,2	3442,2	4053,9	1662,9	1955,1	2025,9	2304,0
Актобе	69526,9	86132,5	107208,1	128965,3	36173,5	38214,8	52801,9	58628,8	14357,2	14909,5	22729,0	27118,1
Атырау	20058,4	23889,6	15490,1	13709,0	3550,5	4397,0	4316,5	3922,0	2397,8	2484,4	2551,1	2795,1
Аркалык	4164,1	4526,7	2787,6	4529,1	480,8	490,1	450,5	533,4	500,4	805,0	141,2	525,1
Актау	312,6	1606,7	9799,3	27767,8	1,6	7,6	221,5	490,9	27,0	373,8	3109,7	7347,6
Аксу	144136,8	162259,7	161473,1	148296,8	54426,6	66699,6	69364,1	58851,5	5944,3	6567,4	6587,9	6822,0
Балхаш	511443,1	718651,6	780849,5	763923,2	478142,2	671233,4	732563,6	732853,3	1129,7	1417,0	1427,6	1404,7
П. Глубокое	4,3	3,9	1375,6	1621,1	0,9	0,8	235,7	183,3	2,2	2,0	503,7	432,1
Жезказган	137309,1	137925,1	147267,6	144485,0	82481,8	85645,1	87509,8	85218,6	2783,1	2363,5	3426,8	3899,4
Зыряновск	3637,5	4318,7	4525,2	4377,4	749,2	677,0	603,5	517,2	1057,5	1513,8	1514,8	1504,1
Кокшетау	6196,5	7707,8	7035,7	5502,0	2393,6	2454,8	2203,1	2245,4	443,1	1447,6	1921,8	618,0
Караганды	66822,1	59180,3	51611,4	48563,6	26409,0	23239,2	18236,5	12842,4	5761,6	4767,4	2808,0	3107,7
Костанай	5881,5	9387,2	5706,6	3027,9	1673,4	2841,3	589,7	111,0	770,1	1683,0	572,6	731,8
Кызылорда	11171,5	15257,3	19947,7	36282,7	1022,5	962,4	940,0	780,9	5796,0	9360,3	12908,1	15839,9
Павлодар	103319,1	146901,9	145763,7	150698,8	38812,7	60783,8	55391,5	56828,5	3841,0	4890,4	4632,6	5202,0
Петропавловск	36854,4	38634,2	42002,5	42068,8	10967,0	11598,3	13327,9	13492,4	1435,9	1655,5	1866,9	2089,8
Рудный	59832,3	76851,4	63894,4	69086,4	23739,8	32388,9	28416,9	30254,9	3960,9	8320,0	4099,7	3838,3
Риддер	11527,8	11208,9	11280,3	11228,0	7764,8	6698,2	6640,8	6433,4	1024,5	1100,5	1211,8	1277,0
Семипалатинск	26696,8	31278,9	32748,7	35570,6	4047,8	4668,3	4829,7	4746,9	9418,6	10791,0	11142,4	12036,0
Талдыкорган	4764,8	5314,9	5319,4	4461,6	920,3	1265,9	1420,1	1096,3	1483,2	1989,1	1446,3	1376,7
Тараз	8472,2	9048,1	11615,2	12119,5	2009,1	1874,8	2037,8	2467,5	584,9	616,8	636,1	498,9
Темиртау	334347,3	338942,4	348379,4	320934,2	75184,3	76537,0	79108,7	72829,1	182975,8	187495,3	191785,0	183021,6
Уральск	1894,7	1504,8	2124,3	2089,3	28,3	28,3	44,6	56,9	788,9	413,4	835,8	737,3
Усть-Каменогорск	107566,5	103873,4	95978,6	70718,1	76963,9	74614,6	67383,0	42649,5	13688,3	12814,4	13281,0	13999,7
Шымкент	9798,6	23238,8	27875,2	34020,1	1929,2	3262,9	4762,5	7201,0	1807,1	3384,5	3761,5	3925,0
Экибастуз	87056,0	194585,8	137234,8	138162	24326,5	66085,2	45819,5	47744,1	11761,3	12102,0	9964,6	9449,4

Таблица 1.2 б – Выбросы загрязняющих веществ по городам Казахстана за 2002...2005 годы, тонны

Город	NOx				NH ₃				ЛОС				Pb			
	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.
Астана	7586,5	8039,4	7978,8	8829,9	0,4	1,1	0,9	1,0	79,0	76,4	77,0	196,2		0,016	0,016	7,638
Алматы	3160,4	4091,7	3602,6	4087,4	7,3	7,5	10,1	13,0	225,0	292,5	439,8	517,5				
Актобе	4564,2	5356,0	7003,2	8036,4	0,022	0,022	0,022	0,022	290,1	466,8	858,7	15574,6		0,018	0,015	
Атырау	1873,7	2340,4	1297,7	1540,5	0,5	0,8	0,5		7740,0	7991,7	3355,0	1498,6				
Аркалык	207,7	377,5	136,8	227,5				1,8	12,0	6,0	6,0	0,9				
Актау	18,6	666,1	3036,7	4812,1	1,9	1,9	7,0	5,8	9,3	9,7	252,5	304,9			0,107	
Аксу	14424,3	17367,9	17870,0	17076,3					4,5	4,7	5,1	5,4				
Балхаш	3117,7	3556,3	3727,5	2865,0				2,1		4,0	2,0					
п. Глубокое	0,2	0,2	167,0	112,9								2,1				
Жезказган	3519,6	3928,3	4503,2	5159,2	7,8	7,5	11,0	10,4	53,5	56,7	28,1	34,6	53,200	56,600		
Зыряновск	416,9	500,0	507,0	480,9	1,5	4,4	1,0	0,0	5,1	7,5	11,7	9,0				
Кокшетау	216,5	228,0	184,1	257,2	13,6	7,0	0,6	0,4		3,3	0,4	6,8				
Караганды	7121,9	6881,2	6660,4	6313,3	3,4	4,5	6,1	7,7	9,6	10,0	13,5	16,5				
Костанай	294,5	449,0	304,3	411,6	1,9	1,9	2,3	1,8	0,5	0,7	1,3	0,7				
Кызылорда	1229,5	1652,4	2183,9	780,9					154,4	315,5	658,3	4799				
Павлодар	13744,1	1741,7	19582,5	20004,6	8,1	7,3	2,1	6,6	20,0	71,2	105,2	33,7		0,005	0,005	0,005
Петропавловск	3116,2	3348,9	3585,1	3310,6	0,9	1,3	2,0	2,6	257,0	310,9	450,5	293,6			0,003	0,029
Рудный	3009,3	4985,7	3996,7	4403,5	1,4	1,8	2,4	2,5	11,1	11,5	21,2	24,5				
Риддер	1241,5	1506,8	1317,2	1285,3	0,3	1,7	1,2	2,4	16,0	19,6	32,6	30,7				
Семипалатинск	2701,0	3396,0	3711,0	5449,5	6,7	6,7	6,9	5,8	42,4	50,3	41,4	54,3		0,004	0,004	0,172
Талдыкорган	504,7	411,1	385,2	248,5	1,0	1,0	0,5	0,8	6,7	6,5	1,3	52,4				
Тараз	751,5	843,8	793,2	1229,8	45,0	61,9	91,3	80,0	12,6	11,6	16,6	16,9				0,035
Темиртау	17429,3	17588,9	18174,9	15344,3	184,6	190,3	190,3	267,2	506,0	539,0	537,4	371,8				
Уральск	381,1	163,2	214,2	211,7	1,6	1,0	3,1	1,3	9,5	8,0	7,8	43,5				
Усть-Каменогорск	6841,1	6203,8	6053,9	5397,6	72,6	46,3	56,9	60,5	273,1	277,4	285,7	342,4				
Шымкент	594,0	1389,5	1496,7	1687,9	2,6	4,7	5,1	3,4	4767,6	11605,8	13146,7	13392,6				
Экибастуз	11885,0	24204,7	17871,6	19247,4	14,2		0,029	0,029	9,8	9,9	27,7	45,2				

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 2.7.5

Количество ЗВ, выброшенных в атмосферу транспортом, работающим на бензине

Типы автомобилей	Количество сожженного бензина, тыс. т	Коэффициент NO _x т/тыс.т	Количество NO _x т	Коэффициент CH ₄ т/тыс.т	Количество CH ₄ т	Коэффициент ЛОС т/тыс.т	Количество ЛОС т	Коэффициент СО т/тыс.т	Количество СО т	Коэффициент N ₂ O т/тыс.т	Количество N ₂ O т	Коэффициент CO ₂ т/тыс.т	Количество CO ₂ т
Легковые,	897.424	20.4	18307.45	0.91	816.6558	55.5	49807.03	542	486403.8	0.057	51.15317	3183	28565
Транспорт с малой грузоподъемностью	288.458	28.7	8278.745	0.8	230.7664	47.4	13672.91	356	102691	0.059	17.01902	3183	91816
Транспорт с большой грузоподъемностью	256.407	37.5	9615.263	0.64	164.1005	28.5	7307.6	342	87691.19	0.035	8.974245	3183	81614
Мотоциклы	160.254	2.64	423.0706	5	801.27	509	81569.29	724	116023.9	0.067	10.73702	3183	51008
Всего			36624.53		2012.79		152357		792810		87.8835		51008

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 2.7.6

Количество ЗВ, выброшенных в атмосферу транспортом, работающим на дизельном топливе

Типы автомобилей	Количество сожженного топлива тыс. т	Коэффициент NO _x т/тыс.т	Количество NO _x т	Коэффициент CH ₄ т/тыс.т	Количество CH ₄ т	Коэффициент ЛОС т/тыс.т	Количество ЛОС т	Коэффициент СО т/тыс.т	Количество СО т	Коэффициент N ₂ O т/тыс.т	Количество N ₂ O т	Коэффициент СО ₂ т/тыс.т	Количество СО ₂ т
Легковые,	579.579	11	6375.369	0.083	48.10506	3.08	1785.103	11.7	6781.074	0.165	95.63054	3138	18187
Транспорт с малой грузоподъемностью	579.579	15.9	9215.306	0.055	31.87685	4.64	2689.247	17.5	10142.63	0.188	108.9609	3138	18187
Транспорт с большой грузоподъемностью	910.767	42.7	38889.75	0.25	227.6918	8.16	7431.859	34.2	31148.23	0.12	109.292	3138	28579
Мотоциклы	0		0		0		0		0		0		0
Всего	2069.924		54480.43		307.674		11906.2		48071.9		313.883		64954

Для автомобилей, работающих на газе, Руководство предлагает только один набор коэффициентов выбросов. Поэтому нет необходимости делить автомобили по типам.

Таблица 2.7.7

Выбросы автомобилей работающих на газе

Количество сожженного топлива тыс. т	Коэффициент NO _x т/тыс.т	Количество NO _x т	Коэффициент CH ₄ т/тыс.т	Количество CH ₄ т	Коэффициент ЛОС т/тыс.т	Количество ЛОС т	Коэффициент СО т/тыс.т	Количество СО т	Коэффициент СО ₂ т/тыс.т	Количество СО ₂ ,т
122.478	36.8	4507.19	0.96	117.5789	25.7	3147.685	122	14942.32	3030	371108.3

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

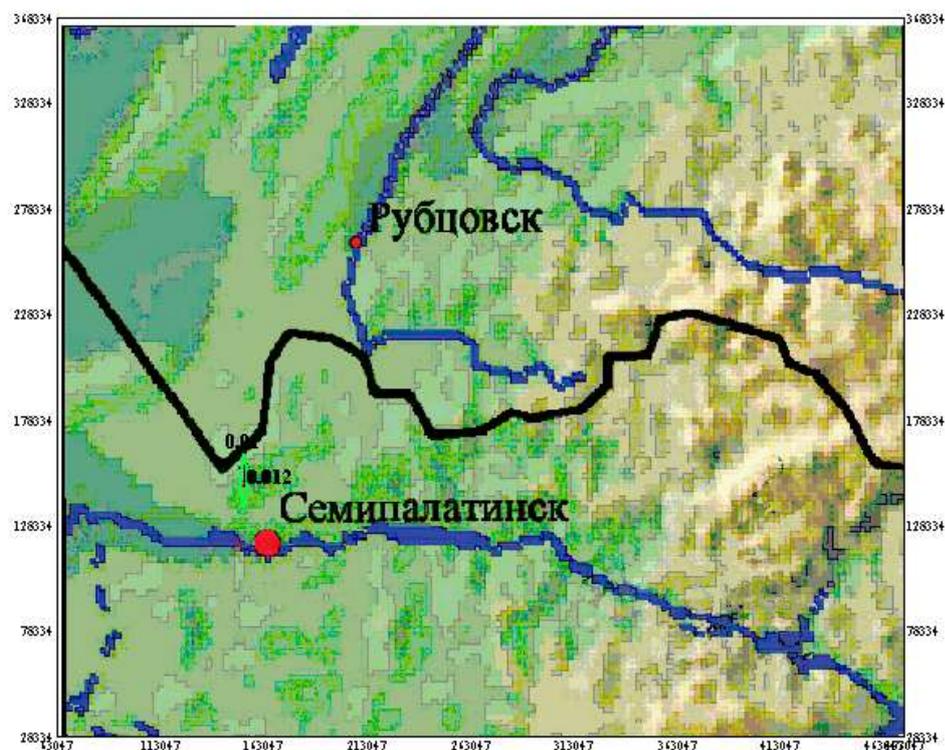


Рисунок 7.4.4 – Карта полей концентрации диоксида серы, скорость ветра 5,0 м/с.
г. Семипалатинск

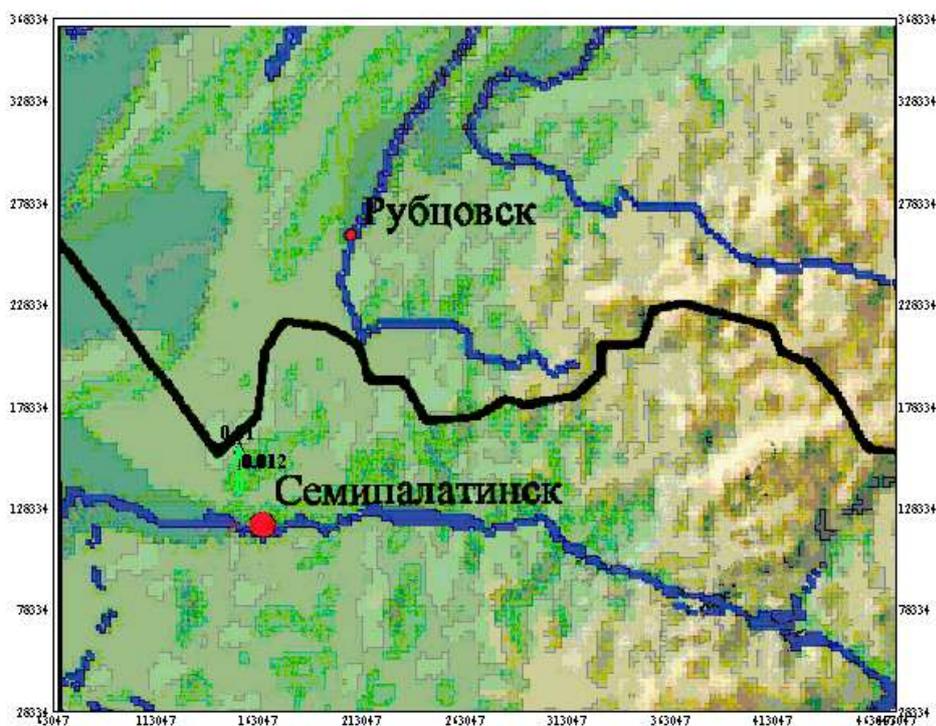


Рисунок 7.4.5 – Карта полей концентрации диоксида серы, скорость ветра 10,0 м/с.
г. Семипалатинск

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

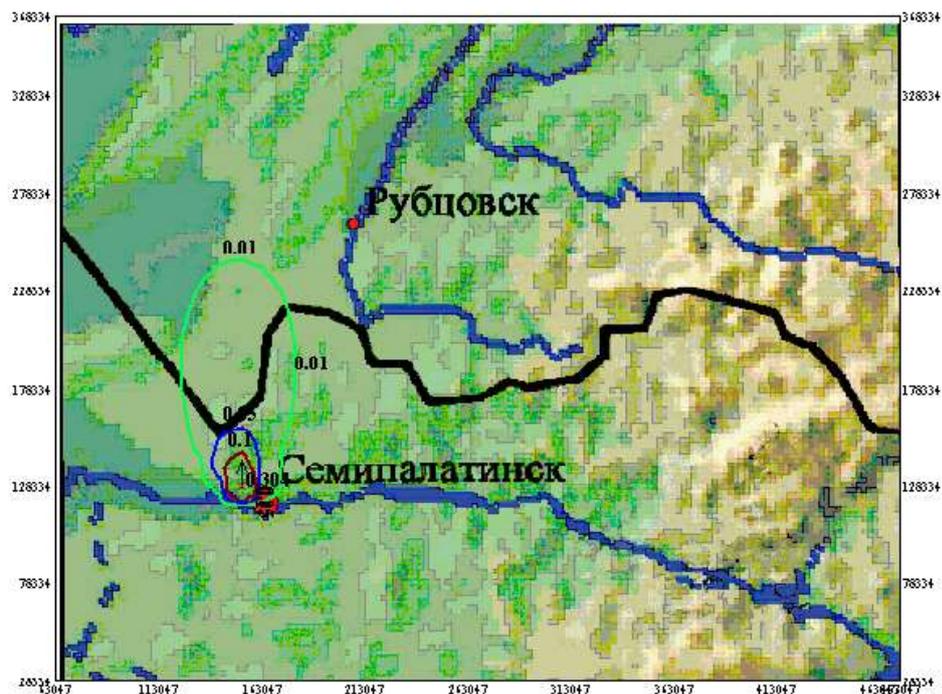


Рисунок 7.4.6 – Карта полей концентрации диоксида азота, скорость ветра 0,5 м/с.
г. Семипалатинск

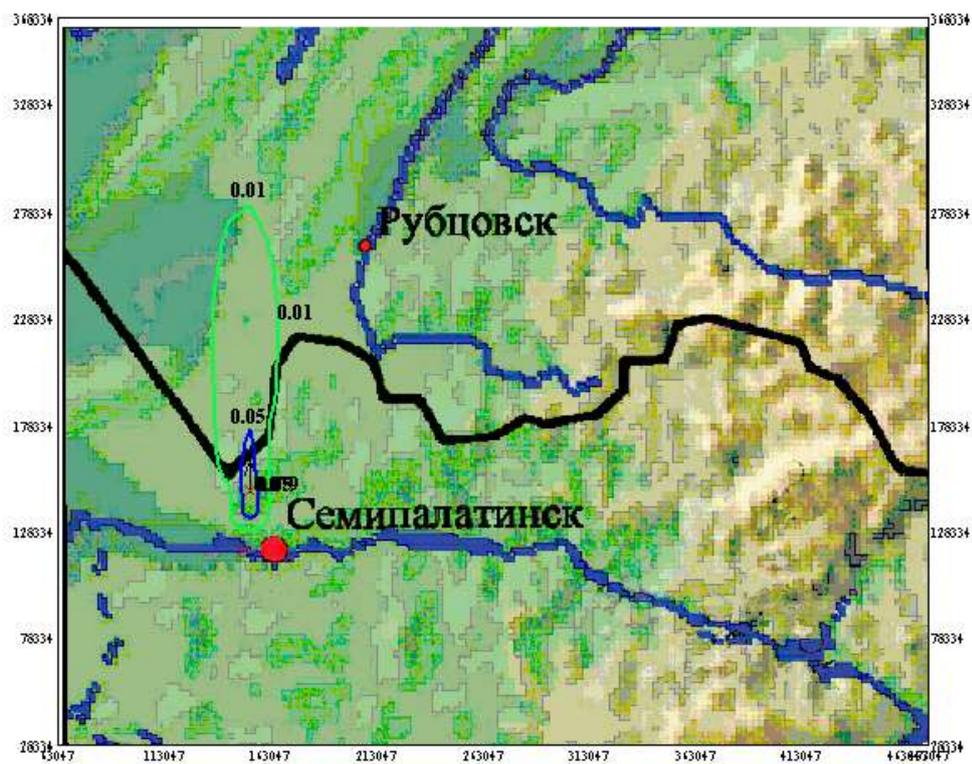


Рисунок 7.4.7 – Карта полей концентрации диоксида азота, скорость ветра 5,0 м/с.
г. Семипалатинск

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

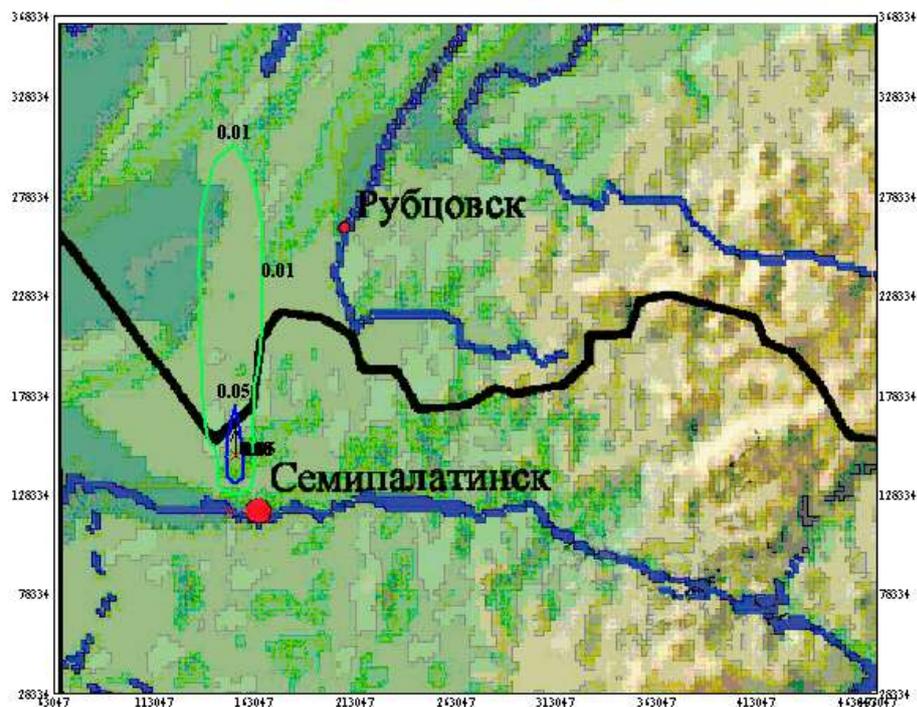


Рисунок 7.4.8 – Карта полей концентрации диоксида азота, скорость ветра 10,0 м/с.
г. Семипалатинск

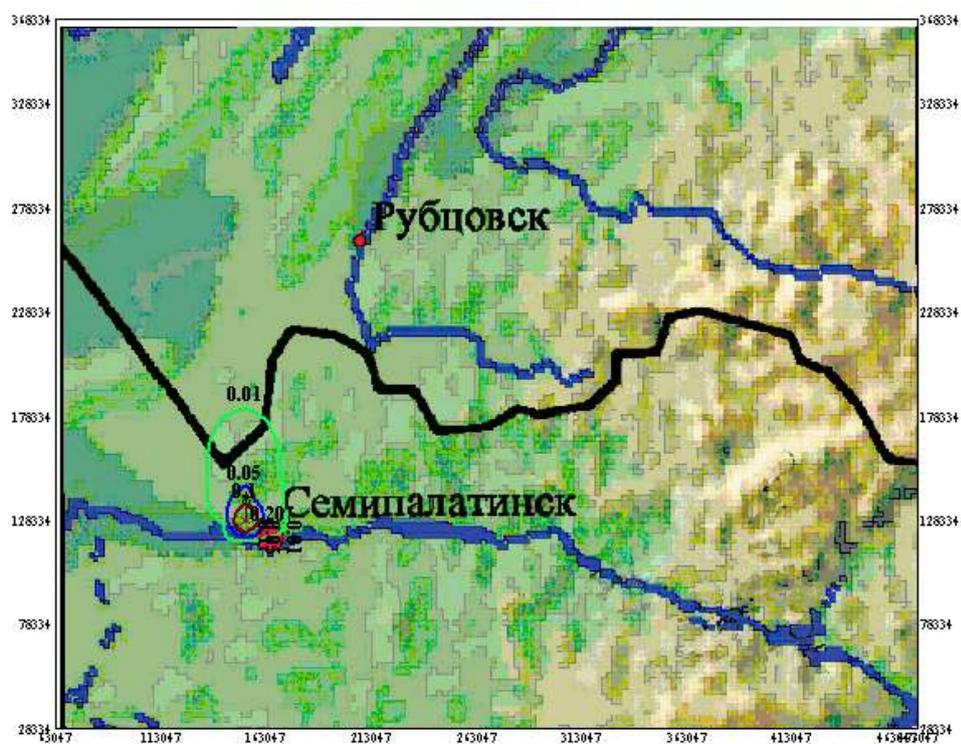


Рисунок 7.4.9 – Карта полей концентрации пыли, скорость ветра 0,5 м/с.
г. Семипалатинск

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

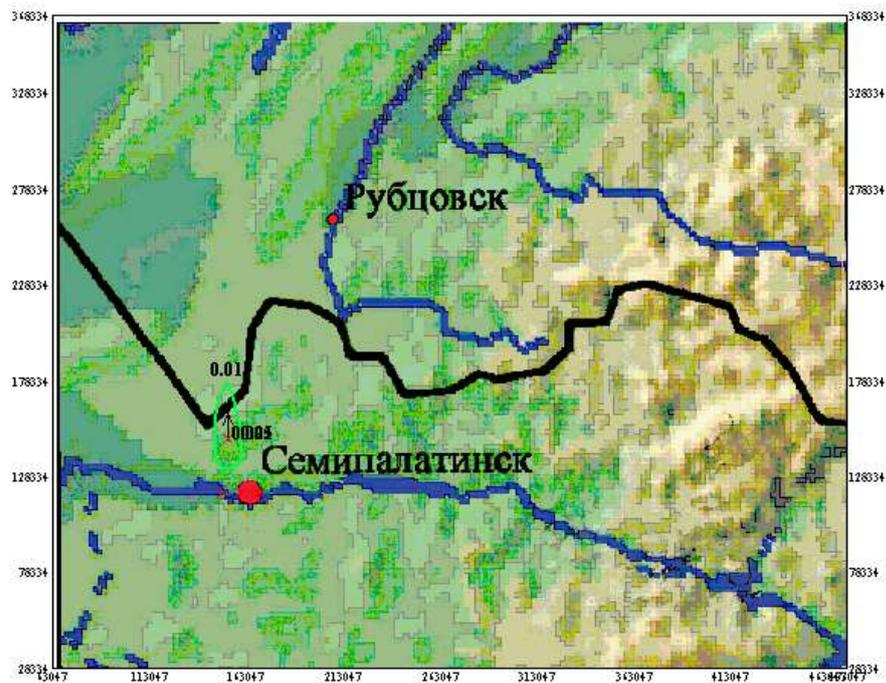


Рисунок 7.4.10 – Карта полей концентрации пыли, скорость ветра 5,0м/с.
г. Семипалатинск

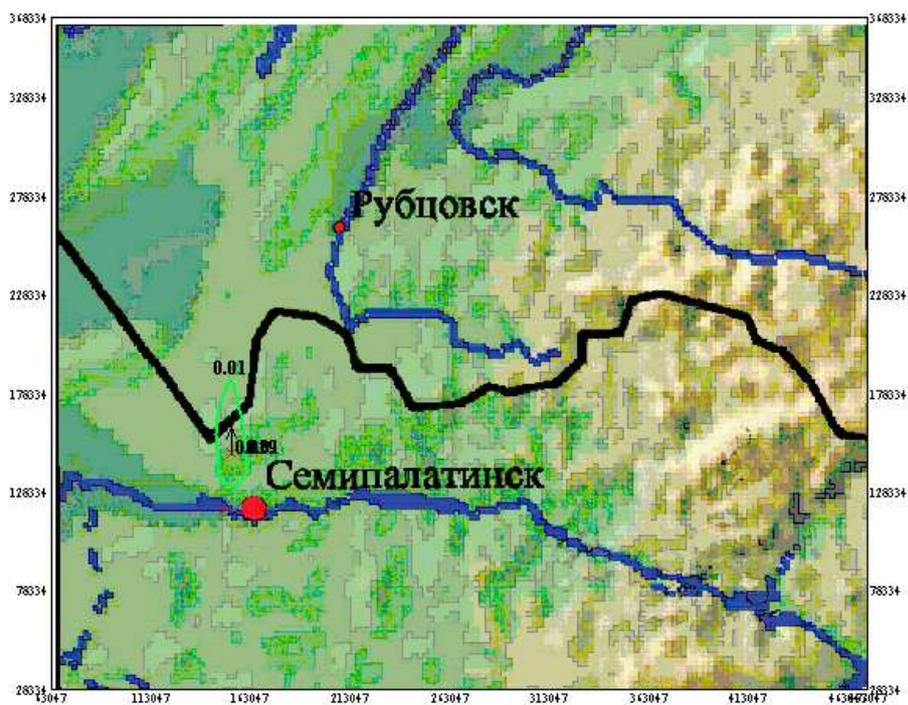


Рисунок 7.4.11 – Карта полей концентрации пыли, скорость ветра 10,0м/с.
г. Семипалатинск

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

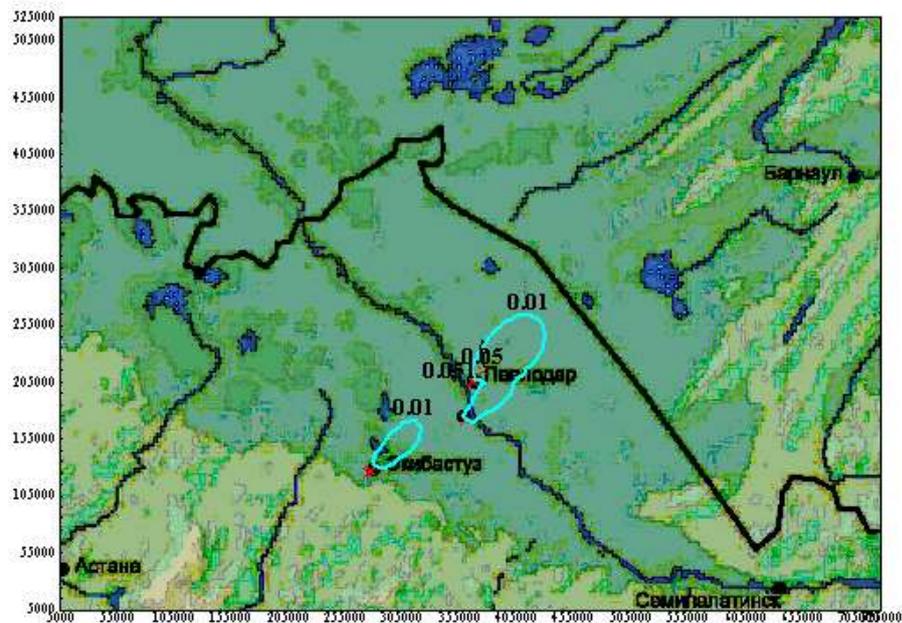


Рисунок 7.4.12 – Карта полей концентрации диоксида азота, скорость ветра 0,5 м/с. Павлодарская область

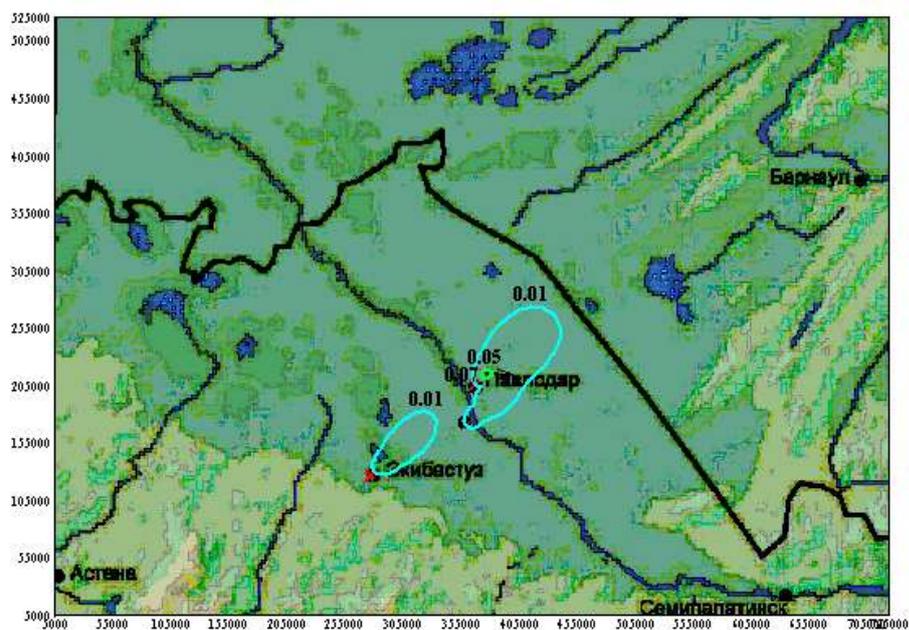


Рисунок 7.4.13 – Карта полей концентрации диоксида азота, скорость ветра 0,5 м/с. (4 агрегата ТЭС-2)Павлодарская область

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

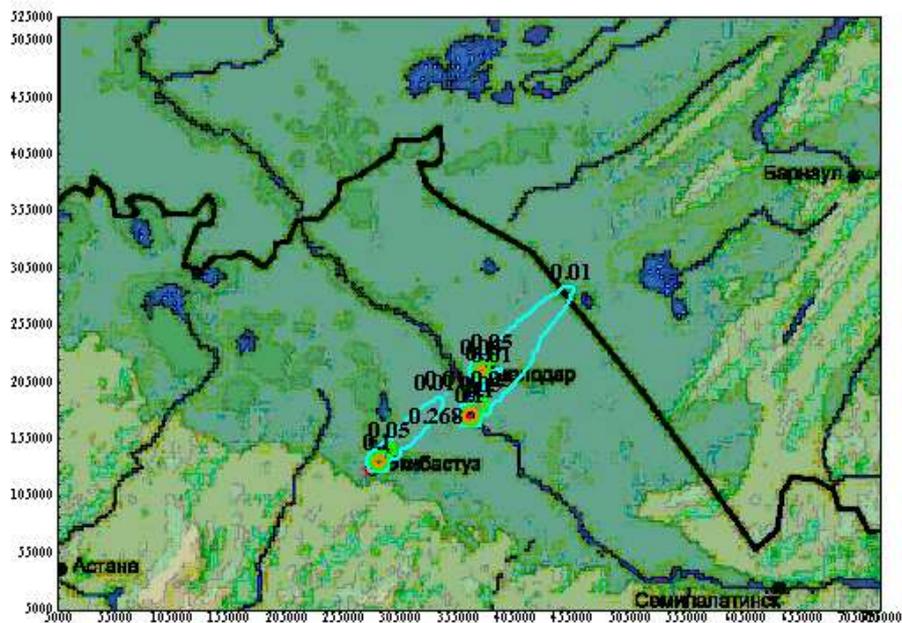


Рисунок 7.4.14 – Карта полей концентрации диоксида азота, скорость ветра 5,0 м/с. Павлодарская область

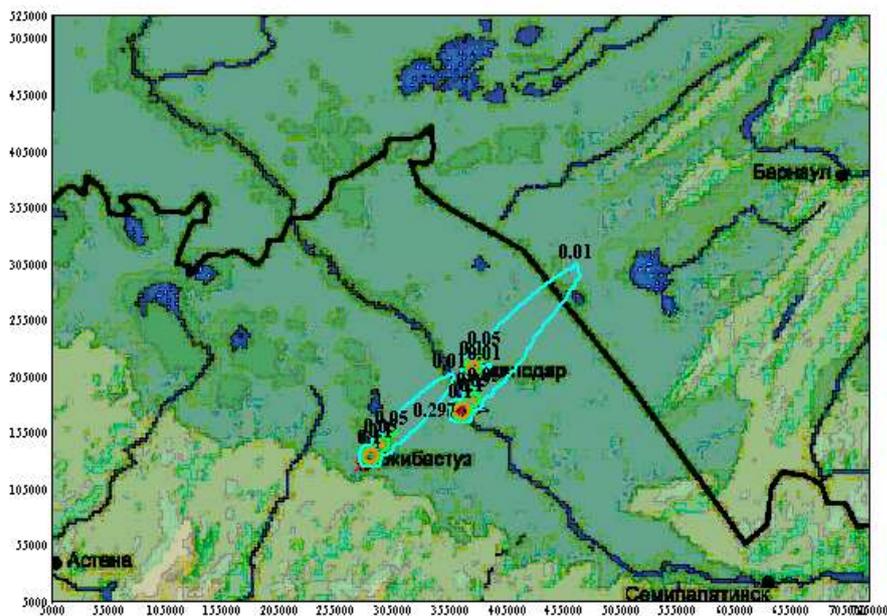


Рисунок 7.4.15 – Карта полей концентрации диоксида азота, скорость ветра 5,0 м/с. (4 агрегата ТЭЦ-2)Павлодарская область

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

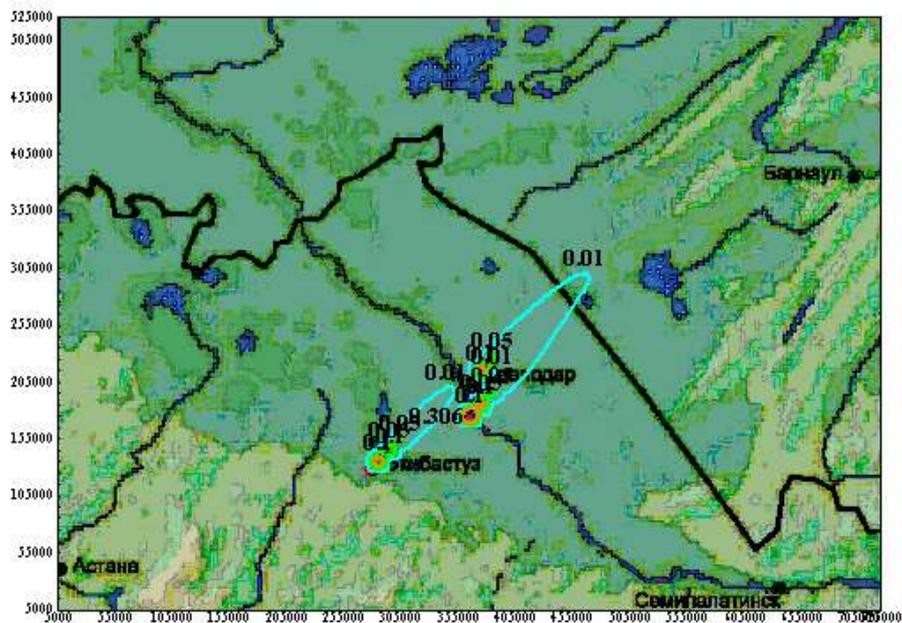


Рисунок 7.4.16 – Карта полей концентрации диоксида азота, скорость ветра 10,0 м/с. Павлодарская область

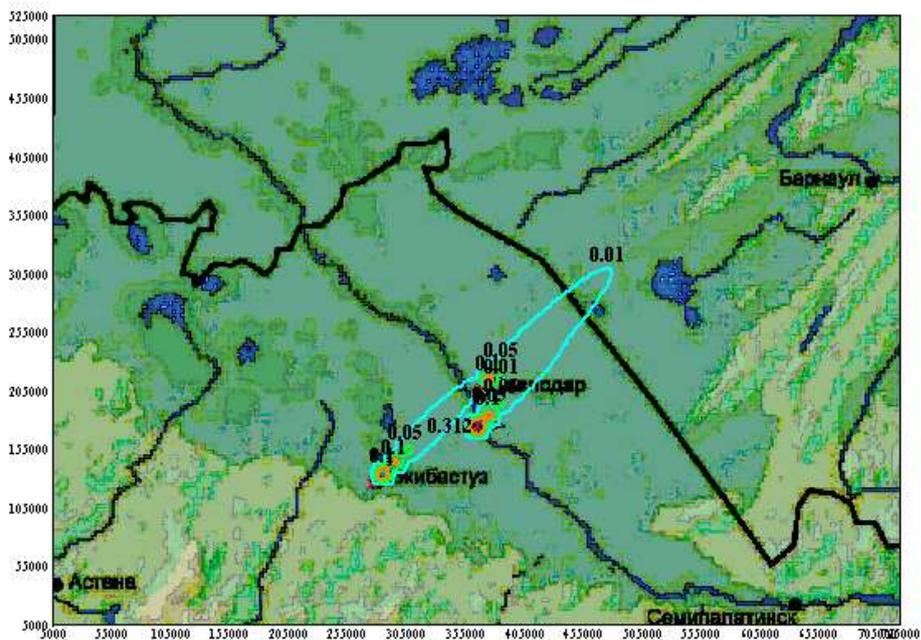


Рисунок 7.4.18 – Карта полей концентрации диоксида азота, скорость ветра 10,0 м/с. (4 агрегата ТЭС-2)Павлодарская область

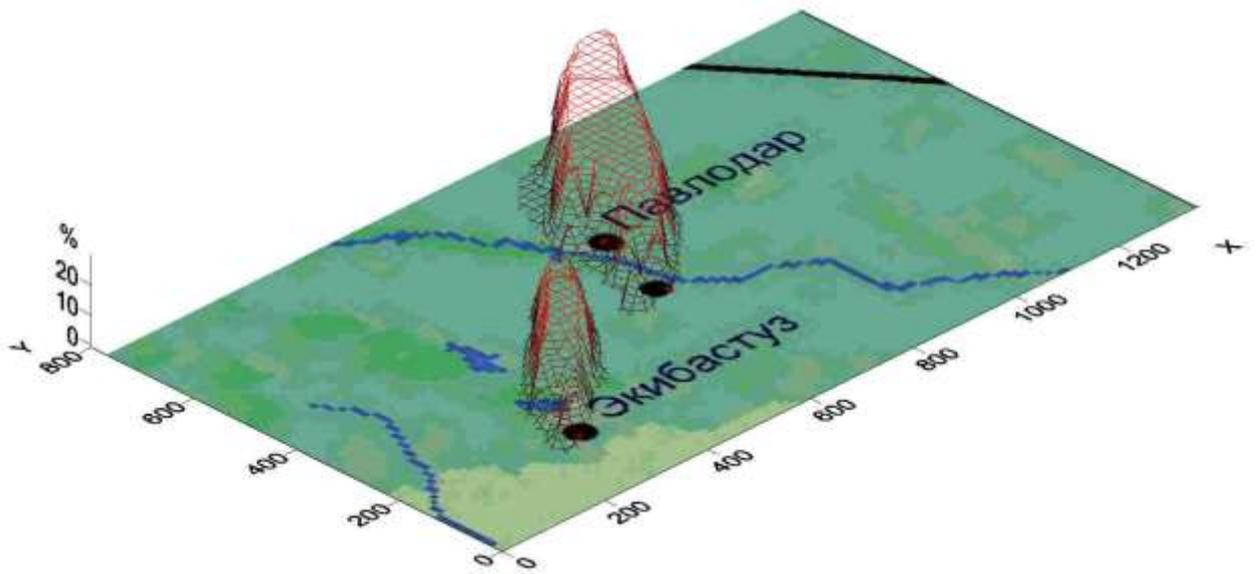


Рисунок 7.4.19 Вероятность загрязнения атмосферы Павлодар-Экибастузского региона (%) на уровне 0,01...0,05 ПДК при юго-западных ветрах