

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт природных ресурсов  
 Направление подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование»  
 Кафедра геоэкологии и геохимии

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>Экологические риски здоровью населения в районах расположения локальных объектов теплоэнергетики</b>

УДК 621.182:504:61

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Кирсанова Дарья Ивановна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ГЭГХ	Осипова Нина Александровна	Кандидат химических наук, доцент		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры экономики природных ресурсов	Цибулькикова Маргарита Радиевна	Кандидат географических наук, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Кырмакова Ольга Сергеевна			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Языков Егор Григорьевич	Доктор геол.– минерал. наук, профессор		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
 высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Запланированные результаты обучения по программе**  
**05.04.06. «Экология и природопользование»**

Планируемые результаты обучения

<b>Код результата</b>	<b>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</b>	<b>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</b>
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Применять глубокие базовые и специальные, естественно-научные и профессиональные знания в профессиональной деятельности для решения задач, связанных с рациональным природопользованием и охраной окружающей среды	Требования ФГОС (ПК–1, 2, 4, 6, 10; ОПК–1, 2, 3, 6, 8; ОК–1, 2, 3), Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.1–5.2.3., 5.2.5, 5.2.9)
P2	Разрабатывать природоохранные мероприятия, практические рекомендации по охране природы и обеспечению устойчивого развития, проводить оценку воздействия планируемых сооружений на окружающую среду, диагностировать проблемы охраны природы.	Требования ФГОС (ПК–3, 4, 5, 6, 9; ОПК– 2, 6, 7, ОК– 1, 3) Критерий 5 АИОР (п. 5.2.4, 5.2.7–5.2.8)
P3	Организовывать и проводить экологическую экспертизу различных видов проектного задания, осуществлять экологический аудит любого объекта, владеть основами проектирования	Требования ФГОС (ПК– 3, 4, 5, 7, 8, 9; ОПК– 6, 7, ОК–1, 2) Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.6, 5.2.10, 5.2.14.– 5.2.15)
P4	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации	Требования ФГОС (ПК– 9, 10; ОПК– 3, 5, 7, 9, ОК–1, 2, 3) Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.16)
P5	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональном коллективе, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в сфере охраны окружающей среды	Требования ФГОС (ПК – 4, ОПК–4, ОК–3) Критерий 5 АИОР (п. 5.2.12– 5.2.16)
P6	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ПК–1, 6, 10, ОПК–2, 3, 4, 5, 8, ОК–1, 2, 3) Критерий 5 АИОР (п. 5.1, 5.2.13– 5.2.16)

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт природных ресурсов  
Направление подготовки (специальность) 05.04.06. «Экология и природопользование»  
Кафедра геоэкологии и геохимии

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. Кафедрой ГЭГХ ИПР  
Е.Г. Языков

\_\_\_\_\_  
(Подпись)      (Дата)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ51	Кирсановой Дарье Ивановне

Тема работы:

**Экологические риски здоровью населения в районах расположения локальных объектов теплоэнергетики**

Утверждена приказом директора ИПР

от 10.03.2017 г. № 1556/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

02.06.2016

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

*(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).*

Публикации, фондовые источники, интернет ресурсы, материалы научно–исследовательской работы, производственной практики, самостоятельно собранный материал

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Физико–географическая характеристика Томска и Томской области</li> <li>2. Влияние локальных объектов энергетики на окружающую среду и здоровье человека</li> <li>3. Методы исследований</li> <li>4. Результаты и обсуждение</li> <li>5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</li> <li>6. Социальная ответственность</li> </ol> <p>Заключение</p>
<p><b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Таблица 37</li> <li>2. Рисунок 49</li> </ol>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Цибульникова М.Р., доцент кафедры ЭПР, к.г.н.
Социальная ответственность	Кырмакова О.С., ассистент кафедры ЭБЖ
Английский язык	Матвеевко И.А., доцент кафедры ИЯПР, к.ф.н.

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

Воздействие объектов теплоэнергетики на здоровье человека (The impact of objects of the heat power engineering on the human health)

**На русском:**

1. Физико–географическая характеристика Томска и Томской области
  2. Влияние локальных объектов энергетики на окружающую среду и здоровье человека
  3. Методы исследований
  4. Результаты и обсуждение
  5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;
  6. Социальная ответственность
- Заключение

**Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику**

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ГЭГХ	Осипова Нина Александровна	Кандидат химических наук, доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Кирсанова Дарья Ивановна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2ГМ51	Кирсановой Дарье Ивановне

<b>Институт</b>	<b>ИПР</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ГЭГХ</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	Экология и природопользование

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально–технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет сметной стоимости выполняемых работ, согласно применяемым методам
Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций, нормы расхода материалов, инструмента и др.
Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Страховые взносы – 30 % НДС – 18 %

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

Планирование и формирование бюджета научных исследований	1) Технико – экономическое обоснование проведения работ; 2) Линейный график выполнения работ
--	---

**Перечень графического материала**(с точным указанием обязательных чертежей):

1. Линейный календарный график выполнения работ

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Цибульникова Маргарита Радиевна	Кандидат географических наук, доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ГМ51	Кирсанова Дарья Ивановна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ГМ51	Кирсановой Дарье Ивановне

<b>Институт</b>	<b>ИПР</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ГЭГХ</b>
<b>Уровень образования</b>	магистратура	<b>Направление/специальность</b>	05.04.06 Экология и природопользование

<p><b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b></p> <p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Исследования проведены в окрестностях угольных (в т.ч. с перспективой перехода на газ), газовых котельных и котельных на жидком и древесном топливе, расположенных на территории сельских населенных пунктов трех южных районов (Кожевниковский, Асиновский, Шегарский).</p> <p>Для исследования было осуществлено опробование компонента природной среды, а именно снежного покрова</p> <p>Эксплуатация котельной подвержена проявлениям вредных и опасных факторов производственной среды. Также на объекте возможно возникновение ЧС.</p>
<p><b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико–химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно–технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты)</li> </ul>	<p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</li> <li>2. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;</li> <li>3. Повышенный уровень шума на рабочем месте.</li> </ol> <p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования;</li> <li>2. Электрический ток.</li> </ol>
<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу</li> </ul>	<p>Источником загрязнения окружающей среды при эксплуатации котельной является труба.</p> <p>Размеры СЗЗ для производств электрической и тепловой энергии при сжигании минерального</p>

(выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	топлива. Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест мероприятий по защите окружающей среды
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	Возможные ЧС – спуск воды в барабане котла, разрыв кипяtilных и экранных труб, повреждение обмуровки, также возможно возникновение пожара. Наличие автоматики безопасности или функция аварийной остановки котла; наличие конструктивных и объёмно–планировочных решений, препятствующих распространению опасных факторов взрыва, пожара по производственному помещению; ограничения пожарной опасности строительных материалов используемых в поверхностных слоях конструкции производственного здания, в том числе кровель, отделок и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации; наличие первичных, в том числе автоматических и привозных средств пожаротушения; сигнализация и оповещение о пожаре.
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Приводятся особенности трудового законодательства применительно к видам компенсаций при работе во вредных условиях труда. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны проводятся с учетом требований и стандартов к эксплуатации объекта исследования (котельной) и организации рабочего места

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Кырмакова Ольга Сергеевна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Кирсанова Дарья Ивановна		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа объемом 164 страницы машинописного текста, состоит из введения, 6 глав, заключения, 2 приложений; работа проиллюстрирована 37 таблицами и 49 рисунками. Список литературы насчитывает 123 источника.

Ключевые слова: объекты теплоэнергетики, атмосферный воздух, снежный покров, рассеивание выбросов, оценка риска, здоровье населения.

Объектом исследования является состав твердых и газообразных выбросов от локальных объектов теплоэнергетики, использующих различные виды топливно–энергетического сырья (уголь, газ, жидкое топливо, древесина).

Предметом исследования является уровень загрязнения воздуха газовыми и твердыми выбросами от локальных объектов теплоэнергетики, использующих различные виды топлива, и оценка ингаляционного риска здоровью населения.

Цель исследования – определение уровня загрязнения воздуха газовыми и твердыми выбросами от локальных объектов теплоэнергетики, использующих различные виды топлива, и оценка риска здоровью населения от воздействия веществ и соединений, выбрасываемых в атмосферный воздух.

В процессе исследования использовались методы компьютерного моделирования, статистической обработки, анализа экспериментальных данных, стоимостной комплексной оценки.

В результате исследования изучен состав твердых выбросов от локальных объектов теплоэнергетики, произведена оценка риска здоровью людей, проживающих в районах их размещения, построены модели рассеивания примесей в атмосфере от выбросов котельных.

Область применения: полученные в данной работе результаты могут использоваться для прогнозирования экологической обстановки городской

среды на локальном и региональном уровнях. Установленный микроэлементный состав твердого осадка снега предоставляет хорошую возможность определить специфику состава выбросов в зависимости от вида сжигаемого топлива на объекте теплоэнергетики, с последующей оценкой риска здоровью населения, что в последующем может быть использовано при разработке природоохранных мероприятий в окрестностях объектов теплоэнергетики Томской области.

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

БОД – болезни органов дыхания;

БП – бенз(а)пирен;

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения;

ГОСТ – государственный стандарт;

ЗВ – загрязняющее вещество;

ИЗА – индекс загрязнения атмосферы;

ИНАА – инструментальный нейтронный активационный анализ;

ОС – окружающая среда;

ПАУ – полиароматические углеводороды;

ППБ – правила пожарной безопасности;

СанПин – санитарные правила и нормы;

СИЗ – средства индивидуальной защиты;

СНиП – строительные нормы и правила;

ТОС – твердый осадок снега;

ТЭК – топливно–энергетический комплекс;

ТЭЦ – теплоэлектроцентраль;

ФЗ – федеральный закон.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	13
1 ФИЗИКО–ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ	17
1.1 Географическая характеристика	17
1.2 Климатические условия	19
1.3 Состояние окружающей природной среды	20
1.4 Физико–географическое описание территорий исследуемых котельных	25
1.4.1 Котельные Асиновского района Томской области	25
1.4.2 Описание территории котельной Кожевниковского района Томской области	29
1.4.3 Описание территории котельной Шегарского района Томской области	30
2 ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА	33
2.1 Теплоэнергетические объекты и здоровье человека	33
2.2 Элементный состав твердого осадка снега в Томске и Томской области	46
2.3 Оценка риска здоровью населения от воздействия химических веществ	52
3 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	60
3.1 Описание методов отбора проб и методов анализа	60
3.2 Восстановление концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе по данным снегового опробования	63
3.3 Методика расчета выбросов от котельных (общие подходы, ОНД–86, возможности программы «Эколог»)	64
3.4 Методика расчета рисков в программе «Эколог»	71
4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ	77
5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	96
5.1 Техничко–экономическое обоснование продолжительности и объемы работ	96
5.2 Расчет затрат времени и труда на научно–исследовательскую работу	98
5.3 Расчет затрат на материалы для научно–исследовательской работы	99
5.4 Расчет амортизационных отчислений	100
5.5 Расчет затрат на оплату труда	100
5.6 Расчет затрат на подрядные работы	101
5.7 Общие затраты на проведение полевых работ	102
5.8 Общий расчет сметной стоимости научно–исследовательской работы	102
6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	104
6.1 Производственная безопасность	104
6.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования	104
6.2 Экологическая безопасность	108
6.2.1 Анализ возможного влияния объекта исследования на окружающую среду	108

6.2.2 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды	110
6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	110
6.3.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований	110
6.3.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	111
6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	113
6.4.1. Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства	113
6.4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя	115
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	117
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА	120
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	122
ПРИЛОЖЕНИЕ А	136
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	149

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования.** В последние годы значительно возросло понимание роли влияния воздушной среды, как важнейшего фактора, определяющего здоровье городского населения, активно реагирующего на системное воздействие неблагоприятных природно-климатических условий и техногенного загрязнения атмосферы. Отечественные исследования по оценке влияния средовых факторов на здоровье населения установили тесную зависимость формирования неинфекционных заболеваний (70%) с качеством атмосферного воздуха, загрязненного различными химическими соединениями [17, 47].

Пространственная и временная изменчивость загрязнения воздуха в местах интенсивного антропогенного воздействия подвергается влиянию метеорологических условий региона, источников выбросов, топографических особенностей местности. Главную роль среди этих факторов играют метеорологические параметры, обуславливая, по современным оценкам, более 70% изменчивости примесей, находящихся в воздухе промышленных мегаполисов [10, 27].

Именно метеорологическими факторами можно объяснить возникновение экстремумов в уровне загрязнения на фоне квазистационарного характера источников выбросов. Сложные взаимосвязи метеорологических параметров с различными процессами переноса загрязняющих веществ (ЗВ), их химической трансформации, а также сухого и влажного удаления из атмосферы изучаются многими авторами [61].

Метеорологические параметры (температура, влажность, параметры ветра) формируют условия рассеивания и накопления загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, в результате этого определяется качество воздушной среды [56].

Выбросы загрязняющих веществ предприятий теплоэнергетики, обусловленные процессами сгорания органического топлива, являются

одним из основных источников загрязнения атмосферы. Объемы вредных пылегазовоздушных выбросов связаны с качеством и количеством сжигаемого топлива, полнотой его использования, а также с эффективностью в целом работы источника теплоснабжения [30, 38, 68, 90].

Локальные котельные, расположенные в сельских населенных пунктах южных и северных районов Томской области, являются приоритетными источниками загрязнения в населенных пунктах области. Загрязняющие вещества (ЗВ), образующиеся при сжигании различных видов органического топлива на предприятиях ТЭК (котельных и ТЭЦ), поступают в воздушный бассейн через дымовые трубы [60].

В связи с этим, исследования среды обитания человека и связанные с ней теоретические и прикладные экологические проблемы приобретают особую актуальность.

**Целью исследования** является определение уровня загрязнения воздуха газовыми и твердыми выбросами от локальных объектов теплоэнергетики, использующих различные виды топлива, и оценка риска здоровью населения от воздействия веществ и соединений, выбрасываемых в атмосферный воздух.

Для достижения цели были решены следующие **задачи**:

- Построение моделей рассеивания газовых выбросов при работе котельных, использующих различные виды топлива;
- Сравнение элементного состава твердых выбросов (макроэлементов, тяжелых металлов, редких, редкоземельных и радиоактивных элементов), аккумулированных в снежном покрове, в окрестностях объектов теплоэнергетики, использующих различные виды топливно–энергетического сырья (уголь, газ, жидкое топливо, древесина), по данным снеговой съемки и результатам инструментального нейтронно–активационного анализа (ИНАА);
- Определение величины ингаляционного риска здоровью населения, проживающего в окрестностях изучаемых объектов согласно Руководству по

оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р. 2.1.10.1920–04 (с помощью программ «Эколог» и «Excel»).

**Фактический материал.** Для решения поставленной задачи в окрестностях выбранных локальных объектов теплоэнергетики, использующих различные виды топлива, были использованы данные элементного состава твердого осадка снега. Маршрутный отбор снеговых проб был проведен А. В. Таловской с сотрудниками согласно РД 52.04.186–89, Методическим рекомендациям по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами. Пробы снега (общее количество проб – 46) были отобраны в 4 населенных пунктах 3 административных районов Томской области. В окрестностях каждого объекта количество отобранных проб статистически значимо. Данные снегового опробования предоставлены для расчета ингаляционного риска. Для расчета рассеивания и уровня риска для здоровья человека использованы результаты инвентаризации источников выбросов от котельных, программа «Эколог».

**Методы исследования.** В работе используются методы:

- компьютерного моделирования;
- статистической обработки данных;
- анализа экспериментальных данных;
- метод стоимостной комплексной оценки.

**Объект исследования:** состав твердых и газообразных выбросов от локальных объектов теплоэнергетики, использующих различные виды топливно–энергетического сырья (уголь, газ, жидкое топливо, древесина).

**Предмет исследования:** уровень загрязнения воздуха газовыми и твердыми выбросами от локальных объектов теплоэнергетики, использующих различные виды топлива, и оценка ингаляционного риска здоровью населения.

**Научная новизна работы** заключается в следующем:

– впервые ставится задача изучения состава твердых выбросов от локальных объектов теплоэнергетики, использующих различные виды топливно–энергетического сырья (уголь, газ, жидкое топливо, древесина);

– впервые ставится задача оценки риска здоровью людей, проживающих в районах их размещения. Отдаленное расположение сельских котельных от городской промышленной зоны предоставляет хорошую возможность определить специфику состава выбросов в зависимости от вида сжигаемого топлива на объекте теплоэнергетики, с последующей оценкой риска здоровью населения;

– построены модели рассеивания примесей в атмосфере от выбросов локальных объектов теплоэнергетики, использующих различные виды топливно–энергетического сырья (уголь, газ, жидкое топливо, древесина).

**Практическая значимость результатов работы:** Полученные данные могут быть использованы для прогнозирования экологической обстановки городской среды на локальном и региональном уровнях. Установленный микроэлементный состав твердого осадка снега может быть использован при разработке природоохранных мероприятий в окрестностях объектов теплоэнергетики Томской области.

**Апробация работы.** Основные результаты диссертационной работы представлены на Всероссийской научно–практической конференции «Непрерывное экологическое образование: проблемы, опыт, перспективы» (г. Томск, 2017), XXI Международном научном симпозиуме студентов и молодых ученых им. академика М.А. Усова (г. Томск, 2017).

**Благодарности.** Автор выражает особую благодарность научному руководителю доценту, к.х.н. Осиповой Н. А. за ценные советы и помощь в написании диссертационной работы. Автор выражает благодарность доценту, к.г.–м.н. Таловской А.В. за предоставление данных снегового опробования. Искреннюю благодарность автор выражает сотрудникам кафедры ГЭГХ за возможность обучения на кафедре, поддержку в ходе выполнения работы и отзывчивость.

# 1 ФИЗИКО–ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

## 1.1 Географическая характеристика

Томская область расположена в юго–восточной части Западно–Сибирской равнины и входит в состав Сибирского федерального округа. В административном отношении Томская область граничит: на севере — с Тюменской областью, на востоке — с Красноярским краем, на юге и юго–западе — с Кемеровской и Новосибирской областями, на западе — с Омской областью (рисунок 1). Площадь территории Томской области составляет 314,4 тыс. км<sup>2</sup>; протяженность с запада на восток — 780 км, с севера на юг — 600 км. Расстояние по реке Оби между крайними пунктами на юге и на севере составляет 1065 км [117].



Рисунок 1 – Расположение Томской области в составе Сибирского федерального округа [114]

В состав Томской области входят 16 муниципальных районов (рисунок 2), 4 городских округа, 116 сельских поселений, 579 сельских населенных пунктов. Средняя плотность населения составляет 3,3 человек на км<sup>2</sup>. Административный центр Томской области – город Томск (545,7 тыс. жителей). Расстояние от Томска до Москвы — 3500 км, до Санкт–Петербурга — 4193 км.



Рисунок 2 – Административно–территориальное деление Томской области [117]

Город Томск вместе с городом–спутником Северском, входит в основной состав Томской городской агломерации с численностью населения около 728 тысяч человек. Томск является одним из крупнейших городов Сибирского федерального округа, а также одним из старейших городов Сибири. Большая часть территории является труднодоступной, так как представляет собой непроходимую тайгу и болота (63% и 28,9% площади соответственно) [117].

## 1.2 Климатические условия

Климат Томской области характеризуется как континентальный с коротким и тёплым летом, продолжительной и холодной зимой, поздними весенними и ранними осенними заморозками, равномерным увлажнением. Равнинная поверхность и открытость территории Томской области с севера и юга благоприятны для свободного проникновения воздушных масс с Арктики и Средней Азии, что является одной из причин неустойчивости погоды (резкие изменения элементов погоды в сравнительно короткие периоды времени). В циркуляционных процессах во все времена года участвуют арктические и умеренные воздушные массы, летом — тропические [117, 123].

Среднегодовая температура воздуха на территории Томской области отрицательная и изменяется от  $-0,6^{\circ}\text{C}$  на юге до  $-3,5^{\circ}\text{C}$  на северо-востоке области. Минимум температуры приходится на январь, хотя этот месяц не всегда является самым холодным. Средняя температура января изменяется по территории от  $-19,2^{\circ}\text{C}$  до  $-20,5^{\circ}\text{C}$  на юге, от  $21,5^{\circ}\text{C}$  до  $-23^{\circ}\text{C}$  — на севере. Абсолютный минимум температуры воздуха зимой повсеместно ниже  $-50^{\circ}\text{C}$ , а в отдельных районах —  $-57$ – $-58^{\circ}\text{C}$ . Самыми теплыми зимой бывают ноябрь и март, крайне редко (в 2% случаев) — декабрь и февраль. Холодный период с температурами ниже  $0^{\circ}\text{C}$  длится в области 180–200 дней. Максимум температуры воздуха приходится на июль. Летом температурный режим более устойчив, чем зимой. Летом случаются заморозки. Продолжительность периода с температурой выше  $0^{\circ}\text{C}$  в Томской области составляет 165–185 дней. Продолжительность безморозного периода изменяется от 114–115 дней в г.Томске до 68–90 дней — в западных и восточных заболоченных районах области; в долине р.Оби — 113–125 дней [123].

Особенности циркуляции атмосферы на юго-востоке Западно-Сибирской равнины обуславливают преобладание юго-западных и южных ветров. Зимой и в переходные сезоны в области господствуют ветры южной четверти: южные, юго-восточные и юго-западные. В летние месяцы

увеличивается повторяемость северных ветров. На севере области и в долине р.Оби они преобладают. Средние месячные и годовые скорости ветра, как правило, невелики — 2–4 м/с. Повторяемость слабых ветров (3 м/с) в области повсеместно более 50%. Сильные ветры (10 м/с) — крайне редки (1–3%), но в долинах рек их частота возрастает до 4–8%.

Годовое количество осадков по территории области изменяется в среднем от 400 до 570 мм. Больше всего осадков выпадает на западе области, а также на востоке и северо–востоке при приближении к Среднесибирскому плоскогорью. Меньше всего осадков выпадает в Зырянском районе — 358–381 мм. Количество дней с осадками по области изменяется от 170 (Зырянский район) до 180–200 дней на остальной территории. Наибольшее количество осадков выпадает в теплый период года. Причем 38–42% от всех осадков теплого периода приходится на июль, август. Летом осадки часто выпадают в виде ливней. Наименьшее количество осадков выпадает в феврале и марте (от 12 до 20 мм). В зимнее время осадки выпадают преимущественно в твердом виде — это 22–34% от общего их количества за год. Устойчивый снежный покров в области устанавливается: на севере и северо–востоке — 20–23 октября, в центральной части — 27–29 октября, в южной части — 30–31 октября. Снег удерживается в южной и центральной частях области 176–182 дня, на севере и северо–востоке — 190–197 дней. Разрушение устойчивого снежного покрова в южных, центральных и западных районах в среднем отмечается 18–22 апреля, на севере, северо–востоке — с 25 апреля по 3 мая.

### **1.3 Состояние окружающей природной среды**

Состояние окружающей природной среды определяется качеством природной среды, а также характером и интенсивностью антропогенного воздействия. Качество окружающей природной среды оценивается в частности по атмосферному воздуху. Качество атмосферного воздуха

определяется по результатам систематических наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха

Ведущее место в загрязнении атмосферного воздуха принадлежит предприятиям нефтегазодобывающего комплекса, предприятиям по производству тепла, электроэнергии, химического и нефтехимического производства и транспорту, в первую очередь автомобильному. Промышленный потенциал области представляют более 3600 предприятий. Основные отрасли промышленности: нефтегазовая, химическая и нефтехимическая, машиностроение, атомная, электроэнергетика, лесопромышленный комплекс и пищевая промышленность.

Все выбросы от различных видов источников загрязнения содержат широкую группу загрязняющих веществ полиэлементного состава. Сочетание химических элементов характеризует специфические индивидуальные особенности источников загрязнения. Характеристики ореолов и потоков рассеяния – состав, степень концентрации, формы нахождения элементов, интенсивность биологического поглощения – определяют качество окружающей среды.

По данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики в 2016 г. в атмосферный воздух Томской области поступили выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников загрязнения с более 1200 промышленных площадок. Распределение организаций Томской области по видам экономической деятельности на 01 мая 2017 года представлено в табл. 1 [123].

Таблица 1 – Распределение организаций Томской области, учтенных в составе Статистического регистра хозяйствующих субъектов, по видам экономической деятельности на 01 мая 2017 года, единиц [122]

Вид экономической деятельности	Количество организаций, единиц
Всего	34 070
из них:	
Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	1 469
Добыча полезных ископаемых	170

Обрабатывающие производства	2 706
Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	256
Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов; деятельность по ликвидации загрязнений	196
Строительство	3 327
Торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов	9 633
Транспортировка и хранение	2 334
Деятельность гостиниц и предприятий общественного питания	703
Деятельность в области информации и связи	1 112
Деятельность финансовая и страховая	551
Деятельность по операциям с недвижимым имуществом	3 031
Деятельность профессиональная, научная и техническая	3 021
Деятельность административная и сопутствующие дополнительные услуги	1 019
Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное обеспечение	655
Образование	992
Деятельность в области здравоохранения и социальных услуг	726
Деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и развлечений	551
Предоставление прочих видов услуг	1 570
Деятельность домашних хозяйств как работодателей; недифференцированная деятельность частных домашних хозяйств по производству товаров и оказанию услуг для собственного потребления	7

На территории Томской области в 2016 году выброшено в атмосферный воздух загрязняющих веществ от стационарных источников загрязнения 301,4 тыс. тонн, увеличив показатель 2015 года на 2,8 % или 8,3 тыс. тонн (табл. 2) [123]. Наибольший удельный вес, выброшенных в атмосферу загрязняющих веществ, приходится на газообразные и жидкие вещества 92.5% (278,9 тыс.тонн), на твёрдые – 7.5% (22,5 тыс. тонн).

Таблица 2 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников<sup>1)</sup>, тонн [122]

Населенный пункт	Год					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Всего по области	345249	378908	322635	306103	289630	293081
Муниципальные районы:						
Александровский	48509	51336	47126	43185	34730	29531
Асиновский	4264	1353	4229	3808	3390	3911
Бакчарский	411	479	470	421	454	432

Верхнекетский	874	869	1068	1196	1043	983
Зырянский	469	458	659	574	617	734
Каргасокский	164897	181833	144013	123002	89619	91026
Кожевниковский	1502	1052	1211	1154	1097	1066
Колпашевский	2649	3523	3435	2491	2133	1596
Кривошеинский	2321	2632	1807	805	1569	2499
Молчановский	414	372	426	467	453	389
Парабельский	48689	64976	53031	68822	94690	104678
Первомайский	901	513	623	465	300	353
Тегульдетский	283	245	251	252	223	45
Томский	4278	4046	4093	4536	2829	3253
Чаинский	210	256	291	270	201	204
Шегарский	1506	895	1096	794	709	766
Городские округа:						
г. Томск	35721	35927	36866	36069	35458	34205
г. Кедровый	... <sup>2)</sup>					
г. Стрежевой	444	489	643	723	849	1126

<sup>1)</sup> Данные с 2012 г. с учётом индивидуальных предпринимателей.

<sup>2)</sup> Данные не публикуются в целях обеспечения конфиденциальности первичной статистической информации, в соответствии с Федеральным Законом от 29.11.2007г. №282–ФЗ (ст.4,п.5;ст.9,п.1.)

Нагрузка на атмосферный воздух антропогенного характера на территории г. Томска и Томской области распространена скачкообразно и неравномерно, в местах расположения предприятий, добывающих нефть и газ: в Парабельском 35,71 % (104,678 тыс. т), Каргасокском — 31,05 % (91,026 тыс. т) и в Александровском — 10,07 % (29,531 тыс. т) районах. В населенных пунктах Томской области загрязнение воздушной среды определяется функционированием промышленных предприятий, жилищно-коммунальных структур и автотранспорта [117]. Основными загрязняющими веществами по массе выбросов среди газообразных и жидких веществ являются: оксид углерода 49.4% (137.9 тыс. тонн), летучие органические соединения – 18.8% (52.3 тыс. тонн), прочие газообразные и жидкие вещества – 0.2% (0.4 тыс. тонн), углеводороды (без ЛОС) – 21.9% (61.1 тыс. тонн), оксид азота – 7.3% (20.4 тыс. тонн) и диоксид серы – 2.4% (6.8 тыс. тонн). Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников, содержат специфические загрязняющие вещества, которые приведены в табл. 3 [122].

Таблица 3 – Выбросы специфических загрязняющих веществ, тонн

[122]

№ п/п	Загрязняющие вещества	Выброшено в атмосферу загрязняющих веществ в 2016 году	Справочно 2016 год в % к 2015 году
1	Марганец и его соединения	1,445	98,8
2	Свинец и его неорганические соединения	0,015	20,8
3	Хром	0,057	98,3
4	Азотная кислота	18,944	109,4
5	Аммиак	351,840	111,3
6	Водород хлористый	3,430	103,0
7	Сажа	13672,615	98,9
8	Сероводород	39,020	144,2
9	Фтористые газообразные соединения	1,789	87,5
10	Хлор	0,262	106,9
11	Метан	61067,025	106,1
12	Бензол	268,773	100,7
13	Ксилол	224,205	99,2
14	Толуол	377,899	94,3
15	Бензапирен	0,008	66,7
16	Фенол	8,805	92,6
17	Бутилацетат	11,653	88,4
18	Этилацетат	19,119	110,2
19	Формальдегид	63,275	110,3
20	Ацетон	13,533	120,6
21	Бензин	70,083	244,3

В Томской области в 2016 году было запланировано и выполнено 6 мероприятий по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на общую сумму 1555.8 млн. рублей. Основные мероприятия включают в себя совершенствование технологических процессов; повышение эффективности действующих очистных установок.

Среди стационарных источников загрязнения предприятия топливно–энергетического комплекса (ТЭК) дымовые трубы котельных являются одними из значимых по вкладу объектов, загрязняющим воздушный бассейн городов. В Томской области насчитывается 7 котельных на газе, 16 котельных на жидком топливе, 48 – на твердом топливе, 59 котельных с перспективой перевода на газ.

## **1.4 Физико–географическое описание территорий исследуемых котельных**

Исследования проведены в окрестностях угольных (в т.ч. с перспективой перехода на газ), газовых котельных и котельных на жидком и древесном топливе, расположенных на территории сельских населенных пунктов трех южных районов (Кожевниковский, Асиновский, Шегарский).

### **1.4.1 Котельные Асиновского района Томской области**

Асиновский район расположен в юго–восточной части Томской области. Он граничит с Зырянским, Томским, Молчановским и Первомайским районами. Асиновский район находится в умеренном климатическом поясе, климат континентальный, минимальная температура января составляет  $-55^{\circ}\text{C}$ , максимальная в июле –  $+36^{\circ}\text{C}$

Административным центром района является город Асино. Расстояние от г. Асино до г. Томска составляет 100 км.

Площадь территории Асиновского района составляет 5943, 4 км<sup>2</sup> (1,9% от Томской области), население – 34,3 тыс. чел.

Основную часть котельных г. Асино составляют муниципальные. Котельных прочих форм собственности, помимо своих объектов, обеспечивают тепловой энергией население (котельные Реалбазы, ДРСУ) [117]. В общем числе отопительных котельных преобладают мелкие котельные мощностью до 3 Гкал/ч каждая, их доля составляет 90%. Установленная мощность котельных находится в диапазоне от 0,03 до 29 Гкал/час, при этом максимальные часовые нагрузки изменяются в интервале от 0,01 до 12,4 Гкал/час. Очистки дымовых газов не производится. На всех котельных отсутствует оборудование водоподготовки, что приводит к образованию накипи на внутренней поверхности экранных труб [42]. Топливное хозяйство твёрдотопливных котельных включает расходные открытые склады, в результате чего имеет место переувлажнение и выветривание топлива, что негативно сказывается на эффективности его

использования. Подача топлива в котельные осуществляется бульдозерами через открытые стенные проёмы, на малых котельных – вручную [19].

Распределение объемов потребления топлива котельными представлено на рис. 3. В структуре топливного баланса котельных преобладающим видом топлива является уголь 74,1%, в небольшом количестве используются дрова 1,3%. Большая часть тепловой энергии (64%) вырабатывается на угле. Использование нефти в качестве котельно–печного топлива, доля которой в балансе составляет 24,5%, можно рассматривать как негативный фактор [118].

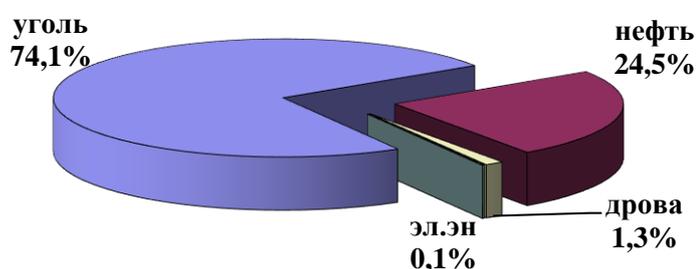


Рисунок 3 – Распределение потребления топлива котельными Асиновского района

Для исследования состава твердых выбросов от локальных объектов теплоэнергетики в Асиновском районе были выбраны две котельных:

– Котельная на дровах. Находится в поселке Большой Кордон. Адрес котельной: ул. Центральная 10, рядом находится школа. Котельная установка в поселке Большой Кордон представлена на рис. 4, рис. 5.



Рисунок 4 – Фотография котельной на дровах (деревня Большой Кордон),  
(фото Таловской А. В.)

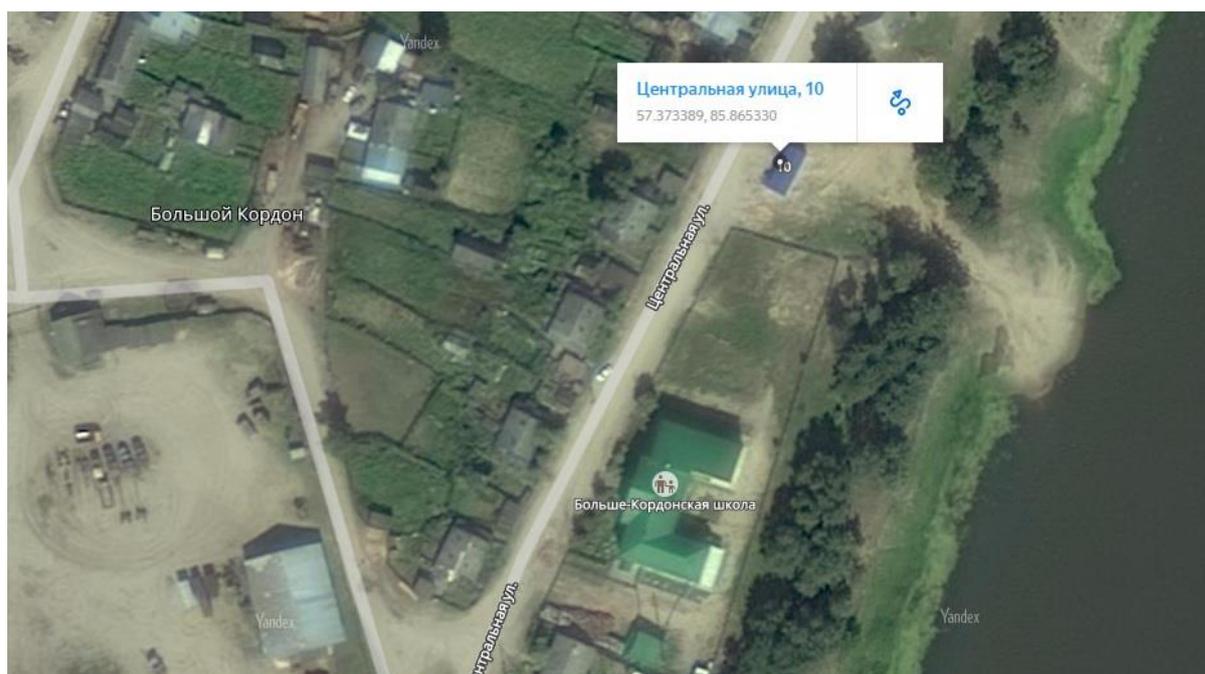


Рисунок 5 – Карта расположения котельной на дровах (деревня Большой  
Кордон), М 1:20

– Котельная на угле. Находится в селе Новониколаевке. Адрес котельной: ул. Школьная 4. Котельная установка в селе Новониколаевке представлена на рис. 6, 7.



Рисунок 6 – Фотография котельной на угле (село Новониколаевка), (фото Таловской А. В.)

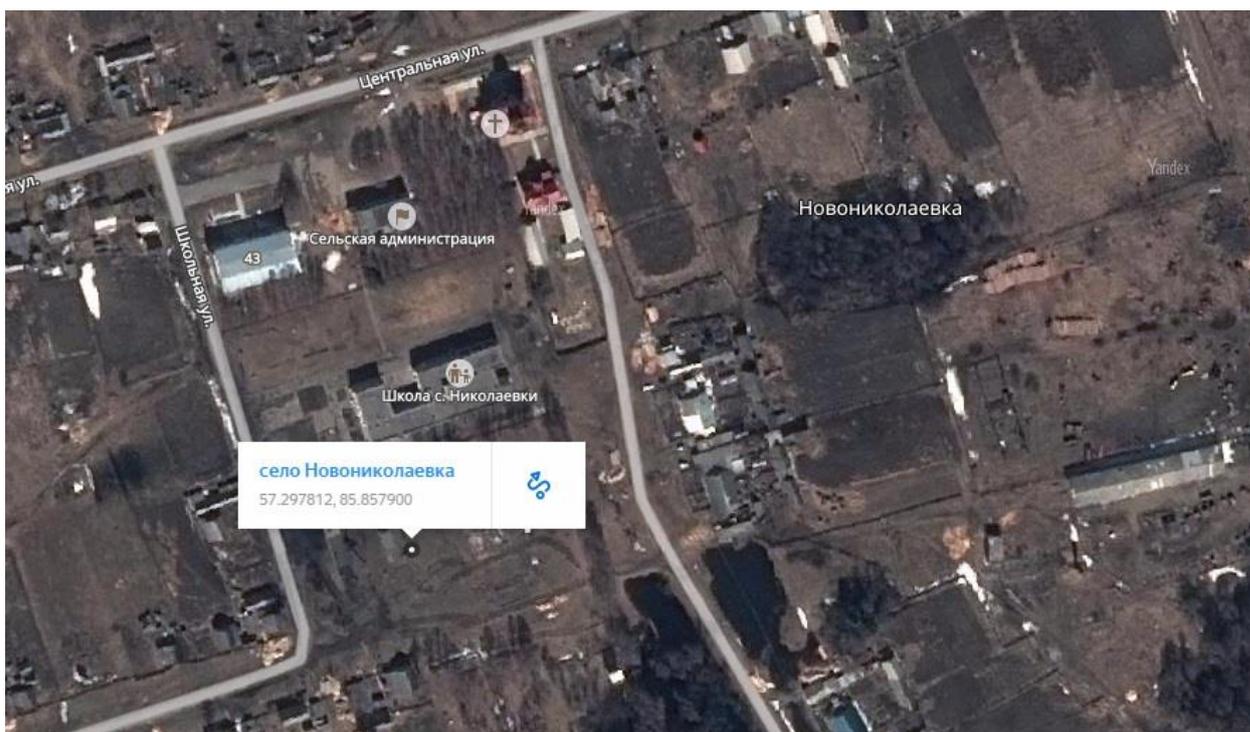


Рисунок 7 – Карта расположения котельной на угле (село Новониколаевка), М 1:25

## 1.4.2 Описание территории котельной Кожевниковского района Томской области

Кожевниковский район расположен на юге Томской области, большая его часть располагается на левобережье р. Обь. Протяженность границы района составляет 438,3 км. Кожевниковский район находится в умеренном климатическом поясе, климат континентальный.

Административным центром Кожевниковского района является с. Кожевниково. Расстояние от с. Кожевниково до г. Томска: 109 км [117].

Площадь территории Кожевниковского района составляет 3,9 тыс. км<sup>2</sup> (1,2% территории Томской области), население – 20,4 тыс. чел.

Для исследования состава твердых выбросов от локальных объектов теплоэнергетики в Кожевниковском районе была выбрана одна котельная:

– Котельная на газе. Находится в селе Кожевниково. Адрес котельной: 1-й микрорайон, ул. Комарова, 4. Котельная используется для нужд жилого микрорайона № 1. Характеристика котельной: общая площадь 40,2 м<sup>2</sup>, мощностью 3 Мвт. Котельная установка в селе Кожевниково представлена на рис. 8, 9.



Рисунок 8 – Фотография котельной на газе (село Кожевниково),  
(фото Таловской А. В.)

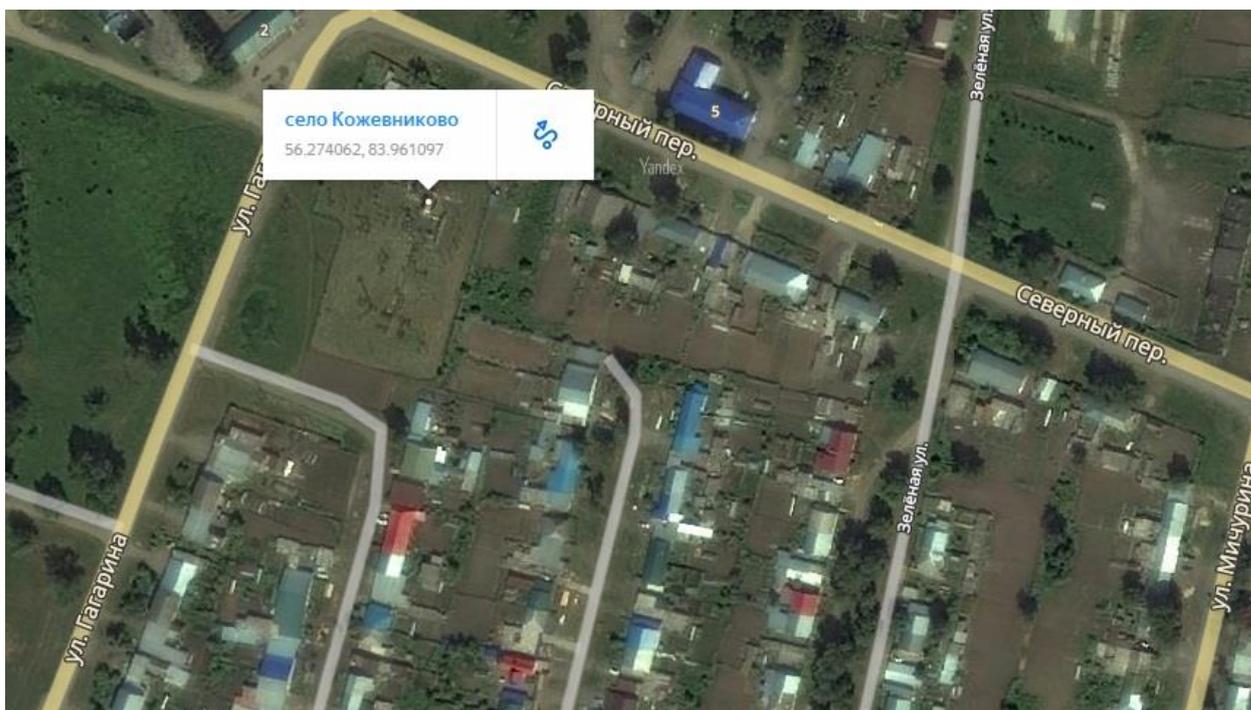


Рисунок 9 – Карта расположения котельной на газе (село Кожевниково), М 1:25

### **1.4.3 Описание территории котельной Шегарского района Томской области**

Шегарский район расположен к западу от областного центра – г. Томска, в 64 км. Район имеет важное значение в Томской области не только как крупный производитель сельскохозяйственной продукции, но и является немаловажным автотранспортным узлом. В районном центре сходятся автотрассы федерального подчинения, ведущие на юг – в Новосибирскую область далее на Алтай, на запад – до Бакчара – Парабели – Кедрового, на север – до Колпашева и Каргаска, и на юг – до Томска с выходом на Транссибирскую магистраль [117].

Площадь территории Шегарского района составляет 5 тыс. км<sup>2</sup> (1,9% от Томской области), население – 19,4 тыс. чел.

Административным центром района является село Мельниково.

Шегарский район находится на пересечении транспортных путей Томской области. Здесь сходятся автотрассы в направлении Парабели, Колпашева и Новосибирской области. Также через территорию района

проходят трубопроводы, поставляющие нефть и газ предприятиям Томска и Кузбасса [117].

Достаточно развитый и перспективный Шегарский район отличается выгодным географическим положением, хорошей инфраструктурой и большими возможностями сельскохозяйственной отрасли. На долю агропромышленного комплекса приходится более 60% валового продукта района.

Для исследования состава твердых выбросов от локальных объектов теплоэнергетики в Шегарском районе была выбрана одна котельная:

– Котельная на мазуте . Находится в селе Вороновка, рядом находится Шегарский психоневрологический интернат «Забота» (Вороновская улица). Котельная установка в селе Вороновка представлена на рис. 10, 11.



Рисунок 10 – Фотография котельной на мазуте (село Вороновка),  
(фото Таловской А. В.)

В состав Шегарского психоневрологического интерната «Забота» входят: 8 жилых зданий, административный корпус, столовая, пекарня,

гараж, швейная мастерская, парикмахерская. Имеется своя котельная, водозабор и магазин.

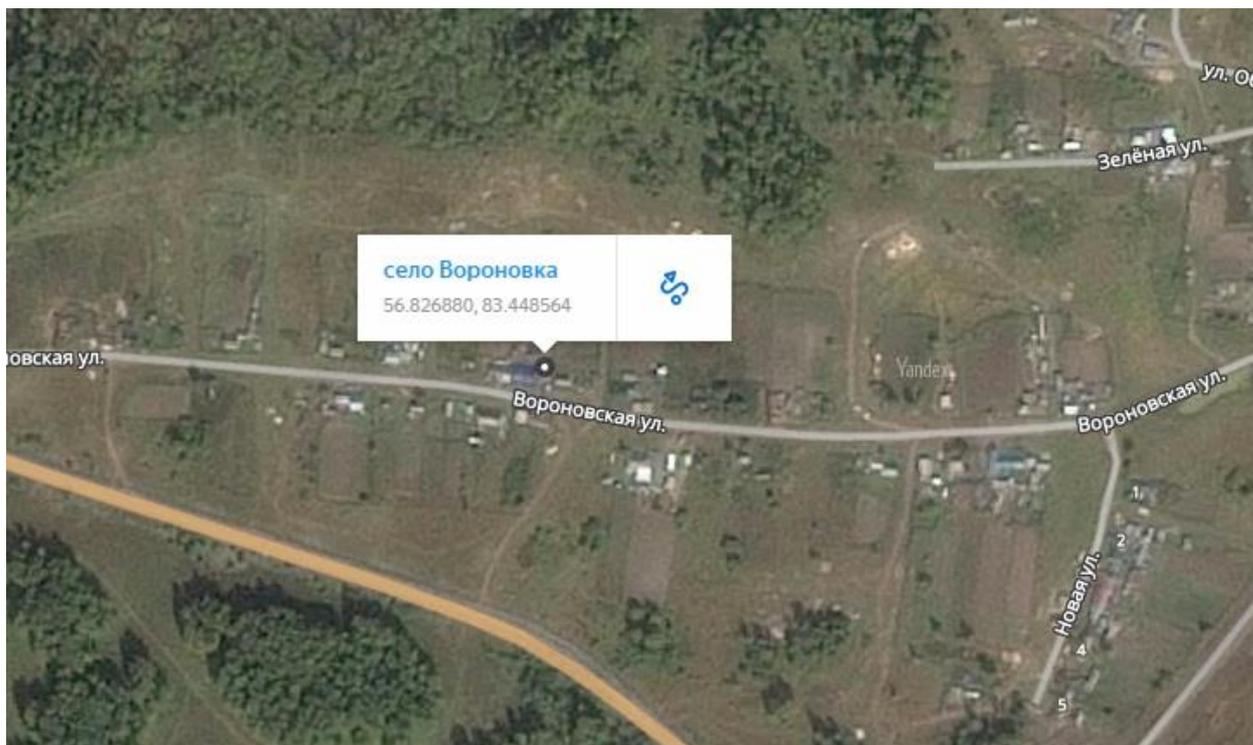


Рисунок 11 – Карта расположения котельной на мазуте (село Вороновка), М 1:25

## 2 ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

### 2.1 Теплоэнергетические объекты и здоровье человека

В докладе Всемирного Банка «Проблемы высокого уровня заболеваемости и преждевременной смертности от неинфекционных заболеваний и травм в Российской Федерации и пути их решения» определены десять основных факторов риска для здоровья населения России (табл. 4), которые в наибольшей степени влияют на уровень смертности; среди них – загрязнение атмосферного воздуха. Эксперты Всемирного Банка оценивают вклад этого фактора в смертность населения на уровне примерно 1,2% общей смертности, что соответствует 24 тыс. дополнительных смертей в год [59, 60].

Таблица 4 – Основные факторы риска смертности населения в России

Ранг	Фактор риска	Удельный вес в общем числе смертей, %
1	Высокое кровяное давление	35,5
2	Высокое содержание холестерина	23,0
3	Курение	17,1
4	Недостаточное потребление овощей и фруктов	12,9
5	Высокий индекс массы тела (ИМТ)	12,5
6	Алкоголь	11,9
7	Гиподинамия	9,0
8	Загрязнение воздуха в городах	1,2
9	Загрязнение окружающей среды свинцом	1,2
10	Нелегальное потребление наркотиков	0,9

Уровень загрязнения воздушного бассейна населенных пунктов во многом зависит от деятельности предприятий ТЭК. Начиная с 2004 г., в России увеличились объемы сточных вод в электроэнергетике, темпы роста выбросов тепловой энергетики опережают темпы роста самого производства. На фоне снижения выбросов многочисленных отраслей, относящихся к «грязным» – как, например, цветная металлургия и химическая промышленность, доля ТЭК в общем балансе выбросов за последние годы возросла почти на 10% и составляет 56%. Среди выбросов ТЭК, естественно,

доминируют выбросы от энергетических установок, использующих в частности уголь, а также другие виды топлива.

Тепло- и энергоснабжение в большинстве районов Томской области лежит на плечах «малой» энергетики, энергоснабжающие организации которой обеспечивают функционирование промышленного производства, образовательных учреждений, жилых домов и прочих потребителей. Несмотря на то, что среди специалистов термин "малая энергетика" звучит достаточно часто, в нормативной литературе его понятие четко не определено. Поэтому негласно к малой энергетике относят электростанции, мощность которых не превышает 30 МВт. Они оснащены агрегатами с единичной мощностью до 10 МВт. Объекты малой энергетики делятся на три подкласса: микроэлектростанции – мощность установок достигает 100 кВт, миниэлектростанции – от 100 кВт до 1 МВт, малые электростанции – свыше 1 МВт. В табл. 5 представлены данные по числу отопительных котельных в России [121].

Загрязняющие вещества (ЗВ), образующиеся при сжигании различных видов органического топлива на предприятиях ТЭК (котельных и ТЭЦ), поступают в воздушный бассейн городов через дымовые трубы. Диоксид углерода и пары воды поступают в воздушный бассейн при полном сгорании органического топлива. Твердые частицы (зола, сажа), оксиды серы, углерода, азота, бенз(а)пирен, тяжелые металлы, галогениды (соединения фтора, хлора и т.п.), летучие органические соединения (ЛОС), диоксины, фураны и другие ЗВ попадают в атмосферу при неполном сгорании топлива. Состав отходящих газов и количество выбрасываемых ЗВ существенно зависит от вида топлива, способа его сжигания и режима горения [2, 116].

Таблица 5 – Теплоснабжение населенных пунктов Российской Федерации [121]

Наименование показателя	Год														
	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Число отопительных котельных (на конец года), тыс.	75,3	67,9	67,0	64,9	66,0	70,2	72,1	73,1	73,1	73,9	73,5	73,9	75,2	76,0	73,8
в том числе:															
– в городской местности	37,7	36,0	34,0	32,2	32,5	32,9	31,8	31,5	31,2	31,4	31,4	31,9	31,6	31,7	31,5
– в сельской местности	37,6	31,9	33,0	32,7	33,5	37,3	40,3	41,6	41,9	42,5	42,1	42,0	43,7	44,3	42,3
Удельный вес котельных мощностью до 3 Гкал/час в общем числе котельных, процентов	70	69	72	72	73	75	76	76	76	77	77	77	77	77	77
– в городской местности	64	62	62	61	62	62	62	62	61	62	62	62	62	62	62
– в сельской местности	77	78	82	82	83	86	87	87	88	88	88	89	88	88	88
Суммарная мощность котельных, тыс. Гкал/час	690,5	664,9	657,2	623,2	620,0	602,6	590,7	590,7	581,8	578,9	579,4	567,3	590,3	609,2	592,3
в том числе:															
– в городской местности	560,2	566,2	563,4	542,2	541,9	527,4	514,4	511,8	504,3	503,2	504,5	496,8	503,7	534,4	517,6
– в сельской местности	130,3	98,7	93,8	81,0	78,1	75,2	76,3	78,9	77,5	75,7	74,9	70,6	86,6	74,9	74,8

На тепловых электростанциях используется твердое, жидкое и газообразное топливо. Классификация топлива и его состав загрязняющих веществ приведен в табл. 6 [17, 60, 64, 102].

Таблица 6 – Классификация топлива и его состав загрязняющих веществ

Агрегатное состояние топлива	Вид топлива	Состав загрязняющих веществ
Твердое топливо	Уголь (бурый, каменный, антрацитовый штыб), горючие сланцы и торф	<p>Горючая часть топлива включает органическую, состоящую из углерода, водорода, кислорода, органической серы, и неорганическую части (в состав горючей части топлива ряда месторождений входит пиритная сера <math>FeS_2</math>).</p> <p>Негорючая (минеральная) часть топлива состоит из влаги и золы.</p> <p>Химический состав золы твердого топлива достаточно разнообразен. Обычно зола состоит из оксидов кремния, алюминия, титана, калия, натрия, железа, кальция, магния. Кальций в золе может присутствовать в виде свободного оксида, а также в составе силикатов, сульфатов и других соединений.</p> <p>Более детальные анализы минеральной части твердых топлив показывают, что в золе в небольших количествах могут быть и другие элементы, например, германий, бор, мышьяк, ванадий, марганец, цинк, уран, серебро, ртуть, фтор, хлор.</p> <p>В составе золы твердых видов топлива могут присутствовать радиоактивные изотопы калия, урана и бария.</p> <p>Твердое топливо может содержать серу в следующих формах: колчедана <math>Fe_2S</math> и пирита <math>FeS_2</math>, в составе молекул органической части топлива и в виде сульфатов в минеральной части.</p>
Жидкое топливо	Мазут, сланцевое масло, дизельное топливо	В состав золы мазута входят пентаоксид ванадия ( $V_2O_5$ ), а также $Ni_2O_3$ , $Al_2O_3$ , $Fe_2O_3$ , $SiO_2$ , $MgO$ и другие оксиды, твердые частицы, сернистые соединения, диоксид серы
Газообразное топливо	Природный газ	Сероводород ( $H_2S$ ), сопутствующие ему токсичные сернистые, азотные и другие соединения

Распространение ЗВ в воздушном бассейне городских территорий определяют следующие основные процессы:

- конвективный перенос вследствие усредненного движения воздушных масс в направлении ветра;
- массовая диффузия, связанная с градиентом концентрации;
- турбулентная диффузия, рассеивающая ЗВ во всех направлениях.

При этом поступающие в атмосферу с отходящими газами ЗВ подвергаются различным изменениям (захват каплями облаков и туманов с последующим их вымыванием осадками, вступление в химические реакции с другими ЗВ, содержащимися в воздушном бассейне) [7, 12, 20].

На рассеивание ЗВ, содержащихся в отходящих газах котельных, и их концентрацию в воздушном бассейне городов оказывают влияние следующие факторы [2, 6, 8]:

- место расположения источника ЗВ и его устья относительно окружающей застройки;
- высота источника и диаметр его устья;
- физические и химические свойства выбрасываемых ЗВ;
- геометрические параметры зданий (высота, ширина, длина);
- архитектурно–строительные особенности зданий (проемы, пристройки, надстройки, галереи, секции разной высоты и т.п.);
- плотность застройки;
- расстояние между соседними зданиями;
- ориентация зданий относительно господствующих ветров;
- естественный рельеф местности;
- наличие зеленых насаждений и других препятствий, влияющих на эффективность ветрового потока и прочие.

В связи с нарастающими процессами урбанизации, изменением инфраструктуры крупных городов, увеличением потребления электроэнергии и повсеместным развитием автотранспорта в воздух поступает значительное количество различных по своему составу аэрополлютантов, которые под

влиянием метеорологических условий могут вступать во взаимодействие друг с другом. В этих условиях большое значение приобретает изучение биологических последствий комбинированного воздействия факторов внешней среды на различные системы организма, в первую очередь – на системы, непосредственно и постоянно контактирующие с атмосферным воздухом [50].

Слизистая оболочка верхних дыхательных путей – один из первых защитных барьеров организма человека при взаимодействии с разнообразными патогенными факторами окружающей среды, она принимает на себя основную часть экспозиции вредных веществ атмосферного воздуха.

Поступление загрязняющих веществ в организм человека обусловлено тремя путями: легкие, желудочно–кишечный тракт, неповрежденная и поврежденная кожа. Но преимущественно эти вещества попадают в организм человека преимущественно через систему дыхания. Поступление через легкие – основной и наиболее опасный путь проникновения вредных веществ внутрь организма. Взрослый человек в течении всего дня вдыхает 10–20 тыс. литров воздуха. Суммарная площадь легочных альвеол у взрослого 80–90 м<sup>2</sup>, а толщина альвеолярно–капиллярной мембраны составляет 0,8 мкм. Патология легких, формирующаяся в результате воздействия загрязняющих ингредиентов, включает как заболевания верхних дыхательных путей (риниты, ларингиты, фарингиты), так и заболевания проксимальных и дистальных отделов бронхиального дерева – (трахеиты, бронхиты, хроническая обструктивная болезнь легких, бронхиальная астма (БА), бронхолиты, новообразования) [4, 5].

Многолетние исследования в области медицины доказали, что частицы угольной золы вызывают массовую гибель легочных макрофагов, а сажа способствует учащению катаральных изменений носоглотки. Установлены прямые связи между высокими концентрациями частиц золы и

сажи в воздухе с хроническим бронхитом, а также сажи с аллергическим ринитом [46].

Дыхательную систему составляют нос, глотка, трахея, бронхи и легкие (рис. 12).

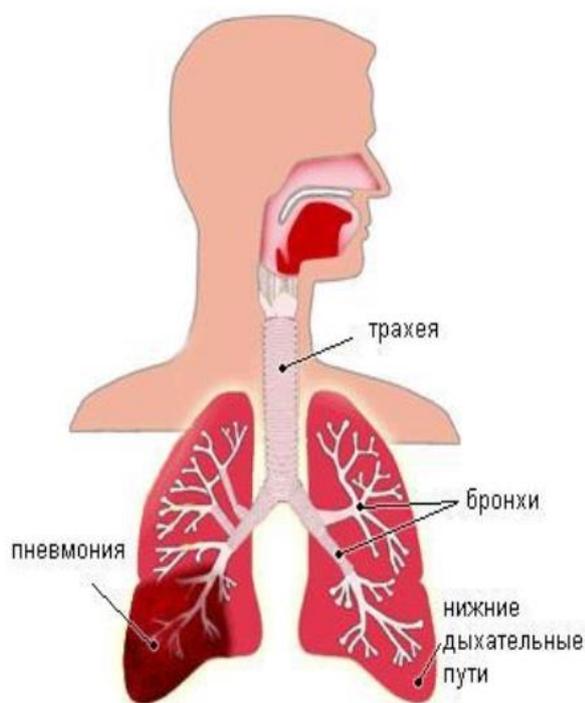


Рисунок 12 – Дыхательная система человека [58]

В систему органов дыхания входят (рис. 13): 1. верхние воздухоносные пути (полость носа, носоглотка, ротоглотка, гортань); 2. нижние воздухоносные пути (трахея и бронхи); 3. паренхима легких, плевра и ее полость; 4. аппарат, обеспечивающий дыхательные движения (ребра с прилегающими костными образованиями, дыхательные мышцы).

Возникновение болезней органов дыхания (БОД) в факторной оценке риска развития у населения могут достигать 40% по такому фактору, как загрязнение атмосферного воздуха выбросами от промышленных предприятий [64]. Так, в промышленных городах Сибири почти 50% случаев обострений хронических неспецифических заболеваний лёгких связаны с загрязнением атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий [35].

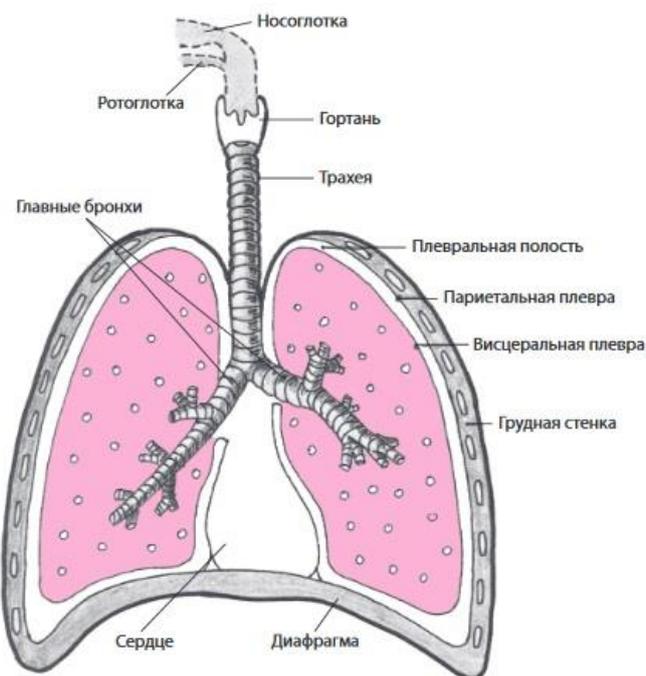


Рисунок 13 – Схема строения органов дыхания [58]

Для комплексной оценки степени загрязнения воздуха используется показатель индекса загрязнения атмосферы (ИЗА), который учитывает концентрации различных веществ и представляет собой суммарный уровень загрязнения воздуха за год. ИЗА характеризует уровень длительного загрязнения атмосферы и рассчитывается по пяти приоритетным загрязняющим веществам. Вследствие того, что ИЗА рассчитывается по среднегодовым значениям концентраций вредных примесей, он может быть показателем хронического воздействия загрязнения воздуха на организм человека (табл. 7) [7].

Таблица 7 – Градация уровней загрязнения атмосферного воздуха по индексу загрязнения атмосферы [7]

Уровень загрязнения воздуха	ИЗА
Низкий	менее 5
Повышенный	от 5 до 6
Высокий	от 7 до 13
Очень высокий	более или равно 14

Величину суммарного ИЗА, как правило, определяют 5 приоритетных загрязняющих веществ (бенз-а-пирен, формальдегид, диоксид азота, оксид углерода, взвешенные вещества) [28, 29]. Бенз(а)пирен (БП) поступает в атмосферу при сгорании различных видов топлива. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) установила среднегодовое значение 0,001 мкг/м<sup>3</sup> как величину, выше которой могут наблюдаться неблагоприятные последствия для здоровья человека, в том числе возникновение злокачественных опухолей. Формальдегид находится во вредных выбросах тепловых электростанций и других промышленных печей. Природные концентрации никак не влияют на здоровье человека, но высокие концентрации формальдегидов искусственного происхождения для него опасны. Они вызывают головную боль, потерю внимания, резь в глазах. Повреждаются дыхательные пути и легкие, слизистые ткани желудочно-кишечного тракта. Аллергические реакции, вызываемые формальдегидом, нарушают действие внутренних органов и вызывают хронические заболевания. Затрагивается и генетический аппарат, что может возбудить возникновение раковых опухолей. Свободный формальдегид инактивирует ряд ферментов в органах и тканях, угнетает синтез нуклеиновых кислот, нарушает обмен витамина С. Диоксид азота (NO<sub>2</sub>) делает человека более восприимчивым к патогенам, вызывающим болезни дыхательных путей. Длительное воздействие оксидов азота вызывает расширение клеток в корешках бронхов, ухудшение сопротивляемости легких к бактериям, а также расширение альвеол. Люди, страдающие хроническими заболеваниями дыхательных путей, более чувствительны к прямым воздействиям NO<sub>2</sub>. У них легче развиваются осложнения при кратковременных респираторных инфекциях [52]. Воздействие диоксида серы на человека приводит к увеличению общей смертности от заболеваний органов дыхания. Оксид углерода, даже в низких концентрациях, является потенциально токсичным газом [23, 51]. При проникновении взвешенных частиц в органы дыхания происходит нарушение системы дыхания и кровообращения. Вдыхаемые частицы влияют

как непосредственно на респираторный тракт, так и на другие органы за счет токсического воздействия входящих в состав частиц компонентов [44].

Важное значение в формировании уровня загрязнения атмосферы имеют метеоусловия, определяющие перенос и рассеивание выбросов. Вредные вещества, попадающие в атмосферу от антропогенных источников, оседают на поверхности почвы, зданий, растений, вымываются атмосферными осадками, переносятся на значительные расстояния ветром. Все эти процессы напрямую зависят от температуры воздуха, солнечной радиации, атмосферных осадков и других метеорологических факторов.

ИЗА в 2015 г. в г. Томске остался на уровне 2014 г. и свидетельствует о повышенном загрязнении атмосферы (рис. 14). Также как и в г. Томске, повышенное загрязнение атмосферы было в таких городах Сибирского федерального округа, как Барнаул, Искитим, Новосибирск. Высокое загрязнение атмосферы было в Кемерово и Новокузнецке. Низкое загрязнение атмосферы отмечалось в Бердске, Бийске, Заринске, Прокопьевске [123].

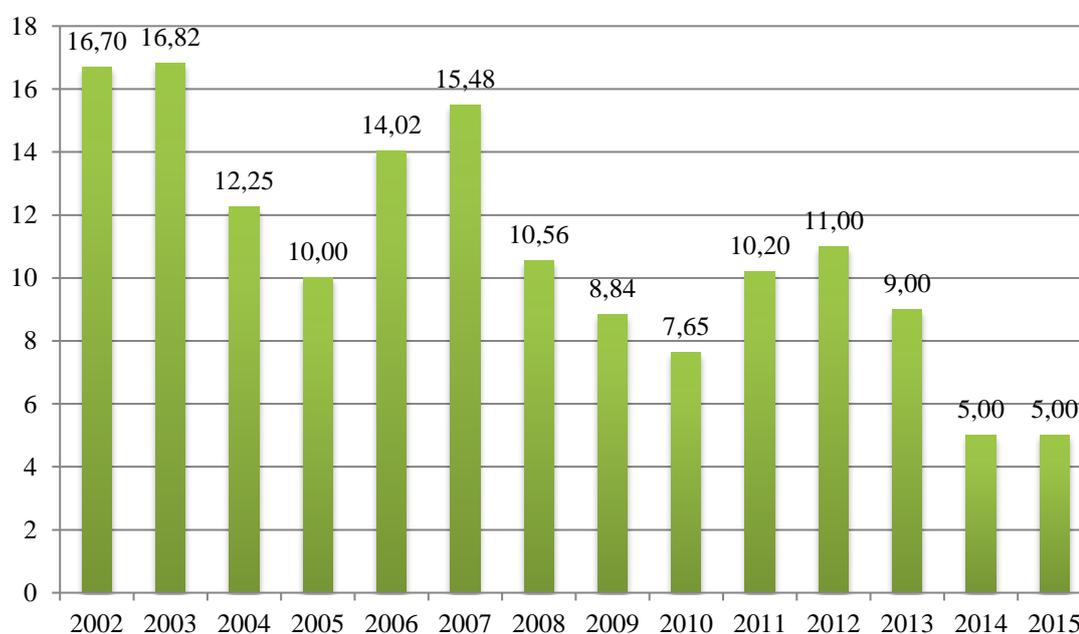


Рисунок 14 – Динамика изменения индекса загрязнения атмосферы в г. Томске [123]

Заболеваемость населения Томской области по основным классам болезней приведена в табл. 8, на рис. 15 изображена структура заболеваемости населения [123].

Таблица 8 – Заболеваемость населения по основным классам болезней (зарегистрировано пациентов с диагнозом, установленным впервые в жизни) [122]

Заболеваемость	Год					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	Всего, человек					
Все болезни	984336	1044520	1074503	1149588	1088027	1113579
из них:						
некоторые инфекционные и паразитарные болезни	44794	44197	47333	48217	48464	49159
новообразования	15202	15995	16809	18704	18965	18413
болезни крови и кроветворных тканей	4496	4533	4817	5558	5821	6680
болезни эндокринной системы, расстройства питания, нарушение обмена веществ и иммунитета	19758	21069	26017	32548	30092	30520
болезни нервной системы	23172	25973	26809	28577	27152	28848
болезни системы кровообращения	37331	41206	43133	47779	44631	57201
болезни органов дыхания	401875	418069	417141	445093	406852	412964
болезни органов пищеварения	44178	49842	55596	57361	60518	73999
болезни кожи и подкожной клетчатки	52628	55012	55218	59352	59628	56434
болезни костно–мышечной системы и соединительной ткани	56707	63675	60213	68100	70548	72294
болезни мочеполовой системы	66554	80385	83396	94224	92024	79383
осложнения беременности, родов и послеродового периода	25201	19950	20098	20026	18600	18683
врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения	2666	2818	2836	2983	3208	3716
травмы и отравления	82534	88626	88842	89676	79617	77433

Здоровье населения изучается по специально разработанной программе наблюдений, включающей следующие классы болезней согласно

Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем десятого пересмотра: болезни крови и кроветворных тканей, нервной системы и органов чувств, системы кровообращения, органов дыхания и пищеварения, мочеполовой системы, пороки развития, а также отдельные нозологические формы болезней органов дыхания. Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем – документ, используемый как ведущая статистическая и классификационная основа в здравоохранении. Периодически (раз в десять лет) пересматривается под руководством ВОЗ. Международная классификация болезней (МКБ) является нормативным документом, обеспечивающим единство методических подходов и международную сопоставимость материалов. В настоящее время действует Международная классификация болезней Десятого пересмотра (МКБ–10, ICD–10). В России органы и учреждения здравоохранения осуществили переход статистического учёта на МКБ–10 в 1999 году [101].

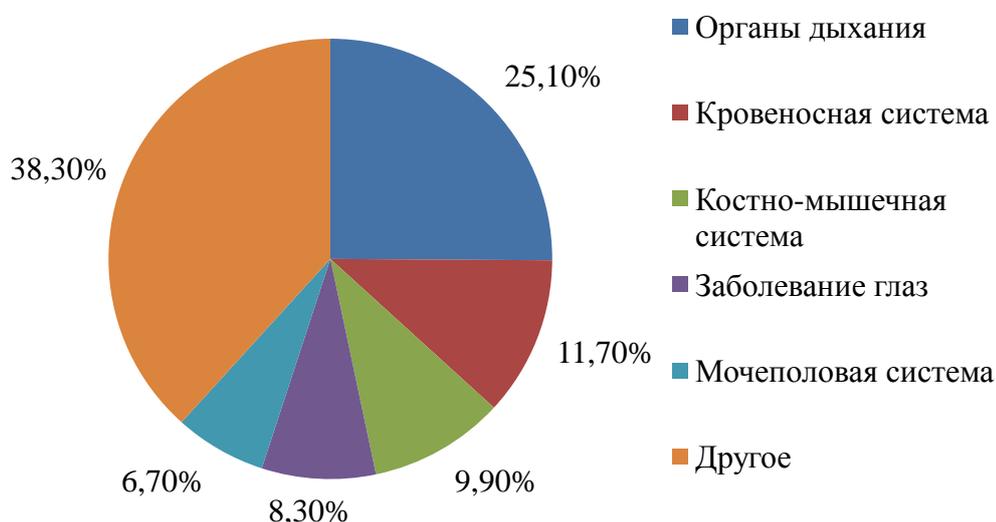


Рисунок 15 – Основная структура заболеваемости населения Томской области (Экологический мониторинг, 2015)

Из представленных данных видно, что в основном жители Томской области страдают от заболеваний дыхательной системы. По данным Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга (ФИФ СГМ) Томская область отнесена к территориям «риска» по заболеваемости с диагнозом астма среди детей от 0 до 14 лет, а также по онкологической заболеваемости населения с диагнозом, установленным впервые в жизни по таким локализациям как болезни органов дыхания, лейкемия (превышения среднероссийского уровня в 1,1–1,4 раза) [15, 52, 123]

Следует отметить, что на распространенность заболеваний дыхательной системы влияют такие факторы, как: воздействие неблагоприятной окружающей среды, выбросы промышленных предприятий, устойчивость многих микроорганизмов к существующим антибактериальным препаратам и другие. Это способствует тому, что болезни органов дыхания продолжают занимать лидирующие позиции в структуре заболеваемости и смертности жителей многих стран, определяя актуальность вопроса и необходимость кооперации усилий различных специалистов в этой отрасли медицины. [45, 58, 71, 74, 77].

Окружающая среда является важнейшим элементом благосостояния человека, удовлетворение потребности в чистом воздухе, воде, хороших санитарных условиях жизни так же значимо, как удовлетворение основных материальных и духовных потребностей населения. Для снижения негативного влияния загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Томской области на здоровье населения и поддержки мероприятий, направленных на снижение смертности, необходимо ужесточение государственного контроля источников загрязнения, совершенствование существующих систем мониторинга качества воздушной среды и систем предупреждения о её загрязнении, снижение объемов вредных выбросов, ужесточение наказаний для предприятий, являющихся их основными источниками.

Проводя анализ состояния воздушного бассейна Томской области, особое внимание было уделено наиболее опасным загрязняющим веществам,

попадающим в атмосферный воздух (в том числе диоксид азота, оксид углерода, диоксид серы).

Помимо ЗВ ежегодно выбрасываются стационарными и нестационарными источниками загрязнения и оседает на снежный покров и земную поверхность тонны тяжелых металлов (ТМ). Важно отметить, что наибольшее поступление ТМ в окружающую природную среду отмечается зимой, во время отопительного сезона. В этом случае важным индикатором качества урбанизированных территорий выступает снежный покров. Он не активен ни в химическом, ни в биологическом отношении, в нем не происходит химических трансформаций веществ, следовательно, он является индикатором предшествовавшего загрязнения атмосферы и будущего загрязнения почвы и гидросферы [90].

Содержащиеся в снеге растворимые формы тяжелых металлов обладают максимально высокой степенью опасности загрязнения городской среды, а твердофазные выпадения — низкой.

## **2.2 Элементный состав твердого осадка снега в Томске и Томской области**

В населенных пунктах многочисленные источники загрязнения обычно расположены неравномерно, и их выбросы часто не могут быть точно учтены прямыми методами исследования состояния атмосферы. Также, из-за трудоемкости отбора проб воздуха и сложности их анализа на широкий спектр химических элементов в городах, как правило, металлы в атмосферном воздухе не контролируются. Вместе с тем опыт геохимических исследований показывает, что существует функциональная связь между выбросами и твердофазными выпадениями из атмосферы на земную поверхность. В связи с этим особый интерес представляют собой природные индикаторы. [34, 59].

Предприятия ТЭК – сфера высоких рисков и объектов повышенной промышленной опасности. В некоторых случаях экологические риски на

предприятиях ТЭК относят к операционным. Однако по своей природе экологические проблемы энергетики и использования топлива вездесущи и актуальны с учетом загрязнения окружающей среды и нанесения ущерба как отдельным компонентам экосистем, так и человеку. Поэтому экологическая составляющая предприятий ТЭК присутствует как в финансовых (рыночных), так и в стратегических рисках [73, 76].

Для большинства промышленных городов РФ загрязнение воздушной среды представляет серьезную проблему. Качество атмосферного воздуха является одним из показателей биосферной совместимости. По отношению к процессам переноса и накопления загрязняющих веществ атмосфера относится к преимущественно транспортирующей среде. Поэтому в мониторинге загрязнения атмосферного воздуха используется снеговой покров. Данный подход используется на территориях, характеризующихся наличием устойчивого снежного покрова в течение длительного времени. Это связано с тем, что наибольшее поступление поллютантов в окружающую природную среду отмечается зимой, во время отопительного сезона. Снежный покров накапливает в своем составе практически все вещества, поступающие в атмосферу. В связи с этим снежный покров [2, 3, 9, 18, 26, 33, 67, 75]:

- Обладает высокой сорбционной способностью и представляет собой информативный объект при выявлении сезонного техногенного загрязнения городской среды;

- Природный планшет — накопитель аэрозоля. Снежный покров является наиболее информативным показателем сезонного техногенного загрязнения территории. Путем анализа всего снега, выпавшего в течение холодного времени, можно получить полную информацию о рассеивании вредных веществ в пространстве, обозначить источники загрязнения и зоны их влияния.

- Удобный индикатор атмосферного воздуха, атмосферных остатков, а также последующего загрязнения почвы. Чем ближе источник загрязнения,

тем больше в пробе снега будет содержаться тяжелых металлов, пыли и т. д. При образовании снежного покрова из-за процессов сухого и влажного выпадения примесей концентрации загрязняющих веществ в снегу оказывают на 2–3 порядка выше, чем в атмосферном воздухе. Продолжительность снежного покрова в нашей местности составляет 6 месяцев (с ноября по апрель);

– Долговременная депонирующая среда. Он не является активным ни в химическом, ни в биологическом отношении, как, например, почвы, так как в нем почти не происходит значимых химических трансформаций веществ;

– Надежный индикатор загрязнения атмосферы. Он дает информацию о пространственном распределении химических элементов и интенсивности воздействия источников выбросов за определенный период: период одного снегопада или за весь период лежания снега

Загрязнение снежного покрова происходит в два этапа. Во-первых, это загрязнение снежинок во время их образования. Снежинки образуются в холодных слоях тропосферы при кристаллизации влаги на частицах аэрозолей, которые являются ядрами кристаллизации. Основным источником ядер кристаллизации являются частицы почв и минеральной пыли, частицы техногенного происхождения, пыльца и споры растений. Таким образом, выпадение снега оказывает большое влияние на концентрацию примесей, приводя к удалению аэрозолей из атмосферы и осаждению их в снежном покрове. К доминирующим загрязняющим примесям следует отнести пыль, сажу, тяжёлые металлы, окислы углерода, серы, азота, формальдегид, полиароматические углеводороды (ПАУ) [37, 49].

Во-вторых, происходит загрязнение уже выпавшего снега в результате сухого выпадения загрязняющих веществ из атмосферы, а также их поступления из подстилающих почв и горных пород. Концентрация примесей в снегу отражает их концентрацию в атмосфере и указывает на источник и механизм образования аэрозолей вблизи места отбора проб. Поскольку снежинки и снежные хлопья падают медленнее и, выпадая,

покрывают большую площадь по сравнению с дождевыми каплями той же массы, они дольше находятся под влиянием примесей и потому являются лучшими индикаторами их наличия в атмосфере. Исходя из вышеизложенного, анализ снежного покрова является одним из способов определения степени загрязнения атмосферы [40].

Первые геохимические исследования снежного покрова на территории Российской Федерации были начаты около 70 лет назад [16]. В последнее десятилетие геохимическое изучение снежного покрова все больше привлекает внимание ученых и успешно используется для индикации техногенного загрязнения. В Западной Сибири исследование состава атмосферных пылевых выпадений с использованием снеговой геохимической съемки проводится, начиная с 1974 г. Начиная с 1990–х годов изучение загрязнения окружающей среды, в том числе и снежного покрова, проводится на базе кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета Рихвановым Л. П., Язиковым Е. Г., Сарнаевым С. И., Шатиловым А. Ю, Таловской А. В., Филимоненко Е. А., и др. (Таловская, 2008).

Долгое время снег изучался только как один из видов атмосферных осадков. Химический состав снега как атмосферных осадков и толщи снежного покрова отличается разнообразием ингредиентов и их количественным содержанием [48].

Автомобильный транспорт производит выброс значительного объема загрязняющих веществ, особенно при сильной загруженности автодорог в «часы пик» и на светофорах. Некоторые районы г. Томска плотно застроены, улицы имеют небольшую пропускную способность и т.д., все это способствует росту приземных концентраций загрязняющих веществ на территориях, прилегающих к автодорогам. Стационарные источники выбросов, внося свой «вклад» в картину загрязнения, значительно усложняют её. За счет этого пылевая нагрузка в условиях города сильно варьирует и зависит от находящихся поблизости источников выбросов и

ландшафтно–климатических особенностей. Наиболее запыленными районами города являются северные, северо–восточные и северо–западные, а также пространства, прилегающие к автодорогам, где загрязнение может достигать среднего умеренно опасного уровня. Наиболее чистыми районами города являются южные [31].

Вещественный состав твёрдого осадка снега является индикатором зон экологического неблагополучия на территории г. Томска. Основная доля техногенного материала представлена выбросами (частицы сажи, угля, шлака, алюмосиликатные микросферулы) топливно–энергетического комплекса. Наиболее загрязненными этими компонентами являются жилые кварталы северной части города (Ленинский район), где располагается частный сектор и местные котельные, а также центральная часть города, где расположена Томская ГРЭС–2 [66]

В окрестностях Томской ГРЭС–2 установлены качественные и количественные закономерности формирования полей загрязнения снегового покрова радиоактивными элементами. Несмотря на наличие постоянно действующей системы очистки поступающих в атмосферу выбросов от золы, наиболее значимые выпадения рассматриваемых примесей в зоне 2 км от высотных труб теплоэлектростанции происходят в виде крупных фракций частиц [65].

По данным исследования пылевых выпадений в зоне воздействия предприятий топливно–энергетического комплекса на примере Томской ГРЭС–2 комплексом методов были выявлены особенности их вещественного состава – содержание алюмосиликатных микросферул, металлических микросферул, частиц сажи, угля, шлака и золы, а также пирита, барита и оксидов вольфрама, железа и титана [70].

По результатам исследования проб снега, отобранных в 2007 году, было установлено, что геохимическая специализация пылевых атмосферных выпадений на территории г. Томска проявляется в промышленных

концентрациях урана, бария, брома, сурьмы, серебра и редкоземельных элементов в них [67].

В 2008–2009 гг. проведены экспедиционные и химико–аналитические исследования, а также численный анализ данных наблюдений состояния регионального загрязнения снегового покрова гг. Томска и Северска в зимнем сезоне. В окрестностях этих городов установлены качественные и количественные закономерности формирования полей загрязнения радиоактивными элементами, ПАУ, ионным составом.

Максимальные значения концентраций Cr, Co, As и уровней канцерогенного риска приходятся на ту часть города, где расположены крупные промышленные предприятия, связанные, в том числе, с обработкой металлов. Характер долевого вклада хрома, мышьяка, кобальта в уровень загрязнения снежного покрова и уровень риска имеет сходные черты со структурой загрязнения санитарно–промышленной зоны, что доказывает их техногенное происхождение и незначительный ареал трансмиссии в окружающей среде [78].

По результатам детальных многолетних исследований минерального и вещественного составов пылевых атмосферных выпадений в зонах воздействия разнопрофильных промышленных предприятий г. Томска были установлены основные элементы–поллютанты, являющиеся маркерами различных производств. Для некоторых элементов–загрязнителей были установлены минеральные формы их нахождения в составе твердого осадка снега, такие как галенит, ковеллин, стибнит, пирит, барит, кальцит и др. Набор этих минеральных форм в составе атмосферной пыли позволяет полагать, что наиболее значимым источником их поступления являются выбросы объектов топливно–энергетического комплекса, в первую очередь мощной городской районной теплоэлектростанции (Ильенок С. С., Таловская А. В., Филимоненко Е. А., Чумак Ю. В., Язиков Е. Г., 2013).

Наиболее вероятными элементами индикаторами в твердой фазе снегового покрова, представляющими особую экологическую опасность, в

окрестностях угольной котельной являются Cd, Sb, Pb, Mo, Sr, Ba, Ni, Mo, Zn и Co; V, Ni и Sb – в окрестностях нефтяной котельной. Выявленные элементы индикаторы с высокой долей вероятности отражают геохимическую специализацию используемого топлива и зольных уносов котельных, а также особенности сгорания топлива. Также не исключается вероятность влияния физико–химических процессов в атмосферном воздухе и снеговом покрове на концентрирование микроэлементов в твердой фазе снегового покрова, что требует дополнительных исследований [67].

Вещественный состав твёрдого осадка снега является индикатором зон экологического неблагополучия на территории г. Томска. Основная доля техногенного материала представлена выбросами (частицы сажи, угля, шлака, алюмосиликатные микросферулы) топливно–энергетического комплекса. Наиболее загрязненными этими компонентами являются жилые кварталы северной части города (Ленинский район), где располагается частный сектор и местные котельные, а также центральной части города, где расположена Томская ГРЭС–2 [66].

### **2.3 Оценка риска здоровью населения от воздействия химических веществ**

Экологический риск квалифицируют как оценку на всех уровнях (от точечного до глобального) вероятности появления негативных изменений в окружающей среде, вызванных различными ситуациями (факторами) природного и антропогенного (техногенного) характера. Это вероятностная мера опасности причинения вреда природной среде в виде возможных потерь за определенное время.

Однако строгого определения понятия «экологический риск» пока нет. Дискуссии по этому вопросу полно представлены в работах [1, 13, 14, 24]. Связано это, прежде всего, с тем, что экологический риск отличает ряд особенностей [21, 24, 36].

Это многофакторная система по вызывающим его причинам и по вызываемым ими последствиям. Проявление экологических рисков вызывает негативные процессы изменения качества окружающей среды как в цепочке взаимодействующих компонентов, так и на различных иерархических уровнях ее организации; последствия реализации экологических рисков «живут» в пространственно–временных координатах. Негативные последствия для окружающей среды не всегда пропорциональны их мощности и масштабности, что связано в некоторых случаях с ассимиляционной способностью экосистем и способностью их к самоорганизации.

Единой завершенной классификации экологических рисков пока нет. Предлагается классифицировать экологические риски по разным признакам [13, 21, 24], например,:

1. По источникам воздействия на классы природные (в том числе космические); техногенные (антропогенные); социальные (общество – биосфера); политические (государство, мировое сообщество); экономические (экономика, бизнес);

2. По степени распространения, на глобальные, локальные;

3. По характеру проявления, на перманентные и аварийные;

4. По воздействию техногенных систем на окружающую среду и здоровье населения, на индивидуальные, популяционные, экологические, профессиональные и др.;

5. По степени влияния на жизнедеятельность человека, на пренебрежимый (влияние незначимо, меры принимать не следует); приемлемый (влияние значимо, следует применять меры контроля и защиты); чрезмерный (влияние катастрофично, деятельность не допускается).

6. По реципиентам воздействия выделяют риски: для здоровья человека; для экосистем; риск потери природно–ресурсного потенциала; риск деградации или разрушения ландшафтов в целом.

В реальной действительности факторы экологического риска проявляются в самых различных вариациях: от единичного до множественного, реализуя при этом эффект мультипликатора, что создает значительные трудности в оценке вероятности их деятельности.

Разделение рисков на экологические и риски угрозы здоровью является условным и неоднозначным. В 1994 г. несколько международных организаций – Программа ООН по окружающей среде (UNEP), Организация объединенных наций по промышленному развитию (UNIDO), Международное агентство по атомной энергии (IAEA) и Всемирная организация здравоохранения (WHO) – разработали рекомендации по оценке и управлению рисками, связанными с угрозами здоровью людей и состоянию среды обитания в результате действия энергетических и промышленных комплексов. В состав этих рекомендаций вошли основные признаки экологических рисков, связанных с угрозами здоровью и жизни людей и состоянию среды обитания, они перечислены в табл. 9 [13].

Таблица 9 – Основные признаки экологических рисков, связанных с угрозой здоровью людей и состоянию среды обитания [13]

Категории	Для людей	Для среды обитания
Характер действия источника риска	Непрерывный, разовый (аварийный)	Непрерывный, разовый (аварийный)
Контингент (группа) риска	Население данной местности Персонал предприятий	–
Продолжительность действия	Кратковременное Средней длительности Длительное	Кратковременное Средней длительности Длительное
Последствия	По степени тяжести: – фатальные (риск смерти) – не фатальные (риск травмы, болезни и др.). По времени проявления: – немедленные – отдаленные.	По распространению: – локальные – региональные – глобальные. По продолжительности: – кратковременные – средней длительности – длительные.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что экологические риски, связанные с угрозой здоровью и жизни людей, с одной стороны, и с угрозой

состоянию среды обитания, с другой, характеризуются как одинаковыми, так и различными признаками. И те, и другие риски могут происходить, например, как от источников непрерывного действия (вредные выбросы от стационарных установок и транспортных систем), так и от источников разового действия (аварийные ситуации на промышленных объектах и природные катастрофы).

Независимо от характера действия источника опасности, результатом проявления опасности выступает ущерб, который наносится и людям, и окружающей среде. В этом случае требуется одновременное рассмотрение обоих видов экологического риска. Однако во многих случаях экологические риски, связанные с угрозой здоровью и жизни людей, необходимо рассматривать отдельно от рисков, обусловленных угрозой состоянию среды обитания.

Одна из составляющих концепции риска — его оценка. Она применяется при определении приоритетов среди множества негативных воздействий на окружающую среду и население и создает базу для управления риском. Создание региональных систем экологической безопасности и оценка экологического риска — основа государственной политики, направленной на повышение качества жизни населения крупных городов. Особенно актуальной стала эта проблема после разработки и утверждения Федеральным центром Госсанэпиднадзора России "Руководства по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду" в 2004 г., определившего многие концептуальные положения методологии оценки риска и ставшего практическим пособием по ее апробации в крупных индустриально-развитых регионах [69, 115].

Оценка экологического риска — это научная оценка вероятности возникновения обратимых или необратимых изменений в биогеохимической структуре и функциях экосистем в ответ на антропогенное (или природное) воздействие (стрессор) [24, 36, 62].

Оценка риска – сложный и постоянный научный и научно–технический процесс, включающий возможность и необходимость итерационных подходов, т.е. улучшения результатов оценки рисков путем многократного повышения качества исходной информации. Каждый из типов рисков требует своей методологии оценки риска, но все они характеризуются общими принципами и подходами оценки риска независимо от того, где рассматривается риск, в системе «человек–среда обитания» или в системе «социально–гигиенического мониторинга». Методология анализа и управления рисками в процедурном плане достаточно хорошо разработана. Она отражена в руководствах агентств по охране окружающей среды различных стран, в том числе России. Схема определения риска состоит из нескольких блоков (этапов) [1, 10]:

1. Первый этап – идентификация опасности включает:

а) сбор и оценку данных – определение источников загрязнения и наиболее полного перечня вредных факторов в соответствии с выбранными сценариями воздействия и путями поступления веществ в организм;

б) характеристику токсичности вредных факторов (количественная и качественная информация, допустимые уровни), указание на характер эффектов вредного действия и обоснование приоритетного перечня вредных факторов.

Основными источниками информации о промышленных выбросах являются совместно используемые ежегодные формы государственной статистической отчетности «2–ТП (воздух)» и тома «Атмосфера. Предельно допустимые выбросы вредных веществ» изучаемого населенного пункта или тома ПДВ отдельных предприятий.

2. Второй этап – оценка экспозиции – это получение информации о том, с какими реальными дозовыми нагрузками сталкиваются те или иные группы населения.

Среднесуточная доза поступающего в организм человека химического вещества за весь период жизни рассчитывается следующим образом:

$$LADD=(C*CR*ED*EF)/(BW*AT*365), \quad (1)$$

где: LADD– средняя суточная доза или поступление (мг/(кг\*день));

C – концентрация вещества (мг/м<sup>3</sup>, мг/л);

CR – скорость поступления (м<sup>3</sup>/сут, л/сут.);

ED – продолжительность воздействия (лет);

EF – частота воздействия (365 дней);

BW – масса тела человека (кг);

AT – период усреднения экспозиции (70 лет);

365 – число дней в году.

3. Третий этап – оценка зависимости доза–ответ – это процесс количественной характеристики токсикологической информации и установления связи между воздействующей дозой загрязняющего вещества и случаями вредных эффектов в экспонируемой популяции.

Для характеристики риска развития неканцерогенных эффектов наиболее часто используются показатели 3–й группы, являющиеся основой для установления уровней минимального риска – референтных доз (RfD) и концентраций (RfC) химических веществ. Превышение референтной дозы не обязательно связано с развитием вредного эффекта: чем выше воздействующая доза и чем больше она превосходит референтную, тем выше вероятность появления вредных ответов, однако оценить эту вероятность при данном методическом подходе невозможно. В связи с этим итоговые характеристики оценки экспозиции на основе референтных доз и концентраций получили название коэффициенты и индексы опасности (HQ).

4. Четвертый этап – характеристика риска интегрирует данные об опасности анализируемых химических веществ, величине экспозиции, параметрах зависимости «доза ответ», полученные на всех предшествующих этапах исследований, с целью количественной и качественной оценки риска, выявления и оценки сравнительной значимости существующих проблем для здоровья населения. Характеристика риска является связующим мостом между собственно оценкой риска для здоровья и управлением риском.

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов проводится на основе расчёта коэффициента опасности:

$$HQ=C(x)/RfC, \quad (2)$$

При HQ равном или меньшем 1,0 риск вредных эффектов рассматривается как пренебрежимо малый. С увеличением HQ вероятность развития вредных эффектов возрастает, однако точно указать величину этой вероятности невозможно.

Индекс опасности для комплексного (из разных сред) пути поступления:

$$ТНІ=eНІj, \quad (3)$$

где  $НІj$  –индексы опасности для отдельных путей поступления (e) или отдельных маршрутов воздействия.

5. Пятый этап – управление риском. состоит из четырех элементов: сравнительная оценка и ранжирование рисков; определение уровней приемлемости риска; выбор стратегии снижения и контроля риска (например, контроль поступления химических веществ в окружающую среду из источников загрязнения, мониторинг экспозиций и рисков, регламентирование уровней допустимого воздействия); принятие управленческих (регулирующих) решений. На этом этапе рассматривается совместимость финансовой выгоды с экологическими требованиями и вероятностью проявления экологического риска. Например, предлагаются варианты мероприятий по уменьшению риска:

- наиболее оперативные и сравнительно дешевые;
- оперативные и сравнительно дорогие;
- сравнительно дорогие;
- другие организационные мероприятия.

Управление риском является логическим продолжением оценки риска и направлено на обоснование наилучших в данной ситуации решений по его устранению или минимизации. Управление риском базируется на совокупности политических, социальных и экономических оценок полученных величин риска, сравнительной характеристике возможных

ущербов для здоровья людей и общества в целом, возможных затрат на реализацию различных вариантов управленческих решений по снижению риска и тех выгод, которые будут получены в результате реализации мероприятий (например, сохраненные человеческие жизни, предотвращенные случаи заболеваний и др.) [1, 10]. В самом общем виде в основе управления риском лежит метод оптимизации соотношений выгоды и ущерба.

Таким образом, современная методология оценки экологического риска предусматривает параллельное рассмотрение рисков для здоровья человека и экологических рисков, обусловленных нарушением экосистем и вредными влияниями на компоненты окружающей среды, рисков снижения качества и ухудшения условий жизни. Научная теория риска, несомненно, будет совершенствоваться в создании понятийного аппарата оценивания риска. Разработанный математический аппарат уже позволяет количественно рассчитывать некоторые экологические риски. Для успешного применения теории рисков в практике в России необходимо создание базы статистических данных относительно воздействий на объекты риска и соответствующих последствий.

### 3 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 3.1 Описание методов отбора проб и методов анализа

Исследования проведены в окрестностях угольных (в т.ч. с перспективой перехода на газ), газовых котельных и котельных на жидком и древесном топливе, расположенных на территории сельских населенных пунктов трех южных районов: Кожевниковский, Асиновский и Шегарский.

Выбор локальных котельных осуществлен в данных административных районах с помощью интерактивной карты по возобновляемым источникам энергии Томской области.

Для решения поставленной задачи в окрестностях выбранных локальных объектов теплоэнергетики, использующих различные виды топлива, был проведен маршрутный отбор снеговых проб (Таловская А. В.) согласно главенствующему направлению ветра и перпендикулярно ему согласно РД 52.04.186–89.

Протяженность вектора опробования в окрестностях локальных котельных в сельских населенных пунктах составила от 50 до 100–200 м. В окрестностях каждого объекта количество отобранных проб статистически значимо – рис. 16–19.

Все работы, включая отбор и подготовку проб снега, были произведены с учетом существующих методических рекомендаций (Назаров и др., 1978; Методические..., 1982; Василенко и др., 1985), руководства по контролю загрязнения атмосферы (Руководство..., 1991) и на основе многолетнего практического опыта эколога–геохимических исследований в Западной Сибири (Экология..., 1994; Шатилов, 2001; Язиков, 2006; Таловская, 2008; Бортникова и др., 2009) (Филимоненко, 2015) – Таловская А. В.



Рисунок 16 – Схемы пунктов отбора снеговых проб в окрестностях локальной котельной на дровах, 2016 г. (Таловская А. В.)



Рисунок 17 – Схемы пунктов отбора снеговых проб в окрестностях локальной котельной на мазуте, 2016 г.



Рисунок 18 – Схемы пунктов отбора снеговых проб в окрестностях локальной котельной на угле, 2016 г.



Рисунок 19 – Схемы пунктов отбора снеговых проб в окрестностях локальной котельной на газе, 2016 г.

Лабораторные работы включали метод Масс–спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP–MS). Данный метод является современным методом определения малых (мкг/кг) и сверхмалых (нг/кг и менее) концентраций элементов от Li до U. Анализ проводился в аналитическом центре ООО «Химико–аналитический центр «Плазма» (г. Томск, аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.516895 от 25.03.2014 г., директор – Н.В. Федюнина).

### **3.2 Восстановление концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе по данным снегового опробования**

Разработана модель восстановления концентраций химических элементов в атмосферном воздухе ( $C_{\text{атм}}$ ) по данным их содержания в твердом осадке снега ( $C_{\text{пыль}}$ ) [37, 81].

$$C_{\text{атм}} = P_n \times C_{\text{пыль}} / W, \quad (4)$$

где  $P_n$  – пылевая нагрузка ( $\text{мг}/\text{м}^2 \times \text{сут}$ ).

$$P_n = P_0 / S \times t, \quad (5)$$

где  $P_0$  – масса твердого осадка снега в снеговой пробе (мг);

$S$  – площадь шурфа ( $\text{м}^2$ ),  $t$  – время между формированием устойчивого снегового покрова и отбором проб (сут.);

$W$  – скорость осадения атмосферной пыли ( $\text{м}/\text{сут}$ ).

$$W = P_l \times W_l + P_h \times W_h, \quad (6)$$

где  $P_l$  – доля легкой фракции (частицы угля, сажи, шлака, попые алюмо–силикатных сферуллы и др.) в составе твердого осадка снега;

$P_h$  – доля тяжелой фракции (частицы кварца, глинистых минералов, окислов железа и других тяжелых металлов и др.) в составе твердого осадка снега;

$W_l$  – скорость оседания легкой фракции,  $W_l = 0,566 \text{ см}/\text{с}$ ;

$W_h$  – скорость оседания тяжелой фракции,  $W_h = 0,826 \text{ см}/\text{с}$  (Ивлев Л.С., Химический ..., 1982).

$W_1, W_h$  – для частиц диаметром 5 мкм – преобладающий размер аэрозольных частиц в атмосферном воздухе г. Томска (Аршиновой В. Г., Белан Б. Д. и др., ИОА СО РАН, 2008) [81].

### **3.3 Методика расчета выбросов от котельных (общие подходы, ОНД–86, возможности программы «Эколог»)**

Программные продукты, разработанные фирмой "Интеграл", объединены в серию "Эколог" и в настоящее время занимают лидирующее место на рынке программных средств в области охраны окружающей среды. Программы серии "Эколог" решают самый широкий спектр задач в области экологии – это задачи, связанные с охраной воздушного бассейна, безопасным размещением отходов производства и потребления и многие другие. Эти программы используют в своей работе более 6000 организаций России и стран СНГ, а также зарубежные организации. Программы позволяют решить, как задачи отдельно взятого предприятия, так и экологические задачи городского и регионального уровней [115, 117].

Программы серии "Эколог" прошли необходимые согласования в НИИ Атмосфера, ГГО им. А.И. Воейкова, сертифицированы Госстандартом России и Министерством Природных Ресурсов России.

Среди программ фирмы "Интеграл" имеются уникальные разработки, такие, как унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА) Эколог (версия 3.0). Это единственная программа в нашей стране, которая может в полной мере учитывать при расчетах уровней загрязнения атмосферы влияние застройки и высоты, что соответствует последним требованиям территориальных органов.

Модель «Эколог» позволяет рассчитать приземные концентрации загрязняющих веществ в атмосфере в соответствии с «Методикой расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах промышленных предприятий (ОНД–86)». Данный документ устанавливает требования в части расчета концентраций вредных веществ в

атмосферном воздухе при размещении и проектировании предприятий, нормировании выбросов в атмосферу реконструируемых и действующих предприятий, а также при проектировании воздухозаборных сооружений. Он предназначен для ведомств и организаций, осуществляющих разработки по разрешению, проектированию и строительству промышленных предприятий, нормированию вредных выбросов в атмосферу, экспертизе и согласованию воздухоохраных мероприятий [94].

ОНД–86 долгое время оставался единственным документом, разработанным и утвержденным Главной геофизической обсерваторией им. А.И. Воейкова Госкомгидромета СССР в установленном порядке, и именно на этой методике основывается расчет рассеивания выбросов загрязняющих веществ от источников выбросов в проектной документации (проекты предельно допустимых выбросов, санитарно–защитной зоны, перечня мероприятий по охране окружающей среды и др.) и работают компьютерные программы расчета рассеивания. Методика предназначена для расчета приземных концентраций в двухметровом слое над поверхностью земли, а также вертикального распределения концентраций.

Приказ об утверждении Методов подписан в конце 2016 г. Министром природных ресурсов и экологии Российской Федерации и направлен на регистрацию в Минюст России.

Методы подлежат обязательному применению с 01.01.2018, однако все документы, разработанные на основании старой методики, будут действовать до конца, установленного для них срока действия.

Официальная причина появления нового документа — устранение правового пробела в связи с отсутствием утвержденных в установленном порядке методов расчетов рассеивания, поскольку ОНД–86 не прошел государственную регистрацию и не был опубликован в установленном порядке. Кроме того, после введения в действие ОНД–86 были получены новые научные результаты, и возникла необходимость в уточнении и дополнении положений ОНД–86 [94].

Программы серии "Эколог" позволяют решить огромный спектр задач в области охраны атмосферного воздуха – расчет величин выбросов загрязняющих веществ, прогнозирование последствий аварий на предприятиях по хранению сильнодействующих ядовитых веществ, выпуск природоохранной документации и т.п. [115, 117].

Для работы в программе УПРЗА «Эколог» фирмой Интеграл разработано Руководство пользователя. В нем приводится обобщенный порядок действий при работе с программой с указанием разделов, содержащих более подробные указания по выполнению каждого действия. Этот порядок не является единственным возможным, однако представляется наиболее простым и логичным на этапе освоения программы.

Приступая к работе в программе для начала необходимо:

- Настроить интерфейс программы (рис. 20);
- Подготовить справочник веществ (рис. 21).

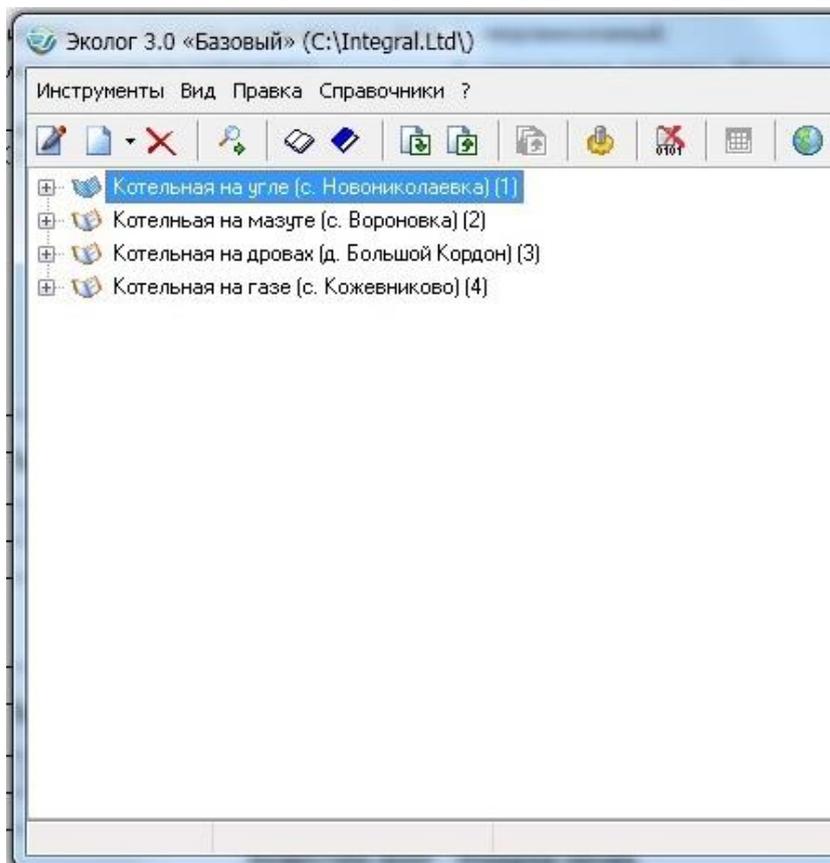


Рисунок 20 – Интерфейс программы УПРЗА Эколог 3.0

Код вещества	Название вещества	ПДК			Коеф. оседания	Класс опасности	Агрегатное состояние
		Максимально...	Среднесуто...	ОБУВ			
183	Ртуть (Ртуть металлическая)		0.0003		1	1 газообр...	
184	Свинец и его неорганические соединен...	0.001	0.0003		1	1 твердое	
192	Тетраэтилсвинец	0.0001	4E-5		1	1 твердое	
203	Хром (Хром шестивалентный) (в пересч...		0.0015		1	1 твердое	
207	Цинк оксид (в пересчете на цинк)		0.05		1	3 твердое	
301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0.2	0.04		1	3 газообр...	
302	Азотная кислота (по молекуле HNO3)	0.4	0.15		1	2 газообр...	
303	Аммиак	0.2	0.04		1	4 газообр...	
304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0.4	0.06		1	3 газообр...	
316	Соляная кислота	0.2	0.1		1	2 газообр...	
322	Серная кислота (по молекуле H2SO4)	0.3	0.1		1	2 газообр...	
325	Мышьяк, неорганические соединения (в...		0.0003		1	1 газообр...	
326	Озон	0.16	0.03		1	1 газообр...	
328	Углерод (Сажа)	0.15	0.05		1	3 твердое	
330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	0.5	0.05		1	3 газообр...	
331	Сера элементарная			0.07 ОБУВ	1	0 твердое	
333	Дигидросульфид (Сероводород)	0.008			1	2 газообр...	
337	Углерод оксид	5	3		1	4 газообр...	
342	Фториды газообразные	0.02	0.005		1	2 газообр...	
343	Фториды хорошо растворимые	0.03	0.01		1	2 твердое	
344	Фториды плохо растворимые	0.2	0.03		1	2 твердое	
349	Хлор	0.1	0.03		1	2 газообр...	
402	Бутан	200			1	4 газообр...	
403	Гексан	60			1	4 газообр...	
408	Циклогексан	1.4			1	4 газообр...	

Рисунок 21 – Справочник веществ

Дальнейший ход работы ведется к подготовке ввода исходных данных, а именно:

- Занесение или выбор города, района, предприятия (рис. 22, 23). При создании предприятия возможна произвести привязку к топооснове (карте);
- Создание нового варианта исходных данных.

Эколог 3.0 «Базовый» (C:\Integral.Ltd\)

Инструменты Вид Правка Справочники ?

Томск (70)

**Данные о городе**

Название города: Томск

Код города: 70  Создать новое предприятие

Метеоусловия

Минимальная температура (зима), град.: -19,2

Максимальная температура (лето), град.: 23,7

Кoeffициент стратификации: 200

Максимальная скорость ветра, м/с: 5

Климатические характеристики

Геоинформационные параметры

Взаимное расположение осей (OX к OY): правое

Поворот оси OX относительно севера по часовой стрелке: 90

Глобальные координаты, X: 0 Y: 0

Путь к геоинформационным данным:

Справка

Рисунок 22 – Занесение города

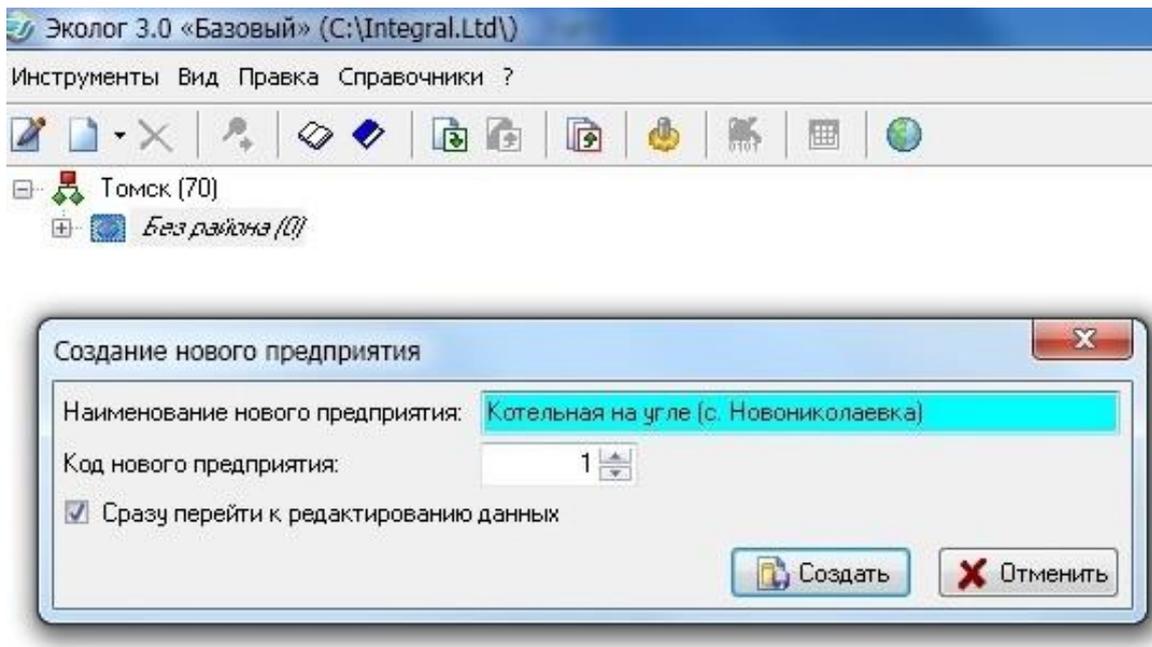


Рисунок 23 – Создание нового предприятия

Дальнейший ход работы в программе заключается в занесении источника загрязнения атмосферы, его параметров и выбросов источника (загрязняющие вещества), данные представлены на рис. 24–25.

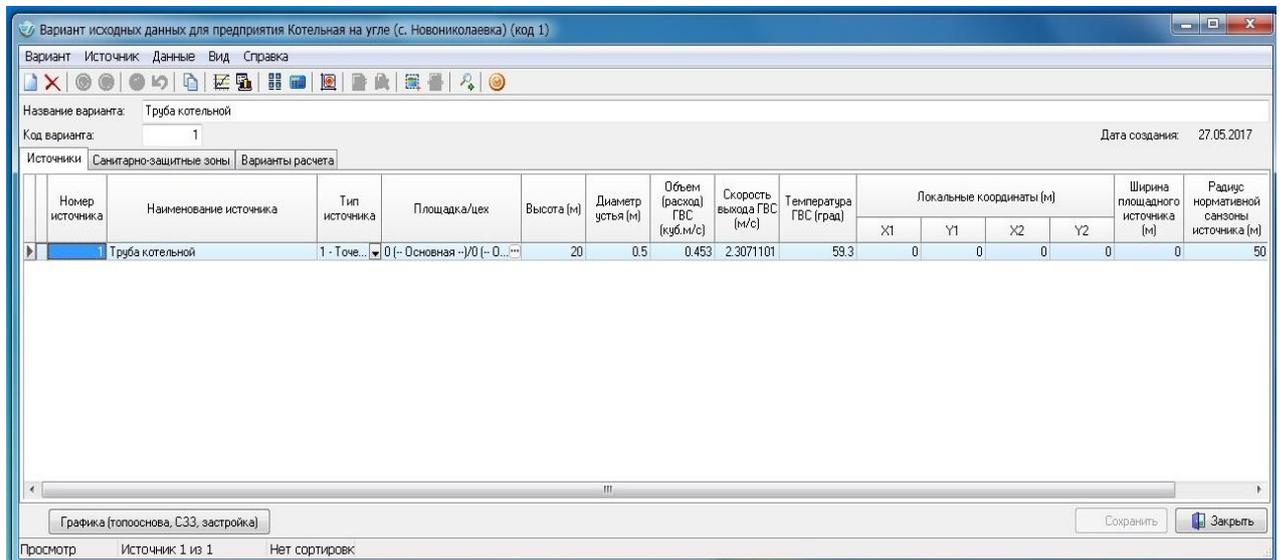


Рисунок 24 – Занесение источника загрязнения атмосферы и его параметров

Код вещества	Название вещества	Выброс			Кэф. оседания
		г/с после очистки	т/г после очистки	средний (г/с)	
301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0.009121	0.141935	0	1
330	Сера диоксид (Ангидрид сернист...)	0.024059	0.3744	0	1
337	Углерод оксид	1	2	0	1
2902	Взвешенные вещества	0.146334	2.277184	0	1

Рисунок 25 – Занесение выбросов источника

После выполненного пункта создается вариант расчета для конкретного источника загрязнения атмосферы и его выбросов, далее производится расчет с учетом типа расчетного модуля и сезона года (рис. 26–27).

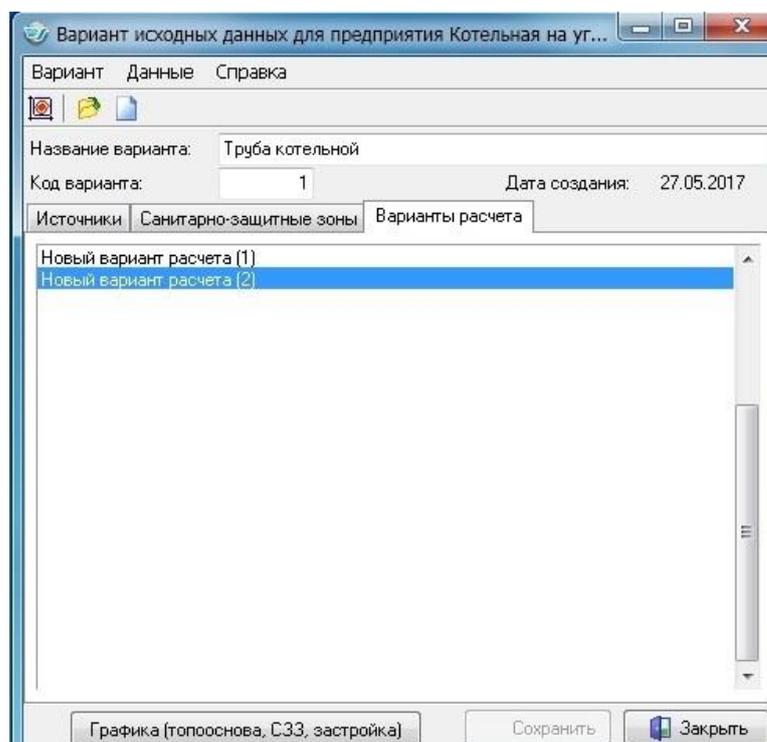


Рисунок 26 – Вариант расчета

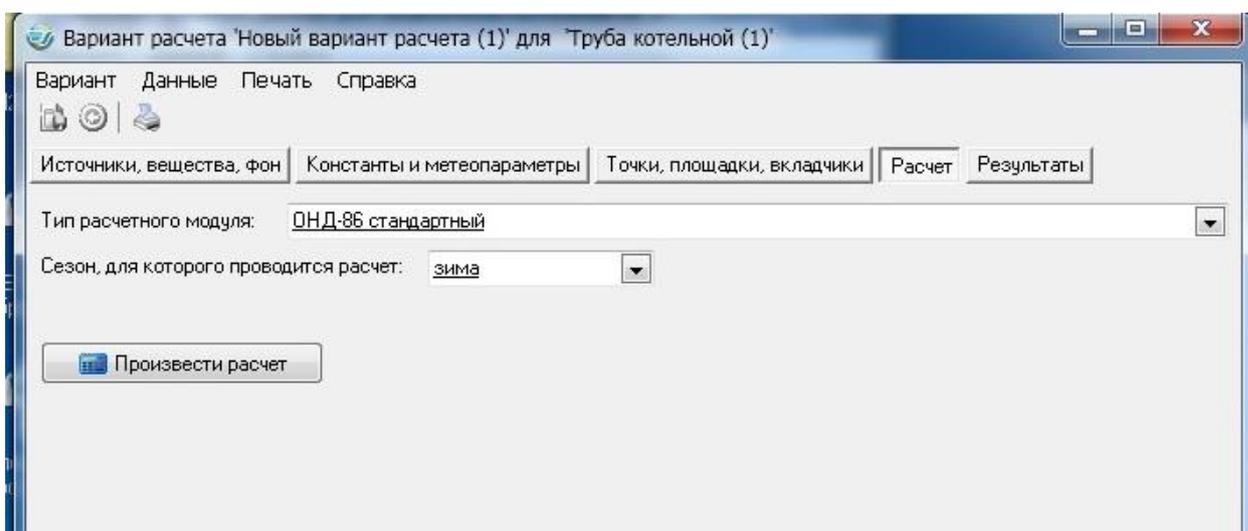


Рисунок 27 – Запуск расчета приземных концентраций

Далее производится анализ и оформление результатов расчета:

- просмотр результатов расчета в виде таблиц (рис. 28);
- построение и печать отчета о результатах расчета (рис. 29);
- графическое отображение результатов расчета – карты рассеивания (рис. 30).

Код вещества (группы)	Название вещества	Тип результата
0		Суммарный риск на расчетной площадке № 1: доля референтной кон...
301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	расчетная площадка № 1
301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	Риски на расчетной площадке № 1: доля референтной конц. остр.
330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	расчетная площадка № 1
330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	Риски на расчетной площадке № 1: доля референтной конц. остр.
337	Углерод оксид	расчетная площадка № 1
337	Углерод оксид	Риски на расчетной площадке № 1: доля референтной конц. остр.
2902	Взвешенные вещества	расчетная площадка № 1
2902	Взвешенные вещества	Риски на расчетной площадке № 1: доля референтной конц. остр.
6204	Серый диоксид, азота диоксид	расчетная площадка № 1

Рисунок 28 – Результаты расчета в виде таблиц

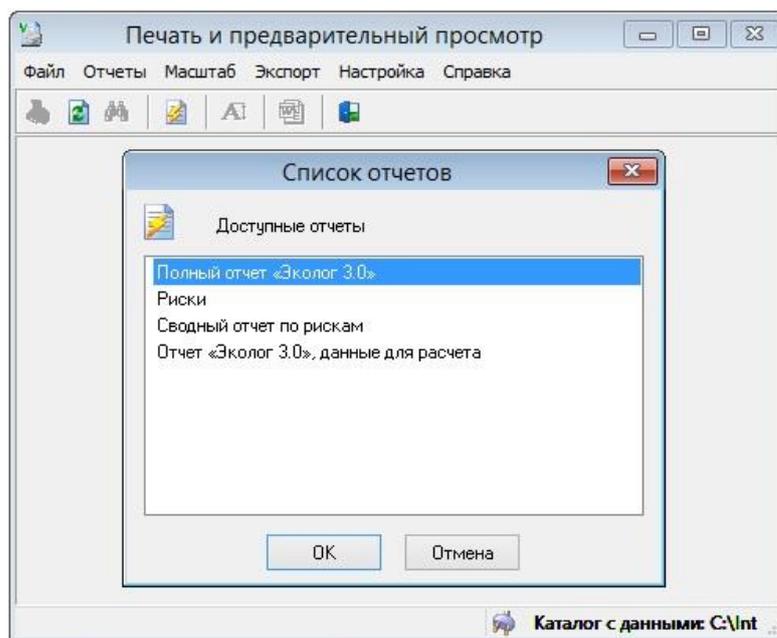


Рисунок 29 – Оформление результатов расчета

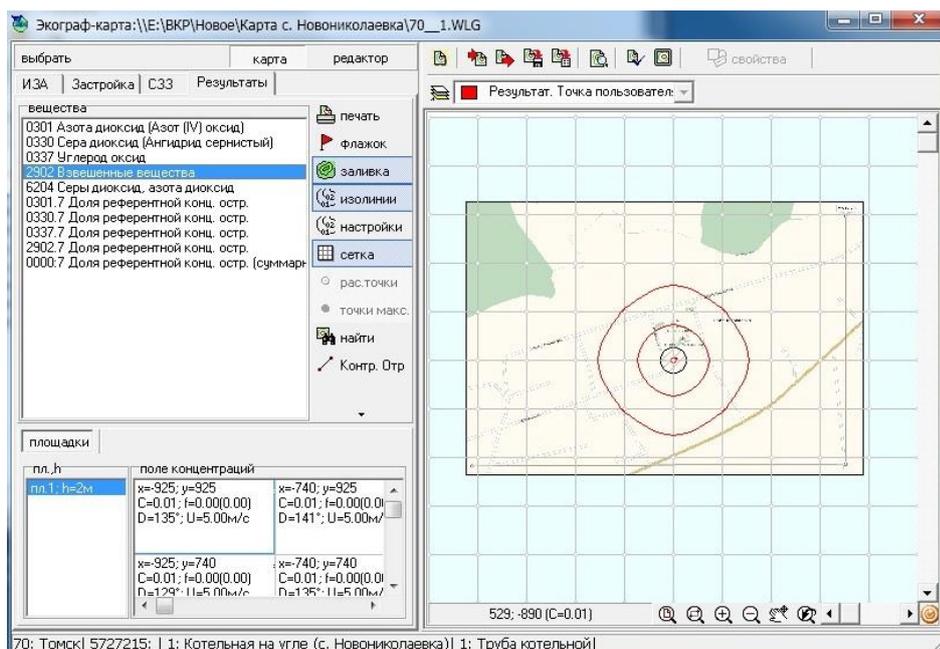


Рисунок 30 – Графическое отображение результатов расчета

### 3.4 Методика расчета рисков в программе «Эколог»

Расчетный блок "Риски" – это программа, которая предназначена для использования совместно с Унифицированной программой расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА) «Эколог» вер. 3.0 и позволяет оценить риск для здоровья (вероятность развития у населения неблагоприятных для

здоровья эффектов в результате реального или потенциального загрязнения окружающей среды). Программа реализует Р 2.1.10.1920–04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [97, 114].

Оценка риска здоровью при анализе качества окружающей среды подразумевает, как это принято в международной практике, выполнение четырех основных этапов:

- идентификация опасности;
- оценка экспозиции;
- оценка зависимости «доза–эффект»;
- характеристика риска.

Предлагаемая процедура «расчет риска» реализует третий этап, т.е. оценку зависимости «доза–эффект». В данной версии программы проводится оценка только индивидуального риска. Перед запуском данного алгоритма должны быть проведены расчеты либо максимальных, либо средних концентраций, т.е. проведены оценка экспозиции. В зависимости от типа проведенных расчетов выбираются соответствующие модели оценки риска.

После осуществления расчета либо максимальных, либо средних концентраций в зависимости от типа проведенных расчетов, расчетный блок "Риски" выбирает соответствующую модель и производит расчет оценки рисков для здоровья.

На основании расчетов максимальных приземных концентраций (ОНД–86) можно рассчитать:

- Неканцерогенный риск – доля превышения референтной концентрации острого действия;
- Доля превышения порога запаха;
- Риск (вероятность обнаружения) неспецифического запаха;
- Риск навязчивого запаха.

На основании расчетов концентраций, осредненных за длительный период (расчетный блок "Средние") оценивается:

– Неканцерогенный риск – доля превышения референтной концентрации хронического действия;

– Канцерогенный риск;

– Хронический риск по беспороговой модели.

Порядок проведения расчетов в модуле "Риски" следующий:

– в дереве исходных данных программного комплекса «Эколог» необходимо выбрать предприятие, соответствующий вариант исходных данных и вариант расчета для которых необходимо провести расчет полей рисков;

– затем открыть требуемый вариант расчета, выбрать закладку «Расчет», в качестве типа расчетного модуля выбрать «Расчет рисков» и нажать кнопку «Произвести расчет» (рис. 31).

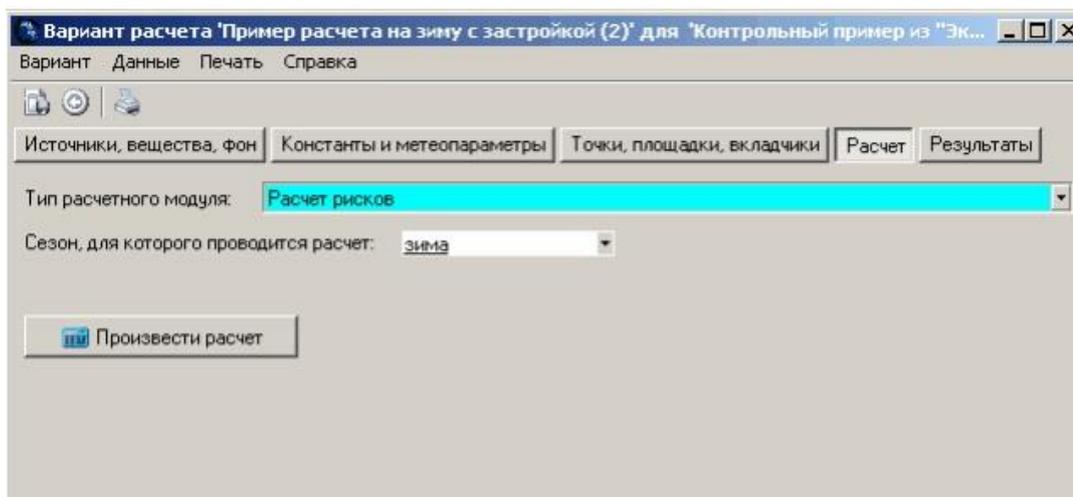


Рисунок 31 – Запуск расчета полей рисков

После нажатия кнопки «Произвести расчет» откроется окно настройки расчета полей рисков (рис. 32–35), в котором необходимо будет выбрать те риски, которые необходимо рассчитать. Список рисков будет зависеть от того, какой расчет был проведен перед этим: расчет максимальных концентраций или расчет средних концентраций.

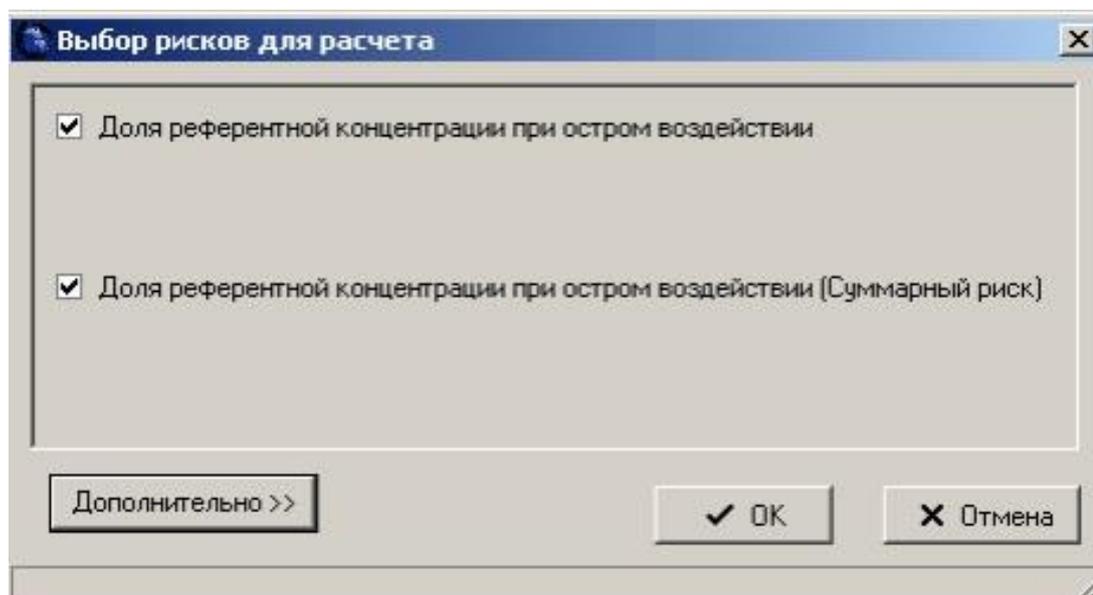


Рисунок 32 – Выбор рисков для расчета в случае предварительного расчета максимальных концентраций (сокращенный список)

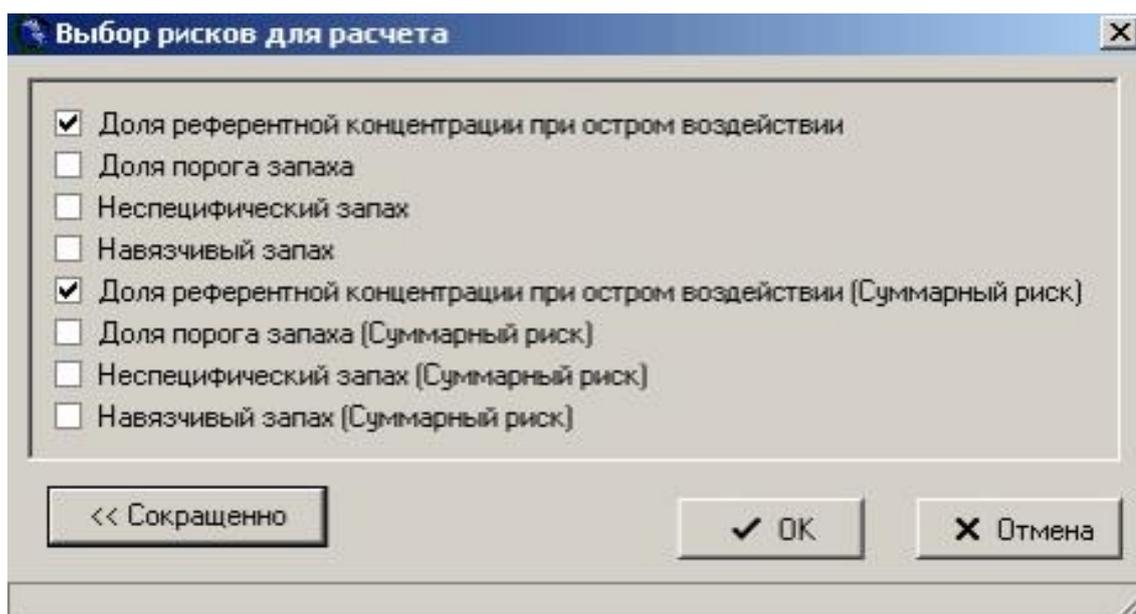


Рисунок 33 – Выбор рисков для расчета в случае предварительного расчета максимальных концентраций (расширенный список)

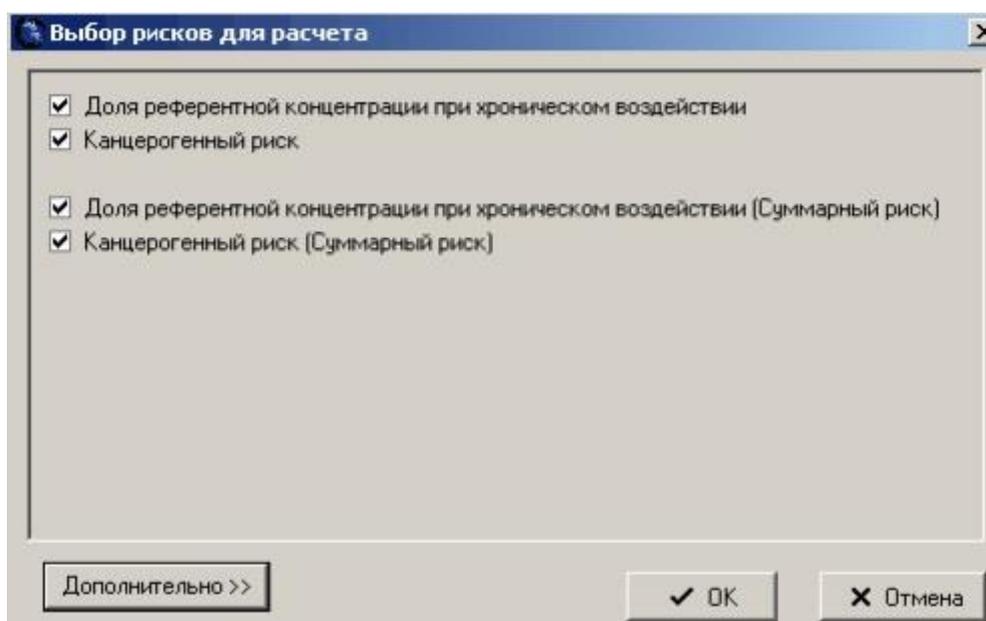


Рисунок 34 – Выбор рисков для расчета в случае предварительного расчета средних концентраций (сокращенный список)

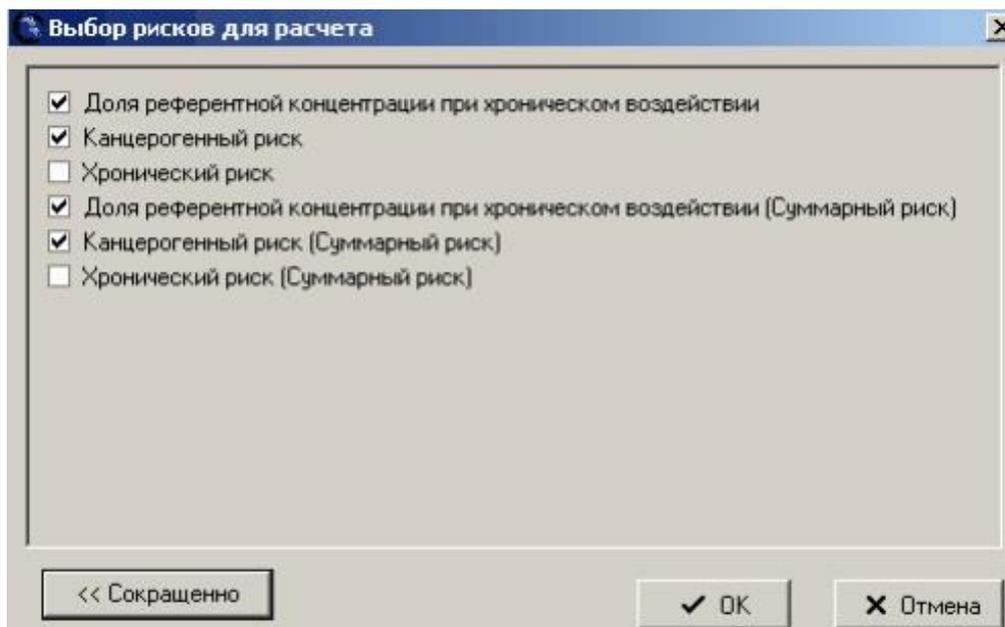


Рисунок 35 – Выбор рисков для расчета в случае предварительного расчета средних концентраций (расширенный список)

После нажатия кнопки «ОК» запускается непосредственно расчет, выбранных в предыдущем окне, рисков . После выбора рисков для расчета и нажатия кнопки «ОК» будет произведен непосредственно сам расчет, по

завершению которого программа автоматически сделает активной закладку «Результаты» (рис. 36).

Код вещества (группы)	Название вещества	Тип результата
301	Азота диоксид (Азот (IV)...	расчетные точки
301	Азота диоксид (Азот (IV)...	расчетная площадка № 1
301	Азота диоксид (Азот (IV)...	Риски на расчетных точках: доля референтной конц. хрон.
301	Азота диоксид (Азот (IV)...	Риски на расчетной площадке № 1: доля референтной конц. хрон.
0		Суммарный риск на расчетных точках: доля референтной конц. хрон.
0		Суммарный риск на расчетной площадке № 1: доля референтной конц. ...
301	Азота диоксид (Азот (IV)...	Риски на расчетных точках: канцерогенный риск
301	Азота диоксид (Азот (IV)...	Риски на расчетной площадке № 1: канцерогенный риск
0		Суммарный риск на расчетных точках: канцерогенный риск
0		Суммарный риск на расчетной площадке № 1: канцерогенный риск
301	Азота диоксид (Азот (IV)...	Риски на расчетных точках: доля референтной конц. остр.
301	Азота диоксид (Азот (IV)...	Риски на расчетной площадке № 1: доля референтной конц. остр.
0		Суммарный риск на расчетных точках: доля референтной конц. остр.
0		Суммарный риск на расчетной площадке № 1: доля референтной конц. ...

Рисунок 36 – Список результатов расчетов полей рисков

## 4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для построения моделей рассеивания газовых выбросов котельных, использующих различные виды топлива, были просчитаны выбросы по Методике определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 30 тонн пара в час или менее 20 Гкал в час (с учетом методического письма НИИ атмосфера № 335/33–07 от 17 мая 2000 г.) Москва, 1999 г. На основе полученных данных был произведен расчет концентраций в программе УПРЗА "Эколог 3.0", осредненных за длительный период (расчетный блок "Средние").

Для угольной котельной, расположенной в Асиновском районе Томской области в селе Новониколаевка были построены модели рассеивания по четырем веществам – диоксид азота, диоксид серы, взвешенные частицы и группа суммации – серы диоксид, азота диоксид), рис. 37–40. Санитарно–защитная зона составляет 50 метров.

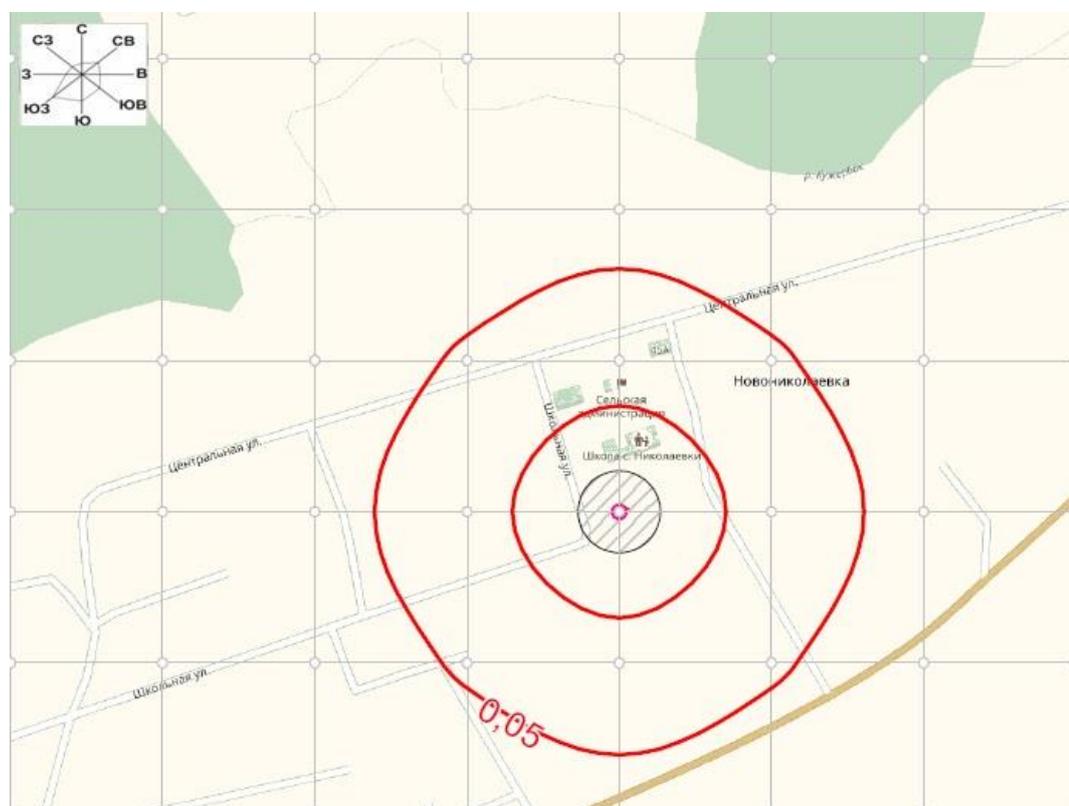


Рисунок 37 – Рассеивание диоксида азота в атмосфере от выбросов котельной (топливо: уголь), М 1:50

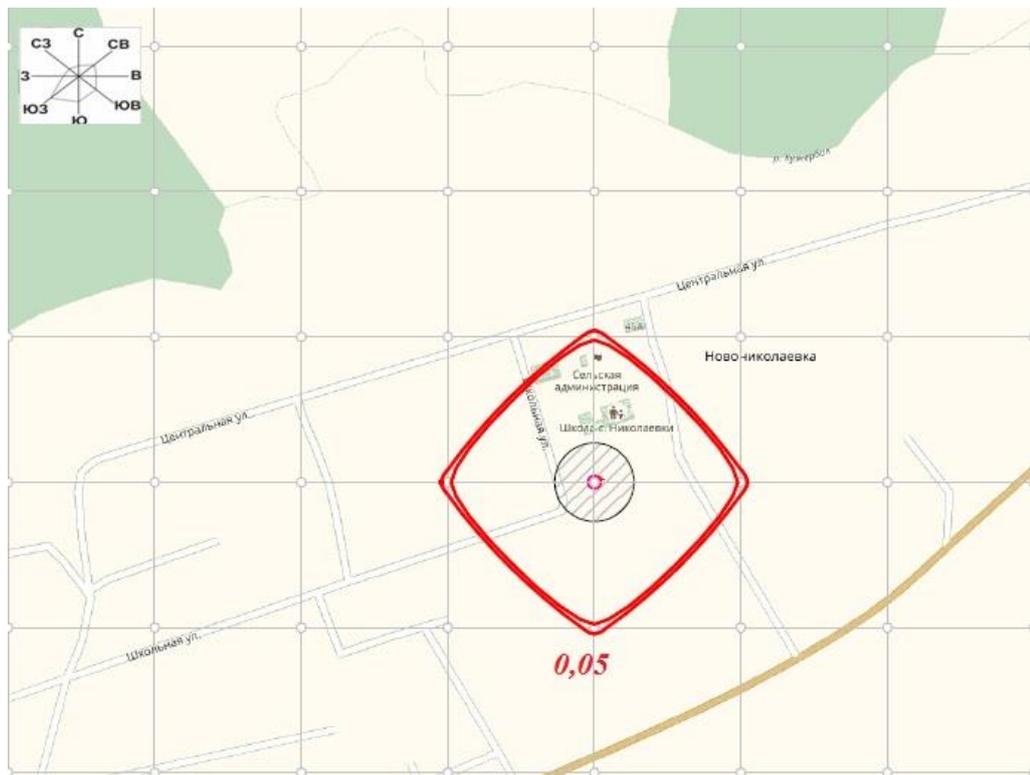


Рисунок 38 – Рассеивание диоксида серы в атмосфере от выбросов котельной (топливо: уголь), М 1:50

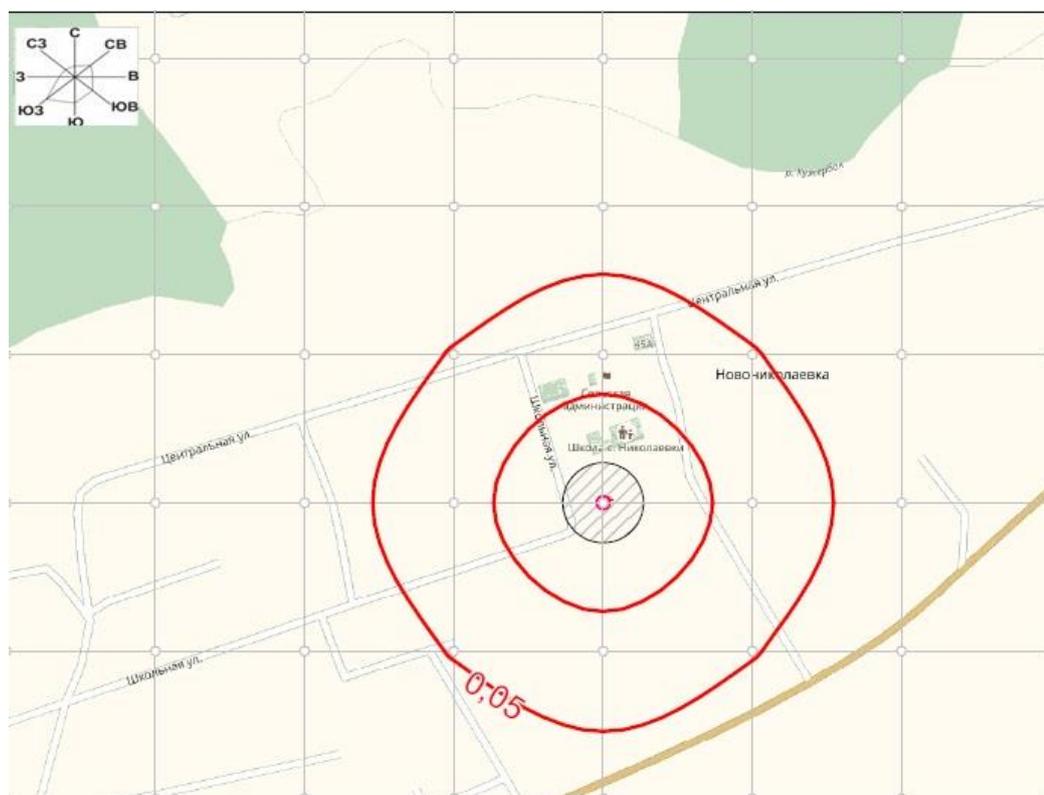


Рисунок 39 – Рассеивание взвешенных частиц в атмосфере от выбросов котельной (топливо: уголь), М 1:50

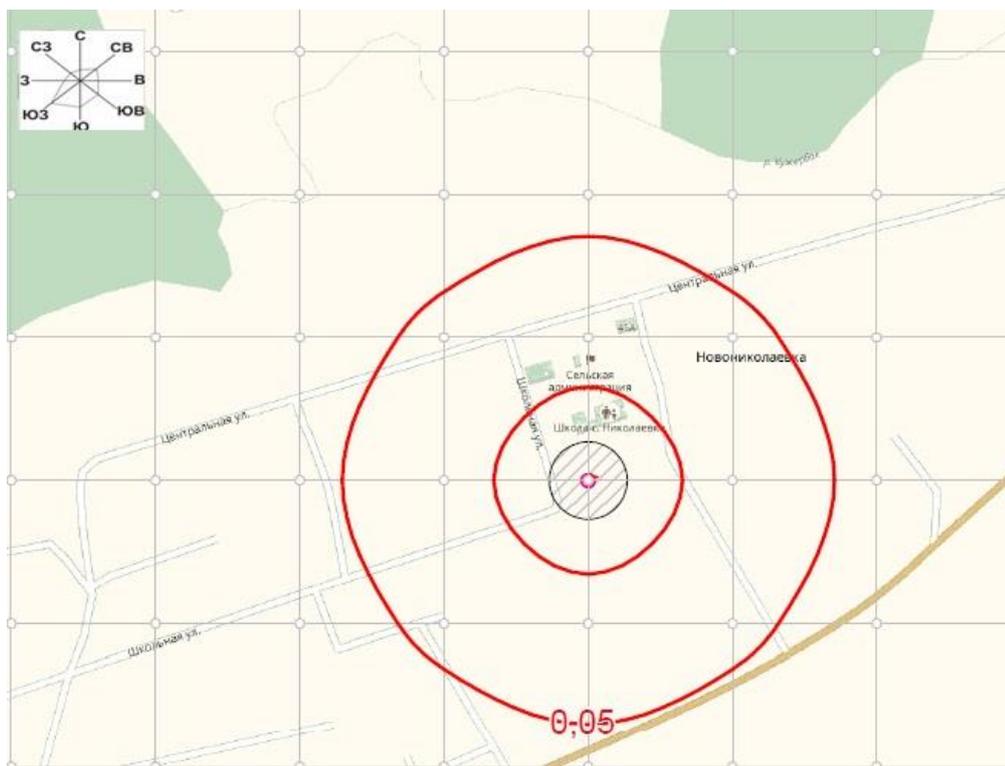


Рисунок 40 – Рассеивание группы суммации – серы диоксид, азота диоксид в атмосфере от выбросов котельной (топливо: уголь), М 1:50

Значения приземных концентраций выбросов угольной котельной в расчетных точках указаны в долях ПДК (не более 0,05 ПДК по предварительному расчету). Построение моделей рассеивания газовых выбросов для газовой котельной и котельных на жидком и древесном топливе не представляется возможным, так как выбросы от данных котельных малы, в связи с чем расчет в программе не целесообразен.

Модель рассеивания примесей (а в частности взвешенных частиц) не позволяет учитывать содержание в воздухе ТМ, которые возможно оценить по ТОС.

Эколого–геохимическое состояние города зависит и определяется многими факторами. Важнейшие – это объем и химический состав выбросов. Снеговой покров в районах с достаточно длительным его экспонированием является почти идеальной депонирующей средой для изучения аэрогенных выпадений из атмосферы. Методика проведения эколого–геохимических

исследований снегового покрова хорошо разработана и дает вполне воспроизводимые результаты [47, 55].

Оценку качества территорий, прилегающих к стационарным источникам загрязнения можно проводить по коэффициенту концентрации загрязняющего вещества как отношение концентрации загрязняющих веществ в исследуемой точке к фоновой концентрации (фон – село Киреевск, Томская область) [67, 78].

На рис. 41 представлены коэффициенты концентраций элементов в зоне влияния котельных Томской области по данным анализа снегового покрова.

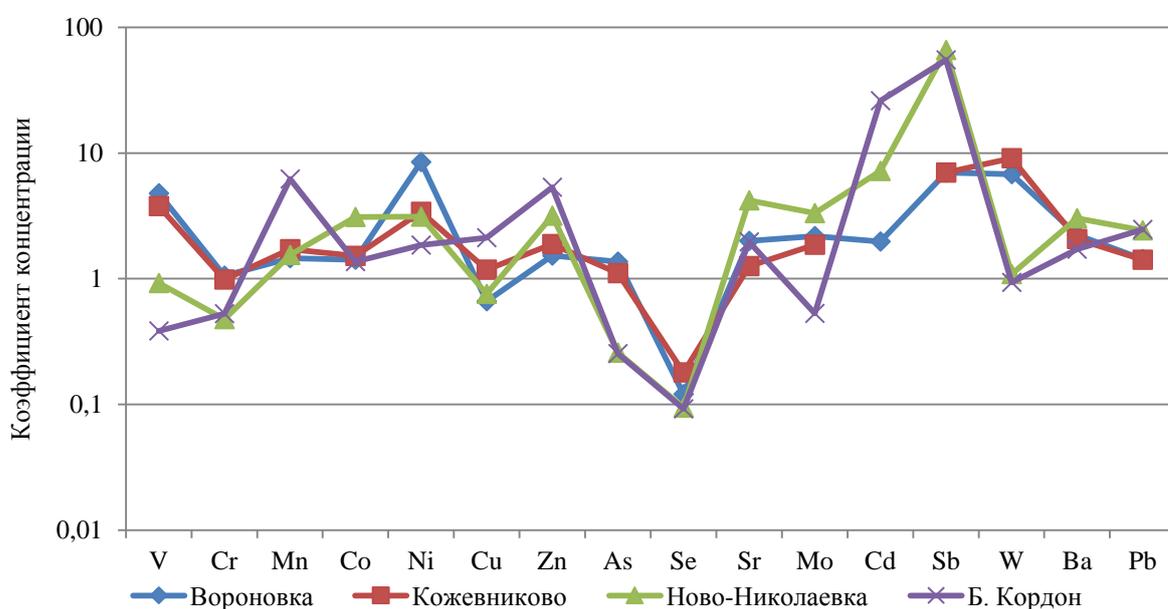


Рисунок 41 – Коэффициенты концентраций элементов в зоне влияния котельных Томской области по данным анализа снегового покрова

На рис. 42–45 представлены эколого–геохимические (коэффициент концентрации) и эколого–гигиенические (коэффициент опасности) критерии в районах исследуемых котельных, использующих различные виды топливно–энергетического сырья (уголь, газ, жидкое топливо, древесина).

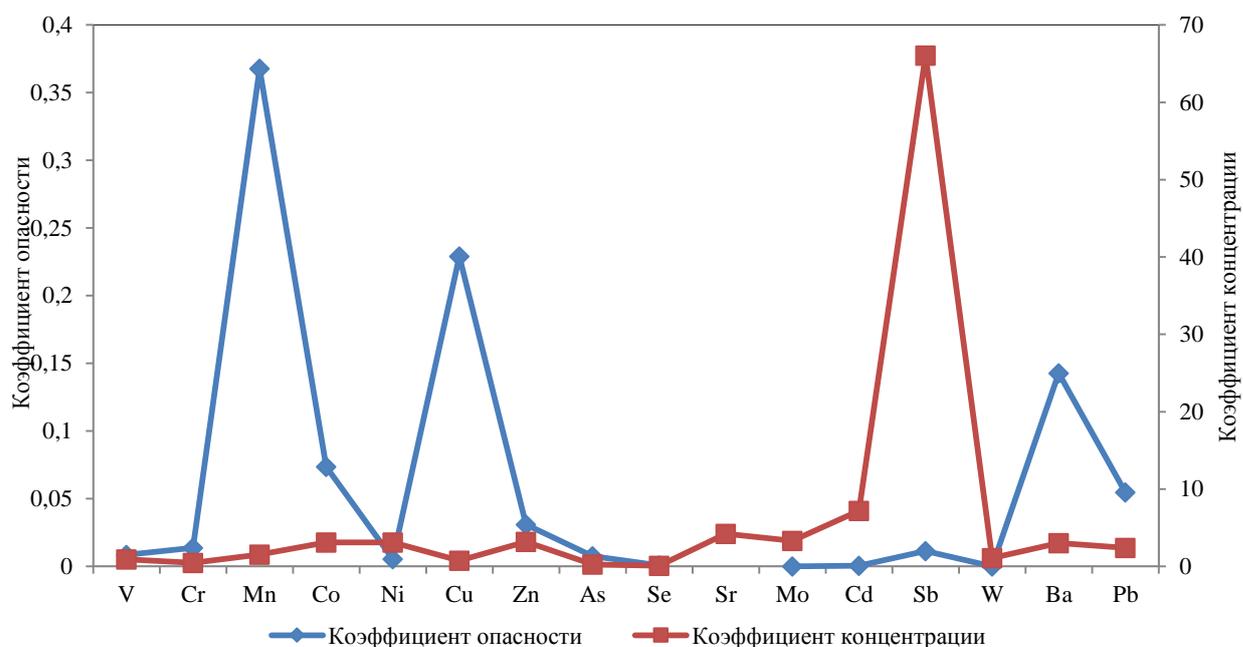


Рисунок 42 – Эколого–геохимические (коэффициент концентрации) и эколого–гигиенические (коэффициент опасности) критерии в зоне влияния котельной по данным анализа снегового покрова (вид топлива – уголь)

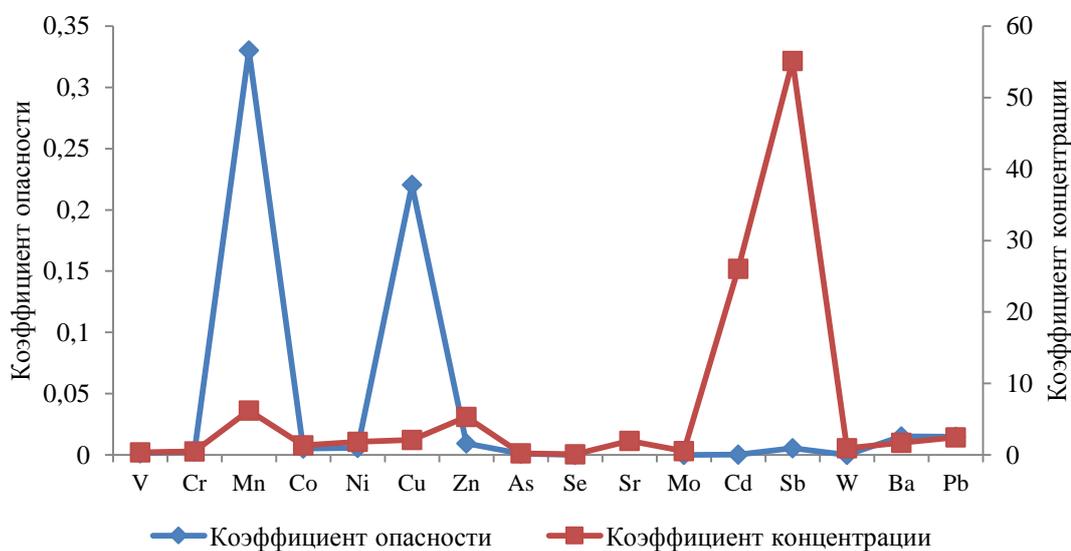


Рисунок 43 – Эколого–геохимические (коэффициент концентрации) и эколого–гигиенические (коэффициент опасности) критерии в зоне влияния котельной по данным анализа снегового покрова (вид топлива – дрова)

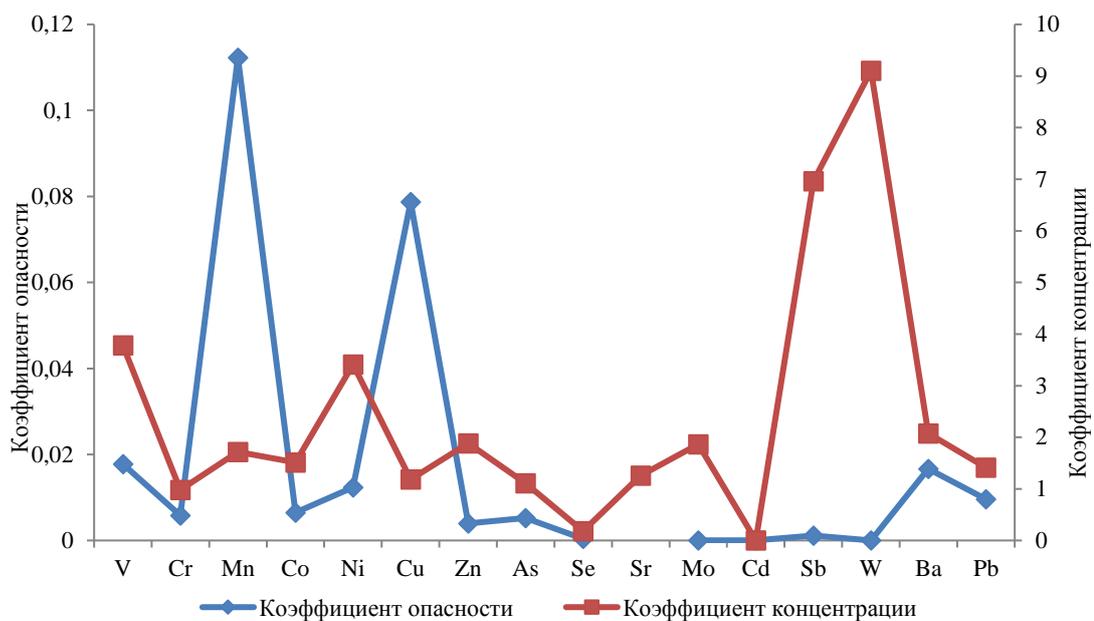


Рисунок 44 – Эколого–геохимические (коэффициент концентрации) и эколого–гигиенические (коэффициент опасности) критерии в зоне влияния котельной по данным анализа снегового покрова (вид топлива – газ)

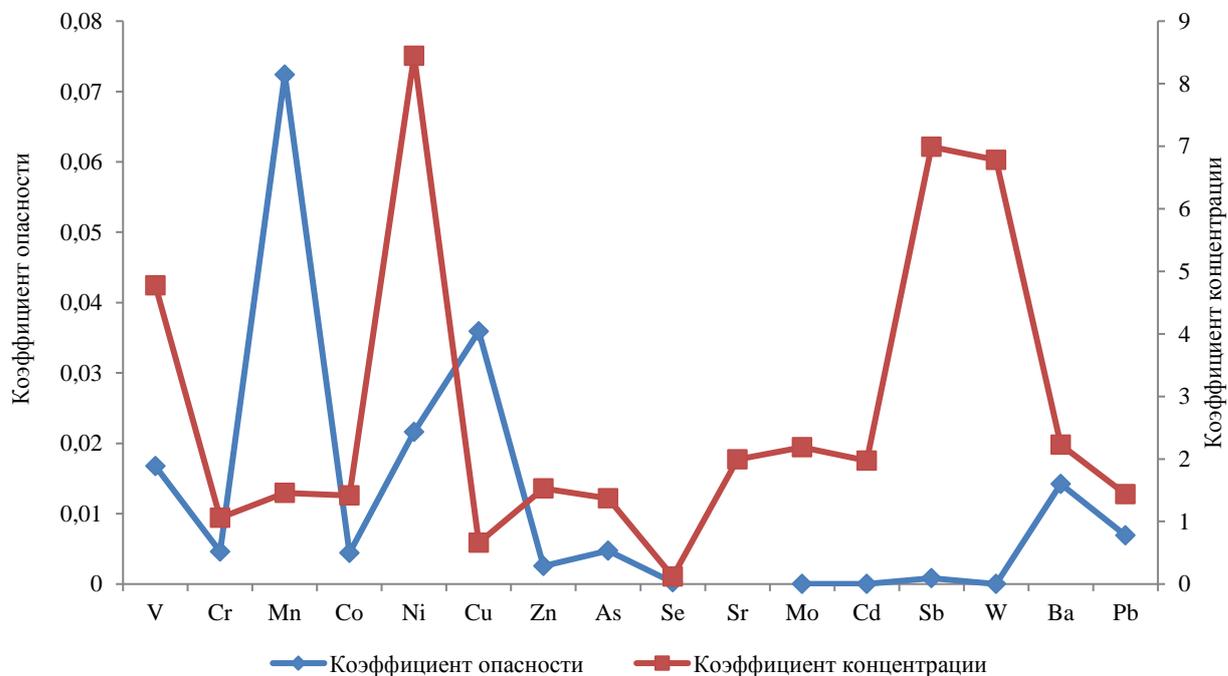


Рисунок 45 – Эколого–геохимические (коэффициент концентрации) и эколого–гигиенические (коэффициент опасности) критерии в зоне влияния котельной по данным анализа снегового покрова (вид топлива – мазут)

Для упрощения представления графической информации по эколого–геохимическим и эколого–гигиеническим критериям в зоне влияния котельных сгруппируем информацию в табличную форму (табл. 10).

Таблица 10 – Эколого–геохимические и эколого–гигиенические критерии элементного состава твердого осадка снега и атмосферного воздуха в районах расположения локальных объектов теплоснабжения

Локальный объект теплоснабжения / Критерий	Эколого–геохимический подход (коэффициент концентрации $\geq 2$ )	Эколого–гигиенический подход (коэффициент опасности $> 0,05$ )
Котельная на угле (Асиновский район, с. Новониколаевка)	Co, Ni, Zn, Sr, Mo, Cd, Sb, Ba, Pb (2.4 – 66.0)	Mn (0,37) > Zn (0,23) > Ba (0,14) > Co (0,07)
Котельная на газе (Кожевниковский район, с. Кожевниково)	V, Ni, Sb, W, Ba (2.1 – 9.1)	Mn (0,11) > Cu (0,08)
Котельная на дровах (Асиновский район, д. Б.Кардон)	Mn, Cu, Zn, Sr, Cd, Sb, Pb (2.1 – 55.1)	Mn (0,33) > Cu (0,22)
Котельная на мазуте (Шегарский район, с. Вороновка)	V, Ni, Sr, Mo, Cd, Sb, W, Ba ( 2.0 – 8.4)	Mn (0,07)

Для крупных городов с многопрофильной промышленностью характерно присутствие в окружающей среде не отдельных загрязнителей, а ассоциации тяжелых металлов, способных оказывать комбинированное воздействие на организм, при котором может наблюдаться как суммирование эффектов, так и их потенцирование.

Расчет коэффициентов риска проведен на основе данных о составе пылеаэрозольных выпадений в каждой точке опробования (Osipova N. A., Filimonenko E. A., Talovskaya A. V., Yazikov E. G., 2015). По данным метода ICP–MS (Таловская, Язиков, Шахова, Филимоненко, 2016) о содержании элементов (Al, As, Cd, Se, Pb, Zn, Co, Ni, Mo, Cu, Sb, Cr, Ba, V, Mn, Sr и W) в твердом осадке снега ( $C_{\text{пыль}}$ ) были восстановлены их концентрации в атмосферном воздухе.

Коэффициент опасности (КО) неканцерогенного воздействия оценивался как отношение концентрации элемента в воздухе к его референтной концентрации при хроническом ингаляционном воздействии.

Для большинства элементов рассчитанные значения коэффициента опасности намного ниже 0,1, что, согласно отечественным и зарубежным рекомендациям (Руководство по оценке риска для здоровья населения, 2004; USEPA, 1989), позволяет считать их не представляющими опасности для здоровья населения. Неканцерогенные риски нанесения вреда здоровью для населения от хронического ингаляционного поступления в организм металлов в районах исследуемых котельных, использующих различные виды топливно–энергетического сырья (уголь, газ, жидкое топливо, древесина), представлены в табл. 11.

Таблица 11 – Неканцерогенные риски от хронического ингаляционного поступления в организм металлов в районах котельных

Элемент	Код CAS	Критические органы/системы	RFC,мкг/м3	$C_{атм} \pm \delta_m$ мкг/м3	$KO \pm \delta_m$ единицы
Угольная котельная					
Al	7429–90–5	центральная нервная система, органы дыхания	5	3,85±1,99	0,77±0,40
Mn	7439–96–5	центральная нервная система	0,05	0,018±0,007	0,37±0,15
Cu	7440–50–8	органы дыхания, системн.	0,02	0,005±0,002	0,23±0,11
Ba	7440–39–3	репрод.	0,5	0,071±0,038	0,14±0,08
Co	7440–48–4	органы дыхания, системн.	0,02	0,001±0,001	0,07±0,04
Pb	7439–92–1	центральная нервная система, развитие, кровь	0,15	0,0075±0,003	0,05±0,01
Дровяная котельная					
Mn	7439–96–5	центральная нервная система	0,05	0,017±0,006	0,33±0,12
Cu	7440–50–8	органы дыхания, системн.	0,02	0,005±0,003	0,22±0,15
Газовая котельная					
Mn	7439–96–5	центральная нервная система	0,05	0,006±0,0012	0,11±0,02
Cu	7440–50–8	органы дыхания, системн.	0,02	0,002±0,0004	0,08±0,02
Мазутная котельная					
Mn	7439–96–5	центральная нервная система	0,05	0,004±0,001	0,07±0,02

Примечания: CAS – уникальный численный идентификатор химических соединений; RFC – референтная концентрация при хроническом ингаляционном воздействии; критические органы–органы или часть тела, влияние на которых может принести наибольший ущерб здоровью человека;  $C_{атм}$  – восстановленная концентрация элемента в воздухе;  $\delta_m$  – стандартная ошибка стандартного отклонения; КО– коэффициент опасности хронического ингаляционного воздействия

Коэффициенты опасности по шести элементам (табл. 11) выше 0,05, причем наибольший удельный вклад в интегральный уровень неканцерогенных рисков от хронического ингаляционного поступления в организм металлов в зоне воздействия угольной котельной вносят Al –Mn –

Cu – Ba – Co – Pb. Коэффициенты опасности по двум элементам (табл. 11) выше 0,05, причем наибольший удельный вклад в интегральный уровень неканцерогенных рисков от хронического ингаляционного поступления в организм металлов в зоне воздействия как дровяной, так и газовой котельной вносят Mn – Cu. Коэффициент опасности по элементу Mn выше 0,05, причем уровень неканцерогенных рисков от хронического ингаляционного поступления в организм металлов в зоне воздействия мазутной котельной вносит Mn.

Работы по оценке риска воздействия тяжелых металлов, реально присутствующих в окружающей среде, для здоровья людей, проживающих в населенных пунктах, не входящих в перечень городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы (по данным Росгидромета, 2015 г.), практически отсутствуют. Проблема длительного воздействия низких концентраций химических веществ в плане возможно скрытых отдаленных во времени изменений в организме становится все актуальнее и чаще привлекает внимание исследователей.

Для расчета эффектов, связанных с длительным (хроническим) воздействием веществ, загрязняющих воздух, использовалась информация об их осредненных (за несколько лет) концентрациях. В случае экспериментального обоснования нормативов предельного содержания вредных примесей в атмосферном воздухе по эффекту хронического воздействия математическая обработка результатов строится по принципу определения зависимости «концентрация–время–эффект».

Оценка риска, связанного с расчетными концентрациями атмосферных примесей, проводилась на основе расчетов среднегодовых концентраций с использованием унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы «Эколог».

Рассматриваемые неканцерогенные примеси (взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, мазутная смола) характеризуются наибольшим удельным весом в валовых выбросах

загрязняющих веществ от стационарных источников промышленных предприятий в Томской области.

Переход от максимальных расчетных концентраций атмосферных примесей к среднегодовым концентрациям осуществлялся при помощи расчетного блока «Средние», входящего в состав модели «Эколог». Данный расчетный блок служит для определения осредненных за длительный период концентрации загрязняющих веществ.

Результатом явились вычисленные для каждой рецепторных точек максимальные и среднегодовые концентрации атмосферных примесей, риск хронической интоксикации. Исчисленные уровни не канцерогенного ингаляционного риска сопоставлялись с приемлемыми значениями риска (0,02 – для хронической интоксикации). Результаты расчетов доли референтной концентрации при хроническом воздействии представлены в табл. 12–15.

Таблица 12 – Доля референтной концентрации хронического воздействия в окрестностях угольной котельной (с. Новониколаевка)

X	Y	Максимум	Суммарный риск	0301	0330	0337
-925	-925	0,000609	0.000843	0.000071	0.000150	0.000013
-925	-740	0,000635	0.000880	0.000074	0.000157	0.000014
-925	-555	0,000618	0.000856	0.000072	0.000152	0.000014
-925	-370	0,000522	0.000723	0.000061	0.000129	0.000011
-925	-185	0,000431	0.000598	0.000050	0.000106	0.000009
-925	0	0,00046	0.000638	0.000054	0.000114	0.000010
-925	185	0,000625	0.000866	0.000073	0.000154	0.000014
-925	370	0,000882	0.001221	0.000103	0.000217	0.000019
-925	555	0,00109	0.001511	0.000127	0.000269	0.000024
-925	740	0,00116	0.001607	0.000136	0.000286	0.000025
-925	925	0,001145	0.001587	0.000134	0.000282	0.000025
-740	-925	0,000654	0.000906	0.000076	0.000161	0.000014
-740	-740	0,000717	0.000993	0.000084	0.000177	0.000016
-740	-555	0,000738	0.001023	0.000086	0.000182	0.000016
-740	-370	0,000668	0.000925	0.000078	0.000165	0.000015
-740	-185	0,000506	0.000701	0.000059	0.000125	0.000011
-740	0	0,000522	0.000724	0.000061	0.000129	0.000011
-740	185	0,000778	0.001077	0.000091	0.000192	0.000017
-740	370	0,001156	0.001601	0.000135	0.000285	0.000025
-740	555	0,001337	0.001853	0.000156	0.000330	0.000029
-740	740	0,001349	0.001868	0.000158	0.000333	0.000030
-740	925	0,001273	0.001764	0.000149	0.000314	0.000028
-555	-925	0,000662	0.000917	0.000077	0.000163	0.000015
-555	-740	0,000767	0.001062	0.000090	0.000189	0.000017
-555	-555	0,000853	0.001182	0.000100	0.000210	0.000019

-555	-370	0,000847	0,001173	0,000099	0,000209	0,000019
-555	-185	0,000623	0,000864	0,000073	0,000154	0,000014
-555	0	0,000586	0,000812	0,000068	0,000144	0,000013
-555	185	0,001023	0,001417	0,000120	0,000252	0,000022
-555	370	0,001513	0,002096	0,000177	0,000373	0,000033
-555	555	0,001605	0,002223	0,000188	0,000396	0,000035
-555	740	0,001509	0,002091	0,000176	0,000372	0,000033
-555	925	0,001359	0,001883	0,000159	0,000335	0,000030
-370	-925	0,000599	0,000829	0,000070	0,000148	0,000013
-370	-740	0,000736	0,001020	0,000086	0,000182	0,000016
-370	-555	0,000893	0,001238	0,000104	0,000220	0,000020
-370	-370	0,001002	0,001389	0,000117	0,000247	0,000022
-370	-185	0,000828	0,001147	0,000097	0,000204	0,000018
-370	0	0,000609	0,000843	0,000071	0,000150	0,000013
-370	185	0,001434	0,001986	0,000168	0,000354	0,000031
-370	370	0,001885	0,002612	0,000220	0,000465	0,000041
-370	555	0,001797	0,002490	0,000210	0,000443	0,000039
-370	740	0,001572	0,002178	0,000184	0,000388	0,000035
-370	925	0,001348	0,001868	0,000158	0,000333	0,000030
-185	-925	0,000508	0,000704	0,000059	0,000125	0,000011
-185	-740	0,000601	0,000833	0,000070	0,000148	0,000013
-185	-555	0,000732	0,001015	0,000086	0,000181	0,000016
-185	-370	0,000913	0,001265	0,000107	0,000225	0,000020
-185	-185	0,000931	0,001290	0,000109	0,000230	0,000020
-185	0	0,000423	0,000586	0,000049	0,000104	0,000009
-185	185	0,001751	0,002426	0,000205	0,000432	0,000038
-185	370	0,00195	0,002701	0,000228	0,000481	0,000043
-185	555	0,001719	0,002382	0,000201	0,000424	0,000038
-185	740	0,001487	0,002060	0,000174	0,000367	0,000033
-185	925	0,001295	0,001794	0,000151	0,000319	0,000028
0	-925	0,000458	0,000634	0,000053	0,000113	0,000010
0	-740	0,000519	0,000719	0,000061	0,000128	0,000011
0	-555	0,000582	0,000807	0,000068	0,000144	0,000013
0	-370	0,000605	0,000838	0,000071	0,000149	0,000013
0	-185	0,000421	0,000583	0,000049	0,000104	0,000009
0	0	0	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
0	185	0,001174	0,001626	0,000137	0,000289	0,000026
0	370	0,001689	0,002340	0,000197	0,000416	0,000037
0	555	0,001625	0,002251	0,000190	0,000401	0,000036
0	740	0,001449	0,002007	0,000169	0,000357	0,000032
0	925	0,001277	0,001770	0,000149	0,000315	0,000028
185	-925	0,000463	0,000641	0,000054	0,000114	0,000010
185	-740	0,000538	0,000745	0,000063	0,000133	0,000012
185	-555	0,000639	0,000885	0,000075	0,000158	0,000014
185	-370	0,000773	0,001071	0,000090	0,000191	0,000017
185	-185	0,000776	0,001075	0,000091	0,000191	0,000017
185	0	0,00045	0,000623	0,000053	0,000111	0,000010
185	185	0,00181	0,002507	0,000211	0,000446	0,000040
185	370	0,001992	0,002760	0,000233	0,000491	0,000044
185	555	0,001747	0,002421	0,000204	0,000431	0,000038
185	740	0,001506	0,002086	0,000176	0,000371	0,000033
185	925	0,001308	0,001813	0,000153	0,000323	0,000029
370	-925	0,000514	0,000713	0,000060	0,000127	0,000011
370	-740	0,000623	0,000863	0,000073	0,000154	0,000014
370	-555	0,000746	0,001034	0,000087	0,000184	0,000016
370	-370	0,000835	0,001157	0,000098	0,000206	0,000018
370	-185	0,00072	0,000998	0,000084	0,000178	0,000016
370	0	0,000647	0,000896	0,000076	0,000160	0,000014
370	185	0,001509	0,002090	0,000176	0,000372	0,000033

370	370	0,001948	0.002699	0.000228	0.000480	0.000043
370	555	0,001844	0.002555	0.000216	0.000455	0.000040
370	740	0,001606	0.002225	0.000188	0.000396	0.000035
370	925	0,001374	0.001903	0.000161	0.000339	0.000030
555	-925	0,000555	0.000769	0.000065	0.000137	0.000012
555	-740	0,000639	0.000885	0.000075	0.000158	0.000014
555	-555	0,000711	0.000985	0.000083	0.000175	0.000016
555	-370	0,000718	0.000994	0.000084	0.000177	0.000016
555	-185	0,000573	0.000794	0.000067	0.000141	0.000013
555	0	0,000623	0.000862	0.000073	0.000154	0.000014
555	185	0,001094	0.001515	0.000128	0.000270	0.000024
555	370	0,001578	0.002186	0.000184	0.000389	0.000035
555	555	0,001658	0.002297	0.000194	0.000409	0.000036
555	740	0,001551	0.002149	0.000181	0.000383	0.000034
555	925	0,001392	0.001929	0.000163	0.000343	0.000031
740	-925	0,000544	0.000754	0.000064	0.000134	0.000012
740	-740	0,000597	0.000828	0.000070	0.000147	0.000013
740	-555	0,000621	0.000861	0.000073	0.000153	0.000014
740	-370	0,000581	0.000805	0.000068	0.000143	0.000013
740	-185	0,000484	0.000670	0.000057	0.000119	0.000011
740	0	0,000555	0.000769	0.000065	0.000137	0.000012
740	185	0,000838	0.001161	0.000098	0.000207	0.000018
740	370	0,001216	0.001685	0.000142	0.000300	0.000027
740	555	0,001391	0.001927	0.000163	0.000343	0.000031
740	740	0,001393	0.001931	0.000163	0.000344	0.000031
740	925	0,00131	0.001816	0.000153	0.000323	0.000029
925	-925	0,000507	0.000703	0.000059	0.000125	0.000011
925	-740	0,000533	0.000738	0.000062	0.000131	0.000012
925	-555	0,000528	0.000731	0.000062	0.000130	0.000012
925	-370	0,000467	0.000647	0.000055	0.000115	0.000010
925	-185	0,000423	0.000586	0.000049	0.000104	0.000009
925	0	0,000489	0.000678	0.000057	0.000121	0.000011
925	185	0,000675	0.000935	0.000079	0.000166	0.000015
925	370	0,000936	0.001297	0.000109	0.000231	0.000021
925	555	0,001141	0.001580	0.000133	0.000281	0.000025
925	740	0,001204	0.001668	0.000141	0.000297	0.000026
925	925	0,001183	0.001639	0.000138	0.000292	0.000026

Суммарный ингаляционный риск хронической интоксикации, связанный с расчетными среднегодовыми концентрациями, для населения с. Новониколаевка, колеблется от 0 до 0,002760 (в долях единицы) в зависимости от зоны.

Таблица 13 – Доля референтной концентрации хронического воздействия в окрестностях мазутной котельной (с. Вороновка)

X	Y	Максимум	Суммарный риск	0301	0330	0337
-50	-50	0,001876	0.002036	0.000042	0.000116	0.000003
-50	-40	0,00128	0.001389	0.000028	0.000079	0.000002
-50	-30	0,000813	0.000882	0.000018	0.000050	0.000001
-50	-20	0,000469	0.000510	0.000010	0.000029	0.000000
-50	-10	0,000295	0.000320	0.000007	0.000018	0.000000
-50	0	0,000284	0.000308	0.000006	0.000018	0.000000

-50	10	0,000426	0.000463	0.000009	0.000026	0.000000
-50	20	0,000793	0.000861	0.000018	0.000049	0.000001
-50	30	0,001435	0.001557	0.000032	0.000089	0.000002
-50	40	0,002337	0.002536	0.000052	0.000144	0.000003
-50	50	0,003529	0.003830	0.000078	0.000218	0.000005
-40	-50	0,001317	0.001430	0.000029	0.000081	0.000002
-40	-40	0,000818	0.000887	0.000018	0.000050	0.000001
-40	-30	0,000455	0.000494	0.000010	0.000028	0.000000
-40	-20	0,000225	0.000244	0.000005	0.000014	0.000000
-40	-10	0,000106	0.000115	0.000002	0.000007	0.000000
-40	0	0,000091	0.000099	0.000002	0.000006	0.000000
-40	10	0,000163	0.000177	0.000004	0.000010	0.000000
-40	20	0,000389	0.000422	0.000009	0.000024	0.000000
-40	30	0,000825	0.000895	0.000018	0.000051	0.000001
-40	40	0,001538	0.001669	0.000034	0.000095	0.000002
-40	50	0,002565	0.002784	0.000057	0.000158	0.000004
-30	-50	0,000871	0.000945	0.000019	0.000054	0.000001
-30	-40	0,000473	0.000513	0.000011	0.000029	0.000000
-30	-30	0,000212	0.000230	0.000005	0.000013	0.000000
-30	-20	0,000076	0.000082	0.000002	0.000005	0.000000
-30	-10	0,000022	0.000024	0.000000	0.000001	0.000000
-30	0	0,000014	0.000015	0.000000	0.000000	0.000000
-30	10	0,000036	0.000039	0.000000	0.000002	0.000000
-30	20	0,000135	0.000147	0.000003	0.000008	0.000000
-30	30	0,000399	0.000433	0.000009	0.000025	0.000000
-30	40	0,000931	0.001010	0.000021	0.000057	0.000001
-30	50	0,001788	0.001941	0.000040	0.000110	0.000002
-20	-50	0,000539	0.000584	0.000012	0.000033	0.000000
-20	-40	0,000248	0.000269	0.000006	0.000015	0.000000
-20	-30	0,00008	0.000087	0.000002	0.000005	0.000000
-20	-20	0,000015	0.000016	0.000000	9.16931e-7	0.000000
-20	-10	0,000001	0.000002	0.000000	0.000000	0.000000
-20	0	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
-20	10	0,000003	0.000003	0.000000	0.000000	0.000000
-20	20	0,000028	0.000030	0.000000	0.000002	0.000000
-20	30	0,000161	0.000175	0.000004	0.000010	0.000000
-20	40	0,000529	0.000574	0.000012	0.000033	0.000000
-20	50	0,001213	0.001316	0.000027	0.000075	0.000002
-10	-50	0,000347	0.000377	0.000008	0.000021	0.000000
-10	-40	0,000126	0.000137	0.000003	0.000008	0.000000
-10	-30	0,000026	0.000028	0.000000	0.000002	0.000000
-10	-20	0,000002	0.000002	0.000000	0.000000	0.000000
-10	-10	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
-10	0	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
-10	10	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
-10	20	0,000003	0.000004	0.000000	0.000000	0.000000
-10	30	0,000061	0.000066	0.000001	0.000004	0.000000
-10	40	0,000312	0.000338	0.000007	0.000019	0.000000
-10	50	0,000884	0.000959	0.000020	0.000055	0.000001
0	-50	0,000282	0.000306	0.000006	0.000017	0.000000
0	-40	0,00009	0.000098	0.000002	0.000006	0.000000
0	-30	0,000014	0.000015	0.000000	0.000000	0.000000
0	-20	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0	-10	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0	0	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0	10	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0	20	0,000001	9.83000e-7	0.000000	0.000000	0.000000
0	30	0,000039	0.000042	0.000000	0.000002	0.000000
0	40	0,000252	0.000274	0.000006	0.000016	0.000000

0	50	0,000788	0.000855	0.000018	0.000049	0.000001
10	-50	0,000316	0.000343	0.000007	0.000020	0.000000
10	-40	0,000113	0.000122	0.000003	0.000007	0.000000
10	-30	0,000023	0.000025	0.000000	0.000001	0.000000
10	-20	0,000001	0.000001	0.000000	0.000000	0.000000
10	-10	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
10	0	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
10	10	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
10	20	0,000004	0.000004	0.000000	0.000000	0.000000
10	30	0,000062	0.000067	0.000001	0.000004	0.000000
10	40	0,000316	0.000343	0.000007	0.000019	0.000000
10	50	0,000893	0.000969	0.000020	0.000055	0.000001
20	-50	0,000463	0.000502	0.000010	0.000029	0.000000
20	-40	0,00021	0.000228	0.000005	0.000013	0.000000
20	-30	0,000067	0.000073	0.000001	0.000004	0.000000
20	-20	0,000012	0.000013	0.000000	0.000000	0.000000
20	-10	0,000001	0.000001	0.000000	0.000000	0.000000
20	0	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
20	10	0,000003	0.000003	0.000000	0.000000	0.000000
20	20	0,000029	0.000031	0.000000	0.000002	0.000000
20	30	0,000165	0.000179	0.000004	0.000010	0.000000
20	40	0,000541	0.000587	0.000012	0.000033	0.000000
20	50	0,001235	0.001341	0.000027	0.000076	0.000002
30	-50	0,00073	0.000793	0.000016	0.000045	0.000001
30	-40	0,000394	0.000428	0.000009	0.000024	0.000000
30	-30	0,000177	0.000192	0.000004	0.000011	0.000000
30	-20	0,000064	0.000070	0.000001	0.000004	0.000000
30	-10	0,00002	0.000022	0.000000	0.000001	0.000000
30	0	0,000015	0.000016	0.000000	9.12018e-7	0.000000
30	10	0,000039	0.000042	0.000000	0.000002	0.000000
30	20	0,000141	0.000153	0.000003	0.000009	0.000000
30	30	0,000412	0.000447	0.000009	0.000025	0.000000
30	40	0,000957	0.001039	0.000021	0.000059	0.000001
30	50	0,001832	0.001988	0.000041	0.000113	0.000003
40	-50	0,001097	0.001190	0.000024	0.000068	0.000002
40	-40	0,000681	0.000739	0.000015	0.000042	9.36801e-7
40	-30	0,000383	0.000416	0.000009	0.000024	0.000000
40	-20	0,000196	0.000212	0.000004	0.000012	0.000000
40	-10	0,000101	0.000110	0.000002	0.000006	0.000000
40	0	0,000097	0.000105	0.000002	0.000006	0.000000
40	10	0,000176	0.000191	0.000004	0.000011	0.000000
40	20	0,00041	0.000445	0.000009	0.000025	0.000000
40	30	0,000858	0.000931	0.000019	0.000053	0.000001
40	40	0,001589	0.001725	0.000035	0.000098	0.000002
40	50	0,00264	0.002865	0.000059	0.000163	0.000004
50	-50	0,001563	0.001696	0.000035	0.000097	0.000002
50	-40	0,001073	0.001165	0.000024	0.000066	0.000001
50	-30	0,000694	0.000754	0.000015	0.000043	9.55001e-7
50	-20	0,00042	0.000456	0.000009	0.000026	0.000000
50	-10	0,000289	0.000313	0.000006	0.000018	0.000000
50	0	0,000302	0.000328	0.000007	0.000019	0.000000
50	10	0,000461	0.000500	0.000010	0.000028	0.000000
50	20	0,000842	0.000914	0.000019	0.000052	0.000001
50	30	0,001501	0.001629	0.000033	0.000093	0.000002
50	40	0,002426	0.002633	0.000054	0.000150	0.000003
50	50	0,003647	0.003958	0.000081	0.000225	0.000005

Суммарный ингаляционный риск хронической интоксикации, связанный с расчетными среднегодовыми концентрациями, для населения с. Вороновка, колеблется от 0 до 0,003958 (в долях единицы) в зависимости от зоны.

Таблица 14 – Доля референтной концентрации хронического воздействия в окрестностях дровяной котельной (д. Большой Кордон)

X	Y	Максимум	Суммарный риск	0301	0330	0337
-50	-50	0,000032	0.000048	0.000008	0.000032	0.000001
-50	-40	0,000021	0.000032	0.000005	0.000021	0.000000
-50	-30	0,000013	0.000020	0.000003	0.000013	0.000000
-50	-20	0,000008	0.000011	0.000002	0.000008	0.000000
-50	-10	0,000005	0.000007	0.000001	0.000005	0.000000
-50	0	0,000005	0.000007	0.000001	0.000005	0.000000
-50	10	0,000007	0.000010	0.000002	0.000007	0.000000
-50	20	0,000013	0.000019	0.000003	0.000013	0.000000
-50	30	0,000024	0.000036	0.000006	0.000024	0.000000
-50	40	0,000039	0.000059	0.000009	0.000039	0.000001
-50	50	0,00006	0.000090	0.000014	0.000060	0.000002
-40	-50	0,000022	0.000033	0.000005	0.000022	0.000000
-40	-40	0,000013	0.000020	0.000003	0.000013	0.000000
-40	-30	0,000007	0.000011	0.000002	0.000007	0.000000
-40	-20	0,000004	0.000005	0.000000	0.000004	0.000000
-40	-10	0,000002	0.000002	0.000000	0.000002	0.000000
-40	0	0,000001	0.000002	0.000000	0.000001	0.000000
-40	10	0,000003	0.000004	0.000000	0.000003	0.000000
-40	20	0,000006	0.000009	0.000001	0.000006	0.000000
-40	30	0,000013	0.000020	0.000003	0.000013	0.000000
-40	40	0,000025	0.000038	0.000006	0.000025	9.38154e-7
-40	50	0,000043	0.000064	0.000010	0.000043	0.000002
-30	-50	0,000014	0.000022	0.000003	0.000014	0.000000
-30	-40	0,000008	0.000011	0.000002	0.000008	0.000000
-30	-30	0,000003	0.000005	0.000000	0.000003	0.000000
-30	-20	0,000001	0.000002	0.000000	0.000001	0.000000
-30	-10	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
-30	0	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
-30	10	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
-30	20	0,000002	0.000003	0.000000	0.000002	0.000000
-30	30	0,000006	0.000009	0.000002	0.000006	0.000000
-30	40	0,000015	0.000022	0.000004	0.000015	0.000000
-30	50	0,000029	0.000044	0.000007	0.000029	0.000001
-20	-50	0,000009	0.000013	0.000002	0.000009	0.000000
-20	-40	0,000004	0.000006	9.43982e-7	0.000004	0.000000
-20	-30	0,000001	0.000002	0.000000	0.000001	0.000000
-20	-20	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
-20	-10	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
-20	0	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
-20	10	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
-20	20	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
-20	30	0,000002	0.000004	0.000000	0.000002	0.000000
-20	40	0,000008	0.000013	0.000002	0.000008	0.000000
-20	50	0,00002	0.000030	0.000005	0.000020	0.000000
-10	-50	0,000006	0.000008	0.000001	0.000006	0.000000

-10	-40	0,000002	0.000003	0.000000	0.000002	0.000000
-10	-30	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
-10	-20	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
-10	-10	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
-10	0	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
-10	10	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
-10	20	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
-10	30	0	0.000001	0.000000	0.000000	0.000000
-10	40	0,000005	0.000007	0.000001	0.000005	0.000000
-10	50	0,000014	0.000021	0.000003	0.000014	0.000000
0	-50	0,000005	0.000007	0.000001	0.000005	0.000000
0	-40	0,000001	0.000002	0.000000	0.000001	0.000000
0	-30	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0	-20	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0	-10	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0	0	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0	10	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0	20	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0	30	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0	40	0,000004	0.000006	9.38010e-7	0.000004	0.000000
0	50	0,000013	0.000019	0.000003	0.000013	0.000000
10	-50	0,000005	0.000008	0.000001	0.000005	0.000000
10	-40	0,000002	0.000003	0.000000	0.000002	0.000000
10	-30	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
10	-20	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
10	-10	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
10	0	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
10	10	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
10	20	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
10	30	0	0.000001	0.000000	0.000000	0.000000
10	40	0,000005	0.000007	0.000001	0.000005	0.000000
10	50	0,000014	0.000022	0.000003	0.000014	0.000000
20	-50	0,000008	0.000011	0.000002	0.000008	0.000000
20	-40	0,000003	0.000005	0.000000	0.000003	0.000000
20	-30	0,000001	0.000002	0.000000	0.000001	0.000000
20	-20	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
20	-10	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
20	0	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
20	10	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
20	20	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
20	30	0,000002	0.000004	0.000000	0.000002	0.000000
20	40	0,000009	0.000013	0.000002	0.000009	0.000000
20	50	0,00002	0.000030	0.000005	0.000020	0.000000
30	-50	0,000012	0.000018	0.000003	0.000012	0.000000
30	-40	0,000006	0.000010	0.000002	0.000006	0.000000
30	-30	0,000003	0.000004	0.000000	0.000003	0.000000
30	-20	0,000001	0.000001	0.000000	9.62855e-7	0.000000
30	-10	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
30	0	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
30	10	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
30	20	0,000002	0.000003	0.000000	0.000002	0.000000
30	30	0,000006	0.000010	0.000002	0.000006	0.000000
30	40	0,000015	0.000023	0.000004	0.000015	0.000000
30	50	0,00003	0.000045	0.000007	0.000030	0.000001
40	-50	0,000018	0.000028	0.000004	0.000018	0.000000
40	-40	0,000011	0.000017	0.000003	0.000011	0.000000
40	-30	0,000006	0.000009	0.000001	0.000006	0.000000
40	-20	0,000003	0.000005	0.000000	0.000003	0.000000
40	-10	0,000002	0.000002	0.000000	0.000002	0.000000

40	0	0,000001	0.000002	0.000000	0.000001	0.000000
40	10	0,000003	0.000004	0.000000	0.000003	0.000000
40	20	0,000006	0.000010	0.000002	0.000006	0.000000
40	30	0,000014	0.000021	0.000003	0.000014	0.000000
40	40	0,000026	0.000039	0.000006	0.000026	9.69414e-7
40	50	0,000044	0.000066	0.000011	0.000044	0.000002
50	-50	0,000026	0.000040	0.000006	0.000026	9.82880e-7
50	-40	0,000018	0.000027	0.000004	0.000018	0.000000
50	-30	0,000011	0.000017	0.000003	0.000011	0.000000
50	-20	0,000007	0.000010	0.000002	0.000007	0.000000
50	-10	0,000005	0.000007	0.000001	0.000005	0.000000
50	0	0,000005	0.000007	0.000001	0.000005	0.000000
50	10	0,000007	0.000011	0.000002	0.000007	0.000000
50	20	0,000014	0.000021	0.000003	0.000014	0.000000
50	30	0,000025	0.000037	0.000006	0.000025	9.19994e-7
50	40	0,000041	0.000061	0.000010	0.000041	0.000002
50	50	0,000062	0.000093	0.000015	0.000062	0.000002

Суммарный ингаляционный риск хронической интоксикации, связанный с расчетными среднегодовыми концентрациями, для населения д. Большой Кордон, колеблется от 0 до 0,000093 (в долях единицы) в зависимости от зоны.

Таблица 15 – Доля референтной концентрации хронического воздействия в окрестностях газовой котельной (с. Кожевниково)

X	Y	Максимум	Суммарный риск	0301	0337
-1051	-1055	0,001578	0.001609	0.001578	0.000031
-1051	-844	0,001631	0.001663	0.001631	0.000032
-1051	-633	0,001577	0.001608	0.001577	0.000031
-1051	-422	0,001329	0.001355	0.001329	0.000026
-1051	-211	0,001092	0.001113	0.001092	0.000021
-1051	0	0,001162	0.001185	0.001162	0.000023
-1051	211	0,001582	0.001613	0.001582	0.000031
-1051	422	0,002246	0.002290	0.002246	0.000044
-1051	633	0,002785	0.002840	0.002785	0.000055
-1051	844	0,00298	0.003038	0.002980	0.000058
-1051	1055	0,002971	0.003029	0.002971	0.000058
-840	-1055	0,001676	0.001709	0.001676	0.000033
-840	-844	0,001824	0.001859	0.001824	0.000036
-840	-633	0,001866	0.001902	0.001866	0.000037
-840	-422	0,001672	0.001705	0.001672	0.000033
-840	-211	0,001255	0.001280	0.001255	0.000025
-840	0	0,001289	0.001314	0.001289	0.000025
-840	211	0,00193	0.001968	0.001930	0.000038
-840	422	0,002896	0.002953	0.002896	0.000057
-840	633	0,003381	0.003448	0.003381	0.000066
-840	844	0,003433	0.003500	0.003433	0.000067
-840	1055	0,003267	0.003331	0.003267	0.000064
-629	-1055	0,001683	0.001716	0.001683	0.000033
-629	-844	0,001932	0.001970	0.001932	0.000038
-629	-633	0,002118	0.002160	0.002118	0.000041
-629	-422	0,002071	0.002111	0.002071	0.000041
-629	-211	0,001494	0.001523	0.001494	0.000029

-629	0	0,001391	0.001418	0.001391	0.000027
-629	211	0,002453	0.002501	0.002453	0.000048
-629	422	0,003702	0.003775	0.003702	0.000072
-629	633	0,003988	0.004066	0.003988	0.000078
-629	844	0,003808	0.003882	0.003808	0.000075
-629	1055	0,003459	0.003527	0.003459	0.000068
-418	-1055	0,001513	0.001543	0.001513	0.000030
-418	-844	0,001831	0.001867	0.001831	0.000036
-418	-633	0,002175	0.002217	0.002175	0.000043
-418	-422	0,002364	0.002410	0.002364	0.000046
-418	-211	0,001918	0.001956	0.001918	0.000038
-418	0	0,00138	0.001407	0.001380	0.000027
-418	211	0,003323	0.003388	0.003323	0.000065
-418	422	0,004453	0.004540	0.004453	0.000087
-418	633	0,004381	0.004467	0.004381	0.000086
-418	844	0,003917	0.003994	0.003917	0.000077
-418	1055	0,003416	0.003483	0.003416	0.000067
-207	-1055	0,001279	0.001304	0.001279	0.000025
-207	-844	0,00148	0.001509	0.001480	0.000029
-207	-633	0,001737	0.001771	0.001737	0.000034
-207	-422	0,00209	0.002131	0.002090	0.000041
-207	-211	0,001998	0.002037	0.001998	0.000039
-207	0	0,000842	0.000859	0.000842	0.000016
-207	211	0,003768	0.003842	0.003768	0.000074
-207	422	0,004481	0.004569	0.004481	0.000088
-207	633	0,004094	0.004174	0.004094	0.000080
-207	844	0,00367	0.003742	0.003670	0.000072
-207	1055	0,003266	0.003330	0.003266	0.000064
4	-1055	0,001152	0.001175	0.001152	0.000023
4	-844	0,001277	0.001302	0.001277	0.000025
4	-633	0,001379	0.001406	0.001379	0.000027
4	-422	0,001372	0.001399	0.001372	0.000027
4	-211	0,000854	0.000870	0.000854	0.000017
4	0	0	0.000000	0.000000	0.000000
4	211	0,002394	0.002441	0.002394	0.000047
4	422	0,003838	0.003913	0.003838	0.000075
4	633	0,003855	0.003931	0.003855	0.000075
4	844	0,003569	0.003639	0.003569	0.000070
4	1055	0,003219	0.003282	0.003219	0.000063
215	-1055	0,00117	0.001193	0.001170	0.000023
215	-844	0,001333	0.001359	0.001333	0.000026
215	-633	0,001532	0.001562	0.001532	0.000030
215	-422	0,001793	0.001828	0.001793	0.000035
215	-211	0,001682	0.001715	0.001682	0.000033
215	0	0,000937	0.000955	0.000937	0.000018
215	211	0,003914	0.003991	0.003914	0.000077
215	422	0,004609	0.004699	0.004609	0.000090
215	633	0,00418	0.004262	0.004180	0.000082
215	844	0,003727	0.003800	0.003727	0.000073
215	1055	0,003305	0.003370	0.003305	0.000065
426	-1055	0,001308	0.001334	0.001308	0.000026
426	-844	0,001557	0.001587	0.001557	0.000030
426	-633	0,00182	0.001856	0.001820	0.000036
426	-422	0,001965	0.002004	0.001965	0.000038
426	-211	0,001655	0.001688	0.001655	0.000032
426	0	0,001473	0.001502	0.001473	0.000029
426	211	0,003461	0.003529	0.003461	0.000068
426	422	0,004578	0.004668	0.004578	0.000090
426	633	0,004491	0.004579	0.004491	0.000088

426	844	0,004007	0.004086	0.004007	0.000078
426	1055	0,003487	0.003556	0.003487	0.000068
637	-1055	0,001413	0.001441	0.001413	0.000028
637	-844	0,001609	0.001640	0.001609	0.000032
637	-633	0,001759	0.001793	0.001759	0.000034
637	-422	0,001743	0.001777	0.001743	0.000034
637	-211	0,001363	0.001389	0.001363	0.000027
637	0	0,001475	0.001504	0.001475	0.000029
637	211	0,002597	0.002648	0.002597	0.000051
637	422	0,003828	0.003903	0.003828	0.000075
637	633	0,004099	0.004180	0.004099	0.000080
637	844	0,003904	0.003980	0.003904	0.000076
637	1055	0,003541	0.003610	0.003541	0.000069
848	-1055	0,001394	0.001421	0.001394	0.000027
848	-844	0,001514	0.001544	0.001514	0.000030
848	-633	0,001561	0.001592	0.001561	0.000031
848	-422	0,001442	0.001471	0.001442	0.000028
848	-211	0,001193	0.001216	0.001193	0.000023
848	0	0,001365	0.001391	0.001365	0.000027
848	211	0,002062	0.002102	0.002062	0.000040
848	422	0,003019	0.003078	0.003019	0.000059
848	633	0,003492	0.003560	0.003492	0.000068
848	844	0,00353	0.003599	0.003530	0.000069
848	1055	0,003352	0.003418	0.003352	0.000066
1059	-1055	0,001311	0.001337	0.001311	0.000026
1059	-844	0,001362	0.001389	0.001362	0.000027
1059	-633	0,001339	0.001365	0.001339	0.000026
1059	-422	0,00118	0.001203	0.001180	0.000023
1059	-211	0,001065	0.001086	0.001065	0.000021
1059	0	0,00123	0.001255	0.001230	0.000024
1059	211	0,001698	0.001731	0.001698	0.000033
1059	422	0,002364	0.002410	0.002364	0.000046
1059	633	0,002892	0.002949	0.002892	0.000057
1059	844	0,003076	0.003136	0.003076	0.000060
1059	1055	0,003057	0.003117	0.003057	0.000060

Суммарный ингаляционный риск хронической интоксикации, связанный с расчетными среднегодовыми концентрациями, для населения с. Кожевниково, колеблется от 0 до 0,004699 (в долях единицы) в зависимости от зоны.

При сохранении выявленных уровней загрязнения атмосферного воздуха на протяжении длительного времени в районах исследуемых котельных вероятно ожидать дополнительно к фоновому уровню увеличение общей заболеваемости населения хроническими нозологиями.

## 5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

### 5.1 Техничко–экономическое обоснование продолжительности и объемы работ

Данная выпускная квалификационная работа представлена на тему: "Состояние атмосферного воздуха и оценка риска здоровью населения в районах расположения локальных объектов теплоэнергетики".

Цель главы: определить и проанализировать трудовые и денежные затраты, направленные на реализацию данной научно–исследовательской работы.

В качестве объектов исследования выбран состав твердых выбросов от локальных объектов теплоэнергетики Томской области, использующих различные виды топливно–энергетического сырья (уголь, газ, жидкое топливо, древесина). Котельные расположены на территории сельских населенных пунктов трех южных районов:

- Кожевниковский (с. Кожевниково, вид топлива – газ);
- Асиновский (с. Новониколаевка – уголь; д. Большой Кордон – дрова);
- Шегарский (с. Вороновка – мазут).

В окрестностях выбранных котельных был проведен маршрутный отбор снеговых проб (Таловская А. В., Шахова Т. А.) согласно главенствующему направлению ветра и перпендикулярно ему согласно РД 52.04.186–89. Протяженность вектора опробования в окрестностях локальных котельных в сельских населенных пунктах составила от 50 до 100–200 м. Всего было отобрано 28 проб снега. Между точками отбора передвигались на машине. Общее расстояние, которое было преодолено на машине, составило 641 километр.

Виды и объем научно–исследовательской работы представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Виды и объемы работ

№ п/п	Виды работ	Объем		Условия производства работ	Вид оборудования
		Ед. изм.	Кол-во		
1	Эколого–геохимические работы по пылевым выпадениям из атмосферы путем изучения снежного покрова	проба	28	Отбор проб снежного покрова осуществляется на территории Томской области (Кожевниковский, Асиновский, Шегарский районы)	Неметаллическая лопата, полиэтиленовые мешки, рулетка, шпагат, тазы
2	Камеральные работы, обработка материалов ЭГР (с использования ЭВМ)	проба	28	Обработка материалов опробования в специализированных программах, построение таблиц, графиков, моделей рассеивания	ПЭВМ

Календарный план отражает отдельные этапы и виды планируемых работ (проектирование, полевые, камеральные, лабораторные и другие работы), общую их продолжительность и распределение этого срока по месяцам в планируемом году.

**Полевые работы.** Во время полевого периода производился отбор проб снежного покрова в соответствии с календарным планом: февраль 2016 г.

**Лабораторные работы** включали метод Масс–спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP–MS). Данный метод является современным методом определения малых (мкг/кг) и сверхмалых (нг/кг и менее) концентраций элементов от Li до U. Анализ проводился в аналитическом центре: ООО «Химико–аналитический центр «Плазма» (г. Томск, аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.516895 от 25.03.2014 г., директор – Н.В. Федюнина).

**Камеральные работы** заключаются в обработке материалов опробования в специализированных программах, построении таблиц, графиков, моделей рассеивания и интерпретации результатов. Вся полученная информация представляется в виде отчета в соответствии с техническим заданием и требованиям к эколого–геохимическим исследованиям. Период данного типа работ сентябрь 2016 г. по май 2017 г.

## 5.2 Расчет затрат времени и труда на научно–исследовательскую работу

Расчет затрат времени определен с помощью «Инструкции по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы» и ССН–93 выпуск 2 «Геолого–экологические работы».

Расчет затрат времени производится по формуле:

$$N = Q \times H_{ВР} \times K, \quad (7)$$

где: N – затраты времени, Q – объем работ, НВР – норма времени из справочника сметных норм (выпуск 2), K – коэффициент за не нормализованные условия.

Результаты расчетов затрат времени по видам планируемых работ представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Затраты времени по видам работ

№ п/п	Вид работ	Объем		Норма времени, НВР	Коэф–т, К	Нормативный документ	Итого времени на объем
		Ед. изм.	Кол–во (Q)				
1	Эколого–геохимические работы по пылевым выпадениям из атмосферы путем изучения снежного покрова	проба	28	0,1249	1	ССН, вып. 2, пункт 107	3,50
2	Проведение маршрутов	км	4,2	2,432	1	ССН, вып. 2, табл. 48	10,21
3	Камеральные работы, обработка материалов ЭГР (с использования ЭВМ)	проба	28	0,0533	1	ССН, вып. 2, табл. 61	1,49
Итого:							15,20

Результаты расчета затрат времени по сотрудникам представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Затраты времени по сотрудникам

№ п/п	Вид работ	Т	Геозолог	Рабочий 2 категории
			Н, чел/смена	Н, чел/смена
1	Эколого–геохимические работы по пылевым выпадениям из атмосферы путем изучения снежного покрова	7,00	3,50	3,50
2	Проведение маршрутов	20,42	10,21	10,21
3	Камеральные работы, обработка материалов ЭГР (с использования ЭВМ)	1,49	1,49	–
Итого		28,91	15,20	13,71

В соответствии с объемом и сроками работ геоэкологический мониторинг на территории объекта исследований будет проводиться производственной группой, в состав которой входит 2 человека: геоэколог и рабочий 2 категории.

### 5.3 Расчет затрат на материалы для научно–исследовательской работы

Нормы расхода материалов (для полевого и камерального периодов) определяются согласно ССН на геологоразведочные работы, вып. 2 «Геолого–экологические работы». Расчет затрат материалов для камерального периода осуществлялся на основе средней рыночной стоимости необходимых материалов и их количества. Результаты расчета затрат материалов представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Расход материалов на проведение исследований

Наименование и характеристика изделия	Единица	Количество	Цена, руб.	Сумма, руб.
Полевые эколого–геохимические работы				
Журнал регистрационный	шт.	1	70,00	70,00
Ручка шариковая	шт.	2	20,00	40,00
Карандаш простой	шт.	2	10,00	20,00
Резинка ученическая	шт.	1	15,00	15,00
Линейка чертежная	шт.	1	25,00	25,00
Итого затрат:				170,00
Атмогеохимические работы				
Мешок для снеговых проб	шт.	30	20,00	600,00
Рулетка	шт.	1	150,00	150,00
Неметаллическая лопата	шт.	1	120,00	120,00
Итого затрат:				870,00
Камеральные работы				
Бумага офисная (А4, 500 л.)	упаковка	1	240,00	240,00
Итого затрат:				240,00
Общая сумма затрат на проведение исследований:				1280,00

Результаты расчета затрат на горюче–смазочные материалы представлены в таблице 20.

**Таблица 20 – Расходы на транспортировку проб и персонала**

№ п/п	Территория Томской области	Используемое топливо, марка	Количество, км.	Количество топлива, л.	Стоимость 1 литра, руб.	Стоимость затрат на ГСМ, руб.
1	Кожевниковский район (с. Кожевниково)	Бензин (АИ-92)	110,00	9,00	35,00	315,00
2	Асиновский район (с. Новониколаевка)	Бензин (АИ-92)	138,00	11,00	35,00	385,00
3	Асиновский район (д. Большой Кордон)	Бензин (АИ-92)	173,00	14,00	35,00	490,00
4	Шегарский район (с. Вороновка).	Бензин (АИ-92)	120,00	10,00	35,00	350,00
Итого:						1 540,00

Примечание: условно расход топлива составляет 8 л./100 км.

### **5.4 Расчет амортизационных отчислений**

Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов, и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части. Расчет амортизационных отчислений представлен в таблице 21.

**Таблица 21 – Расчет амортизационных отчислений**

Наименование объекта основных средств	ККол-во	Балансовая стоимость, руб.	Годовая норма амортизации, %	Сумма амортизации за год, руб.
Электронно-вычислительная машина (ЭВМ)	1	30 000,00	10	3 000,00
Итого:				3 000,00

### **5.5 Расчет затрат на оплату труда**

Оплата труда зависит от оклада и количества отработанного времени, при расчете учитываются премиальные начисления и районный коэффициент. Так формируется фонд оплаты труда. С учетом дополнительной заработной платы формируется фонд заработной платы. Итоговая сумма, необходимая для оплаты труда всех работников, составляется с учетом страховых взносов, затрат на материалы, амортизацию оборудования, командировок и резерва.

Расчет осуществляется в соответствии с формулами:

$$ЗП = \text{Окл.} \times Т \times К, \quad (8)$$

где: ЗП – заработная плата, Окл – оклад (руб.), Т – отработано дней/часов, К – районный коэффициент (для г. Томска РК=1,3).

$$ДЗП = ЗП \times 7,9 \% \quad (9)$$

где: ДЗП – дополнительная заработная плата, за счет которой формируется фонд оплаты отпуска.

$$\Phi ЗП = ЗП + ДЗП \quad (10)$$

где: ФЗП – фонд заработной платы (руб.).

Страховые взносы составляют 30% от фонда заработной платы (ФЗП), т.е суммы основной и дополнительной заработной платы.

Амортизация оборудования в виде нормы амортизации, рассчитанной в зависимости от балансовой стоимости оборудования и его срока использования, равна 1,5% от ФЗП. Резерв на непредвиденные работы и затраты колеблется от 3–6% (примем в размере 3%).

Расчет оплаты труда представлен в таблице 22.

Таблица 22 – Расчет оплаты труда

Наименование расходов	Един. измер.	Затраты труда	Дневная ставка, руб	Сумма основных расходов
Основная заработная плата:				
Геозолог (1 чел.)	чел–см	15,20	692,00	10 518,40
Рабочий 2 категории (1 чел.)	чел–см	13,71	360,00	4 935,60
Районный коэффициент (1,3)	–	–	–	4 636,20
Итого ФОТ:		×	×	20 090,20
Дополнительная зарплата (7,9 %)				1 587,13
Итого ФЗП:				21 677,33
Страховые взносы (30 %)				6 503,20
Итоговая сумма, необходимая для оплаты труда всех работников:				28 180,53

## 5.6 Расчет затрат на подрядные работы

Лабораторные исследования снежного покрова методом масс–спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP–MS) производился подрядчиком (аналитический центр: ООО «Химико–аналитический центр

«Плазма» (г. Томск, аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.516895 от 25.03.2014 г., директор – Н.В. Федюнина). Расчет затрат на подрядные работы представлен в таблице 23.

Таблица 23 – Затраты на подрядные работы

№ п/п	Метод анализа	Кол-во проб	Стоимость, руб.	Итого
1	Метод масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS)	28	2 000,00	56 000,00
			Итого:	56 000,00

### 5.7 Общие затраты на проведение полевых работ

В таблице 24 представлены расчеты затрат труда (на каждый вид работ).

Таблица 24 – Затраты на проведение полевых работ

Состав затрат	Сумма затрат, руб.
1. Материальные затраты	1 280,00
2. Затраты на оплату труда со страховыми взносами	28 180,53
3. Амортизационные отчисления	124,93
4. Транспортные расходы	1 540,00
Итого основные расходы:	31 125,46

### 5.8 Общий расчет сметной стоимости научно-исследовательской работы

Общий расчет сметной стоимости оформляется по типовой форме. Базой для всех расчетов в этом документе служат: основные расходы, которые связаны с выполнением работ. Общий расчет сметной стоимости работ отображен в таблице 25.

Таблица 25 – Общий расчет сметной стоимости работ

№ п/п	Статьи затрат	Объем		Итого, тыс. руб.
		Ед. изм.	Кол-во	
1	2	3	4	6
I. Основные работы				

1.	Проектно — сметные работы	% от ПР	100%	31 125,46
2.	Полевые работы	руб.	–	31 125,46
3.	Камеральные работы	% от ПР	100%	31 125,46
Итого основные расходы:				<b>93 376,38</b>
II. Накладные расходы		% от ОР	10	9 337,64
Итого основные и накладные расходы:				102 714,02
III. Плановые накопления		% от ОР+НР	15	15 407,10
IV. Подрядные работы (лабораторные работы)				56 000,00
VI. Резерв		%(от ОР)	3	2 801,29
Всего по объекту:				176 922,41
НДС		%	18	31 846,03
Всего по объекту с учетом НДС:				<b>208 768,44</b>

Таким образом, общая стоимость работ по проведению геолого–экологического мониторинга состояния атмосферного воздуха на территории сельских населенных пунктов трех районов Томской области, включая затраты на проектирование и окончательную камеральную обработку, составила 208 768,44 рублей (в т.ч. НДС).

## 6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

### 6.1 Производственная безопасность

#### 6.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

В условиях производства на человека в основном действуют техногенные, т.е. связанные с техникой, опасности, которые принято называть опасными и вредными производственными факторами.

Применительно к данной работе вредные и опасные факторы представлены в табл. 26.

Таблица 26 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ на котельной

Источник фактора	Факторы (по ГОСТ 12.0.003–74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Локальный объект теплоэнергетики – котельная	1. Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; 2. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; 3. Повышенный уровень шума на рабочем месте.	1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; 2. Электрический ток.	ГН 2.1.6.1338 – 03; ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ; ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ; СН 2.2.4/2.1.8.562–96.

Неблагоприятный микроклимат. Под микроклиматом помещения понимают совокупность его физических факторов, которые оказывают влияние на тепловой обмен организма и здоровье человека. В соответствии с СанПиН 2.2.4.548–96 микроклимат в помещении характеризуется следующими показателями: температура воздуха, температура поверхностей, относительная влажность воздуха, интенсивность теплового облучения и скорость движения воздуха.

Воздействие неблагоприятного микроклимата, как охлаждающего, так и нагревающего, оказывает вредное влияние на организм, способствуя ухудшению самочувствия, понижению работоспособности и нарушению здоровья. Неблагоприятный микроклимат усугубляет также действие других неблагоприятных производственных факторов и физического перенапряжения.

Оптимальные нормы и фактические показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений представлены в табл. 27 [108].

В качестве примера рассматривается категория работ Па. К категории Па относятся работы с интенсивностью энергозатрат 151–200 ккал/ч (175–232 Вт), связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения.

Таблица 27 – Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %
Холодный	Па	18–20	17–23	40–60
Теплый	Па	21–23	18–27	40–60

В кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и других производственных помещениях при выполнении работ операторского типа, связанных с нервно–эмоциональным напряжением, должны соблюдаться оптимальные величины температуры воздуха 22–24°С, его относительной влажности 60–40% и скорости движения (не более 0,1 м/с). Перечень других производственных помещений, в которых должны соблюдаться оптимальные нормы микроклимата, определяется отраслевыми документами, согласованными с органами санитарного надзора в установленном порядке.

В профилактике перегревов большую роль играют средства индивидуальной защиты (спецодежда из хлопчатобумажных, суконных и штапельных тканей, фибровые, дюралевые каски, войлочные шляпы и др.).

Для предупреждения попадания в производственные помещения холодного воздуха необходимо оборудовать у входа воздушные завесы или тамбуры–шлюзы. При работе на открытом воздухе в холодных климатических зонах устраивают перерывы на обогрев в специально оборудованных теплых помещениях. Важную роль играют также

спецодежда, обувь, рукавицы (из шерсти, меха, искусственных тканей с теплозащитными свойствами, обогреваемая одежда и др.).

Повышенный уровень шума на рабочем месте. Допустимый уровень шума – это уровень, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к шуму. Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах с учетом напряженности и тяжести трудовой деятельности представлены в табл. 28 [109].

Таблица 28 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	легкая физическая нагрузка	средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	–	–	–
Напряженный труд 2 степени	50	50	–	–	–

Воздействие шума на организм человека вызывает негативные изменения прежде всего в органах слуха, нервной и сердечно–сосудистой системах. Помимо постоянных головных болей и хронической усталости, от высокочастотных волн может развиваться шумовая болезнь. Степень выраженности этих изменений зависит от параметров шума, стажа работы в условиях воздействия шума, длительности действия шума в течение рабочего дня, индивидуальной чувствительности организма. Действие шума на организм человека отягощается вынужденным положением тела, повышенным вниманием, нервно–эмоциональным напряжением, неблагоприятным микроклиматом.

Одним из наиболее простых технических средств борьбы с шумом на путях передачи является звукоизолирующий кожух, который может закрывать отдельный шумный узел машины. Значительный эффект снижения

шума от оборудования дает применение акустических экранов, отгораживающих шумный механизм от рабочего места или зоны обслуживания машины. Решить проблему снижения уровня шума возможно решить с помощью средств индивидуальной защиты (антифоны, заглушки и др.). Эффективность средств индивидуальной защиты может быть обеспечена их правильным подбором в зависимости от уровней и спектра шума, а также контролем за условиями их эксплуатации [109].

Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования. Каждый технологический комплекс и автономно используемое производственное оборудование должны укомплектовываться эксплуатационной документацией, содержащей требования (правила), предотвращающие возникновение опасных ситуаций при монтаже (демонтаже), вводе в эксплуатацию и эксплуатации. Общие требования к содержанию эксплуатационной документации в части обеспечения безопасности приведены в приложении. Движущиеся части производственного оборудования, являющиеся возможным источником травмоопасности, должны быть ограждены или расположены так, чтобы исключалась возможность прикасания к ним работающего или использованы другие средства (например, двуручное управление), предотвращающие травмирование. Персонал котельной должен работать в специальной одежде и использовать другие средства, индивидуальной защиты [99].

Электрический ток. Опасное и вредное воздействия на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляются в виде электротравм и профессиональных заболеваний [98].

Электробезопасность должна обеспечиваться:

- конструкцией электроустановок;
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями.

Электроустановки и их части должны быть выполнены таким образом, чтобы работающие не подвергались опасным и вредным

воздействиям электрического тока и электромагнитных полей, и соответствовать требованиям электробезопасности.

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства [90]: – защитные оболочки; – защитные ограждения (временные или стационарные); – защитные барьеры; – изоляция рабочего места; – защитное отключение; – предупредительная сигнализация, блокировки, знаки безопасности; – средства индивидуальной защиты.

Для обеспечения защиты от поражения термическим действием электрической дуги при работах в закрытых и открытых электроустановках дополнительно следует применять специальные защитные термостойкие комплекты, включающие одежду, обувь, средства защиты головы и рук.

## **6.2 Экологическая безопасность**

### **6.2.1 Анализ возможного влияния объекта исследования на окружающую среду**

Котельная – это комплекс технологически связанных тепловых энергоустановок, расположенных в обособленных производственных зданиях, встроенных, пристроенных или надстроенных помещениях с котлами, водонагревателями (в том числе установками нетрадиционного способа получения тепловой энергии) и котельно–вспомогательным оборудованием, предназначенным для выработки теплоты [105].

Источником загрязнения окружающей среды при эксплуатации котельной является труба. Труба котельной является стационарным, точечным источником загрязнения с техническими данными (высота, диаметр трубы, а также параметры горюче–воздушной смеси).

В целях обеспечения безопасности населения и в соответствии с ФЗ "О санитарно–эпидемиологическом благополучии населения" вокруг объектов и производств, являющихся источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека, устанавливается специальная территория с

особым режимом использования [111] – санитарно–защитная зона (СЗЗ). СЗЗ котельной определяется ее тепловой мощностью и потребляемым топливом (табл. 29) [107].

Таблица 29 – Размеры СЗЗ для производств электрической и тепловой энергии при сжигании минерального топлива

Класс опасности объекта	Объект	Размер СЗЗ, м	Эквивалентная электрическая мощность	Вид топлива
I	ТЭС	1 000	600 мВт и выше	Уголь, мазут
II	ТЭС	500	600 мВт и выше	Газовое и газо–мазутное
	ТЭЦ, районные котельные	500	200 Гкал и выше	Уголь, мазут
III	ТЭЦ, районные котельные	300	200 Гкал и выше	Газовое и газо–мазутное (последний – как резервный)

Примечания:

1. Для котельных тепловой мощностью менее 200 Гкал, работающих на твердом, жидком и газообразном топливе, размер санитарно–защитной зоны устанавливается в каждом конкретном случае на основании расчетов рассеивания загрязнений атмосферного воздуха и физического воздействия на атмосферный воздух (шум, вибрация, ЭМП и др.), а также на основании результатов натурных исследований и измерений.

2. Для крышных, встроенно–пристроенных котельных размер санитарно–защитной зоны не устанавливается. Размещение указанных котельных осуществляется в каждом конкретном случае на основании расчетов рассеивания загрязнений атмосферного воздуха и физического воздействия на атмосферный воздух, а также на основании результатов натурных исследований и измерений.

3. Для электростанций размер санитарно–защитной зоны устанавливается в зависимости от типа (открытые, закрытые), мощности на основании расчетов физического воздействия на атмосферный воздух, а также результатов натурных измерений.

Выбросы загрязняющих веществ предприятий теплоэнергетики, обусловленные процессами сгорания органического топлива, являются одним из основных источников загрязнения атмосферы. Объемы вредных пылегазовоздушных выбросов связаны с качеством и количеством сжигаемого топлива, полнотой его использования, а также с эффективностью в целом работы источника теплоснабжения.

При сжигании твердого топлива, прежде всего угля, в атмосферу с дымовыми газами поступает летучая зола, частицы которой содержат углерод, диоксид кремния, окислы алюминия и железа, серу, некоторые органические соединения, тяжелые металлы и другие химические элементы. При сжигании жидкого и газового топлива выход твердых частиц значительно меньше, однако они и газообразные продукты характеризуются высокими концентрациями многих вредных химических веществ.

Основными загрязнителями при эксплуатации котельных являются: оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ), окись углерода, бенз(а)пирен. Предельно допустимые концентрации (ПДК) данных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест представлены в табл. 30 [97].

Таблица 30 – Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

Наименование вещества	№ CAS	Формула	Величина ПДК ( $\text{мг}/\text{м}^3$ )		Лимитирующий показатель вредности	Класс опасности
			максимальная разовая	средне-суточная		
Азота диоксид	10102-44-0	$\text{NO}_2$	0,085	0,04	рефл.-рез.	2
Азот (II) оксид	10102-43-9	$\text{NO}$	0,4	0,06	рефл.	3
Бенз/а/пирен	50-32-8	$\text{C}_{20}\text{H}_{12}$	–	0,1 $\text{мкг}/100 \text{ м}^3$	рез.	1
Углерод оксид	630-08-0	$\text{CO}$	5	3	рез.	4

Примечания: Указан лимитирующий показатель вредности, по которому установлены Нормативы: рез. – резорбтивный, рефл. – рефлекторный, рефл.-рез. – рефлекторно-резорбтивный. Вещества разделены на четыре класса опасности: 1 класс – чрезвычайно опасные, 2 класс – высокоопасные, 3 класс – умеренно опасные, 4 класс – малоопасные.

## 6.2.2 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Ни одна из мощных отечественных ТЭС не осуществляет очистку дымовых газов от оксидов серы и азота. Для снижения выбросов вредных веществ у нас в стране имеется большой выбор запатентованных методов и проектных разработок, которые уже многие годы не внедряются по причине отсутствия возможности финансирования создания опытных образцов и промышленного испытания технологий, а в ряде случаев успешно применяется за рубежом. Очистка дымовых газов (ДГ) от примесей может осуществляться отдельно с использованием способов, предназначенных для избирательной очистки от конкретного компонента, либо по технологии, использующей методы совместной очистки газов от  $\text{SO}_2$  и  $\text{NO}_x$ .

## 6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

### 6.3.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Котельные являются опасными производственными объектами, на которых используется оборудование, работающее под избыточным

давлением и высокой температурой нагрева воды. Существует вероятность возникновения аварий, которые сопровождаются взрывами в аппаратуре, помещениях производственного характера, что может привести к разрушению зданий, сооружений, оборудования, а также травмам людей [105].

Возможно возникновение различных аварийных ситуаций во время работы котла – спуск воды в барабане котла, разрыв кипячительных и экранных труб, повреждение обмуровки, также возможно возникновение пожара.

### **6.3.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС**

Владельцы котлов, зарегистрированных в органах Госпромнадзора, о каждой аварии, смертельном, тяжелом или групповом несчастном случае обязаны немедленно уведомить территориальный орган технадзора и другие государственные учреждения в соответствии с положением о порядке технического расследования причин аварий и инцидентов на опасных производственных объектах.

Если в котельной произошла авария, то необходимо выяснить те причины, которые привели к подобной проблеме и приступить к восстановлению нормальной работы оборудования. До тех пор, пока не будет выполнен ремонт котельных, их эксплуатация категорически запрещена.

При установлении упуска воды, необходимо выявить причину и принять следующие меры: – прекратить подачу топлива; – прекратить вентиляцию топки путем остановки дымососа и вентилятора; – прекратить продувку; – прекратить питание котла; – закрыть парозапорную арматуру котла. При невозможности решить проблему, котел необходимо немедленно отключить. Если не сработала автоматика безопасности, оператор осуществляет аварийную остановку котла.

Одним из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС является пожар. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

Федеральным законом от 22 июля 2008 г. №123–ФЗ утвержден «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в ред. Федеральных законов от 10.07.2012 № 117–ФЗ, 02.07.2013 № 185–ФЗ).

Предотвращение распространения пожара достигается мероприятиями, ограничивающими площадь, интенсивность и продолжительность горения. К ним относятся [112]:

- конструктивные, объёмно–планировочные и инженерно технические решения, препятствующие распространению опасных факторов пожара по помещению;

- ограничения пожарной опасности строительных материалов, используемых в поверхностных слоях конструкции здания, в том числе кровель, отделок и облицовок фасадов, помещений и путей эвакуации;

- наличие первичных, в том числе автоматических и привозных средств пожаротушения;

- сигнализация и оповещение о пожаре.

Действия в случае возникновения ЧС. При обнаружении пожара работнику необходимо:

- оперативно перекрыть подачу топлива;

- воспользоваться предохранительными запорными клапанами;

- отключить все технологическое оборудование от электрического тока рубильником котельной;

- вызвать пожарную охрану по телефону "01" или "010" с мобильного телефона, сообщив при этом адрес, место возникновения пожара и свою фамилию;

- сообщить о пожаре вышестоящему начальству;

– принять меры по эвакуации людей (если они есть) и материальных ценностей из опасной зоны;

– принять меры по ликвидации пожара собственными силами с помощью первичных средств пожаротушения.

## **6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

### **6.4.1. Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства**

Согласно Конституции Российской Федерации, каждый гражданин имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, на вознаграждение за труд без какой бы то ни было дискриминации и не ниже установленного федеральным законом минимального размера оплаты труда, а также право на защиту от безработицы.

В Федеральном законе Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. № 426–ФЗ «О специальной оценке условий труда (СОУТ)» ((в ред. от 01.05.2016; далее — Федеральный закон № 426–ФЗ), главе 1, статье 5 утверждены права и обязанности работника в связи с проведением специальной оценки условий труда [113].

В соответствии со статьей 26 настоящего Федерального закона работник вправе присутствовать при проведении специальной оценки условий труда на его рабочем месте; обращаться к работодателю (его представителю) организации, эксперту организации, проводящему специальную оценку условий труда, за получением разъяснений по вопросам проведения специальной оценки условий труда на его рабочем месте; обжаловать результаты проведения специальной оценки условий труда на его рабочем месте. Работник обязан ознакомиться с результатами проведенной на его рабочем месте специальной оценки условий труда [113].

Работникам котельных, чьи должности относятся к работам с вредными и (или) опасными условиями труда, полагается компенсация [104].

Вредные и опасные условия труда по трудовому законодательству регламентируются ст. 92, 94, 117, 147 ТК РФ [110].

Согласно ч. 1 ст. 14 Федеральный закон № 426–ФЗ условия труда по степени вредности и (или) опасности подразделяются на четыре класса — оптимальные, допустимые, вредные и опасные.

Отнесение условий труда на рабочем месте работника к 3 или 4 классу вредности предполагает предоставление ему определенных компенсаций в зависимости от степени вредности. Это:

- доплата к окладу;
- дополнительный отпуск;
- сокращенное рабочее время.

Предоставление или непредоставление компенсаций работникам в зависимости от класса (подкласса) вредности условий труда, установленного СОУТ, отражено в табл. 31.

Таблица 31 – Предоставление/непредоставление компенсаций работникам в зависимости от класса (подкласса) вредности условий труда

Компенсация	Классы/ подклассы условий труда / наименования						
	1	2	3				4
			Степень вредности				
			1	2	3	4	
Оптимальные	Допустимые	Вредные				Опасные	
Доплата не менее 4 % от оклада (ст. 147 ТК РФ)	–	–	+	+	+	+	+
Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск продолжительностью не менее 7 дней (ст. 117 ТК РФ)	–	–	–	+	+	+	+
Сокращенная продолжительность рабочего времени – не более 36 часов в неделю (ст. 92 ТК РФ), продолжительностью ежедневной работы не более 8 часов в день (ст. 94 ТК РФ)	–	–	–	–	+	+	+

Примечания: Предоставление («+»), непредоставление («–»).

Согласно ст. 92, 94, 117, 147 ТК РФ работодатель должен предоставлять работникам соответствующие компенсации.

#### **6.4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя**

Согласно ГОСТ Р 50923–96 при организации рабочего места оператора котельное необходимо соблюдать следующие требования [100]:

– Основными элементами рабочего места оператора являются: рабочий стол, рабочий стул (кресло), дисплей, клавиатура; вспомогательными – пюпитр, подставка для ног;

– Размеры рабочей поверхности стола должны быть: глубина – не менее 600(800) мм, ширина – не менее 1200(1600) мм. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной – не менее 500 мм, глубиной на уровне колен – не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног – не менее 650 мм. Рабочая поверхность стола не должна иметь острых углов и краев;

– Рабочий стул должен быть подъемно–поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья. Регулирование каждого положения должно быть независимым, легко осуществимым и иметь надежную фиксацию. Поверхность сиденья должна иметь ширину и глубину не менее 400 мм;

– Дисплей на рабочем месте оператора должен располагаться так, чтобы изображение в любой его части было различимо без необходимости поднять или опустить голову. Расположение дисплея на столе представлено на рис. 46. Требования к конструкции дисплея, визуальным параметрам экрана и параметрам излучений – по ГОСТ Р 50948;

– Клавиатура на рабочем месте оператора должна располагаться так, чтобы обеспечивалась оптимальная видимость экрана. Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии от 100 до 300 мм от переднего края, обращенного к оператору, или на специальной регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

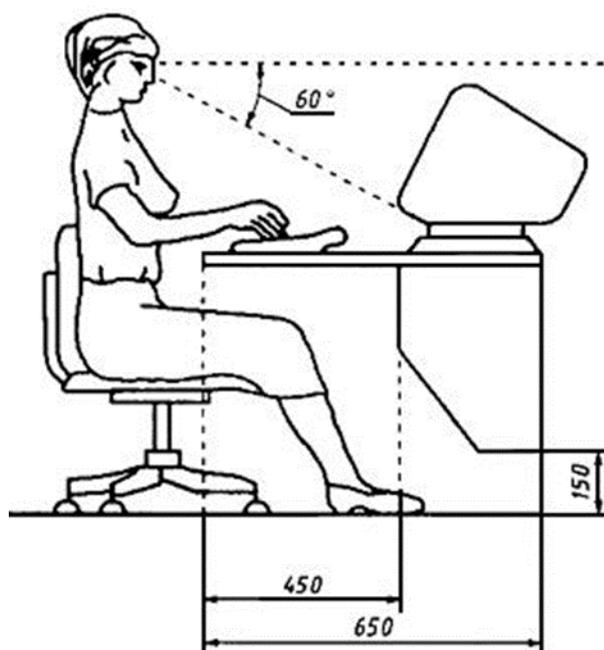


Рисунок 46 – Расположение дисплея на столе оператора

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для крупных городов с многопрофильной промышленностью характерно присутствие в окружающей среде не отдельных загрязнителей, а ассоциации тяжелых металлов, способных оказывать комбинированное воздействие на организм, при котором может наблюдаться как суммирование эффектов, так и их потенцирование.

Работы по оценке риска воздействия тяжелых металлов, реально присутствующих в окружающей среде, для здоровья людей, проживающих в населенных пунктах, не входящих в перечень городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы (по данным Росгидромета, 2015 г.), практически отсутствуют. Проблема длительного воздействия низких концентраций химических веществ в плане возможно скрытых отдаленных во времени изменений в организме становится все актуальнее и чаще привлекает внимание исследователей.

Выбросы загрязняющих веществ предприятий теплоэнергетики, обусловленные процессами сгорания органического топлива, являются одним из основных источников загрязнения атмосферы. Важно отметить, что наибольшее поступление поллютантов в окружающую природную среду отмечается зимой, во время отопительного сезона. В этом случае важным индикатором качества урбанизированных территорий выступает снежный покров. Он не активен ни в химическом, ни в биологическом отношении, в нем не происходит химических трансформаций веществ, следовательно, он является индикатором предшествовавшего загрязнения атмосферы и будущего загрязнения почвы и гидросферы. В работе исследовался состав твердых и газообразных выбросов от локальных объектов теплоэнергетики, использующих различные виды топливно–энергетического сырья (уголь, газ, жидкое топливо, древесина).

Для угольной котельной, расположенной в Асиновском районе Томской области в селе Новониколаевка были построены модели

рассеивания четырем веществам – диоксид азота, диоксид серы, взвешенные частицы и группа суммации – серы диоксид, азота диоксид). Значения приземных концентраций выбросов угольной котельной в расчетных точках не более 0,05 ПДК по предварительному расчету. Построение моделей рассеивания газовых выбросов для газовой котельной и котельных на жидком и древесном топливе не представляется возможным, так как выбросы от данных котельных малы, в связи с чем расчет в программе не целесообразен. Модель рассеивания примесей (а в частности взвешенных частиц) не позволяет учитывать содержание в воздухе ТМ. Концентрации ТМ возможно оценить по твердому осадку снега.

Анализ данных показал, что наиболее вероятными элементами–индикаторами в твердой фазе снегового покрова, представляющими особую экологическую опасность, в окрестностях угольной котельной – Co, Ni, Zn, Sr, Mo, Cd, Sb, Ba, Pb; газовой котельной – V, Ni, Sb, W, Ba; дровяной котельной – Mn, Cu, Zn, Sr, Cd, Sb, Pb; мазутной котельной – V, Ni, Sr, Mo, Cd, Sb, W, Ba. Выявленные элементы–индикаторы с высокой долей вероятности отражают геохимическую специализацию используемого топлива и зольных уносов котельных, а также особенности сгорания топлива

Согласно общепринятой методологии были рассчитаны риски для здоровья при вдыхании тяжелых металлов. Для большинства элементов рассчитанные значения коэффициента опасности намного ниже 0,1, что, согласно отечественным и зарубежным рекомендациям, позволяет считать их, не представляющими опасности для здоровья населения.

Оценка риска, связанного с расчетными концентрациями атмосферных примесей, проводилась на основе расчетов среднегодовых концентраций с использованием унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы «Эколог». Результатом явились вычисленные для каждой рецепторных точек среднегодовые концентрации атмосферных примесей, риск хронической интоксикации. Исчисленные уровни не канцерогенного ингаляционного риска сопоставлялись с приемлемыми

значениями риска (0,02 – для хронической интоксикации). Суммарный ингаляционный риск хронической интоксикации, связанный с расчетными среднегодовыми концентрациями, для населения, проживающего в окрестностях котельных, колеблется в пределах от 0 до 0,005 (в долях единицы) в зависимости от зоны.

Таким образом, оцененные уровни рисков для здоровья можно классифицировать как минимальные и не представляющие угрозы для здоровья.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

1. Берсенева О.В., Смирнова З.И., Шмигирилова Д.И. Эколого-экономическая оценка состояния реки Ушайки. / Материалы 59-й научно-технической конференции студентов и молодых ученых [Текст]. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2013. – 638 с. – ISBN 978-5-93057-533-0.
2. Шмигирилова Д. И. Возможности управления воспроизводством человеческого капитала урбанизированной территории через регулирование деятельности Северского природного парка // Траектории реформирования российской экономики: материалы Международного экономического симпозиума, посвященного 50-летию экономического факультета ТГУ. Томск, 16–22 октября 2013 г. – Томск: Издательский Дом ТГУ, 2014. – Т. 2. – 325–331 с.
3. Шмигирилова Д. И. Наращивание человеческого капитала Северной урбанистической территории: специфические возможности / Д. И. Шмигирилова; науч. рук. М. В. Малаховская // Первая российская конференция студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых «Урбанистическое пространство: проблемы развития и междисциплинарного исследования», г. Томск, 24 апреля 2014 г.: [Электронный ресурс]. URL: <http://izido.ru/mod/data/view.php?d=2&rid=105>.
4. Шмигирилова Д. И. Обоснование разработки генеральной схемы очистки территории в интересах устойчивого развития Томской области (на примере Первомайского района) / Д. И. Шмигирилова; науч. рук. Н. А. Осипова // Творчество юных – шаг в успешное будущее: материалы VIII Всероссийской студенческой научной студенческой конференции с элементами научной школы имени профессора М.К. Коровина, г. Томск, 23–27 ноября 2015 г. — Томск: Изд-во ТПУ, 2015. — [С. 130–132].
5. Шмигирилова Д. И. Применение методологии оценки риска при принятии градостроительных решений / Д. И. Шмигирилова ; науч. рук. Н. А.

Осипова // Проблемы геологии и освоения недр : труды XX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 4–8 апреля 2016 г. : в 2 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — Т. 2. — [С. 270–272].

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

### Список литературы

1. Авалиани С. Л., Андрианова М. М., Печенников Е. В., Пономарева О. В. Окружающая среда. Оценка риска для здоровья (мировой опыт) / International Institute for Health Risk Assessment, Консультативный Центр по Оценке Риска – Изд–е 2–е. – М.,1997. –159с.
2. Астанин И.К., Астанина Н.Н. Расчет рассеивания промышленных выбросов загрязняющих веществ в атмосфере // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2006. – № 1. С. 47–52.
3. Асфандиярова Л.Р., Даминев Р.Р., Галиев А.Л., Юнусова Г.В. Оценка загрязненности атмосферного воздуха с помощью снежного мониторинга // Экологические системы и приборы. – 2015. – № 11. С. 23–28.
4. Бакова А. А., Фандеев Н. П. Мишанов А. А. Оценка риска здоровью населения при энергетическом загрязнении окружающей среды // Вестник международной академии системных исследований. Информатика, экология, экономика. МАСИ. – Т. 11. – 2008. 95–97 с.
5. Барышников И.И., Мусийчук Ю.И. Здоровье человека – системообразующий фактор при разработке проблем экологии современных городов.//В сб. Медико–географические аспекты оценки уровня здоровья населения и состояния окружающей среды. СПб, 1992, с.11–36.
6. Безуглая Э. Ю., Берлянд М. Е. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере. Справочное пособие. Сост. Э. Ю. Безуглая, М. Е. Берлянд. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 328 с.
7. Безуглая Э. Ю., Смирнова И. В. Воздух городов и его изменения. СПб.: Астерон, 2008. 253 с.
8. Берлянд М. Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 272 с.
9. Беспалова Е.В., Прожорина Т.И., Куролап С.А. Оценка геохимического состояния снежного покрова г. Воронежа // Вестник

Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2013. – № 1. С. 137–141.

10. Боков В.Н., Воробьев В.Н., Сарвинова Е.В. Влияние изменчивости ветра на внутригодовое распределение атмосферных примесей в Санкт–Петербурге // Ученые записки / РГГМУ – 2006. – №3. – С.95–103.

11. Большаков А.М., Крутько В.Н., Пуцилло Е.В. Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения. – М.1999г. – 254 с.

12. Бызова Н. Л., Гаргер Е. К., Иванов В. Н. Экспериментальные исследования атмосферной диффузии и расчеты рассеяния примеси. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 278 с.

13. Ваганов П.А. Новое об экологическом риске // Ваганов П.А., Им М.–С. Экологические риски: Учеб. пособие. Изд–е 2–е. — СПб.: С.–Петерб. ун–т, 2001. — 152 с.

14. Ваганов П.А., Ман–Сунг Им. Экологические риски: учеб. пособие Изд–е 2–е. СПб.: Изд–во СПбГУ, 2001. 152 с

15. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 180 с.

16. Вашков В.И., Постников П.А., Самонова В.И. Определение загрязнения местности промышленными отходами по исследованию снежного покрова // Гигиена и санитария. – 1936. – № 9. С. 18–23.

17. Веремчук Л.В., Янькова В.И., Виткина Т.И., Голохваст К.С., Барскова Л.С. Загрязнение атмосферы урбанизированной территории как системный процесс взаимодействия факторов окружающей среды // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2015. – Т. 61. – № 3. – С. 35–42.

18. Воронцова А.В., Нестеров Е.М. Геохимия снегового покрова в условиях городской среды // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2012. – № 147. С. 125–132.

19. Гаврилов А.Ф, Малкин Б.М. Загрязнение и очистка поверхностей нагрева котельных установок / М.: Энергия, 1980, 328 с.

20. Гапонов В.Л., Парамонова О.Н. Анализ распространения в воздушном бассейне городских территорий загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах предприятий топливно–энергетического комплекса // Инженерный вестник Дона. – 2015. – Т. 37. – № 3. С. 102.

21. Давыдова Р.П. Понятия, признаки, критерии, виды и особенности экологических рисков // Управление рисками. – 2002. – № 3. С. 36–45.

22. Дегтярев С. Д. Книга об экологическом риске для населения промышленных городов // Воронежский государственный университет. – № 1. – 2007. С. 90

23. Детри Ж. Атмосфера должна быть чистой / сокращ., пер. с фр. К.Н. Тодрадзе. М.: Прогресс, 1973. 380 с.

24. Дмитриев В.Г. Оценка экологического риска. Аналитический обзор публикаций // Арктика и север. – 2014. – № 14. С. 126–147.

25. Дмитриев А.Ю., Павлов С.С. Автоматизация количественного определения содержания элементов в образцах методом нейтронного активационного анализа на реакторе ИБР2 в ЛНФ ОИЯИ // Письма в ЭЧАЯ. – 2013. – Т. 10. – № 1 (178). – С. 58–64.

26. Живодеров А. А., Маслакова Т. А. Воздушная среда промышленного города и ее влияние на здоровье человека // Институт промышленной экологии Уральского отделения Российской академии наук. – № 3 (15). – 2016. 58–63 с.

27. Зарубин, Г. П. Гигиена города / Г. П. Зарубин, Ю. В. Новиков. – М.: Москва, 1986. – 60 с.

28. Захаренков В.В., Виблая И.В., Колядо В.Б. Оптимизация управления региональной системой охраны здоровья трудовых ресурсов // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2014. – № 5. – С. 36–38.

29. Захаренков В.В., Голиков Р.А., Суржиков Д.В., Олещенко А.М., Кислицына В.В., Корсакова Т.Г. Оценка риска здоровья населения, связанного с выбросами крупных предприятий // Международный журнал

прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 7–5. – С. 801–804.

30. Зерщикова М. А. Меры борьбы с негативными экологическими последствиями в Ростовской области // Инженерный вестник Дона. – 2010. – № 3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2010/243](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2010/243).

31. Иванов А. О. Эколого–геохимическое состояние приземного слоя атмосферного воздуха г. Томска и Обь–Томского междуречья в 2006 г. (по итогам снеговой съемки) / А. О. Иванов // Вестник Томского государственного университета. – 2007. – № 298. – С. 194–197.

32. Ицкович А.М. Котельные установки малой мощности / М.: Машгиз, 1958. – 228 с.

33. Калманова В.Б. Экологическое состояние снежного покрова как показатель качества урбанизированной среды (на примере г. Биробиджана) // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2–2. – С. 9.

34. Каплина С.П., Каманина И.З. Экологическое состояние окружающей среды урбанизированных территорий // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6. – С. 760–764.

35. Карпин В.А. Современные медико–экологические аспекты внутренних болезней на урбанизированном севере // Терапевтический архив. – 2003. – Т. 75. – № 1/2. – С. 31–34.

36. Касьяненко А.А. Современные методы оценки рисков в экологии: учеб. пособие. М. Изд–во РУДН, 2008. 271 с.

37. Коковкин В.В., Рапуга В.Ф., Девятова А.Ю., Чирков В.А., Казьмин О.Е. Анализ состояния длительного загрязнения атмосферы и снежного покрова г. Новосибирска // Коковкин В.В., Рапуга В.Ф., Девятова А.Ю., Чирков В.А., Казьмин О.Е. Интерэкспо Гео–Сибирь. – 2010. – Т. 4. – № 1. С. 171–175.

38. Крюкова С.В., Симакина Т.Е. Оценка влияния метеорологических параметров на концентрации загрязняющих веществ в атмосфере Санкт–Петербурга // Актуальные проблемы гуманитарных и

естественных наук. – № 5–2. – 2015. – 299–305 с. [Электронный ресурс].  
URL: <http://publikacia.net/archive/2015/5/2/83>.

39. Кузнецов Р.А. Активационный анализ. – М.: Атомиздат, 1974. – 344 с.

40. Летенкова И.В., Литвинов В.Ф., Смержок В.Г. Химический анализ снежного покрова Новгородской области // Вестник Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого. – 2014. – № 76. С. 73–76.

41. Летувнинкас А.И., Петров А.И. Методические аспекты экогеохимических работ с использованием снегового покрова // Матер. конф. «Проблемы геологии и геохимии юга Сибири». Томск, 2000. С. 190–194.

42. Либерман Н.Б., Нянковская М.Т. – Справочник по проектированию котельных установок систем централизованного теплоснабжения. – М.: Энергия, 1979. 224 с., ил.

43. Майорова О.А. Риск для здоровья от загрязнения окружающей среды бериллием / Актуальные проблемы экологии и природопользования / Сб. научн. трудов / отв. ред. М.Д.Хуторской. вып.3, т.1. М.: изд-во РУДН, 2002.

44. Маляр, К.В. Роль климатогеографических и экологических триггерных факторов в формировании и развитии отдельных болезней органов дыхания / К.В. Маляр, Н.В. Попова // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2012.– № 2 (39).– С. 119–120.

45. Маляр К.В., Пешикова М.В., Москвичева М.Г. Актуальные проблемы изучения взаимосвязи болезней органов дыхания и экологической ситуации // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. – Т. 20. – № 1. С. 57–60.

46. Мякишева Н. А., Германова Т. В. Качество атмосферного воздуха – как фактор, влияющий на здоровье человека // Труды Междуна–родного форума по проблемам науки, техники и образования / Под ред.: В. П.

Савиных, В. В. Вишневого. М.: Академия наук о Земле, 2005. – Т. 3. С. 108–109.

47. Онищенко Г.Г. О санитарно–эпидемиологическом состоянии окружающей среды // Гигиена и санитария. – 2013. – № 2. С. 4–10.

48. Осокин И.М. Химический состав снежного покрова на территории СССР // Изв. АН СССР. Сер. Геогр. – 1963. – № 3. С. 26–34.

49. Павленко И.А., Батоян В.В., Кучумова Н.А. Выявление зон промышленного загрязнения по исследованию снежного покрова // Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состояние экосистем / Под ред. М.А. Глазовской. М., 1981.

50. Петров Б.А., Сенников И.С. Исследование по оценке влияния экологических факторов городской среды на здоровье населения // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 7–2. С. 349–352.

51. Перова О.Б., Агулова Л.П., Волкотруб Л.П. Связь заболеваемости туберкулезом органов дыхания в Томской области с экологическими и социально–экономическими факторами // Вестник Томского государственного университета. – 2013. – № 370. С. 179–182.

52. Петренко Ю. Оценка экологической ситуации города Томска и Томской области // Окись азота и судьба человека // Наука и жизнь. – 2001. – № 7. С. 7–9.

53. Потапов, А.И. Гигиенические проблемы здоровья населения / А.И. Потапов, Р.С. Гильденскиольдт, И.Л. Винокур // Здравоохранение РФ. – 2008. – № 2. С. 3–4.

54. Ревич Б. А, "К оценке влияния деятельности ТЭК на качество окружающей среды и здоровье населения" журнал "Проблемы прогнозирования". – 2010. – №4. С. 87–99.

55. Ревич Б.А. К оценке факторов риска смертности населения России и реальности их снижения: комментарии к докладу всемирного банка «рано умирать» Проблемы прогнозирования. – 2006. – № 6. С. 114–132.

56. Ревич Б.А. О необходимости защиты здоровья населения от климатических изменений // Гигиена и санитария. – 2009. – № 5. С. 60–5.
57. Рихванов Л.П., Усольцев Д.Г., Ильенок С.С., Ежова А.В. Минералого–геохимические особенности баженовской свиты западной Сибири по данным ядерно–физических и электронно–микроскопических методов исследований // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2015. – Т. 326. – № 1. С. 50–63.
58. Ройтберг Г.Е. Внутренние болезни. Система органов дыхания: учеб. пособие / Г.Е.Ройтберг, А.В. Струтынский. – 2–е изд., перераб. и доп. – М.: МЕДпресс–информ, 2015. – 512 с.
59. Саев Ю.Е., Ревич Е.П. Янин и др. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
60. Сигал И. Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива / Л – Недра, 1988. 312 с.
61. Стулов Е.А., Плауде Н.О., Монахова Н.А. Влияние условий погоды на характеристики аэрозоля в приземном слое атмосферы // Метеорология и Гидрология. – 2010. – № 2. – С. 26–34.
62. Сугак Е.В., Бельская Е.Н. Расчет экологических рисков. Международный Научный Институт «Educatio», 2014, no. 4, pp. 124–127 [Электронный ресурс]. URL: [edu-science.ru/files/Arhiv/2014/19](http://edu-science.ru/files/Arhiv/2014/19) (20.09.2014).
63. Суржиков Д.В., Осипов В.Д. Оценка воздействия канцерогенных загрязнителей окружающей среды на население промышленного города // Бюллетень Восточно–Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2005. – № 1. – С. 140–142.
64. Сухарева М.М. Влияние автотранспорта на городскую среду крупных городов // Экологическое благоустройство жилых территорий крупных городов России: Труды научно–практического семинара / ред. А.А. Капустин, В.Ф. Хватов. – Санкт–Петербург, 2008.– С. 51–57.
65. Таловская, А. В. Экспериментальные и численные исследования длительного загрязнения снегового покрова ураном и торием в окрестностях

теплоэлектростанции (на примере Томской ГРЭС–2) / А. В. Таловская, В. Ф. Рапута, Е. А. Филимоненко и др. // Оптика атмосферы и океана. – 2013. – Т. 26. – № 8. – С. 642–646.

66. Таловская А.В., Язиков Е.Г. Минерально–вещественный состав пылеаэрозолей на территории г. Томска // Минералогия техногенеза. – 2011. – № 12. С. 79–93.

67. Таловская А. В., Язиков Е. Г., Шахова Т. С., Филимоненко Е. А. Оценка аэротехногенного загрязнения в окрестностях угольных и нефтяных котельных по состоянию снегового покрова (на примере Томской области) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2016. – Т. 327. – № 10. – С. 116–130.

68. Тайлашева Т.С., Красильникова Л.Г., Воронцова Е.С. Оценка вредных выбросов в атмосферу от котельных Томской области // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2013. – Т. 322. – № 4. – С. 52–55.

69. Тимофеева С.С., Хамидуллина Е.А. Основы теории риска: учеб. пособие. Иркутск: Изд–во ИрГТУ, 2012. 128 с.

70. Филимоненко Е.А., Таловская А.В., Язиков Е.Г. Особенности вещественного состава пылевых атмосферных выпадений в зоне воздействия предприятия топливно–энергетического комплекса (на примере Томской ГРЭС–2) // Оптика атмосферы и океана. – 2012. – Т. 25. – № 10. С. 896–901.

71. Хлебоброс Р. Г., О.В. Тасейко, Ю.Д. Иванова, С.В. Михайлюта. Экологические очерки: монография / Р.Г. Хлебоброс, О.В. Тасейко, Ю.Д. Иванова, С.В. Михайлюта. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012. – 130 с.

72. Хотунцев Ю. А. Экология и экологическая безопасность, – М.: Академия, 2004 г., 479 с.

73. Хуторной А. Н. Расчет вредных выбросов от котельной и определение минимально–необходимой высоты дымовой трубы:

методические указания / Сост. А.Н. Хуторной. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.–строит. ун-та, 2012. – 17 с.

74. Чуксина, Т.Ю. Роль экологических факторов в развитии злокачественных новообразований у жителей Челябинска / Т.Ю. Чуксина, К.В. Маляр // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2012.– № 2 (39).– С. 121–122.

75. Шайхутдинова А.А., Маркова О.С. Экологический мониторинг снежного покрова в окрестностях предприятия топливно–энергетического комплекса // Вестник Нижневартковского государственного университета. – 2017. – № 1. С. 127–134.

76. Шарапов В. И. Теплоэнергетика и теплоснабжение: Сборник научных трудов научно–исследовательской лаборатории «Теплоэнергетические системы и установки» УлГТУ. Выпуск 7. – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 149 с.

77. Штым, Анатолий Николаевич. Котельные установки с циклонными предтопками [Текст] : монография / А. Н. Штым, К. А. Штым, Е. Ю. Дорогов ; М-во образования и науки Российской Федерации, Дальневосточный федеральный ун-т. – Владивосток : Изд. дом Дальневосточного федерального ун-та, 2012. – 419, [1] с. : ил., цв. ил.; 22 см.; ISBN 978–5–7444–2818–1 (в пер.).

78. Янкович Е.П., Осипова Н.А., Язиков Е.Г., Таловская А.В. Оценка индивидуального канцерогенного риска для здоровья населения Томска по данным геохимического состава пылеаэрозольных выпадений // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. – 2011. – № 5. С. 67–74.

79. Abdo N., Khader Y.S., Abdelrahman M., Graboski–Bauer A., Malkawi M., Al–Sharif M., Elbetieha A.M. Respiratory health outcomes and air pollution in the eastern mediterranean region: a systematic review // Reviews on Environmental Health. – 2016. – Т. 31. – № 2. С. 259–280.

80. Beer J.M. Combustion technology developments in power generation in response to environmental challenges // *Progress in Energy and Combustion Science*. – 2000. – Т. 26. – № 4–6. С. 301–327.
81. Behera D. Indoor air pollution and respiratory health // *International Journal on Immunorehabilitation*. – 2014. – Т. 16. – № 2. С. 98–100.
82. Chakraborty, R., Zaman, S., Mukhopadhyay, N., Banerjee, K., and Mitra, A. (2009). Seasonal Variation of Zn, Cu and Pb in the Estuarine Stretch of West Bengal, *Indian Journal of Marine Science*, 38(1), 104–109.
83. Cogliani E. Air pollution forecast in cities by an air pollution index highly correlated with meteorological variables // *Atmospheric Environment*. – 2001. – Т. 35. – № 16. С. 2871–2877.
84. Golubnichiy A.A., Nedelina D.O. Review and analysis of the modelling of the atmospheric air pollution for urban air basins // *Интернет-журнал Науковедение*. – 2015. – Т. 7. – № 5 (30). С. 120.
85. Ismailova P.U. Criminal pollution of atmospheric air – threat of ecological safety // *Инновационные информационные технологии*. – 2014. – № 3. С. 598–599.
86. Kovalchuk A.V., Shynkaruk N.A., Bulgakov V.A., Mayor O.V. Research of dynamics of atmosphere pollution ladyzhinskaya industrial region // *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. – 2012. – № 2 (13). С. 120–123.
87. Mikulandric R., Loncar D., Cvetinovic D. Improvement of environmental aspects of thermal power plant operation by advanced control concepts // *Thermal Science*. 2013. Vol. 16. Issue 3. Pp. 759–772.
88. Miller C.A., Srivastava R.K. The combustion of orimulsion and its generation of air pollutants // *Progress in Energy and Combustion Science*. – 2000. – Т. 26. – № 2. С. 131–160.
89. Osipova N. A., Filimonenko E. A., Talovskaya A. V., Yazikov E. G. Geochemical Approach to Human Health Risk Assessment of Inhaled Trace Elements in the Vicinity of Industrial Enterprises in Tomsk, Russia // *Human and*

Ecological Risk Assessment: An International Journal. – 2015. – Vol. 21, № 6. – pp. 1664–1685.

90. Paliwal S., Chandra H., Tripathi A. Investigation and analysis of air pollution emitted from thermal power plants: a critical review // International journal of mechanical engineering and technology (IJMET). – 2013. – Vol. 4, Issue 4. Pp. 2–37.

91. Petrunov B. Immunotherapy and immunoprophylaxis of bacterial and viral respiratory diseases // International Journal on Immunorehabilitation. – 2008. – T. 10. № 1. С. 32–35.

92. Pokorná P., Hovorka J., Kroužek J., Hopke P.K. Particulate matter source apportionment in a village situated in industrial region of central europe // Journal of the Air and Waste Management Association. – 2013. – T. 63. – № 12. С. 1412–1421.

93. Tkachyshyn V.S., Fomenko K.S. The impact of powder gases on human body // Медицина неотложных состояний. – 2016. – № 6 (77). С. 121–131.

94. Vieira S.E. The health burden of pollution: the impact of prenatal exposure to air pollutants // International Journal of COPD. – 2015. – T. 10. – № 1. С. 1111–1121.

95. Yang J.L. Zhang g.l. formation, characteristics and eco–environmental implications of urban soils – a review // Soil Science and Plant Nutrition. – 2015. – T. 61. С. 30–46.

96. Zroichikov N.A., Prokhorov V.B., Tupov V.B., Arkhipov A.M., Fomenko M.V. Possible ways of reducing the effect of thermal power facilities on the environment // Thermal Engineering. 2015. T. 62. № 2. С. 146–153.

#### **Нормативно–методические документы**

97. ГН 2.1.6.1338 – 03. Предельно–допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

98. ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

99. ГОСТ 12.2.003–91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

100. ГОСТ Р 50923–96. Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения.

101. Международная классификация болезней десятого пересмотра МКБ–10 (принята 43–ей Всемирной Ассамблеей Здравоохранения) / Система ГАРАНТ. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/4100000/#ixzz4j9QAqgLL>.

102. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. – № 5174–90 (утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 15.05.1990). – М., 1990. – 16 с.

103. ОНД 86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» / Электронный фонд правовой и нормативно–технической документации. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200000112>.

104. Постановлению Кабинета министров СССР от 26.01.1991 г. № 10 "Об утверждении списков производств, работ, профессий, должностей и показателей, дающих право на льготное пенсионное обеспечение".

105. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок, утвержденных Приказом Минэнерго России № 115 от 24.03.2003 г.

106. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Р. 2.1.10.1920–04. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава РФ, 2004. – С. 273.

107. СанПиН 2.2.1/2.1.1.567–96 "Санитарно–защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов".

108. СанПиН 2.2.4.548–96. Санитарно–эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». – М.: Минздрав России, 1997.

109. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.

110. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197–ФЗ.

111. Федеральный закон от 30.03.1999 № 52–ФЗ "О санитарно–эпидемиологическом благополучии населения" (в ред. от 04.07.2016).

112. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123–ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в ред. от 10.07.2012).

113. Федеральный закон от 28.12.2013 г. № 426–ФЗ «О специальной оценке условий труда» (в ред. от 01.05.2016).

#### **Интернет ресурсы**

114. Возобновляемые источники энергии в Томской области. [Электронный ресурс]–URL: <http://green.tsu.ru/tomres> (Дата обращения: 18.04.2017).

115. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия: инструкция Минприроды РФ от 30.11.1992 [Электронный ресурс]. URL: [base.consultant.ru/cons/cgi/](http://base.consultant.ru/cons/cgi/) (20.09.2014).

116. Нормативы удельных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от котельных установок. Учебно–методическое пособие. [Электронный ресурс]–URL: [http://vti.ru/files/public/uchebno–metod\\_posobie–k\\_soglasheniyu\\_0665.pdf](http://vti.ru/files/public/uchebno–metod_posobie–k_soglasheniyu_0665.pdf). (Дата обращения: 10.05.2017).

117. Официальный интернет–портал Администрации Томской области. [Электронный ресурс]–URL: <https://tomsk.gov.ru/> (Дата обращения: 03.03.2017).

118. Программа комплексного развития систем жизнеобеспечения Асиновского района Томской области на 2006–2017 гг. [Электронный ресурс]–URL: <http://www.gorodasino.ru/> (Дата обращения: 28.02.2017).

119. Руководство пользователя расчетный блок «Риски». [Электронный ресурс]–URL: <http://docplayer.ru/45289903-Raschetnyy-blok-riski.html>. (Дата обращения: 14.01.2017).

120. Руководство пользователя УПРЗА Эколог. [Электронный ресурс]–URL: <http://www.integral.ru/Integral/userguides/uprza.pdf>. (Дата обращения: 26.03.2017).

121. Сайт Федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс]–URL: <http://www.gks.ru/> (Дата обращения: 29.04.2017).

122. Сайт Федеральной службы государственной статистики по Томской области. [Электронный ресурс]–URL: <http://tmsk.gks.ru/>. (Дата обращения: 29.04.2017).

123. Экологический мониторинг: Доклад о состоянии и охране окружающей среды Томской области. [Электронный ресурс]–URL: <https://depnature.tomsk.gov.ru/news/front/view/id/10609>. (Дата обращения: 02.05.2017).

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Chapter 2.1

#### The impact of objects of the heat power engineering on the human health

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ГМ51	Кирсанова Дарья Ивановна		

Консультант – лингвист кафедры ИЯПР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Матвеевко И.А.	Доцент, к.ф.н.		

## **Chapter 2.1. The impact of objects of the heat power engineering on the human health**

Pollution of the natural environment by heavy metals is a worldwide problem because these metals are permanent and most of them have toxic effects on living organisms when they exceed a certain concentration. The metal toxicity is usually defined in terms of the concentration required to cause an acute response (usually death) or a sub-lethal response [88, 116].

In recent years, the understanding of the role of the influence of the atmospheric air as an essential factor for the health of the urban population which is actively reacting to the systemic impact of unfavourable natural and climatic conditions, and technogenic pollution, has significantly increased. National studies of the impact assessment of the environmental factors on the health of the urban population established close links between the formation of non-communicable diseases (70%) and quality of the atmospheric air contaminated by various chemical compounds [30, 68].

The atmosphere influences on the human being and the environment, the hydrosphere, the soil, the vegetation cover and the geological environment, and also buildings, constructions and other facilities. Pollution sources are different. By origin they are divided into natural (natural origin) and anthropogenic (human factor) [89].

The main reasons of air pollution in human settlements are industrial enterprises, energy complexes and transport, first of all, motor transport (Table 32). Sources of pollution are usually spread uneven in the settlements. Their emissions cannot be taken into account by direct methods of atmosphere's investigation.

Table 32 – The number of passenger cars per thousand population (year-end), pieces [121, 123]

Human settlement	Year					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total by area	220	231	248	250	264	270
Municipal district:						
Alexandrovsky	235	263	321	246	260	304
Asinovsky	217	232	239	260	268	281

Bakcharsky	215	237	227	253	261	279
Verkhneketsky	186	201	214	226	234	230
Zyryansky	261	285	282	294	311	322
Kargasoksky	224	229	244	255	266	271
Kozhevnikovsky	224	241	231	248	257	266
Kolpashevsky	241	257	269	287	299	303
Krivosheinsky	251	272	301	299	311	306
Molchanovsky	233	250	262	265	280	299
Parabelsky	242	263	288	288	298	298
Pervomaysky	259	275	284	280	298	305
Teguldetsky	188	212	234	244	264	290
Tomsky	263	277	290	299	311	310
Chainsky	247	262	264	270	280	303
Shegarsky	243	261	265	264	281	274
Urban districts:						
Tomsk	199	207	224	223	240	247
Kedrovyy	288	294	252	264	279	257
Strezhevoy	302	316	345	338	349	334

The air quality is determined by meteorological parameters. Meteorological parameters (temperature, humidity, wind parameters) create the conditions for the dispersion and accumulation of pollutants in the atmospheric air. As a result of these conditions depends on air quality [6]. The process of dispersion of pollutants contained in exhaust gases of boiler's –house, and their concentration in the air basin of the cities affected by the following factors [81, 105]:

- the location of the source of pollutants and the estuary relative to surrounding buildings;
- the height of the emission source and the diameter of the mouth of the source;
- physical and chemical properties of emitted pollutants;
- geometric parameters of buildings (height, width, length);
- architectural features of buildings (openings, extensions, add-ons, galleries, sections of different heights, etc.);
- building density;
- the distance between adjacent buildings;
- the orientation of the buildings relative to the prevailing winds;
- the natural terrain;

– the presence of green spaces and other obstacles, affecting the efficiency of the wind flow and others.

Electricity, gas, steam, heat and hot water are important components of the infrastructure of any locality. Their production is carried out in the large energy industries (GRES, TEC) as well as at small boiler–houses which are located inside of the building. It is obviously that the risk to the public health from these industries is determined by a variety of factors, but the main ones are the type of the burn fuel, the stack heights through which waste gases are emitted into the atmosphere, the local climatic conditions and the proximity of pollution sources to the housing. These risks are even higher in Siberia and in the Far East – in the territories with an extreme continental climate and low capacity of the atmosphere for the self–purification. In these natural conditions, even with a small amount of emissions, harmful substances can be accumulated in the atmospheric air up to high concentrations [6, 105].

The boiler–house is a complex of technically related thermal power plants located in isolated industrial buildings which are built–in or attached rooms with boilers, water heaters (including innovative way of thermal energy receiving) and auxiliary boiler equipment designed to heat’s elaboration. The problem of environmental pollution by emissions of boiler–houses is relevant [123].

The local boiler–houses are located in rural population centers in the southern and northern regions of Tomsk. They are the major pollution sources in the rural population centers of the region. Pollutants are formed during the combustion of various types of fossil fuel at the fuel and energy complex (boiler–houses and TEC) and penetrate the air through the smokestacks [83].

In 2016, in the territory of Tomsk Oblast 301.4 thousand tons of pollutants from the stationary sources of pollution were emitted into the atmospheric air. The rate of 2015 was increased by 2.8% or 8.3 thousand tons (Table 33).

The highest proportion of pollutants emitted into the atmosphere is 92.5% (278,9 thousand tons) occur in gaseous and liquid substances, 7.5% (22,5 thousand tons) occur in solid substances.

Table 33 – Emissions of pollutants into the atmospheric air from the stationary sources of pollution<sup>1</sup>, tons [36, 37]

Human settlement	Year					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total by area	345249	378908	322635	306103	289630	293081
Municipal district:						
Alexandrovsky	48509	51336	47126	43185	34730	29531
Asinovsky	4264	1353	4229	3808	3390	3911
Bakcharsky	411	479	470	421	454	432
Verkhneketsky	874	869	1068	1196	1043	983
Zyryansky	469	458	659	574	617	734
Kargasoksky	164897	181833	144013	123002	89619	91026
Kozhevnikovsky	1502	1052	1211	1154	1097	1066
Kolpashevsky	2649	3523	3435	2491	2133	1596
Krivosheinsky	2321	2632	1807	805	1569	2499
Molchanovsky	414	372	426	467	453	389
Parabelsky	48689	64976	53031	68822	94690	104678
Pervomaysky	901	513	623	465	300	353
Teguldetsky	283	245	251	252	223	45
Tomsky	4278	4046	4093	4536	2829	3253
Chainsky	210	256	291	270	201	204
Shegarsky	1506	895	1096	794	709	766
Urban districts:						
Tomsk	35721	35927	36866	36069	35458	34205
Kedrovyy	... <sup>2)</sup>					
Strezhevoy	444	489	643	723	849	1126

1) Data from 2012, taking into account sole traders

2) Data is not published in order to ensure the confidentiality of the primary statistical information according to the Federal Law of 29.11.2007, No. 282–F3 (art.4, par. 5, art.9, par. 1.)

In the territory of Tomsk Oblast the anthropogenic load on the atmospheric air is unevenly distributed. The locations of oil and gas producing industry are the most polluted: in Parabel area 35, 71 % (104,678 thousand tons), Kargasok area – 31,05 % (91,026 thousand tons) and Aleksandrovsk area – 10,07 % (29,531 thousand tons). The air pollution in the human settlements of the region is caused by the functioning of the industrial enterprises, the housing maintenance and utilities complex, and motor transport [37].

The main pollutants by mass emissions among gaseous and liquid substances are carbon monoxide 49.4% (137.9 thousand tons), volatile organic compounds – 18.8% (52.3 thousand tons), other gaseous and liquid substances –

0.2% (0.4 thousand tons), hydrocarbons ( without VOC) –21.9% (61.1 thousand tons), nitrous oxide – 7.3% (20.4 thousand tons) and sulphur oxides – 2.4% (6.8 thousand tons).

Atmospheric air of Tomsk Oblast in the composition of emissions contains specific pollutants, which are given in table. 34.

Table 34 – Emissions of specific pollutants, tons [122]

Item number	The specific pollutants	Emitted pollutants in 2016	Reference 2016 in % by 2015
1	Manganese and its compounds	1,445	98,8
2	Lead and its inorganic compounds	0,015	20,8
3	Chrome	0,057	98,3
4	Nitric acid	18,944	109,4
5	Ammonia	351,840	111,3
6	Hydrogen chloride	3,430	103,0
7	Soot	13672,615	98,9
8	Hydrogen sulfide	39,020	144,2
9	Fluoric gaseous compounds	1,789	87,5
10	Chlorine	0,262	106,9
11	Methane	61067,025	106,1
12	Benzene	268,773	100,7
13	Xylene	224,205	99,2
14	Toluene	377,899	94,3
15	Benzopyrene	0,008	66,7
16	Phenol	8,805	92,6
17	Butyl acetate	11,653	88,4
18	Ethyl acetate	19,119	110,2
19	Formaldehyde	63,275	110,3
20	Acetone	13,533	120,6
21	Gasoline	70,083	244,3

Emissions of thermal power plant due to combustion of fossil fuels, are one of the main sources of air pollution. The amount of harmful dust–Laden flue gas emissions are associated with the quality and quantity of fuel burned, the completeness of use, as well as overall efficiency of operation of heat supply source [47, 56, 85, 90, 93].

When burning solid fuels, especially coal, into the atmosphere with the flue gases supplied fly ash particles which contain carbon, silica, oxides of iron and aluminum, sulfur, and some organic compounds, heavy metals and other chemical elements. When burning liquid and gaseous fuel outlet of the solid particles is

significantly less, however these gaseous products are characterized by high concentrations of many harmful chemicals [85].

When operating the boiler-houses in the combustion products emitted into the atmosphere, contained hazardous components, the main ones are [86, 122]:

- 1) solid particles;
- 2) gaseous sulfur oxides  $SO_2$  and  $SO_3$ ;
- 3) nitrogen oxides  $NO_x$ ;
- 4) carbon monoxide;
- 5) carbon dioxide  $CO_2$ ;
- 6) hydrocarbons;
- 7) benzo[a]pyrene;
- 8) water vapor.

Also a significant influence on the composition of harmful substances from fuel combustion provide:

- 1) a fuel;
- 2) mode of combustion.

Solid, liquid and gaseous fuels are used on the local objects of heat power engineering. The classification of fuel and its composition of pollutant emissions is given in table 35 [80, 83, 87].

Table 35 – Classification of the fuel and its content of pollutants

The aggregate state of the fuel	Fuel	The composition of pollutants
Solid fuel	Coal (lignite, bituminous, culm), oil shale and peat	The combustible part of the fuel includes organic composed of carbon, hydrogen, oxygen, organic sulfur and inorganic parts (the composition of the combustible part of the fuel of a number of fields included pyrite sulfur $FeS_2$ ). Incombustible (mineral) part of the fuel consists of moisture and ash. The chemical composition of the ash of solid fuel are quite diverse. Usually ash consists of oxides of silicon, aluminum, titanium, potassium, sodium, iron, calcium, magnesium. Calcium in the ash may be present in the form of a free oxide, and consisting of silicates, sulfates and other compounds. More detailed analyses of the mineral solid fuels show that in the ash in

		small quantities can be other elements, such as germanium, boron, arsenic, vanadium, manganese, zinc, uranium, silver, mercury, fluorine, and chlorine. In the composition of the ash of solid fuels may be present radioactive isotopes of potassium, uranium and barium. Solid fuels may contain sulfur in the following forms: pyrite $Fe_2S_2$ and pyrite $FeS_2$ , the composition of the organic molecules of the fuel in the form of sulfates in the mineral.
Liquid fuel	Oil, shale oil, diesel fuel	In the ash of the fuel oil consists of vanadium pentoxide ( $V_2O_5$ ) and $Ni_2O_3$ , $Al_2O_3$ , $Fe_2O_3$ , $SiO_2$ , $MgO$ and other oxides, particulate matter, sulfur compounds, sulfur dioxide
Gas fuel	Natural gas	Hydrogen sulfide ( $H_2S$ ), accompanying toxic sulfur, nitrogen and other compounds

In connection with the increasing urbanization, changes in infrastructure of major cities, increase consumption of electricity and the widespread development of motor transport in air flows a significant number of different composition of aeropolitical, which under the influence of meteorological conditions can interact with each other. In these conditions great importance is the study of the biological consequences of the combined effects of environmental factors on various body systems, primarily for systems that are directly and constantly in contact with atmospheric air [80].

The mucous membrane of the upper airways is one of the protective barriers of the human body. It interacts with various pathogenic factors of the environment. It assumes the most part of harmful substances of the atmospheric air.

The main "gate" for the air pollutants is the human lungs. Every day an adult sniffs 10 –12 thousand litres of air. The total area of the adult's pulmonary alveolus is 80–90 m<sup>2</sup>, the thickness of an alveolar–capillary membrane is 0,8 microns. The lung's pathology which is formed as a result of influence of polluting substances, includes upper respiratory tract infections (rhinitis, laryngitis and pharyngitis) and also includes diseases of the proximal and distal parts of the

respiratory tree – (tracheitis, bronchitis, chronic obstructive pulmonary disease, asthma, bronchiolitis and neoplasms).

Long-term research in the field of medicine proved that the particles of coal ash cause the mass death of pulmonary macrophages, and soot contributes to the increased frequency of catarrhal changes in the nasopharynx. Established direct link between high concentrations of ash particles and soot in the air with chronic bronchitis, as well as soot with allergic rhinitis [60].

The respiratory system consists of nose, pharynx, trachea, bronchi and lungs (Figure 47).

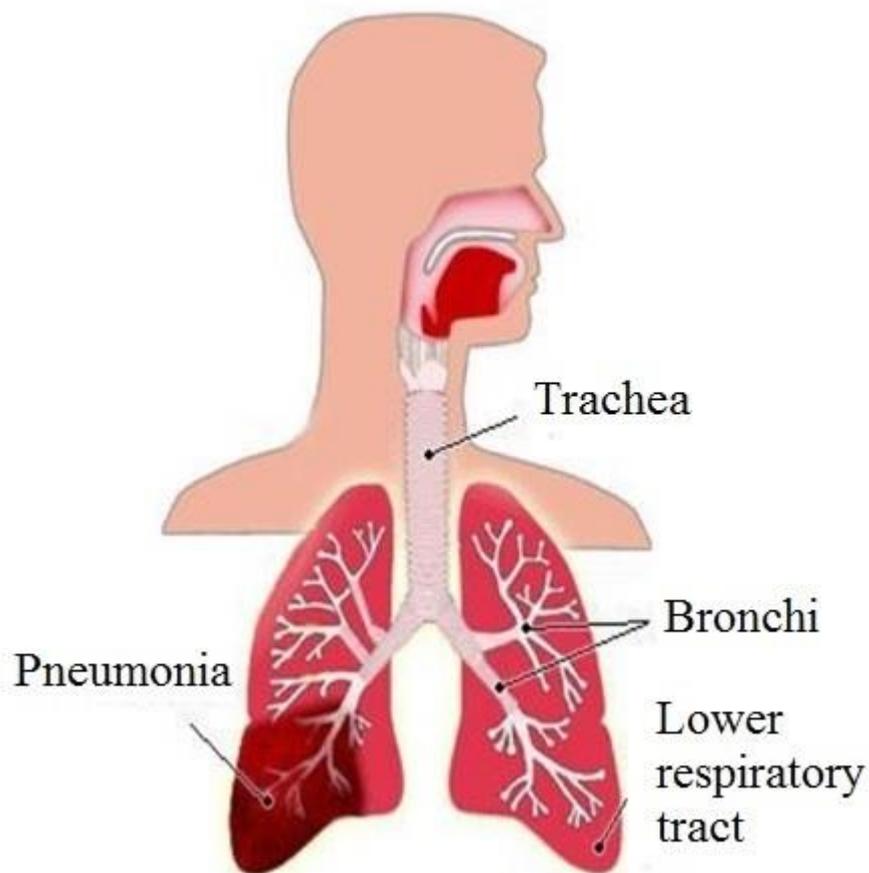


Figure 47 – The human respiratory system

The respiratory system consists of (Figure 48):

1. the upper Airways (nasal cavity, nasopharynx, oropharynx, larynx);
2. lower Airways (trachea and bronchi);
3. the parenchyma of the lungs, the pleura and its cavity;

4. the apparatus providing respiratory motion (edges with adjacent bone formation, respiratory muscles).

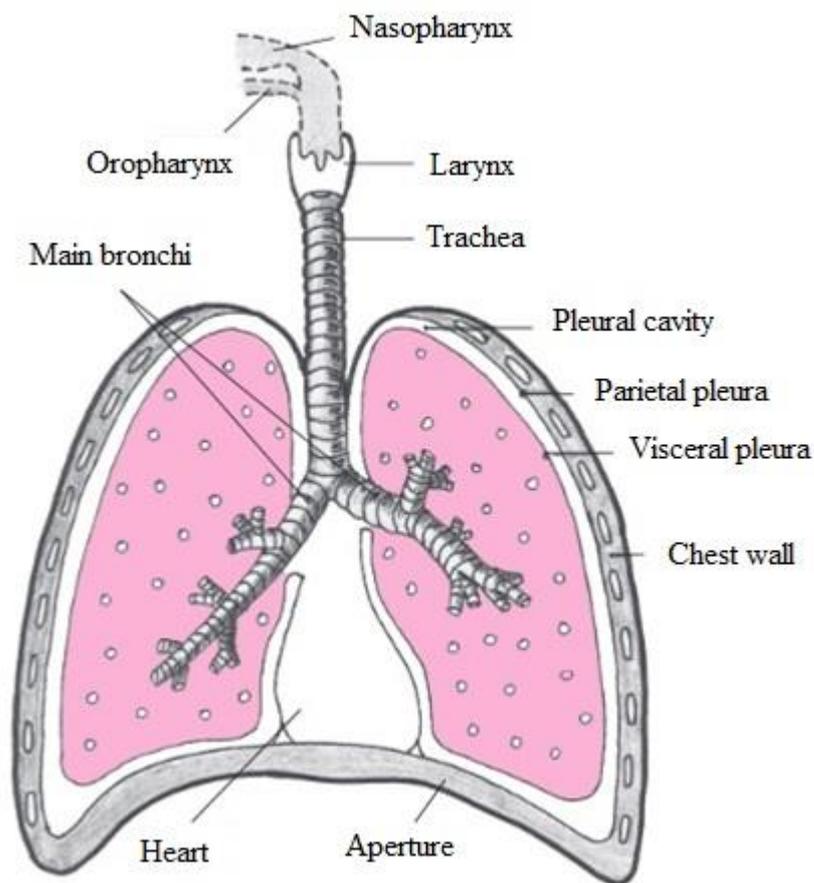


Figure 48 – the scheme of the structure of the human respiratory system.

Among the risk factors for respiratory diseases (BOD) fraction of air pollution can be up to 40% [82]. So, in the industrial cities of Siberia almost 50% of cases of acute exacerbations of chronic nonspecific pulmonary diseases associated with air pollution emissions from industrial enterprises [52].

To quantify the impact of pollutants an integral index of the air pollution is used. It takes into account the concentration of various substances and represents the total level of air pollution in a year. Owing the fact that integral index of the air pollution is calculated according to the annual average of the concentration of harmful impurities, it can be an indicator of the chronic exposure of the air pollution on the human body (table 36) [17].

Table 36 – the different levels of the atmospheric air pollution by integral index of the air pollution.

The level of air pollution	Integral index of the air pollution
Low	less than 5
Increased	from 5 to 6
High	from 7 to 13
Very high	more or equally 14

As a rule, 5 major pollutants determine the total value of integral index of the air pollution (benzo[a]pyrene, formaldehyde, nitrogen dioxide, oxocarbon and suspended material).

Benzo[a]pyrene enters the atmosphere during the combustion of different types of fuel. WHO (World Health Organization) fixed an annual average 0,001 microns/m<sup>3</sup> as a value above which adverse health effects can be observed, including the occurrence of malignant tumours.

Formaldehyde is found in harmful emissions of thermal power stations and other industrial furnaces. Natural concentrations have no impact on the human health but the high concentration of manufactured formaldehydes is dangerous for it. They provoke a headache, loss of attention and eye irritation. Respiratory tract, lungs and mucous tissue of the gastrointestinal tract are damaged. The allergic reactions which caused by formaldehyde disrupt the action of internal organs and provoke chronic diseases. Genetic pattern is suffered and may cause cancer. Free formaldehyde deactivates a number of enzymes in organs and tissue, suppresses synthesis of nucleic acid and breaks an exchange of vitamin C.

Nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) makes a human more susceptible to pathogens which cause respiratory diseases. Long-term exposure of nitrogen oxide is a source of the cell's growth in bronchus, the deterioration of lung resistance to bacteria and alveolar distension. People with chronic diseases of the respiratory tract are more sensitive to direct impact of NO<sub>2</sub>. The development of complications is easier with short-term respiratory infections [79, 91].

The impact of sulphur dioxide on a human being leads to an increase of the total mortality from diseases of the respiratory tract. Oxocarbon, even at low concentrations is a potentially toxic gas [30, 73, 96].

Suspended solids breaking into the respiratory system damage the functions of breathing system and blood circulation. The inhaled particles influence as on the respiratory tract as on the other organs due to the toxic impact of the components [92, 95, 96]. Illnesses of the population of Tomsk Oblast by main categories of diseases are given in table 37. Figure 49 presents the structure of diseases among the population.

Table 37 – The patients with the diagnosis which was made for the first time.

Disease	Year					
	2010	2010	2010	2010	2010	2010
	All people					
All diseases	984336	1044520	1074503	1149588	1088027	1113579
from them:						
some infectious and parasitic diseases	44794	44197	47333	48217	48464	49159
neoplasms	15202	15995	16809	18704	18965	18413
hematologic diseases and blood-forming tissue diseases	4496	4533	4817	5558	5821	6680
disease of endocrine system, eating disorder, metabolic disorder and violation of the immunity	19758	21069	26017	32548	30092	30520
neurological disorders	23172	25973	26809	28577	27152	28848
circulatory system diseases	37331	41206	43133	47779	44631	57201
diseases of the respiratory organs	401875	418069	417141	445093	406852	412964
diseases of the digestive organs	44178	49842	55596	57361	60518	73999
skin disease and disease of subcutaneous tissue	52628	55012	55218	59352	59628	56434
muscular disorders and diseases of connective tissue	56707	63675	60213	68100	70548	72294
genitourinary disorders	66554	80385	83396	94224	92024	79383
pregnancy complications, childbirth complications, post-natal complications	25201	19950	20098	20026	18600	18683
congenital disorders, deformation and chromosome abnormalities	2666	2818	2836	2983	3208	3716
injuries and poisoning	82534	88626	88842	89676	79617	77433

From the presented data it is seen that most inhabitants of the Tomsk Oblast suffer from diseases of the respiratory system [37, 79].

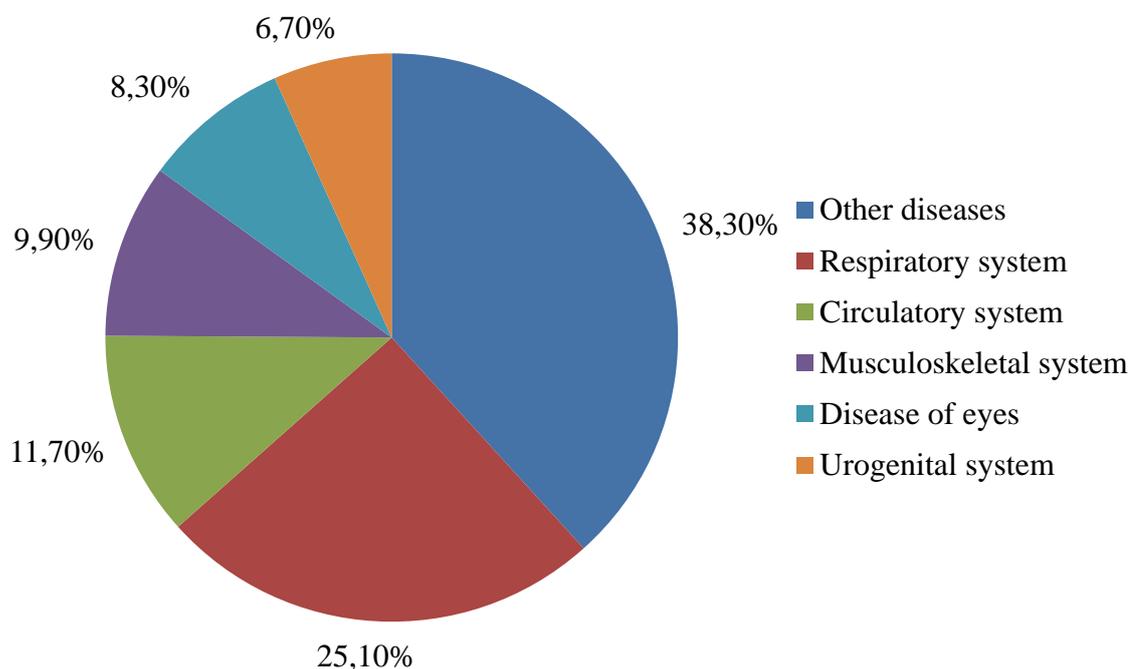


Figure 49 – The diseases among of the population of Tomsk Oblast

It should be pointed out that such factors as the impact of the unfavorable environment and the resistance of many micro-organisms to the existing antibacterial drugs influence on the prevalence of diseases of the respiratory system. This contributes to the fact that diseases of the respiratory system continue to hold the leading position in the structure of morbidity and mortality of people in many countries. These diseases determine the relevance of the issue and the necessity of cooperation of different specialists in this branch of medicine [58, 82, 94, 116].

The environment influences the health of the population in the unpolluted and polluted condition. There are diseases which are connected with deficient or excessive content of the elements in the natural environment [30, 60, 82, 87].

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### УПРЗА ЭКОЛОГ, версия 3.1 Copyright © 1990–2010 ФИРМА "ИНТЕГРАЛ"

Серийный номер 01–01–0185, ГОУ ВПО "ТПУ"

**Предприятие номер 1; Котельная на угле (с. Новониколаевка)**  
Город Томск

Вариант исходных данных: 1, Труба котельной  
Вариант расчета: Новый вариант расчета  
Расчет проведен на зиму  
Расчетный модуль: "ОНД–86 стандартный"  
Расчетные константы: E1= 0,01, E2=0,01, E3=0,01, S=999999,99 кв.км.

#### Метеорологические параметры

Средняя температура наружного воздуха самого жаркого месяца	23,7° С
Средняя температура наружного воздуха самого холодного месяца	–19,2° С
Коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы А	200
Максимальная скорость ветра в данной местности (повторяемость превышения в пределах 5%)	5 м/с

#### Структура предприятия (площадки, цеха)

Номер	Наименование площадки (цеха)
-------	------------------------------

#### Выбросы источников по веществам

Учет:

"%" – источник учитывается с исключением из фона;  
"+" – источник учитывается без исключения из фона;  
"–" – источник не учитывается и его вклад исключается из фона.  
При отсутствии отметок источник не учитывается.

Источники, помеченные к учету знаком «–» или непомеченные («»), в общей сумме не учитываются

Типы источников:

1 – точечный;  
2 – линейный;  
3 – неорганизованный;  
4 – совокупность точечных, объединенных для расчета в одну площадную;  
5 – неорганизованный с нестационарной по времени мощностью выброса;  
6 – точечный, с зонтом или горизонтальным направлением выброса;  
7 – совокупность точечных с зонтами или горизонтальным направлением выброса;  
8 – автомагистраль.

#### Вещество: 0301 Азота диоксид (Азот (IV) оксид)

№ пл.	№ цех	№ ист.	Тип	Учет	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
							См/ПДК	Xm	Um (м/с)	См/ПДК	Xm	Um (м/с)
0	0	1	1	%	0,0612100	1	0,1359	69,48	0,6050	0,0978	87,55	0,7875
<b>Итого:</b>					<b>0,0612100</b>		<b>0,1359</b>			<b>0,0978</b>		

#### Вещество: 0304 Азот (II) оксид (Азота оксид)

№ пл.	№ цех	№ ист.	Тип	Учет	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
							См/ПДК	Xm	Um (м/с)	См/ПДК	Xm	Um (м/с)
0	0	1	1	%	0,0245900	1	0,0273	69,48	0,6050	0,0196	87,55	0,7875
<b>Итого:</b>					<b>0,0245900</b>		<b>0,0273</b>			<b>0,0196</b>		

**Вещество: 0328 Углерод (Сажа)**

№ пл.	№ цех	№ ист.	Тип	Учет	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
							См/ПДК	Xm	Um (м/с)	См/ПДК	Xm	Um (м/с)
0	0	1	1	%	0,0000050	1	0,0000	69,48	0,6050	0,0000	87,55	0,7875
<b>Итого:</b>					<b>0,0000050</b>		<b>0,0000</b>			<b>0,0000</b>		

**Вещество: 0330 Сера диоксид (Ангидрид сернистый)**

№ пл.	№ цех	№ ист.	Тип	Учет	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
							См/ПДК	Xm	Um (м/с)	См/ПДК	Xm	Um (м/с)
0	0	1	1	%	0,1097910	1	0,0975	69,48	0,6050	0,0701	87,55	0,7875
<b>Итого:</b>					<b>0,1097910</b>		<b>0,0975</b>			<b>0,0701</b>		

**Вещество: 0337 Углерод оксид**

№ пл.	№ цех	№ ист.	Тип	Учет	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
							См/ПДК	Xm	Um (м/с)	См/ПДК	Xm	Um (м/с)
0	0	1	1	%	0,1571000	1	0,0139	69,48	0,6050	0,0100	87,55	0,7875
<b>Итого:</b>					<b>0,1571000</b>		<b>0,0139</b>			<b>0,0100</b>		

**Вещество: 0703 Бенз/а/пирен (3,4–Бензпирен)**

№ пл.	№ цех	№ ист.	Тип	Учет	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
							См/ПДК	Xm	Um (м/с)	См/ПДК	Xm	Um (м/с)
0	0	1	1	%	0,0000002	1	0,0089	69,48	0,6050	0,0064	87,55	0,7875
<b>Итого:</b>					<b>0,0000002</b>		<b>0,0089</b>			<b>0,0064</b>		

**Вещество: 2902 Взвешенные вещества**

№ пл.	№ цех	№ ист.	Тип	Учет	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
							См/ПДК	Xm	Um (м/с)	См/ПДК	Xm	Um (м/с)
0	0	1	1	%	0,1463340	1	0,1299	69,48	0,6050	0,0935	87,55	0,7875
<b>Итого:</b>					<b>0,1463340</b>		<b>0,1299</b>			<b>0,0935</b>		

**Выбросы источников по группам суммации**

Учет:

"%" – источник учитывается с исключением из фона;

"+" – источник учитывается без исключения из фона;

"-" – источник не учитывается и его вклад исключается из фона.

При отсутствии отметок источник не учитывается.

Источники, помеченные к учету знаком «-» или непомеченные («»), в общей сумме не учитываются

Типы источников:

1 – точечный;

2 – линейный;

3 – неорганизованный;

4 – совокупность точечных, объединенных для расчета в один площадной;

5 – неорганизованный с нестационарной по времени мощностью выброса;

6 – точечный, с зонтом или горизонтальным направлением выброса;

7 – совокупность точечных с зонтами или горизонтальным направлением выброса;

8 – автомагистраль.

**Группа суммации: 6204**

№ пл.	№ цех	№ ист.	Тип	Учет	Код в-ва	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
								См/ПДК	Xm	Um (м/с)	См/ПДК	Xm	Um (м/с)
0	0	1	1	%	0301	0,0612100	1	0,1359	69,48	0,6050	0,0978	87,55	0,7875
0	0	1	1	%	0330	0,1097910	1	0,0975	69,48	0,6050	0,0701	87,55	0,7875
<b>Итого:</b>						<b>0,1710010</b>		<b>0,2334</b>			<b>0,1679</b>		

## Расчет проводился по веществам (группам суммации)

Код	Наименование вещества	Предельно Допустимая Концентрация			*Поправ. коэф. к ПДК/ОБУ В	Фоновая концентр.	
		Тип	Спр. значение	Исп. в расч.		Учет	Интерп.
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	ПДК м/р	0,2000000	0,2000000	1	Нет	Нет
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	ПДК м/р	0,4000000	0,4000000	1	Нет	Нет
0328	Углерод (Сажа)	ПДК м/р	0,1500000	0,1500000	1	Нет	Нет
0330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	ПДК м/р	0,5000000	0,5000000	1	Нет	Нет
0337	Углерод оксид	ПДК м/р	5,0000000	5,0000000	1	Нет	Нет
0703	Бенз/а/пирен (3,4–Бензпирен)	ПДК с/с	0,0000010	0,0000100	1	Нет	Нет
2902	Взвешенные вещества	ПДК м/р	0,5000000	0,5000000	1	Нет	Нет
6204	Группа неполной суммации с коэффициентом "1,6": Серы диоксид, азота диоксид	Группа	–	–	1	Нет	Нет

\*Используется при необходимости применения особых нормативных требований. При изменении значения параметра "Поправочный коэффициент к ПДК/ОБУВ", по умолчанию равного 1, получаемые результаты расчета максимальной концентрации следует сравнивать не со значением коэффициента, а с 1.

### Перебор метеопараметров при расчете Набор–автомат

Перебор скоростей ветра осуществляется автоматически

Направление ветра

Начало сектора	Конец сектора	Шаг перебора ветра
0	360	1

### Расчетные области

Расчетные площадки

№	Тип	Полное описание площадки				Ширина, (м)	Шаг, (м)		Высота, (м)	Комментарий
		Координаты середины 1–й стороны (м)		Координаты середины 2–й стороны (м)			X	Y		
		X	Y	X	Y					
1	Автомат	0	0	0	0	875	0	0	0	

### Вещества, расчет для которых не целесообразен Критерий целесообразности расчета E3=0,01

Код	Наименование	Сумма См/ПДК
0328	Углерод (Сажа)	0,0000106
0703	Бенз/а/пирен (3,4–Бензпирен)	0,0063890

### Результаты расчета и вклады по веществам (расчетные площадки)

Вещество: 0301 Азота диоксид (Азот (IV) оксид)

**Площадка: 1**  
**Поле максимальных концентраций**

Коорд X(м)	Коорд Y(м)	Концентр. (д. ПДК)	Напр.ветра	Скор.ветра	Фон (д. ПДК)	Фон до исключения
-925	-925	5,6e-3	45	5,00	0,000	0,000
-925	-740	6,5e-3	51	5,00	0,000	0,000
-925	-555	7,5e-3	59	5,00	0,000	0,000
-925	-370	8,4e-3	68	5,00	0,000	0,000
-925	-185	9,0e-3	79	5,00	0,000	0,000
-925	0	9,3e-3	90	3,84	0,000	0,000
-925	185	9,0e-3	101	5,00	0,000	0,000
-925	370	8,4e-3	112	5,00	0,000	0,000
-925	555	7,5e-3	121	5,00	0,000	0,000
-925	740	6,5e-3	129	5,00	0,000	0,000
-925	925	5,6e-3	135	5,00	0,000	0,000
-740	-925	6,5e-3	39	5,00	0,000	0,000
-740	-740	7,8e-3	45	5,00	0,000	0,000
-740	-555	9,3e-3	53	3,84	0,000	0,000
-740	-370	0,01	63	2,95	0,000	0,000
-740	-185	0,01	76	2,26	0,000	0,000
-740	0	0,01	90	1,74	0,000	0,000
-740	185	0,01	104	2,26	0,000	0,000
-740	370	0,01	117	2,95	0,000	0,000
-740	555	9,3e-3	127	3,84	0,000	0,000
-740	740	7,8e-3	135	5,00	0,000	0,000
-740	925	6,5e-3	141	5,00	0,000	0,000
-555	-925	7,5e-3	31	5,00	0,000	0,000
-555	-740	9,3e-3	37	3,84	0,000	0,000
-555	-555	0,01	45	2,26	0,000	0,000
-555	-370	0,02	56	1,74	0,000	0,000
-555	-185	0,02	72	1,74	0,000	0,000
-555	0	0,02	90	1,34	0,000	0,000
-555	185	0,02	108	1,74	0,000	0,000
-555	370	0,02	124	1,74	0,000	0,000
-555	555	0,01	135	2,26	0,000	0,000
-555	740	9,3e-3	143	3,84	0,000	0,000
-555	925	7,5e-3	149	5,00	0,000	0,000
-370	-925	8,4e-3	22	5,00	0,000	0,000
-370	-740	0,01	27	2,95	0,000	0,000
-370	-555	0,02	34	1,74	0,000	0,000
-370	-370	0,02	45	1,34	0,000	0,000
-370	-185	0,03	63	1,34	0,000	0,000
-370	0	0,04	90	1,34	0,000	0,000
-370	185	0,03	117	1,34	0,000	0,000
-370	370	0,02	135	1,34	0,000	0,000
-370	555	0,02	146	1,74	0,000	0,000
-370	740	0,01	153	2,95	0,000	0,000
-370	925	8,4e-3	158	5,00	0,000	0,000
-185	-925	9,0e-3	11	5,00	0,000	0,000
-185	-740	0,01	14	2,26	0,000	0,000
-185	-555	0,02	18	1,74	0,000	0,000
-185	-370	0,03	27	1,34	0,000	0,000
-185	-185	0,05	45	1,03	0,000	0,000
-185	0	0,07	90	1,03	0,000	0,000
-185	185	0,05	135	1,03	0,000	0,000
-185	370	0,03	153	1,34	0,000	0,000
-185	555	0,02	162	1,74	0,000	0,000
-185	740	0,01	166	2,26	0,000	0,000
-185	925	9,0e-3	169	5,00	0,000	0,000

0	-925	9,3e-3	0	3,84	0,000	0,000
0	-740	0,01	0	1,74	0,000	0,000
0	-555	0,02	0	1,34	0,000	0,000
0	-370	0,04	0	1,34	0,000	0,000
0	-185	0,07	0	1,03	0,000	0,000
0	0	0,00	-	-	0,000	0,000
0	185	0,07	180	1,03	0,000	0,000
0	370	0,04	180	1,34	0,000	0,000
0	555	0,02	180	1,34	0,000	0,000
0	740	0,01	180	1,74	0,000	0,000
0	925	9,3e-3	180	3,84	0,000	0,000
185	-925	9,0e-3	349	5,00	0,000	0,000
185	-740	0,01	346	2,26	0,000	0,000
185	-555	0,02	342	1,74	0,000	0,000
185	-370	0,03	333	1,34	0,000	0,000
185	-185	0,05	315	1,03	0,000	0,000
185	0	0,07	270	1,03	0,000	0,000
185	185	0,05	225	1,03	0,000	0,000
185	370	0,03	207	1,34	0,000	0,000
185	555	0,02	198	1,74	0,000	0,000
185	740	0,01	194	2,26	0,000	0,000
185	925	9,0e-3	191	5,00	0,000	0,000
370	-925	8,4e-3	338	5,00	0,000	0,000
370	-740	0,01	333	2,95	0,000	0,000
370	-555	0,02	326	1,74	0,000	0,000
370	-370	0,02	315	1,34	0,000	0,000
370	-185	0,03	297	1,34	0,000	0,000
370	0	0,04	270	1,34	0,000	0,000
370	185	0,03	243	1,34	0,000	0,000
370	370	0,02	225	1,34	0,000	0,000
370	555	0,02	214	1,74	0,000	0,000
370	740	0,01	207	2,95	0,000	0,000
370	925	8,4e-3	202	5,00	0,000	0,000
555	-925	7,5e-3	329	5,00	0,000	0,000
555	-740	9,3e-3	323	3,84	0,000	0,000
555	-555	0,01	315	2,26	0,000	0,000
555	-370	0,02	304	1,74	0,000	0,000
555	-185	0,02	288	1,74	0,000	0,000
555	0	0,02	270	1,34	0,000	0,000
555	185	0,02	252	1,74	0,000	0,000
555	370	0,02	236	1,74	0,000	0,000
555	555	0,01	225	2,26	0,000	0,000
555	740	9,3e-3	217	3,84	0,000	0,000
555	925	7,5e-3	211	5,00	0,000	0,000
740	-925	6,5e-3	321	5,00	0,000	0,000
740	-740	7,8e-3	315	5,00	0,000	0,000
740	-555	9,3e-3	307	3,84	0,000	0,000
740	-370	0,01	297	2,95	0,000	0,000
740	-185	0,01	284	2,26	0,000	0,000
740	0	0,01	270	1,74	0,000	0,000
740	185	0,01	256	2,26	0,000	0,000
740	370	0,01	243	2,95	0,000	0,000
740	555	9,3e-3	233	3,84	0,000	0,000
740	740	7,8e-3	225	5,00	0,000	0,000
740	925	6,5e-3	219	5,00	0,000	0,000
925	-925	5,6e-3	315	5,00	0,000	0,000
925	-740	6,5e-3	309	5,00	0,000	0,000
925	-555	7,5e-3	301	5,00	0,000	0,000
925	-370	8,4e-3	292	5,00	0,000	0,000

925	-185	9,0e-3	281	5,00	0,000	0,000
925	0	9,3e-3	270	3,84	0,000	0,000
925	185	9,0e-3	259	5,00	0,000	0,000
925	370	8,4e-3	248	5,00	0,000	0,000
925	555	7,5e-3	239	5,00	0,000	0,000
925	740	6,5e-3	231	5,00	0,000	0,000
925	925	5,6e-3	225	5,00	0,000	0,000

**Вещество: 0304 Азот (II) оксид (Азота оксид)**

**Площадка: 1**

**Поле максимальных концентраций**

Коорд X(м)	Коорд Y(м)	Концентр. (д. ПДК)	Напр.ветра	Скор.ветра	Фон (д. ПДК)	Фон до исключения
-925	-925	1,1e-3	45	5,00	0,000	0,000
-925	-740	1,3e-3	51	5,00	0,000	0,000
-925	-555	1,5e-3	59	5,00	0,000	0,000
-925	-370	1,7e-3	68	5,00	0,000	0,000
-925	-185	1,8e-3	79	5,00	0,000	0,000
-925	0	1,9e-3	90	3,84	0,000	0,000
-925	185	1,8e-3	101	5,00	0,000	0,000
-925	370	1,7e-3	112	5,00	0,000	0,000
-925	555	1,5e-3	121	5,00	0,000	0,000
-925	740	1,3e-3	129	5,00	0,000	0,000
-925	925	1,1e-3	135	5,00	0,000	0,000
-740	-925	1,3e-3	39	5,00	0,000	0,000
-740	-740	1,6e-3	45	5,00	0,000	0,000
-740	-555	1,9e-3	53	3,84	0,000	0,000
-740	-370	2,2e-3	63	2,95	0,000	0,000
-740	-185	2,5e-3	76	2,26	0,000	0,000
-740	0	2,6e-3	90	1,74	0,000	0,000
-740	185	2,5e-3	104	2,26	0,000	0,000
-740	370	2,2e-3	117	2,95	0,000	0,000
-740	555	1,9e-3	127	3,84	0,000	0,000
-740	740	1,6e-3	135	5,00	0,000	0,000
-740	925	1,3e-3	141	5,00	0,000	0,000
-555	-925	1,5e-3	31	5,00	0,000	0,000
-555	-740	1,9e-3	37	3,84	0,000	0,000
-555	-555	2,4e-3	45	2,26	0,000	0,000
-555	-370	3,1e-3	56	1,74	0,000	0,000
-555	-185	3,8e-3	72	1,74	0,000	0,000
-555	0	4,1e-3	90	1,34	0,000	0,000
-555	185	3,8e-3	108	1,74	0,000	0,000
-555	370	3,1e-3	124	1,74	0,000	0,000
-555	555	2,4e-3	135	2,26	0,000	0,000
-555	740	1,9e-3	143	3,84	0,000	0,000
-555	925	1,5e-3	149	5,00	0,000	0,000
-370	-925	1,7e-3	22	5,00	0,000	0,000
-370	-740	2,2e-3	27	2,95	0,000	0,000
-370	-555	3,1e-3	34	1,74	0,000	0,000
-370	-370	4,5e-3	45	1,34	0,000	0,000
-370	-185	6,3e-3	63	1,34	0,000	0,000
-370	0	7,3e-3	90	1,34	0,000	0,000
-370	185	6,3e-3	117	1,34	0,000	0,000
-370	370	4,5e-3	135	1,34	0,000	0,000
-370	555	3,1e-3	146	1,74	0,000	0,000
-370	740	2,2e-3	153	2,95	0,000	0,000
-370	925	1,7e-3	158	5,00	0,000	0,000
-185	-925	1,8e-3	11	5,00	0,000	0,000

-185	-740	2,5e-3	14	2,26	0,000	0,000
-185	-555	3,8e-3	18	1,74	0,000	0,000
-185	-370	6,3e-3	27	1,34	0,000	0,000
-185	-185	0,01	45	1,03	0,000	0,000
-185	0	0,01	90	1,03	0,000	0,000
-185	185	0,01	135	1,03	0,000	0,000
-185	370	6,3e-3	153	1,34	0,000	0,000
-185	555	3,8e-3	162	1,74	0,000	0,000
-185	740	2,5e-3	166	2,26	0,000	0,000
-185	925	1,8e-3	169	5,00	0,000	0,000
0	-925	1,9e-3	0	3,84	0,000	0,000
0	-740	2,6e-3	0	1,74	0,000	0,000
0	-555	4,1e-3	0	1,34	0,000	0,000
0	-370	7,3e-3	0	1,34	0,000	0,000
0	-185	0,01	0	1,03	0,000	0,000
0	0	0,00	-	-	0,000	0,000
0	185	0,01	180	1,03	0,000	0,000
0	370	7,3e-3	180	1,34	0,000	0,000
0	555	4,1e-3	180	1,34	0,000	0,000
0	740	2,6e-3	180	1,74	0,000	0,000
0	925	1,9e-3	180	3,84	0,000	0,000
185	-925	1,8e-3	349	5,00	0,000	0,000
185	-740	2,5e-3	346	2,26	0,000	0,000
185	-555	3,8e-3	342	1,74	0,000	0,000
185	-370	6,3e-3	333	1,34	0,000	0,000
185	-185	0,01	315	1,03	0,000	0,000
185	0	0,01	270	1,03	0,000	0,000
185	185	0,01	225	1,03	0,000	0,000
185	370	6,3e-3	207	1,34	0,000	0,000
185	555	3,8e-3	198	1,74	0,000	0,000
185	740	2,5e-3	194	2,26	0,000	0,000
185	925	1,8e-3	191	5,00	0,000	0,000
370	-925	1,7e-3	338	5,00	0,000	0,000
370	-740	2,2e-3	333	2,95	0,000	0,000
370	-555	3,1e-3	326	1,74	0,000	0,000
370	-370	4,5e-3	315	1,34	0,000	0,000
370	-185	6,3e-3	297	1,34	0,000	0,000
370	0	7,3e-3	270	1,34	0,000	0,000
370	185	6,3e-3	243	1,34	0,000	0,000
370	370	4,5e-3	225	1,34	0,000	0,000
370	555	3,1e-3	214	1,74	0,000	0,000
370	740	2,2e-3	207	2,95	0,000	0,000
370	925	1,7e-3	202	5,00	0,000	0,000
555	-925	1,5e-3	329	5,00	0,000	0,000
555	-740	1,9e-3	323	3,84	0,000	0,000
555	-555	2,4e-3	315	2,26	0,000	0,000
555	-370	3,1e-3	304	1,74	0,000	0,000
555	-185	3,8e-3	288	1,74	0,000	0,000
555	0	4,1e-3	270	1,34	0,000	0,000
555	185	3,8e-3	252	1,74	0,000	0,000
555	370	3,1e-3	236	1,74	0,000	0,000
555	555	2,4e-3	225	2,26	0,000	0,000
555	740	1,9e-3	217	3,84	0,000	0,000
555	925	1,5e-3	211	5,00	0,000	0,000
740	-925	1,3e-3	321	5,00	0,000	0,000
740	-740	1,6e-3	315	5,00	0,000	0,000
740	-555	1,9e-3	307	3,84	0,000	0,000
740	-370	2,2e-3	297	2,95	0,000	0,000
740	-185	2,5e-3	284	2,26	0,000	0,000

740	0	2,6e-3	270	1,74	0,000	0,000
740	185	2,5e-3	256	2,26	0,000	0,000
740	370	2,2e-3	243	2,95	0,000	0,000
740	555	1,9e-3	233	3,84	0,000	0,000
740	740	1,6e-3	225	5,00	0,000	0,000
740	925	1,3e-3	219	5,00	0,000	0,000
925	-925	1,1e-3	315	5,00	0,000	0,000
925	-740	1,3e-3	309	5,00	0,000	0,000
925	-555	1,5e-3	301	5,00	0,000	0,000
925	-370	1,7e-3	292	5,00	0,000	0,000
925	-185	1,8e-3	281	5,00	0,000	0,000
925	0	1,9e-3	270	3,84	0,000	0,000
925	185	1,8e-3	259	5,00	0,000	0,000
925	370	1,7e-3	248	5,00	0,000	0,000
925	555	1,5e-3	239	5,00	0,000	0,000
925	740	1,3e-3	231	5,00	0,000	0,000
925	925	1,1e-3	225	5,00	0,000	0,000

**Вещество: 0330 Сера диоксид (Ангидрид сернистый)**

**Площадка: 1**

**Поле максимальных концентраций**

Коорд X(м)	Коорд Y(м)	Концентр. (д. ПДК)	Напр.ветра	Скор.ветра	Фон (д. ПДК)	Фон до исключения
-925	-925	4,0e-3	45	5,00	0,000	0,000
-925	-740	4,7e-3	51	5,00	0,000	0,000
-925	-555	5,4e-3	59	5,00	0,000	0,000
-925	-370	6,0e-3	68	5,00	0,000	0,000
-925	-185	6,5e-3	79	5,00	0,000	0,000
-925	0	6,7e-3	90	3,84	0,000	0,000
-925	185	6,5e-3	101	5,00	0,000	0,000
-925	370	6,0e-3	112	5,00	0,000	0,000
-925	555	5,4e-3	121	5,00	0,000	0,000
-925	740	4,7e-3	129	5,00	0,000	0,000
-925	925	4,0e-3	135	5,00	0,000	0,000
-740	-925	4,7e-3	39	5,00	0,000	0,000
-740	-740	5,6e-3	45	5,00	0,000	0,000
-740	-555	6,7e-3	53	3,84	0,000	0,000
-740	-370	7,9e-3	63	2,95	0,000	0,000
-740	-185	9,0e-3	76	2,26	0,000	0,000
-740	0	9,4e-3	90	1,74	0,000	0,000
-740	185	9,0e-3	104	2,26	0,000	0,000
-740	370	7,9e-3	117	2,95	0,000	0,000
-740	555	6,7e-3	127	3,84	0,000	0,000
-740	740	5,6e-3	135	5,00	0,000	0,000
-740	925	4,7e-3	141	5,00	0,000	0,000
-555	-925	5,4e-3	31	5,00	0,000	0,000
-555	-740	6,7e-3	37	3,84	0,000	0,000
-555	-555	8,6e-3	45	2,26	0,000	0,000
-555	-370	0,01	56	1,74	0,000	0,000
-555	-185	0,01	72	1,74	0,000	0,000
-555	0	0,01	90	1,34	0,000	0,000
-555	185	0,01	108	1,74	0,000	0,000
-555	370	0,01	124	1,74	0,000	0,000
-555	555	8,6e-3	135	2,26	0,000	0,000
-555	740	6,7e-3	143	3,84	0,000	0,000
-555	925	5,4e-3	149	5,00	0,000	0,000
-370	-925	6,0e-3	22	5,00	0,000	0,000
-370	-740	7,9e-3	27	2,95	0,000	0,000
-370	-555	0,01	34	1,74	0,000	0,000

-370	-370	0,02	45	1,34	0,000	0,000
-370	-185	0,02	63	1,34	0,000	0,000
-370	0	0,03	90	1,34	0,000	0,000
-370	185	0,02	117	1,34	0,000	0,000
-370	370	0,02	135	1,34	0,000	0,000
-370	555	0,01	146	1,74	0,000	0,000
-370	740	7,9e-3	153	2,95	0,000	0,000
-370	925	6,0e-3	158	5,00	0,000	0,000
-185	-925	6,5e-3	11	5,00	0,000	0,000
-185	-740	9,0e-3	14	2,26	0,000	0,000
-185	-555	0,01	18	1,74	0,000	0,000
-185	-370	0,02	27	1,34	0,000	0,000
-185	-185	0,04	45	1,03	0,000	0,000
-185	0	0,05	90	1,03	0,000	0,000
-185	185	0,04	135	1,03	0,000	0,000
-185	370	0,02	153	1,34	0,000	0,000
-185	555	0,01	162	1,74	0,000	0,000
-185	740	9,0e-3	166	2,26	0,000	0,000
-185	925	6,5e-3	169	5,00	0,000	0,000
0	-925	6,7e-3	0	3,84	0,000	0,000
0	-740	9,4e-3	0	1,74	0,000	0,000
0	-555	0,01	0	1,34	0,000	0,000
0	-370	0,03	0	1,34	0,000	0,000
0	-185	0,05	0	1,03	0,000	0,000
0	0	0,00	-	-	0,000	0,000
0	185	0,05	180	1,03	0,000	0,000
0	370	0,03	180	1,34	0,000	0,000
0	555	0,01	180	1,34	0,000	0,000
0	740	9,4e-3	180	1,74	0,000	0,000
0	925	6,7e-3	180	3,84	0,000	0,000
185	-925	6,5e-3	349	5,00	0,000	0,000
185	-740	9,0e-3	346	2,26	0,000	0,000
185	-555	0,01	342	1,74	0,000	0,000
185	-370	0,02	333	1,34	0,000	0,000
185	-185	0,04	315	1,03	0,000	0,000
185	0	0,05	270	1,03	0,000	0,000
185	185	0,04	225	1,03	0,000	0,000
185	370	0,02	207	1,34	0,000	0,000
185	555	0,01	198	1,74	0,000	0,000
185	740	9,0e-3	194	2,26	0,000	0,000
185	925	6,5e-3	191	5,00	0,000	0,000
370	-925	6,0e-3	338	5,00	0,000	0,000
370	-740	7,9e-3	333	2,95	0,000	0,000
370	-555	0,01	326	1,74	0,000	0,000
370	-370	0,02	315	1,34	0,000	0,000
370	-185	0,02	297	1,34	0,000	0,000
370	0	0,03	270	1,34	0,000	0,000
370	185	0,02	243	1,34	0,000	0,000
370	370	0,02	225	1,34	0,000	0,000
370	555	0,01	214	1,74	0,000	0,000
370	740	7,9e-3	207	2,95	0,000	0,000
370	925	6,0e-3	202	5,00	0,000	0,000
555	-925	5,4e-3	329	5,00	0,000	0,000
555	-740	6,7e-3	323	3,84	0,000	0,000
555	-555	8,6e-3	315	2,26	0,000	0,000
555	-370	0,01	304	1,74	0,000	0,000
555	-185	0,01	288	1,74	0,000	0,000
555	0	0,01	270	1,34	0,000	0,000
555	185	0,01	252	1,74	0,000	0,000

555	370	0,01	236	1,74	0,000	0,000
555	555	8,6e-3	225	2,26	0,000	0,000
555	740	6,7e-3	217	3,84	0,000	0,000
555	925	5,4e-3	211	5,00	0,000	0,000
740	-925	4,7e-3	321	5,00	0,000	0,000
740	-740	5,6e-3	315	5,00	0,000	0,000
740	-555	6,7e-3	307	3,84	0,000	0,000
740	-370	7,9e-3	297	2,95	0,000	0,000
740	-185	9,0e-3	284	2,26	0,000	0,000
740	0	9,4e-3	270	1,74	0,000	0,000
740	185	9,0e-3	256	2,26	0,000	0,000
740	370	7,9e-3	243	2,95	0,000	0,000
740	555	6,7e-3	233	3,84	0,000	0,000
740	740	5,6e-3	225	5,00	0,000	0,000
740	925	4,7e-3	219	5,00	0,000	0,000
925	-925	4,0e-3	315	5,00	0,000	0,000
925	-740	4,7e-3	309	5,00	0,000	0,000
925	-555	5,4e-3	301	5,00	0,000	0,000
925	-370	6,0e-3	292	5,00	0,000	0,000
925	-185	6,5e-3	281	5,00	0,000	0,000
925	0	6,7e-3	270	3,84	0,000	0,000
925	185	6,5e-3	259	5,00	0,000	0,000
925	370	6,0e-3	248	5,00	0,000	0,000
925	555	5,4e-3	239	5,00	0,000	0,000
925	740	4,7e-3	231	5,00	0,000	0,000
925	925	4,0e-3	225	5,00	0,000	0,000

**Вещество: 0337 Углерод оксид**  
**Площадка: 1**  
**Поле максимальных концентраций**

Коорд X(м)	Коорд Y(м)	Концентр. (д. ПДК)	Напр.ветра	Скор.ветра	Фон (д. ПДК)	Фон до исключения
-925	-925	5,7e-4	45	5,00	0,000	0,000
-925	-740	6,7e-4	51	5,00	0,000	0,000
-925	-555	7,7e-4	59	5,00	0,000	0,000
-925	-370	8,6e-4	68	5,00	0,000	0,000
-925	-185	9,3e-4	79	5,00	0,000	0,000
-925	0	9,5e-4	90	3,84	0,000	0,000
-925	185	9,3e-4	101	5,00	0,000	0,000
-925	370	8,6e-4	112	5,00	0,000	0,000
-925	555	7,7e-4	121	5,00	0,000	0,000
-925	740	6,7e-4	129	5,00	0,000	0,000
-925	925	5,7e-4	135	5,00	0,000	0,000
-740	-925	6,7e-4	39	5,00	0,000	0,000
-740	-740	8,0e-4	45	5,00	0,000	0,000
-740	-555	9,5e-4	53	3,84	0,000	0,000
-740	-370	1,1e-3	63	2,95	0,000	0,000
-740	-185	1,3e-3	76	2,26	0,000	0,000
-740	0	1,4e-3	90	1,74	0,000	0,000
-740	185	1,3e-3	104	2,26	0,000	0,000
-740	370	1,1e-3	117	2,95	0,000	0,000
-740	555	9,5e-4	127	3,84	0,000	0,000
-740	740	8,0e-4	135	5,00	0,000	0,000
-740	925	6,7e-4	141	5,00	0,000	0,000
-555	-925	7,7e-4	31	5,00	0,000	0,000
-555	-740	9,5e-4	37	3,84	0,000	0,000
-555	-555	1,2e-3	45	2,26	0,000	0,000
-555	-370	1,6e-3	56	1,74	0,000	0,000

-555	-185	2,0e-3	72	1,74	0,000	0,000
-555	0	2,1e-3	90	1,34	0,000	0,000
-555	185	2,0e-3	108	1,74	0,000	0,000
-555	370	1,6e-3	124	1,74	0,000	0,000
-555	555	1,2e-3	135	2,26	0,000	0,000
-555	740	9,5e-4	143	3,84	0,000	0,000
-555	925	7,7e-4	149	5,00	0,000	0,000
-370	-925	8,6e-4	22	5,00	0,000	0,000
-370	-740	1,1e-3	27	2,95	0,000	0,000
-370	-555	1,6e-3	34	1,74	0,000	0,000
-370	-370	2,3e-3	45	1,34	0,000	0,000
-370	-185	3,2e-3	63	1,34	0,000	0,000
-370	0	3,7e-3	90	1,34	0,000	0,000
-370	185	3,2e-3	117	1,34	0,000	0,000
-370	370	2,3e-3	135	1,34	0,000	0,000
-370	555	1,6e-3	146	1,74	0,000	0,000
-370	740	1,1e-3	153	2,95	0,000	0,000
-370	925	8,6e-4	158	5,00	0,000	0,000
-185	-925	9,3e-4	11	5,00	0,000	0,000
-185	-740	1,3e-3	14	2,26	0,000	0,000
-185	-555	2,0e-3	18	1,74	0,000	0,000
-185	-370	3,2e-3	27	1,34	0,000	0,000
-185	-185	5,5e-3	45	1,03	0,000	0,000
-185	0	7,3e-3	90	1,03	0,000	0,000
-185	185	5,5e-3	135	1,03	0,000	0,000
-185	370	3,2e-3	153	1,34	0,000	0,000
-185	555	2,0e-3	162	1,74	0,000	0,000
-185	740	1,3e-3	166	2,26	0,000	0,000
-185	925	9,3e-4	169	5,00	0,000	0,000
0	-925	9,5e-4	0	3,84	0,000	0,000
0	-740	1,4e-3	0	1,74	0,000	0,000
0	-555	2,1e-3	0	1,34	0,000	0,000
0	-370	3,7e-3	0	1,34	0,000	0,000
0	-185	7,3e-3	0	1,03	0,000	0,000
0	0	0,00	-	-	0,000	0,000
0	185	7,3e-3	180	1,03	0,000	0,000
0	370	3,7e-3	180	1,34	0,000	0,000
0	555	2,1e-3	180	1,34	0,000	0,000
0	740	1,4e-3	180	1,74	0,000	0,000
0	925	9,5e-4	180	3,84	0,000	0,000
185	-925	9,3e-4	349	5,00	0,000	0,000
185	-740	1,3e-3	346	2,26	0,000	0,000
185	-555	2,0e-3	342	1,74	0,000	0,000
185	-370	3,2e-3	333	1,34	0,000	0,000
185	-185	5,5e-3	315	1,03	0,000	0,000
185	0	7,3e-3	270	1,03	0,000	0,000
185	185	5,5e-3	225	1,03	0,000	0,000
185	370	3,2e-3	207	1,34	0,000	0,000
185	555	2,0e-3	198	1,74	0,000	0,000
185	740	1,3e-3	194	2,26	0,000	0,000
185	925	9,3e-4	191	5,00	0,000	0,000
370	-925	8,6e-4	338	5,00	0,000	0,000
370	-740	1,1e-3	333	2,95	0,000	0,000
370	-555	1,6e-3	326	1,74	0,000	0,000
370	-370	2,3e-3	315	1,34	0,000	0,000
370	-185	3,2e-3	297	1,34	0,000	0,000
370	0	3,7e-3	270	1,34	0,000	0,000
370	185	3,2e-3	243	1,34	0,000	0,000
370	370	2,3e-3	225	1,34	0,000	0,000

370	555	1,6e-3	214	1,74	0,000	0,000
370	740	1,1e-3	207	2,95	0,000	0,000
370	925	8,6e-4	202	5,00	0,000	0,000
555	-925	7,7e-4	329	5,00	0,000	0,000
555	-740	9,5e-4	323	3,84	0,000	0,000
555	-555	1,2e-3	315	2,26	0,000	0,000
555	-370	1,6e-3	304	1,74	0,000	0,000
555	-185	2,0e-3	288	1,74	0,000	0,000
555	0	2,1e-3	270	1,34	0,000	0,000
555	185	2,0e-3	252	1,74	0,000	0,000
555	370	1,6e-3	236	1,74	0,000	0,000
555	555	1,2e-3	225	2,26	0,000	0,000
555	740	9,5e-4	217	3,84	0,000	0,000
555	925	7,7e-4	211	5,00	0,000	0,000
740	-925	6,7e-4	321	5,00	0,000	0,000
740	-740	8,0e-4	315	5,00	0,000	0,000
740	-555	9,5e-4	307	3,84	0,000	0,000
740	-370	1,1e-3	297	2,95	0,000	0,000
740	-185	1,3e-3	284	2,26	0,000	0,000
740	0	1,4e-3	270	1,74	0,000	0,000
740	185	1,3e-3	256	2,26	0,000	0,000
740	370	1,1e-3	243	2,95	0,000	0,000
740	555	9,5e-4	233	3,84	0,000	0,000
740	740	8,0e-4	225	5,00	0,000	0,000
740	925	6,7e-4	219	5,00	0,000	0,000
925	-925	5,7e-4	315	5,00	0,000	0,000
925	-740	6,7e-4	309	5,00	0,000	0,000
925	-555	7,7e-4	301	5,00	0,000	0,000
925	-370	8,6e-4	292	5,00	0,000	0,000
925	-185	9,3e-4	281	5,00	0,000	0,000
925	0	9,5e-4	270	3,84	0,000	0,000
925	185	9,3e-4	259	5,00	0,000	0,000
925	370	8,6e-4	248	5,00	0,000	0,000
925	555	7,7e-4	239	5,00	0,000	0,000
925	740	6,7e-4	231	5,00	0,000	0,000
925	925	5,7e-4	225	5,00	0,000	0,000

**Вещество: 2902 Взвешенные вещества**  
**Площадка: 1**  
**Поле максимальных концентраций**

Коорд X(м)	Коорд Y(м)	Концентр. (д. ПДК)	Напр.ветра	Скор.ветра	Фон (д. ПДК)	Фон до исключения
-925	-925	5,3e-3	45	5,00	0,000	0,000
-925	-740	6,2e-3	51	5,00	0,000	0,000
-925	-555	7,2e-3	59	5,00	0,000	0,000
-925	-370	8,0e-3	68	5,00	0,000	0,000
-925	-185	8,6e-3	79	5,00	0,000	0,000
-925	0	8,9e-3	90	3,84	0,000	0,000
-925	185	8,6e-3	101	5,00	0,000	0,000
-925	370	8,0e-3	112	5,00	0,000	0,000
-925	555	7,2e-3	121	5,00	0,000	0,000
-925	740	6,2e-3	129	5,00	0,000	0,000
-925	925	5,3e-3	135	5,00	0,000	0,000
-740	-925	6,2e-3	39	5,00	0,000	0,000
-740	-740	7,5e-3	45	5,00	0,000	0,000
-740	-555	8,9e-3	53	3,84	0,000	0,000
-740	-370	0,01	63	2,95	0,000	0,000
-740	-185	0,01	76	2,26	0,000	0,000
-740	0	0,01	90	1,74	0,000	0,000

-740	185	0,01	104	2,26	0,000	0,000
-740	370	0,01	117	2,95	0,000	0,000
-740	555	8,9e-3	127	3,84	0,000	0,000
-740	740	7,5e-3	135	5,00	0,000	0,000
-740	925	6,2e-3	141	5,00	0,000	0,000
-555	-925	7,2e-3	31	5,00	0,000	0,000
-555	-740	8,9e-3	37	3,84	0,000	0,000
-555	-555	0,01	45	2,26	0,000	0,000
-555	-370	0,01	56	1,74	0,000	0,000
-555	-185	0,02	72	1,74	0,000	0,000
-555	0	0,02	90	1,34	0,000	0,000
-555	185	0,02	108	1,74	0,000	0,000
-555	370	0,01	124	1,74	0,000	0,000
-555	555	0,01	135	2,26	0,000	0,000
-555	740	8,9e-3	143	3,84	0,000	0,000
-555	925	7,2e-3	149	5,00	0,000	0,000
-370	-925	8,0e-3	22	5,00	0,000	0,000
-370	-740	0,01	27	2,95	0,000	0,000
-370	-555	0,01	34	1,74	0,000	0,000
-370	-370	0,02	45	1,34	0,000	0,000
-370	-185	0,03	63	1,34	0,000	0,000
-370	0	0,03	90	1,34	0,000	0,000
-370	185	0,03	117	1,34	0,000	0,000
-370	370	0,02	135	1,34	0,000	0,000
-370	555	0,01	146	1,74	0,000	0,000
-370	740	0,01	153	2,95	0,000	0,000
-370	925	8,0e-3	158	5,00	0,000	0,000
-185	-925	8,6e-3	11	5,00	0,000	0,000
-185	-740	0,01	14	2,26	0,000	0,000
-185	-555	0,02	18	1,74	0,000	0,000
-185	-370	0,03	27	1,34	0,000	0,000
-185	-185	0,05	45	1,03	0,000	0,000
-185	0	0,07	90	1,03	0,000	0,000
-185	185	0,05	135	1,03	0,000	0,000
-185	370	0,03	153	1,34	0,000	0,000
-185	555	0,02	162	1,74	0,000	0,000
-185	740	0,01	166	2,26	0,000	0,000
-185	925	8,6e-3	169	5,00	0,000	0,000
0	-925	8,9e-3	0	3,84	0,000	0,000
0	-740	0,01	0	1,74	0,000	0,000
0	-555	0,02	0	1,34	0,000	0,000
0	-370	0,03	0	1,34	0,000	0,000
0	-185	0,07	0	1,03	0,000	0,000
0	0	0,00	-	-	0,000	0,000
0	185	0,07	180	1,03	0,000	0,000
0	370	0,03	180	1,34	0,000	0,000
0	555	0,02	180	1,34	0,000	0,000
0	740	0,01	180	1,74	0,000	0,000
0	925	8,9e-3	180	3,84	0,000	0,000
185	-925	8,6e-3	349	5,00	0,000	0,000
185	-740	0,01	346	2,26	0,000	0,000
185	-555	0,02	342	1,74	0,000	0,000
185	-370	0,03	333	1,34	0,000	0,000
185	-185	0,05	315	1,03	0,000	0,000
185	0	0,07	270	1,03	0,000	0,000
185	185	0,05	225	1,03	0,000	0,000
185	370	0,03	207	1,34	0,000	0,000
185	555	0,02	198	1,74	0,000	0,000
185	740	0,01	194	2,26	0,000	0,000

185	925	8,6e-3	191	5,00	0,000	0,000
370	-925	8,0e-3	338	5,00	0,000	0,000
370	-740	0,01	333	2,95	0,000	0,000
370	-555	0,01	326	1,74	0,000	0,000
370	-370	0,02	315	1,34	0,000	0,000
370	-185	0,03	297	1,34	0,000	0,000
370	0	0,03	270	1,34	0,000	0,000
370	185	0,03	243	1,34	0,000	0,000
370	370	0,02	225	1,34	0,000	0,000
370	555	0,01	214	1,74	0,000	0,000
370	740	0,01	207	2,95	0,000	0,000
370	925	8,0e-3	202	5,00	0,000	0,000
555	-925	7,2e-3	329	5,00	0,000	0,000
555	-740	8,9e-3	323	3,84	0,000	0,000
555	-555	0,01	315	2,26	0,000	0,000
555	-370	0,01	304	1,74	0,000	0,000
555	-185	0,02	288	1,74	0,000	0,000
555	0	0,02	270	1,34	0,000	0,000
555	185	0,02	252	1,74	0,000	0,000
555	370	0,01	236	1,74	0,000	0,000
555	555	0,01	225	2,26	0,000	0,000
555	740	8,9e-3	217	3,84	0,000	0,000
555	925	7,2e-3	211	5,00	0,000	0,000
740	-925	6,2e-3	321	5,00	0,000	0,000
740	-740	7,5e-3	315	5,00	0,000	0,000
740	-555	8,9e-3	307	3,84	0,000	0,000
740	-370	0,01	297	2,95	0,000	0,000
740	-185	0,01	284	2,26	0,000	0,000
740	0	0,01	270	1,74	0,000	0,000
740	185	0,01	256	2,26	0,000	0,000
740	370	0,01	243	2,95	0,000	0,000
740	555	8,9e-3	233	3,84	0,000	0,000
740	740	7,5e-3	225	5,00	0,000	0,000
740	925	6,2e-3	219	5,00	0,000	0,000
925	-925	5,3e-3	315	5,00	0,000	0,000
925	-740	6,2e-3	309	5,00	0,000	0,000
925	-555	7,2e-3	301	5,00	0,000	0,000
925	-370	8,0e-3	292	5,00	0,000	0,000
925	-185	8,6e-3	281	5,00	0,000	0,000
925	0	8,9e-3	270	3,84	0,000	0,000
925	185	8,6e-3	259	5,00	0,000	0,000
925	370	8,0e-3	248	5,00	0,000	0,000
925	555	7,2e-3	239	5,00	0,000	0,000
925	740	6,2e-3	231	5,00	0,000	0,000
925	925	5,3e-3	225	5,00	0,000	0,000

**Вещество: 6204 Серы диоксид, азота диоксид**

**Площадка: 1**

**Поле максимальных концентраций**

Коорд X(м)	Коорд Y(м)	Концентр. (д. ПДК)	Напр.ветра	Скор.ветра	Фон (д. ПДК)	Фон до исключения
-925	-925	6,0e-3	45	5,00	0,000	0,000
-925	-740	7,0e-3	51	5,00	0,000	0,000
-925	-555	8,0e-3	59	5,00	0,000	0,000
-925	-370	9,0e-3	68	5,00	0,000	0,000
-925	-185	9,7e-3	79	5,00	0,000	0,000
-925	0	1,0e-2	90	3,84	0,000	0,000
-925	185	9,7e-3	101	5,00	0,000	0,000
-925	370	9,0e-3	112	5,00	0,000	0,000

-925	555	8,0e-3	121	5,00	0,000	0,000
-925	740	7,0e-3	129	5,00	0,000	0,000
-925	925	6,0e-3	135	5,00	0,000	0,000
-740	-925	7,0e-3	39	5,00	0,000	0,000
-740	-740	8,4e-3	45	5,00	0,000	0,000
-740	-555	1,0e-2	53	3,84	0,000	0,000
-740	-370	0,01	63	2,95	0,000	0,000
-740	-185	0,01	76	2,26	0,000	0,000
-740	0	0,01	90	1,74	0,000	0,000
-740	185	0,01	104	2,26	0,000	0,000
-740	370	0,01	117	2,95	0,000	0,000
-740	555	1,0e-2	127	3,84	0,000	0,000
-740	740	8,4e-3	135	5,00	0,000	0,000
-740	925	7,0e-3	141	5,00	0,000	0,000
-555	-925	8,0e-3	31	5,00	0,000	0,000
-555	-740	1,0e-2	37	3,84	0,000	0,000
-555	-555	0,01	45	2,26	0,000	0,000
-555	-370	0,02	56	1,74	0,000	0,000
-555	-185	0,02	72	1,74	0,000	0,000
-555	0	0,02	90	1,34	0,000	0,000
-555	185	0,02	108	1,74	0,000	0,000
-555	370	0,02	124	1,74	0,000	0,000
-555	555	0,01	135	2,26	0,000	0,000
-555	740	1,0e-2	143	3,84	0,000	0,000
-555	925	8,0e-3	149	5,00	0,000	0,000
-370	-925	9,0e-3	22	5,00	0,000	0,000
-370	-740	0,01	27	2,95	0,000	0,000
-370	-555	0,02	34	1,74	0,000	0,000
-370	-370	0,02	45	1,34	0,000	0,000
-370	-185	0,03	63	1,34	0,000	0,000
-370	0	0,04	90	1,34	0,000	0,000
-370	185	0,03	117	1,34	0,000	0,000
-370	370	0,02	135	1,34	0,000	0,000
-370	555	0,02	146	1,74	0,000	0,000
-370	740	0,01	153	2,95	0,000	0,000
-370	925	9,0e-3	158	5,00	0,000	0,000
-185	-925	9,7e-3	11	5,00	0,000	0,000
-185	-740	0,01	14	2,26	0,000	0,000
-185	-555	0,02	18	1,74	0,000	0,000
-185	-370	0,03	27	1,34	0,000	0,000
-185	-185	0,06	45	1,03	0,000	0,000
-185	0	0,08	90	1,03	0,000	0,000
-185	185	0,06	135	1,03	0,000	0,000
-185	370	0,03	153	1,34	0,000	0,000
-185	555	0,02	162	1,74	0,000	0,000
-185	740	0,01	166	2,26	0,000	0,000
-185	925	9,7e-3	169	5,00	0,000	0,000
0	-925	1,0e-2	0	3,84	0,000	0,000
0	-740	0,01	0	1,74	0,000	0,000
0	-555	0,02	0	1,34	0,000	0,000
0	-370	0,04	0	1,34	0,000	0,000
0	-185	0,08	0	1,03	0,000	0,000
0	0	0,00	-	-	0,000	0,000
0	185	0,08	180	1,03	0,000	0,000
0	370	0,04	180	1,34	0,000	0,000
0	555	0,02	180	1,34	0,000	0,000
0	740	0,01	180	1,74	0,000	0,000
0	925	1,0e-2	180	3,84	0,000	0,000
185	-925	9,7e-3	349	5,00	0,000	0,000

185	-740	0,01	346	2,26	0,000	0,000
185	-555	0,02	342	1,74	0,000	0,000
185	-370	0,03	333	1,34	0,000	0,000
185	-185	0,06	315	1,03	0,000	0,000
185	0	0,08	270	1,03	0,000	0,000
185	185	0,06	225	1,03	0,000	0,000
185	370	0,03	207	1,34	0,000	0,000
185	555	0,02	198	1,74	0,000	0,000
185	740	0,01	194	2,26	0,000	0,000
185	925	9,7e-3	191	5,00	0,000	0,000
370	-925	9,0e-3	338	5,00	0,000	0,000
370	-740	0,01	333	2,95	0,000	0,000
370	-555	0,02	326	1,74	0,000	0,000
370	-370	0,02	315	1,34	0,000	0,000
370	-185	0,03	297	1,34	0,000	0,000
370	0	0,04	270	1,34	0,000	0,000
370	185	0,03	243	1,34	0,000	0,000
370	370	0,02	225	1,34	0,000	0,000
370	555	0,02	214	1,74	0,000	0,000
370	740	0,01	207	2,95	0,000	0,000
370	925	9,0e-3	202	5,00	0,000	0,000
555	-925	8,0e-3	329	5,00	0,000	0,000
555	-740	1,0e-2	323	3,84	0,000	0,000
555	-555	0,01	315	2,26	0,000	0,000
555	-370	0,02	304	1,74	0,000	0,000
555	-185	0,02	288	1,74	0,000	0,000
555	0	0,02	270	1,34	0,000	0,000
555	185	0,02	252	1,74	0,000	0,000
555	370	0,02	236	1,74	0,000	0,000
555	555	0,01	225	2,26	0,000	0,000
555	740	1,0e-2	217	3,84	0,000	0,000
555	925	8,0e-3	211	5,00	0,000	0,000
740	-925	7,0e-3	321	5,00	0,000	0,000
740	-740	8,4e-3	315	5,00	0,000	0,000
740	-555	1,0e-2	307	3,84	0,000	0,000
740	-370	0,01	297	2,95	0,000	0,000
740	-185	0,01	284	2,26	0,000	0,000
740	0	0,01	270	1,74	0,000	0,000
740	185	0,01	256	2,26	0,000	0,000
740	370	0,01	243	2,95	0,000	0,000
740	555	1,0e-2	233	3,84	0,000	0,000
740	740	8,4e-3	225	5,00	0,000	0,000
740	925	7,0e-3	219	5,00	0,000	0,000
925	-925	6,0e-3	315	5,00	0,000	0,000
925	-740	7,0e-3	309	5,00	0,000	0,000
925	-555	8,0e-3	301	5,00	0,000	0,000
925	-370	9,0e-3	292	5,00	0,000	0,000
925	-185	9,7e-3	281	5,00	0,000	0,000
925	0	1,0e-2	270	3,84	0,000	0,000
925	185	9,7e-3	259	5,00	0,000	0,000
925	370	9,0e-3	248	5,00	0,000	0,000
925	555	8,0e-3	239	5,00	0,000	0,000
925	740	7,0e-3	231	5,00	0,000	0,000
925	925	6,0e-3	225	5,00	0,000	0,000