

Министерство образования и науки Российской Федерации
Сибирский Федеральный университет
Международный научный центр исследования экстремальных состояний организма
КНЦ СО РАН
Сибирский государственный аэрокосмический университет им. академика М.Ф. Решетнева
Институт Биофизики СО РАН
Научно-инновационный Центр Прикладной Геоэкологии

Хлебопрос Р.Г., Тасейко О.В., Иванова Ю.Д., Михайлюта С.В.

КРАСНОЯРСК. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОЧЕРКИ

Монография

Красноярск
СФУ
2012

УДК

ББК

К 782

Рецензенты: Суховольский В.Г., д.б.н., проф.

К 782 Красноярск. Экологические очерки: монография / Р.Г. Хлебопрос, О.В. Тасейко, Ю.Д. Иванова, С.В. Михайлюта. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012. – 130 с.

ISBN

ISBN

© Сибирский
федеральный
университет, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В Г. КРАСНОЯРСКЕ	7
1.1. История развития государственной сети наблюдений на территории г. Красноярска	8
1.2. Достоинства и недостатки государственной системы наблюдений.....	12
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ К ГЛАВЕ 1	16
2. ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ВЫБРОСАМИ ОТ АВТОТРАНСПОРТА.....	18
2.1. Общие особенности загрязнения воздушного бассейна городов	18
2.2. Загрязнение автотранспортом окружающей среды в 2004-2010 гг.	19
2.3. Динамика транспортных потоков на территории г. Красноярска	25
2.4. Пространственная динамика автотранспортного загрязнения на территории г. Красноярска в 2001 – 2005 гг.	27
2.5. Распределение канцерогенов в атмосфере г. Красноярска в 2005 – 2010 гг.	31
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ К ГЛАВЕ 2	40
3. ТЕХНОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ТЕРРИТОРИЮ ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «СТОЛБЫ»	43
3.1. Нормирование загрязнения снежного покрова	43
3.2. Основные источники загрязнения	45
3.3. Пространственная и временная изменчивость загрязнения атмосферного воздуха и снежного покрова	46
3.4. Особенности метеорологических режимов, обуславливающих повышенную техногенную нагрузку на территории заповедника «Столбы»	50
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ К ГЛАВЕ 3	59
4. КАРТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ПРЕДСТАВЛЕННЫЕ В «ЭКОЛОГИЧЕСКОМ АТЛАСЕ» Г. КРАСНОЯРСКА	60
4.1. Влияние среды обитания на организм человека	60
4.2. Общая информация об окружающей среде и здоровье населения в электронной карте	61
4.3. Содержание «Экологического атласа».....	63
4.3.1. Климат.....	63
4.3.2. Воздух	65
4.3.3. Снег	68
4.3.4. Почва.....	72
4.3.5. Динамика онкологической заболеваемости в г. Красноярске (1977-1997 гг.).....	74
4.3.6. Представление медицинской информации о больном с адресной привязкой	78
4.4. Создание карты суммарного загрязнения почвы и снежного покрова города.....	83
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ К ГЛАВЕ 4	87
5. ОНКОЛОГИЯ КАК РЕЗУЛЬТАТ НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	91
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ К ГЛАВЕ 5	103
6. РИСКИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. КРАСНОЯРСКА	106
6.1. Этапы оценки канцерогенного риска	108
6.2. Оценка неканцерогенных рисков.....	116
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ К ГЛАВЕ 6	121
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	123

ВВЕДЕНИЕ

Посвящается талантливому врачу
Белецкой Ирине Викторовне

Р.Г. Хлебопрос

Красноярск – административный центр Красноярского края, расположен на обоих берегах р. Енисей. Красноярск находится в речной долине, простираясь на 20-25 км вдоль реки и на 3-4 км вглубь, упираясь в горные цепи, обрамляющие долину. Город лежит как бы в чаше, на дне которой протекает река. Эти особенности рельефа, формирующие экологическую среду города, определяют циркуляцию воздушных масс и низкую рассеивающую способность атмосферы, что приводит к накоплению загрязнителей в городе и пригородной зоне.

Город основан в 1628 г. как острог Красный Яр для защиты с юга подступов к г. Енисейску. Интенсивное развитие началось с постройкой в начале XVIII в. Московского тракта. С учреждением в 1822 г. Енисейской губернии г. Красноярск стал ее административным центром. С 1934 г. Красноярск является административным центром созданного Красноярского края.

Образование Красноярского края дало серьезный толчок для развития промышленности на территории города. За первые две пятилетки в городе было введено 33 новых промышленных предприятия. В начале 1930-х гг. начал застраиваться правый берег. В годы Великой Отечественной войны Красноярск разместил на своей территории и в крае более 80 эвакуированных промышленных предприятий. В 1950-х гг. Красноярск становится одним из крупнейших индустриальных центров страны. Строятся заводы асбоцементных изделий, железобетонных изделий, фибролитовых плит, шиферный, шинный завод, завод резинотехнических изделий, биохимический завод, завод медицинских препаратов, металлургический, целлюлозно-бумажный, экскаваторный и другие комбинаты. Весь мир знал о строительстве крупнейшего алюминиевого завода в Красноярске (с проектной мощностью 865 тыс. т/год), одной из мощнейшей ГЭС на Енисее, заводов большой химии.

Таким образом, к периоду распада Советского Союза г. Красноярск находился на взлете своего экономического развития. Большинство заводов строилось без соблюдения экологических требований и нормативов, главным был вопрос получения максимального количества продукции, необходимой стране, а экологические вопросы решались по

остаточному принципу. Население города на протяжении десятилетий жило в условиях постоянного загрязнения окружающей среды, особенно атмосферного воздуха, огромным количеством разнообразных химических соединений, выбрасываемых десятками предприятий химической, металлургической, деревообрабатывающей, строительной, энергетической, машиностроительной индустрии. Население города, особенно жители правобережья и окраин, проживали практически на территориях санитарно-защитных зон предприятий. Исторически так сложилось, что жилые кварталы были построены в непосредственной близости от корпусов заводов; это приводило к тому, что при отсутствии сильного ветра невозможно было открыть форточку, чтобы проветрить помещения, потому что едкий воздух с улицы раздражал слизистые оболочки, вызывая кашель и резь в глазах.

С развалом советской экономики многие промышленные предприятия были закрыты или перепрофилированы, что тяжело отразилось на социально-экономическом положении жителей города, потерявших рабочие места, но благотворно сказалось на качестве атмосферного воздуха. Однако такие промышленные гиганты, как Красноярский алюминиевый завод, предприятия теплоэнергетики и ряд других успешно наращивают темпы и продолжают загрязнять окружающую среду. По данным на январь 2011 г., в Красноярске зарегистрировано 47,2 тыс. предприятий и организаций, и около 32,8 тыс. индивидуальных предпринимателей.

Огромный вклад в загрязнение воздушного бассейна г. Красноярска вносят автомобили, причем автотранспортный парк постоянно растет. Наиболее опасен тот факт, что вредные выбросы от автомобилей загрязняют воздух непосредственно в зоне дыхания человека, при этом восемьдесят процентов автомашин используют неэтилированный бензин. Постоянно увеличивается количество автомобилей индивидуального пользования, растут объемы грузовых перевозок. Как и во многих крупных городах, одной из основных экологических проблем Красноярска является отсутствие зеленых насаждений во многих жилых районах города.

В настоящей работе показаны особенности функционирования системы мониторинга атмосферного воздуха в городах России. Описано влияние низких автотранспортных и промышленных источников загрязнения на качество воздуха. Влияние стационарных промышленных источников продемонстрировано с использованием косвенных показателей загрязнения (содержание загрязняющих веществ в снежном покрове на территории г.

Красноярска и «условно фоновой» – заповедника Столбы). Показано влияние метеорологических факторов на особенности переноса примесей и формирование уровней загрязнения в приземном слое атмосферы.

Детальный анализ загрязнения и его влияния на экологические показатели выполнен с помощью специальных геоинформационных карт. С помощью этих карт проведено всестороннее исследование заболеваемости и смертности населения, а также индивидуальных и канцерогенных рисков.

1. ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В г. КРАСНОЯРСКЕ

Как известно, информацию о состоянии окружающей среды в Российской Федерации накапливают многие государственные структуры. Различные министерства и ведомства ведут собственные наблюдения и собирают информацию о состоянии водного и воздушного бассейнов, подземных вод и почвенного покрова, минеральных и биологических ресурсов, информацию о защите ресурсов и о различных видах отходов.

Таким образом, экологическая информация, относящаяся к одним и тем же объектам, может и накапливается в различных структурах. Возникает вопрос, не дублирует ли информация, скажем, о состоянии и загрязнении атмосферного воздуха, имеющаяся в Росгидромете, информацию по этому же вопросу, накапливаемую в Роспотребнадзоре или Ростехнадзоре. И да и нет. Да, потому что речь идет буквально об одних и тех же объектах, более того, Роспотребнадзор использует информацию из Росгидромета. Нет, потому что собственная информация, получаемая различными ведомствами, не идентична: организация ее сбора и анализа подчинена задачам и функциям каждого ведомства. Информация, получаемая Росгидрометом, существенным образом отличается от информации, получаемой «Центром гигиены и эпидемиологии» (Роспотребнадзор), как характером (например, набором определяемых параметров), так и способом ее организации, а также каналами распространения. Поэтому если нужно собрать все доступные сведения о состоянии того или иного объекта (например, для общего анализа ситуации), то, вероятно, лучше всего обратиться сразу во все организации, которые могут располагать нужной информацией. Однако если нужна какая-то специфическая информация (например, для задачи оценки риска), то с большой вероятностью необходимая информация имеется не во всех ведомствах.

1.1. История развития государственной сети наблюдений на территории г. Красноярска

Законодательством Российской Федерации предусмотрено осуществление экологического мониторинга следующих объектов: лесов, континентального шельфа Российской Федерации, исключительной экономической зоны, уникальной экологической системы оз. Байкал, государственных природных заповедников и национальных парков, объектов животного мира, водных биоресурсов, атмосферного воздуха, водных объектов, охотничьих ресурсов и среды их обитания [1]. Мониторинг загрязнения окружающей природной среды (ОПС) осуществляет Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды России (Росгидромет) – федеральный орган исполнительной власти, находящийся в ведении Министерства природных ресурсов и экологии РФ.

Государственная система мониторинга загрязнения атмосферы в России и на территории независимых государств имеет общее начало, относящееся к 1970-м гг. и была организована в составе национальной Гидрометслужбы. Главным методическим документом, детально регламентирующим все основные аспекты мониторинга, до настоящего времени остается «Руководство по контролю загрязнения атмосферы», положения которого сформулированы в 1979 г. [2].

Согласно действующим принципам наблюдения за уровнями загрязнения атмосферного воздуха в городах России принято проводить с помощью постов наблюдения. Установлены три категории таких постов: стационарный, маршрутный и передвижной.

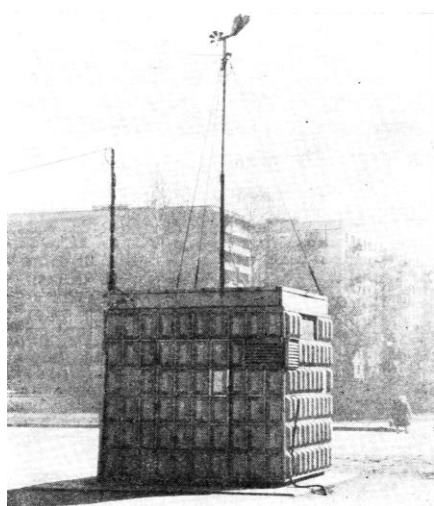


Рис. 1.1. Стационарный пост наблюдения

Стационарный пост (рис. 1.1) предназначен для регулярных наблюдений в одной точке. Маршрутный пост предполагает использование специально оборудованной автомашины. Передвижной (подфакельный) пост выполняет отбор проб воздуха под дымовым факелом промышленного предприятия.

В реальной практике наблюдений в городах России маршрутные посты в центрах по

мониторингу окружающей среды Росгидромета в целях экономии средств не используются.

Передвижные (подфакельные) посты применяют в экспедиционных наблюдениях для изучения особенностей загрязнения воздуха, создаваемого выбросами отдельных крупных промышленных объектов. Экспедиции с такими наблюдениями в городах не носят регулярный характер и проводятся крайне редко. Например, в г. Красноярске такие наблюдения проводились один раз в 1986 г.

Таким образом, контроль за уровнями загрязнения атмосферы в настоящее время в городах России осуществляется только с использованием стационарных постов.

Стационарные посты представляют собой павильоны с оборудованием (рис. 1.1). Наблюдения с помощью таких постов выполняются по дискретной программе с отбором проб атмосферного воздуха в 1, 7, 13 и 19 ч. по местному времени. Но чаще всего посты работают по неполной программе с отбором проб в 7, 13 и 19 ч., а иногда – по сокращенной с отбором проб в два срока в 7 и 13 ч.

Количество стационарных постов в городе выбирается исходя из его размеров, климатических особенностей, рельефа местности и размещения промышленных предприятий. Обычно принято устанавливать стационарные посты в городах из расчета один пост на 10-20 км² в равнинной местности и один пост на 5-10 км² – в пересеченной.

Для выбора места расположения поста принято руководствоваться только общим принципом: располагать пост на хорошо проветриваемом участке местности или размещать его в зоне возможного появления максимальных концентраций. В большинстве городов России имеются 3-6 стационарных постов, а в крупнейших – 6-20.

В г. Красноярске регулярные наблюдения за качеством атмосферного воздуха были организованы в 1961 г. В 80-е гг. прошлого столетия на территории г. Красноярска располагались 17 стационарных постов, 9 из которых принадлежали Госкомгидромету СССР, а 8 – были закреплены за крупнейшими промышленными предприятиями города [3].

Позже посты, принадлежащие предприятиям, были ликвидированы. В настоящее время на территории города остались только 8 стационарных постов государственной наблюдательной сети (рис. 1.2).

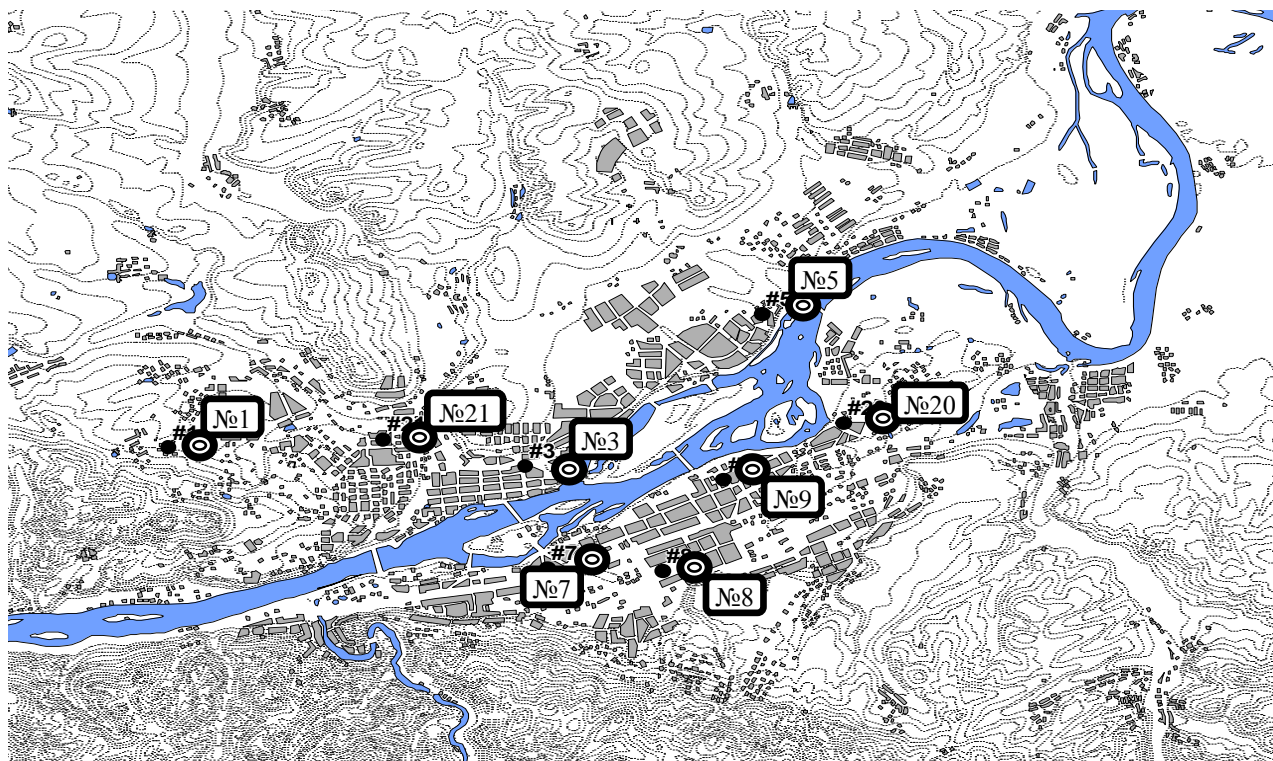


Рис. 1.2. Карта-схема г. Красноярск (точками отмечены стационарные посты наблюдения (ГУ «Красноярский ЦГМС-Р»))

Методическое руководство сетью осуществляет территориальный Центр по мониторингу загрязнения окружающей среды ГУ «Красноярский ЦГМС-Р». Посты подразделяются на «городские фоновые» (ПНЗ №1), «промышленные» вблизи предприятий (ПНЗ № 8, 9, 20), «авто» вблизи автомагистралей в районах с интенсивным движением транспорта (ПНЗ №3) и «жилые» (ПНЗ № 5, 7, 21) [4]. Деление на категории является условным, так как практически все жилые районы расположены в зоне влияния выбросов промышленных предприятий, отопительных и производственных котельных, автотранспорта.

В настоящее время на территории Красноярского края действуют 18 постов наблюдения за загрязнением атмосферы, из которых 8 расположены в г. Красноярске, 4 – в Ачинске, по 2 – в Назарово и Канске, по 1 – в Минусинске и Лесосибирске.

Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха по городам края проводится по 27 вредным веществам. На большинстве постов исследуются такие загрязняющие атмосферный воздух вещества: оксид и диоксид азота NO и NO₂, диоксид серы SO₂, оксид углерода CO, сероводород H₂S, фтористый водород HF, фенол, формальдегид и др. Набор определяемых

показателей на различных постах отличается как по количеству, так и по составу. Программа наблюдений меняется с полной (4 раза в сутки) на неполную (3 раза) и обратно.

Продолжительность отбора проб воздуха для определения концентрации примеси составляет 20-30 мин. После отбора пробы воздуха доставляют в химическую лабораторию, где осуществляют их анализ. Время от отбора проб до получения результатов достигает 18 час.

В дополнение к государственной наблюдательной сети с 2000 по 2005 год на территории г. Красноярск выполнялись маршрутные наблюдения. Для этого администрацией г. Красноярск была предоставлена по договору аренды №68 от 09 декабря 1999 г. Среднесибирскому межрегиональному территориальному управлению по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды во временное владение и пользование передвижная лаборатория по контролю загрязнения атмосферного воздуха (автомобиль марки FORD 350 выпуска 1989 г.).

Передвижная лаборатория позволяет выполнять измерения в условиях города с высоким пространственно-временным разрешением и получать самую оперативную информацию о содержании вредных примесей в атмосферном воздухе. Лаборатория оснащена автоматическим газоаналитическим оборудованием, поэтому получаемая информация уникальна и не может быть получена стандартными методами с предварительным отбором проб в сетях стационарного мониторинга [5-7].

В состав лаборатории входят автоматические газоанализаторы CO, NO, NO₂, SO₂ и O₃. Концентрация оксида углерода CO в атмосферном воздухе измеряется с помощью автоматического анализатора (M48-34337-247). Работа анализатора основана на методе недисперсионной инфракрасной спектроскопии. Это автоматизированный метод непрерывного действия с диапазоном измерений от 0,5 до 200 мг/м³ [8]. Концентрации оксида NO и диоксида азота NO₂ измеряется с помощью хемилюминесцентного анализатора (M42-34164-246) с диапазоном измерений от 0,001 до 2700 мг/м³. Согласно директиве Европейского союза по стандартам качества атмосферного воздуха использование хемилюминесцентных анализаторов для измерения концентраций оксидов азота является общепринятым эталонным методом [9-10].

Для измерения концентраций диоксида серы SO₂ в состав газоаналитического комплекса входит флуоресцентный анализатор (M43A-39629-361) с диапазоном измерения от

0,1 до 280 мг/м³. Измерения концентраций озона О₃ выполняются с помощью УФ фотометрического анализатора (М49-34618-248) [11]. Диапазон измерения от 0,004 до 2,1 мг/м³.

Измерения на территории г. Красноярска выполняли с марта 2001 г. в стационарном и экспедиционном режимах. Наблюдения проводили в ноябре – декабре 2002 г. (зимний период), с апреля по сентябрь 2003 г. (летний период) и с октября 2003 по октябрь 2004 гг. Общее количество дней, в которые проводили наблюдения, за период с марта 2001 по октябрь 2004 гг., составило 484 (8272 ч.). Программа наблюдений включала оценку интенсивности движения на автомагистралях внутри каждой зоны. Оценка метеорологических условий проводилась по результатам температурно-ветрового зондирования.

В связи с сокращением расходов на финансирование работ по мониторингу атмосферного воздуха после окончания срока аренды лаборатория была возвращена Администрации г. Красноярска. В настоящее время ни Среднесибирское межрегиональное территориальное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, ни какие-либо другие организации г. Красноярска эксплуатацию передвижной лаборатории не осуществляют.

1.2. Достоинства и недостатки государственной системы наблюдений

Неоспоримым достоинством государственной системы мониторинга атмосферного воздуха является регулярность (или систематичность) наблюдений, но при этом проблемой – неэффективное взаимодействие между ее участниками, отсутствие системы сбора, анализа и сопоставления информации, получаемой в рамках осуществления различных видов мониторинга в области охраны окружающей среды, что не дает возможности обеспечить комплексную обработку и анализ фактически получаемой информации, затрудняет точное прогнозирование изменения состояния окружающей среды, компонентов природной среды и экологических систем и снижает эффективность осуществления мониторинга в целом.

Кроме этого, в РФ сведения о деятельности промышленных предприятий и о загрязнении окружающей среды в зоне их воздействия по большей части усреднены или основаны на заявлениях самих предприятий. Большая часть доступных материалов отражает характер рассеяния загрязняющих веществ в воздухе и в воде, установленный с помощью

модельных расчетов, и результаты замеров (ежеквартальных – по воде, ежегодных или более редких – по воздуху). Состояние окружающей среды не достаточно полно описывается даже в крупных городах и промышленных зонах.

Развитие городской среды (появление новых микрорайонов, автомагистралей, а также уплотнение застройки) приводит к тому, что расположенные ранее на хорошо проветриваемых участках местности стационарные посты впоследствии оказываются на «закрытых» участках (вблизи высоких зданий, на узких улицах, во дворах, над автостоянками или вблизи источников низких выбросов) и характеризуют сугубо локальные условия (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Расположение стационарных постов наблюдения на территории г. Красноярска: А – пост #7 (Предместная пл.); В – пост #5 (ул. Тельмана); С – пост #9 (ул. Чайковского)

Сравнение результатов определения концентраций загрязняющих веществ, полученных на постах ЦМС ГУ «Красноярский ЦГМС-Р», с результатами измерений концентраций с помощью аккредитованной (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.513485) передвижной газоаналитической лаборатории в одних и тех же точках на территории г. Красноярска показало, что государственная система мониторинга не способна выявить нарушения стандартов качества атмосферного воздуха (табл. 1.1).

Таблица 1.1 Средние концентрации вредных веществ в атмосфере г. Красноярска за 2003-2005 гг.

№	Номер поста (адрес)	СО, мкг/м ³ *ПДК _{СО} =3000 мкг/м ³		NO, мкг/м ³ ПДК _{NO} =60 мкг/м ³		NO ₂ , мкг/м ³ ПДК _{NO₂} =40 мкг/м ³	
		ЦМС	Передвижная лаборатория	ЦМС	Передвижная лаборатория	ЦМС	Передвижная лаборатория
1	7 (Матросова, 6)	1038	6029	36	556	47	166
2	8 (Кутузова, 92)	1365	3299	28	231	36	94
3	9 (Чайковского, 7)	1262	5010	-	577	45	159
4	21 (Тимирязева, 2)	1245	6576	-	492	38	145

*Среднесуточная предельно допустимая концентрация (годовой стандарт качества атмосферного воздуха).

По данным постов ЦМС, приведенным в табл. 1.1, превышения норм загрязнения атмосферного воздуха оксидами азота и оксидом углерода не наблюдается, в то время как результаты измерений с помощью передвижной лаборатории показывают, что нормы превышены в среднем в 4 раза, а в отдельных случаях – в 10 раз. Аналогичную картину можно наблюдать и для большинства других загрязняющих веществ.

Получаемая таким образом информация о загрязнении атмосферного воздуха является неполной и недостаточной для оценки рисков, воздействия на здоровье населения и наземные экосистемы, поскольку нормативными документами [2, 9-12] в концепции такого мониторинга регламентируется отбор непредставительных разовых однократных проб по графикам, не связанным ни с метеорологическими процессами, ни с характером технологических процессов на предприятиях. Действующая система мониторинга не учитывает особенности автотранспортного загрязнения в жилых зонах, токсикологические свойства загрязнителей, особенно токсичных веществ кумулятивного действия, особенности воздухообмена на контролируемых территориях.

Кроме центров по мониторингу Росгидромета, аналогичные функции экологического мониторинга пытаются выполнять подразделения Ростехнадзора, Роспотребнадзора. Все они используют единый подход, который заключается в разовом (чаще всего нерегулярном) однократном отборе проб с последующим анализом в лабораториях.

Учреждения Роспотребнадзора проводят систематические наблюдения за химическим загрязнением воздушной среды в жилых зонах крупных промышленных центров Красноярского края, в том числе: в г. Норильске – 4 пункта контроля по 9 веществам, в

г. Красноярске – 11 рецепторных пунктов во всех районах города [13]. Но собственных стационарных постов Роспотребнадзор не имеет, маршрутные измерения не выполняет.

Федеральное бюджетное учреждение «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Сибирскому федеральному округу» по Енисейскому региону (ЦЛАТИ), являющееся подведомственной организацией Ростехнадзора, осуществляет мониторинг за источниками антропогенного воздействия на окружающую среду на предприятиях Красноярского края как элемент государственного экологического контроля. В составе ЦЛАТИ работают отделы лабораторного анализа и технических измерений, расположенные в городах Красноярске, Ачинске, Канске, Лесосибирске и Минусинске.

Наряду с государственной сетью наблюдений федерального уровня региональный экологический мониторинг проводят путем функционирования на территории субъекта Российской Федерации станций и постов так называемой дополнительной наблюдательной сети, финансируемой за счет бюджета субъекта РФ [14, 15].

Для реализации этих полномочий Министерство природных ресурсов и лесного комплекса Красноярского края с 2009 по 2011 гг. создало автоматизированные стационарные посты наблюдения за качеством атмосферного воздуха «Красноярск-Березовка», «Красноярск-Северный», «Красноярск-Солнечный», «Ачинск». Но существующие пробелы в информации о загрязнении атмосферного воздуха эти посты вряд ли заполняют, поскольку они, как и посты государственной сети наблюдений, являются стационарными и, следовательно, характеризуют сугубо локальные условия загрязнения. Кроме того, выбор компонентов для мониторинга на этих постах не согласуется с реальными уровнями загрязнения городского воздуха, ибо в перечень компонент включен ряд веществ, концентрации которых значительно ниже ПДК (диоксид серы, оксид углерода, оксид азота), а специфические вещества первого и второго классов опасности (например оксид алюминия) несмотря на актуальность их контроля не вошли в программу наблюдений.

Специфические загрязняющие вещества (бенз(а)пирен, фтористый водород), которые включены в программу наблюдений, анализируются не на всех дополнительно созданных постах, что также не позволит повысить качество и точность оценки рисков и воздействия на здоровье населения.

Список литературы к главе 1

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды». Принят 20 декабря 2001 г. с изменениями от 02.09.2011.
2. Руководящий документ. Руководство по контролю загрязнения атмосферы: РД 52.04.186-89 – М.: Финансы и статистика, 1991. – 683 с.
3. Климат Красноярска – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 230 с.
4. Состояние загрязнения атмосферного воздуха городов на территории Красноярского края, республик Хакасия и Тыва в 2010 году / Территориальный Центр по мониторингу загрязнения окружающей среды, ГУ «Красноярский ЦГМС-Р», Среднесибирское УГМС. – Красноярск, 2011. – 117 с.
5. Михайлюта С.В., Тасейко О.В., Захаров Ю.В. Динамика загрязнения атмосферы в условиях города. – Lambert academic publisher, 2011. – 136 с.
6. Mikhailuta S. V., Taseiko O.V., Pitt Anne, Lezhenin A. A. and Zakharov Yuri V. Seasonal variations of air pollutant concentrations within Krasnoyarsk City // Environmental Monitoring and Assessment. – Vol. 149. – Issue1 (2009). – P. 329-341.
7. Михайлюта С.В., Тасейко О.В. Уровень загрязнения приземной атмосферы Красноярска (холодный период) // Экология и промышленность России. – 2003. – Октябрь. – С.4-8.
8. Ambient air. Determination of carbon monoxide. Non-dispersive infrared spectrometric method : ISO/DIS 4224. – Geneva: International Organization for Standardization, 1996.
9. Council directive 85/203/EEC of 27 March 1985 on air quality standards for nitrogen dioxide // Official journal of the European Communities. – 1985. – L297(27/03). – P.1-7.
10. Ambient air. Determination of the mass concentration of nitrogen oxides. Chemiluminescence method : ISO 7996. – Geneva: International Organization for Standardization, 1985.
8. Ambient quality. Determination of ozone in ambient air. Ultraviolet photometric method: ISO 13964. – Geneva: International Organization for Standardization, 1998.
9. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2001. – 19 с.

10. Влияние кратковременных повышений загрязнения атмосферного воздуха на смертность населения / Б.А. Канцельсон, А.А. Кошелева, Л.И. Привалова, С.В. Кузьмин, О.Л. Малых, Р.А. Хальфин, Б.И. Никонов, Х. Озкайнак, Дж. Шу // Гигиена и санитария. – 2000. – №1. – С.15-18.

11. Фельдман Ю.Г., Краснощекова Н.С., Максимова В.А. О градостроительных средствах защиты городского воздуха от загрязнения автомобильными выбросами и фотооксидантами // Оздоровление окружающей среды населенных мест. – Киев: Наукова думка, 1971. – Вып. 9. – С. 58.

12. Загрязнение воздушного бассейна г. Нижневартовска III. Соотношение действующих факторов / Б.Д. Белан, В.И. Вавер, В.К. Ковалевский, В.Е. Мелешкин, М.К. Микушев, М.В. Панченко, А.В. Поданев, Т.М. Рассказчикова, А.В. Сибирко, Г.Н. Толмачев // Оптика атмосферы и океана. – 1993. – Т. 6. – №5. – С. 559-571.

13. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2010 г.». – Красноярск, 2011 г. – 280 с.

14. Федеральный закон от 19.07.1998 N 113-ФЗ (ред. от 21.11.2011) «О гидрометеорологической службе».

15. Закон Красноярского края от 6 декабря 2007 г. N 3-804 (ред. от 01.12.2011) «Об охране окружающей среды в Красноярском крае».

2. ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ВЫБРОСАМИ ОТ АВТОТРАНСПОРТА

2.1. Общие особенности загрязнения воздушного бассейна городов

Особенностью загрязнения атмосферы в условиях города является неравномерное распределение примеси на городской территории. Во многих случаях повышенные концентрации загрязнителей могут наблюдаться вблизи источников загрязнения. С ростом интенсивности автотранспортных потоков в городах наиболее загрязненные территории переместились из промышленных зон в места компактного проживания населения. Кроме этого, пространственно-временная изменчивость выбросов, равно как и изменяющиеся условия рассеяния загрязнителей в атмосфере, обуславливает сложный характер изменчивых полей концентраций загрязняющих веществ в городских условиях.

Наблюдения за концентрациями диоксида серы на территории города показывают, что отдельные источники могут создавать локальные зоны повышенных концентраций, а содержание оксида углерода существенно зависит от числа автомашин [1]. Так, для города с числом автомобилей до 10 тыс. средние концентрации СО в 2 – 3 раза ниже, чем в городах с наличием 50 тыс. автомобилей. Диоксид азота выбрасывается многочисленными источниками, поэтому его концентрации в воздухе, так же как и сернистого газа, тесно связаны с масштабом города и типом преобладающих в нем источников [2].

В последнее десятилетие вклад автотранспорта в выбросы оксида углерода и в суммарные выбросы всех примесей стал сопоставим с промышленным вкладом, а для некоторых городов превысил его [2 – 6]. По имеющимся литературным данным, в Японии 97 % СО, содержащегося в воздухе городских районов, обусловлено выбросами автотранспорта [7]. В связи с этим поле СО в городах с преобладающим влиянием автотранспорта существенно неоднородно и при невысоких уровнях загрязнения вблизи магистралей не является непрерывным. По имеющимся оценкам [8] загрязнение воздуха оксидом углерода в Париже только на 20 – 50 % связано с автотранспортом, что обуславливает более равномерное распределение СО по территории города.

Концентрации компонентов автомобильного выхлопа подвержены большим колебаниям в зависимости от интенсивности движения автотранспорта, ширины улицы, ее рельефа, характера застройки, а также метеорологических факторов [9-14].

Натурные наблюдения, проведенные с помощью мобильной лаборатории на московских автомагистралях с непрерывным автоматическим измерением концентраций оксидов азота и СО, показали, что на проезжей части автомагистралей в транспортном потоке концентрации СО в воздухе составляли 2 – 4 ПДК_{м.р.}, NO – 1,5 – 2,4 ПДК_{м.р.}, NO₂ – 1,5 – 3,5 ПДК_{м.р.}. В очередях у светофоров и в «пробках» содержание этих веществ возрастало в 2 – 3 раза. С удалением от магистрали в жилой застройке доля NO₂ в сумме оксидов азота увеличивалась. На территории жилой застройки уровни концентраций СО в воздухе составляли в среднем 0,4 ПДК_{м.р.}, NO₂ – 0,6 ПДК_{м.р.} [15]. Было также показано, что изменение концентраций СО в течение суток следует изменениям трафика

Представляет интерес исследование соотношений между концентрацией примеси в городе на открытом воздухе и в жилых помещениях. По результатам наблюдений в двух зданиях и вблизи них установлено [16], что концентрация SO₂ в помещении зимой составляет 10 – 20 %, а летом достигает 40 – 50 % от наружной. Исследования также показывают [17], что во всех случаях, когда на улице присутствует оксид углерода, одновременно он обнаруживается в воздухе внутри помещений вплоть до 7-го этажа здания (влияния источников бытового и промышленного происхождения были исключены).

2.2. Загрязнение автотранспортом окружающей среды в 2004-2010 гг.

Увеличение числа легкового и грузового автомобильного транспорта, автобусного парка повышает нагрузку на основные автомагистрали городов, увеличивается интенсивность движения на них, что в свою очередь не может не повлиять на качество атмосферного воздуха.

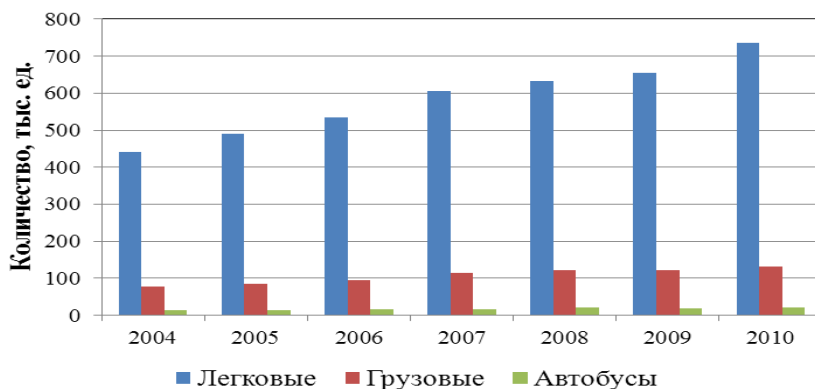


Рис. 2.1. Изменение количества автотранспортных средств в Красноярском крае

Продукты сгорания топлив автомобильных двигателей содержат различные компоненты, загрязняющие окружающую среду: оксид углерода, несгоревшие углеводороды, оксиды азота и сажу. Кроме перечисленных соединений, в выхлопных газах могут присутствовать альдегиды, оксиды серы и другие вредные вещества.

При выполнении расчетов выбросов от автотранспорта обычно используют ограниченное количество загрязняющих веществ, исходя из принципа наибольших объемов выбросов и наибольшей изученности. Перечень этих веществ регламентируется нормативными документами, утвержденными Министерством природных ресурсов и экологии (табл. 2.1).

Таблица 2.1. Значения критериев качества атмосферного воздуха для вредных (загрязняющих) веществ, присутствующих в выбросах автотранспорта [18, 19]

Вещество		Использ. критерий	Значение критерия, мг/м ³	Класс опасности
Код	Наименование			
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	ПДК _{м.р.} / ПДК _{с.с.}	0,200 / 0,040	2
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)		0,400 / 0,060	3
0328	Углерод (Сажа)		0,150 / 0, 050	3
0330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)		0,500 / 0,050	3
0337	Углерод оксид		5,000 / 3,000	4
0703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)) x 10 ⁻⁶		- / 1,000	1
1325	Формальдегид		0,035 / 0,003	2
2704	Бензин (нефтяной, малосернистый) (в пересчете на углерод)		5,000 / 1,500	4
2732	Керосин	ОБУВ	1,200	-

Все загрязняющие вещества по степени опасности делятся на четыре класса:

- 1 – чрезвычайно опасные (бензапирен, тетраэтилсвинец, ртуть и др.);
- 2 – опасные (азота диоксид, марганец, медь, серная кислота, хлор и др.);
- 3 – умеренно опасные (сажа, сернистый ангидрид, ксилол, метиловый спирт и др.);
- 4 – малоопасные (бензин топливный, керосин, оксид углерода, скипидар, ацетон и др.).

Однако при длительном загрязнении любого из компонентов биосферы даже малоопасными веществами существует потенциальный экологический риск их воздействия на наиболее чувствительные организмы и человека.

Для каждого вещества, загрязняющего атмосферный воздух, установлена ПДК, количественно характеризующая такое содержание вредного вещества, при котором на человека и окружающую среду не оказывается ни прямого, ни косвенного вредного

воздействия. Прямое воздействие — это нанесение организму временного раздражающего действия, вызывающего кашель, ощущение запаха, головной боли и подобных явлений, которые наступают при повышении пороговой концентрации вещества. Под косвенным воздействием имеются в виду такие изменения в окружающей среде, которые ухудшают нормальные условия обитания (например, увеличивают количество туманных дней, поражают зеленые насаждения, и т.п.).

Для каждого вещества, загрязняющего атмосферный воздух, установлены два норматива ПДК: максимально разовый (ПДК_{мр}) и среднесуточный (ПДК_{сс}). Предельно допустимая концентрация максимально разовая (ПДК_{мр}) – концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, не вызывающая при вдыхании в течение 20 мин. рефлекторных реакций в организме человека. Предельно допустимая концентрация среднесуточная (ПДК_{сс}) — это концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного воздействия при неограниченно долгом (годы) вдыхании.

Воздействие на организм человека веществ, присутствующих в выбросах автотранспорта, отличается большим многообразием.

Среди загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу с антропогенными выбросами, оксиды азота наиболее важны. Оксиды азота (оксид и диоксид азота) – газообразные вещества: монооксид азота NO и диоксид азота NO₂ объединяются одной общей формулой NO_x. При всех процессах горения образуются оксиды азота, причем большей частью в виде монооксида. Чем выше температура сгорания, тем интенсивнее идет образование оксидов азота. Другим источником оксидов азота являются предприятия, производящие азотные удобрения, азотную кислоту и нитраты, анилиновые красители, нитросоединения. От общего количества выбрасываемых в атмосферу оксидов азота на транспорт приходится 55 %, на энергетику – 28 %, на промышленные предприятия – 14 %, на мелких потребителей и бытовой сектор – 3 %.

Все оксиды азота физиологически активны и относятся к третьему классу опасности. Оксид азота очень реакционноспособное соединение, при обычной температуре NO соединяется с кислородом с образованием NO₂. Оксид азота NO – сильный яд, оказывающий влияние на ЦНС, а также вызывающий поражение крови за счёт связывания гемоглобина.

Диоксид азота представляет собой один из основных загрязнителей атмосферного воздуха и рекомендован Всемирной организацией здравоохранения для обязательного контроля в атмосферном воздухе городов. Исследования Всемирной организации здравоохранения показывают, что экспозиция по диоксиду азота в атмосферном воздухе может приводить как к острым, так и к хроническим эффектам на здоровье, особенно у восприимчивой части населения, к которым относятся люди, страдающие хроническими заболеваниями дыхательных путей, и дети.

Оксид углерода (СО) – бесцветный газ, не имеющий запаха, известен также под названием «угарный газ». Образуется в результате неполного сгорания ископаемого топлива (угля, газа, нефти) в условиях недостатка кислорода и при низкой температуре. При этом 65 % от всех выбросов приходится на транспорт, 21 % – на мелких потребителей и бытовой сектор, а 14 % – на промышленность. При вдыхании угарный газ за счёт имеющейся в его молекуле двойной связи образует прочные комплексные соединения с гемоглобином крови человека и тем самым блокирует поступление кислорода в кровь.

Диоксид серы SO₂ образуется в процессе сгорания серосодержащих ископаемых видов топлива, в основном угля, а также при переработке сернистых руд. Доля диоксида серы в выбросах автотранспорта незначительно (1 – 2 %), основным источником этого загрязнителя является промышленность. Длительное воздействие диоксида серы на человека приводит вначале к потере вкусовых ощущений, стесненному дыханию, а затем – к воспалению или отеку лёгких, перебоям в сердечной деятельности, нарушению кровообращения и остановке дыхания.

Основную канцерогенную опасность для человека в выбросах автотранспорта представляют бенз(а)пирен и формальдегид [20].

Источниками поступления ароматических полициклических углеводородов (ПАУ) и в их числе бенз(а)пирена в окружающую среду являются практически все производства, включающие процессы горения (ТЭЦ, котельные, нефтехимические и асфальтобитумные производства, производство алюминия, пиролиз), а также автотранспорт, горящие свалки и т.д. Современный мониторинг загрязнения компонентов биосферы ориентирован только на одно соединение – бенз(а)пирен, однако имеются сведения о том, что в выхлопных газах автомобильных двигателей присутствуют до 150 представителей ПАУ, их замещенных производных и гомологов. При этом пирена и флуорена содержится в десятки раз больше,

чем бенз(а)пирена. Для легковых автомобилей это соотношение может достигать 25, а для дизельных двигателей – 50.

Формальдегид образуется при неполном сгорании жидкого топлива, поступает в атмосферу также в смеси с другими углеводородами от предприятий черной металлургии и др. Кроме того, формальдегид может образовываться в результате цепи химических реакций взаимодействия углеводородов с оксидами азота. Поэтому его высокие концентрации могут создаваться вследствие общего высокого загрязнения атмосферного воздуха города. Негативное воздействие формальдегида обусловлено его высокой реакционной способностью.

Формальдегид оказывает общетоксическое действие на человека, обладая раздражающим и аллергическими свойствами. Он оказывает влияние на центральную нервную систему, вызывая головные боли, усталость и депрессию, потенциально может вызывать астму и астматические приступы как неспецифический раздражитель. У формальдегида выявлены также канцерогенные и мутагенные свойства. Наибольшее число злокачественных новообразований, вызываемых формальдегидом, связано с дыхательной системой человека. Наиболее часто он провоцирует развитие рака носоглотки. Данные предварительных исследований позволяют полагать, что формальдегид вносит свой вклад в заболеваемость лейкемией.

Твердые частицы углерода (сажа) нетоксичны. Однако их пористая поверхность способна задерживать на себе микрочастицы других соединений, например канцерогенных полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), индикатором присутствия которых в продуктах сгорания является бенз(а)пирен (БП) [19]. В результате сажа приобретает канцерогенные свойства. При этом канцерогены, адсорбированные сажей, значительно сильнее воздействуют на живые организмы. Дым от дизельных двигателей, состоящий в основном из сажи, считается особенно опасным именно из-за канцерогенных свойств частиц.

Испарения бензина в автомобиле имеют место при работе двигателя в нерабочем состоянии. Внутренняя полость бензобака автомобиля всегда сообщается с атмосферой для поддержания давления внутри бака на уровне атмосферного по мере выработки бензина. Это необходимо для нормальной работы всей системы питания двигателя, но в то же время создает условия для испарения легких фракций бензина и загрязнения ими воздуха. В автомобилях с дизельными двигателями, соответственно, происходит испарение керосина.

Согласно данным Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю (Роспотребнадзор) с 2005 по 2010 гг. наблюдается значительный рост выбросов от автотранспорта для таких веществ, как диоксид азота, оксид углерода и летучие органические соединения (рис. 2.2) [21]. При этом общий объем выбросов загрязняющих веществ от автотранспорта за этот период вырос в Красноярском крае в 2,5 раза.

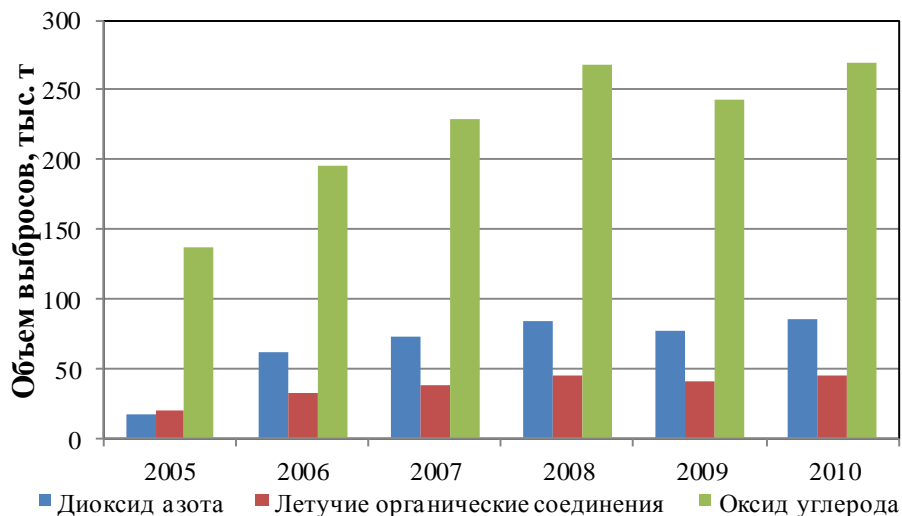


Рис. 2.2. Динамика выбросов в атмосферу загрязняющих химических веществ от автотранспорта в Красноярском крае, тыс. т

По данным УГИБДД ГУВД по Красноярскому краю за 2006-2010 гг., 34,3 – 38,0 % автомобильного транспорта края находится в г. Красноярске. Соответственно треть всех выбросов, приведенных на рис. 2.2, приходится на столицу края. Результатом этого являются высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха на автомагистралях города.

Так, по данным Роспотребнадзора, в атмосферном воздухе г. Красноярска в районе автомагистралей в 2010 г. регистрировались концентрации формальдегида с максимальным содержанием на уровне 5,1 ПДК_{мр}, взвешенных веществ – 5 ПДК_{мр}, углерода оксида – 3,2 ПДК_{мр}, азота диоксида – 1,6 ПДК_{мр} (табл. 2.2).

Таблица 2.2. Уровень загрязнения атмосферного воздуха на автомагистралях г. Красноярска в 2010 г. по основным загрязняющим веществам, мг/м³

Наименование	Серы диоксид	Формальдегид	Углерода оксид	Фенол	Свинец	Взвешенные вещества
ПДК _{мр}	0,5	0,035	5,0	0,01	0,001	0,5
Средняя концентрация	0,0016	0,0133	2,055	0,0016	0,00006	0,395
Максимальная концентрация	0,033	0,178	16,0	0,009	0,00025	2,5

В г. Красноярске в 2010 г., по сравнению с 2009 г., общегородской уровень загрязнения по комплексному индексу ИЗА₅ (комплексный индекс загрязнения атмосферы по пяти приоритетным веществам, в числе которых бенз(а)пирен, формальдегид, азота диоксид, взвешенные вещества) вырос с 18,56 до 21,86 и стабильно, с 2007 г., характеризуется как «очень высокий», что характерно и для всех административных районов города.

2.3. Динамика транспортных потоков на территории г. Красноярска

Интенсивность движения автотранспорта определяли путем подсчета количества проходящих транспортных единиц без деления на категории в течение 20 мин каждого часа. На основании результатов наблюдений вычисляли средние значения интенсивности движения автотранспорта в течение суток (*I* авт./сут. - среднее за 24 ч) и за отдельные часы *I* авт/ч в течение дня (с 7 до 23 ч) [22].

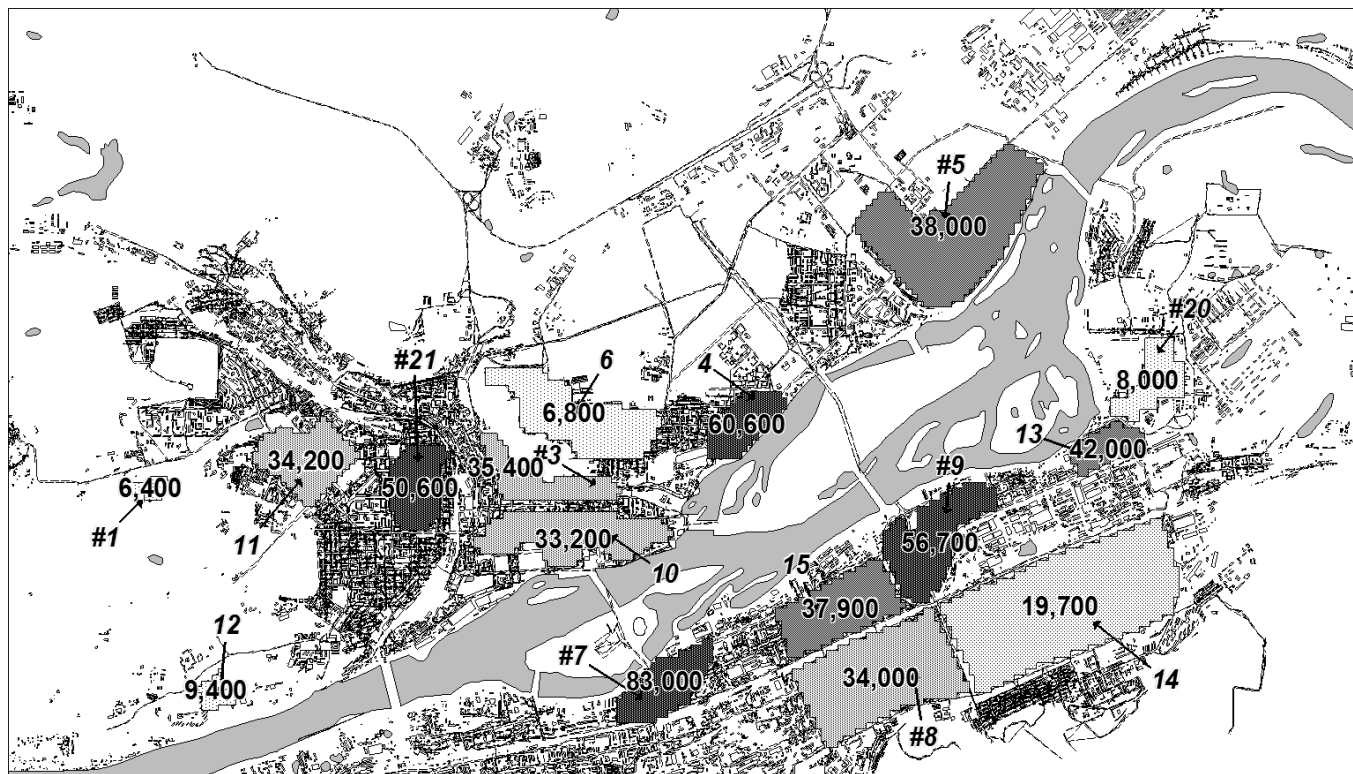


Рис. 2.3. Интенсивность движения автотранспорта на территории г. Красноярск (цифрами в зонах отмечены значения интенсивности I авт/сут)

Максимальная интенсивность автотранспортного движения наблюдается в зонах транспортного типа #7, 4, 9 и #21, а минимум – в жилых зонах #1, 12, 6, #20 и 2. Согласно требованиям ВОЗ [23], при проведении наблюдений на автомагистралях следует характеризовать интенсивность автотранспортного потока как «высокая», если $I > 10000$ авт/сут, «средняя», если $2000 < I < 10000$ авт/сут и «низкая», если $I < 2000$ авт/сут. Таким образом, автомагистрали в большинстве зон города (в транспортных и жилых-промышленных) характеризуются высокой интенсивностью движения, а автомагистрали в жилых зонах – средней (рис. 2.3).

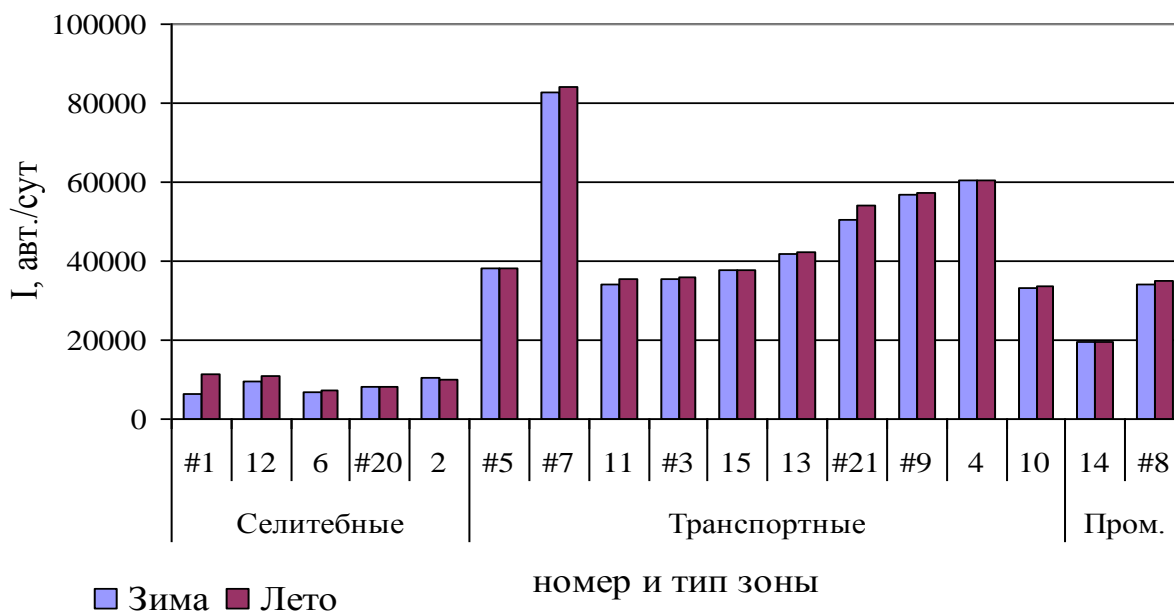


Рис. 2.4. Интенсивность движения автотранспорта на территории г. Красноярска в зимний и летний периоды

Значимых отличий в интенсивности движения в зимний и летний периоды на автомагистралях во всех изученных зонах не обнаружено (рис. 2.4). Поэтому автотранспорт на территории города в течение всего года можно рассматривать как «квазистационарный источник» загрязнения.

2.4. Пространственная динамика автотранспортного загрязнения на территории г. Красноярска в 2001 – 2005 гг.

Пространственное распределение автотранспортного загрязнения (оксид углерода CO, оксид NO и диоксид азота NO₂, диоксид серы SO₂ и озон O₃) изучались в 2000 – 2005 гг. с помощью передвижной лаборатории (автоматизированной газоаналитической системы) фирмы «Thermo Environmental Instruments Inc.», США.

Передвижная станция представляет собой автоматизированный газоаналитический комплекс, собранный на передвижной платформе Ford E-350, снабженный метеостанцией и дизель-генератором.

В состав лаборатории входят автоматические анализаторы CO, NO, NO₂, SO₂ и O₃. Концентрация оксида углерода CO в атмосферном воздухе измеряется методом недисперсионной инфракрасной спектроскопии, концентрации оксида NO и диоксида азота NO₂ измеряются хемилюминесцентным методом. Согласно директиве Европейского союза по стандартам качества атмосферного воздуха использование хемилюминесцентных анализаторов для измерения концентраций оксидов азота является общепринятым эталонным методом. Для измерения концентраций диоксида серы SO₂ в состав газоаналитического комплекса входит флуоресцентный анализатор. Измерения концентраций озона O₃ выполняются с помощью УФ фотометрического анализатора.

Первичные данные представляют собой одноминутные средние значения концентраций указанных параметров.

В результате проведения систематических маршрутных наблюдений с помощью передвижной лаборатории основное загрязнение атмосферного воздуха оксидами азота и оксидом углерода обнаружено не в промышленных зонах, а в местах скопления автотранспорта (рис. 2.5, табл. 2.3). Это позволяет говорить о преимущественно автотранспортном загрязнении приземного слоя атмосферы г. Красноярска. Максимумы концентраций сосредоточены в зонах, в которых происходит перераспределение основных транспортных потоков города. Это район Предмостной площади, Копыловский мост, ул. Партизана Железняка в районе мединститута и район Спутника (рис. 2.5). Эти районы характеризуются и самой высокой интенсивностью движения – от 50 до 80 тыс. автомобилей в сутки (рис. 2.4).

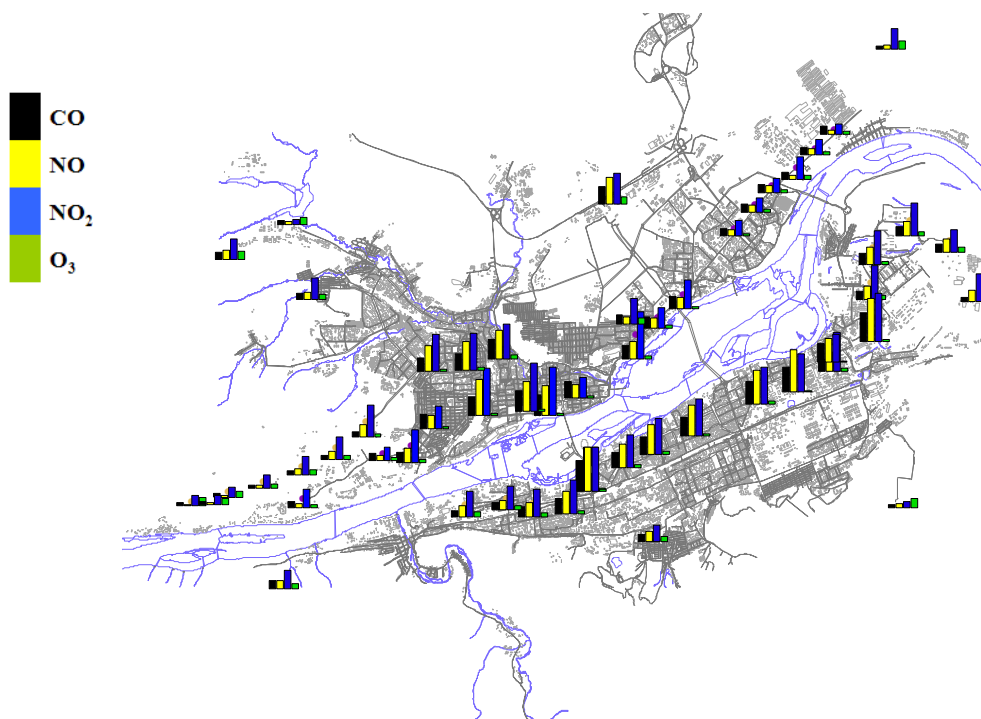


Рис. 2.5. Пространственная динамика автотранспортного загрязнения в 2001 – 2005 гг., в долях ПДКсс

В таблице 2.3 приведены средние по сезонам значения концентраций CO, NO и NO₂ в зонах селитебного, транспортного и промышленного типа. Средние значения концентраций вычисляли с октября по март включительно для зимнего сезона и с апреля по сентябрь – для летнего.

В результате исследований обнаружено, что годовой ход загрязнения отдельных частей г. Красноярска значительно различается. В силу микроклиматических особенностей в некоторых зонах города сезонные изменения уровней загрязнения проявляются четко, в других – на эти изменения накладываются дополнительные влияния.

Таблица 2.3. Пространственная динамика концентраций CO, NO и NO₂ на территории г. Красноярска

№	Зона	мкг/м ³						Функциональный тип зоны
		CO		NO		NO ₂		
		Зима	Лето	Зима	Лето	Зима	Лето	
1	#1	428	1222	61	158	46	92	Селитебный
2	#20	784	896	30	56	49	68	
3	12	822	2747	70	272	46	109	
4	2	1400	1031	51	142	44	94	
5	6	1445	920	52	103	39	92	
6	#5	2591	2666	188	262	81	132	Транспортный
7	#3	2694	2541	253	273	62	108	
8	11	3115	2297	272	194	127	120	
9	15	3244	3190	311	310	118	123	
10	13	3390	3456	307	344	114	122	
11	10	3503	2537	278	197	121	113	
12	#9	5010	3403	577	309	159	129	
13	#7	6029	3550	556	325	166	132	
14	#21	6576	6444	492	519	145	203	
15	4	7217	4507	622	440	157	168	
16	14	2357	1671	181	155	93	119	Селитебно-промышленный
17	#8	3299	1967	231	236	94	121	

В летний период, когда интенсивность фотохимических реакций возрастает, концентрации NO₂ увеличиваются. В результате пространственное распределение концентраций диоксида азота на территории г. Красноярска становится более однородным и летние уровни загрязнения преимущественно выше зимних (64 % территории). Максимальные концентрации наблюдаются в зонах #21 (Копыловский мост) и 4 (ул. Партизана Железняка в районе мединститута). При этом во всех зонах средняя концентрация NO₂ выше ПДКсс как в летний, так и в зимний периоды.

Средние концентрации оксида углерода выше в зимний период (53 % территории), что связано с сезонным увеличением расхода топлива как в отопительных системах, так и в автомобилях. Известно, что в зимнее время расход топлива двигателей всех категорий автомобилей вырастает в несколько раз (холодный старт, автопрогрев и т.д.). Максимальные значения CO наблюдаются в тех же зонах, что и для NO₂.

Для интерпретации сезонных колебаний оксида азота требуется привлечение результатов математического моделирования с использованием мезометеорологических и

микроклиматических моделей. Тем не менее, из табл. 2.3 видно, что нормативные значения превышены практически в течение всего года и в некоторых случаях превышение достигает 10 раз (зона 4 – ул. Партизана Железняка в районе мединститута).

2.5. Распределение канцерогенов в атмосфере г. Красноярска в 2005 – 2010 гг.

Отдельной проблемой является загрязнение воздуха бенз(а)пиреном от выбросов автотранспорта. В отличие от строгой материальной ответственности за нарушение безопасности дорожного движения, аналогичный механизм соблюдения автовладельцами экологических требований не внедряется. Концентрации бенз(а)пирена в атмосфере определяются используемым на данной территории топливом, способами его сжигания и метеорологическими условиями рассеивания выбросов. Регистрируемые в настоящее время ежемесячные средние концентрации бенз(а)пирена на постах ГУ «Красноярский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями» (ЦГМС-Р) в г. Красноярске стабильно превышают предельно допустимую концентрацию (ПДК_{сс}) [24].

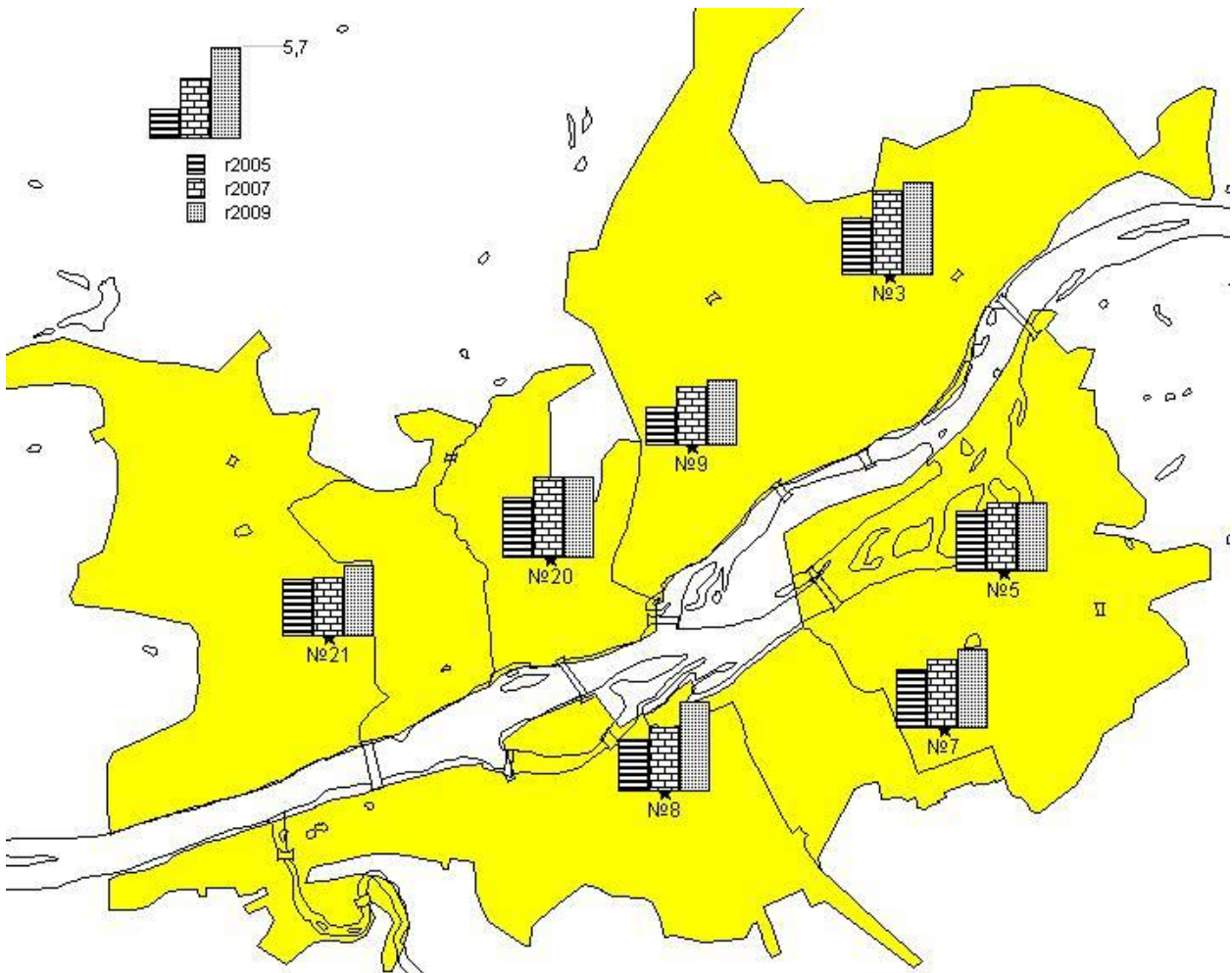


Рис. 2.6. Пространственное распределение бензапирена по данным ГУ «Красноярский ЦГМС-Р»

На рисунке 2.6 приведены среднегодовые концентрации бенз(а)пирена (в долях ПДКсс) на семи постах ГУ «Красноярский ЦГМС-Р», расположенных в разных районах г. Красноярска. С 2005 по 2009 гг. среднегодовая концентрация бенз(а)пирена в целом по городу выросла в 1,5 раза и в 2009 составила 4,7 ПДКсс. Наибольшие среднегодовые концентрации бенз(а)пирена обнаружены в Центральном (пост №3), Свердловском (пост №8) и Ленинском (пост №20) районах города.

Концентрации бенз(а)пирена в городах характеризуются сезонными колебаниями, причём повышенные значения отмечаются, как правило, в холодное полугодие. Это обусловлено увеличением расхода топлива и наиболее частой повторяемостью неблагоприятных для рассеивания вредных примесей в атмосфере метеорологических условий в этот период года. На рисунке 2.7 показаны внутригодовые изменения

концентраций бенз(а)пирена в атмосферном воздухе г. Красноярска по данным измерений Красноярского ЦГМС-Р на трех стационарных постах, характеризующихся наиболее высокими уровнями бенз(а)пирена.

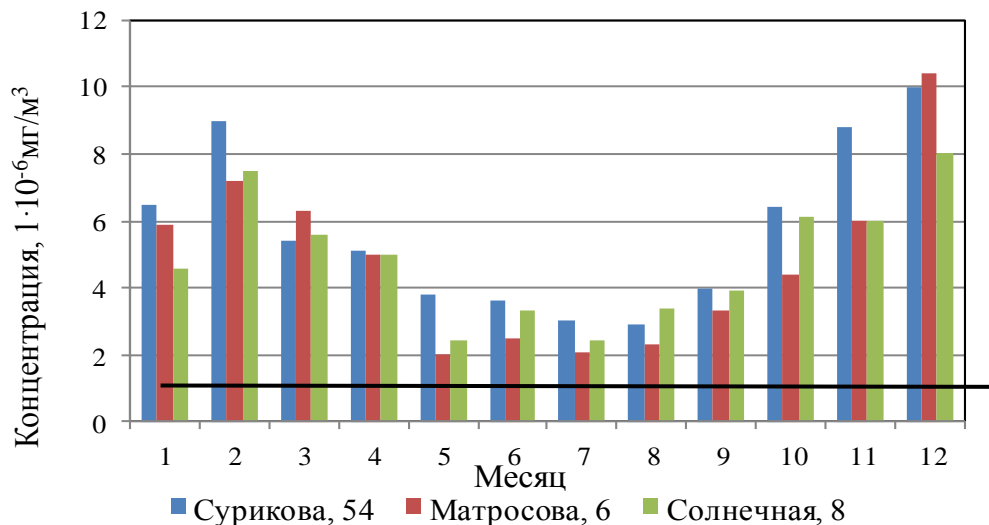


Рис. 2.7. Годовая динамика концентраций бенз(а)пирена в 2009 г. в трех районах г. Красноярска (линией показан уровень ПДКсс= $1 \cdot 10^{-6}$ мг/м³)

Из приведенного рисунка видно, что в период отопительного сезона концентрации бенз(а)пирена находятся на уровне 6-8 ПДК и превышают летние значения в 3-4 раза, при этом летние значения не опускаются ниже 2 ПДК. И такая динамика наблюдается на всех семи постах Красноярского ЦГМС-Р. Самые высокие за рассматриваемый период значения наблюдались на 20 и 3 постах в декабре 2007 г. – 12,7 - 12,8 ПДКсс [25].

Выбросы формальдегида промышленными предприятиями и автотранспортом невелики. Формирование высоких концентраций формальдегида в атмосфере происходит в основном вследствие протекания окислительно-восстановительных реакций с участием метана, продуктов природного топлива, оксидов азота. При этом метан является одним из исходных продуктов для образования формальдегида в атмосфере [26].

Образование формальдегида в атмосфере городов в значительной степени определяется фотохимическими реакциями, протекающими в атмосфере. При этом чем выше температура воздуха, тем интенсивнее протекают реакции и выше концентрация формальдегида.

Чтобы обнаружить причину роста концентрации формальдегида, нужны детальные измерения малых газовых составляющих в атмосферном воздухе. Таких измерений нет, поэтому происходящие в земной атмосфере процессы трудно поддаются объяснениям.

Кроме того, глобальное потепление стало особенно заметным в последнее десятилетие. По последним данным на территории России среднегодовая температура приземного слоя воздуха повысилась за последние 10 лет на 1 °С, а в некоторых районах на 1,2 °С, что не может не сказаться на состоянии атмосферного воздуха и содержании в нем различных примесей. Вероятно, повышение температуры воздуха будет способствовать ускорению протекания реакций в атмосфере и вовлечению в реакции многих находящихся в атмосфере веществ, которые ранее считались почти инертными [27]. Так, формальдегид ранее редко проявлялся как активное вещество. В настоящее же время концентрации формальдегида во многих городах России стали расти. Впервые рост средних концентраций начал проявляться 10 лет назад. В целом по России происходит увеличение числа городов, где концентрация этого вещества превышает ПДК. В 1998 г. отмечено 29 крупнейших городов, а в 2007 г. таких городов стало 32 [28].

По данным «ГУ Красноярский ЦГМС-Р» за 2005-2009 гг. в Красноярске не обнаружено существенного роста среднегодовых концентрации формальдегида в целом по городу за исключением поста №8 (Свердловский район – среднегодовые концентрации выросли в 1,5 раза) и поста №9 (Кировский район – среднегодовые концентрации выросли в 3,4 раза). При этом норматив ПДКсс был превышен большую часть периода наблюдений (рис. 2.8). Наибольшие значения обнаружены в Центральном (пост №3 – до 7 ПДКсс), Железнодорожном (пост №21 – до 5,7 ПДКсс), Кировском (пост №9 – до 5,67 ПДКсс) и Ленинском (пост №20 – до 7,7 ПДКсс) районах.

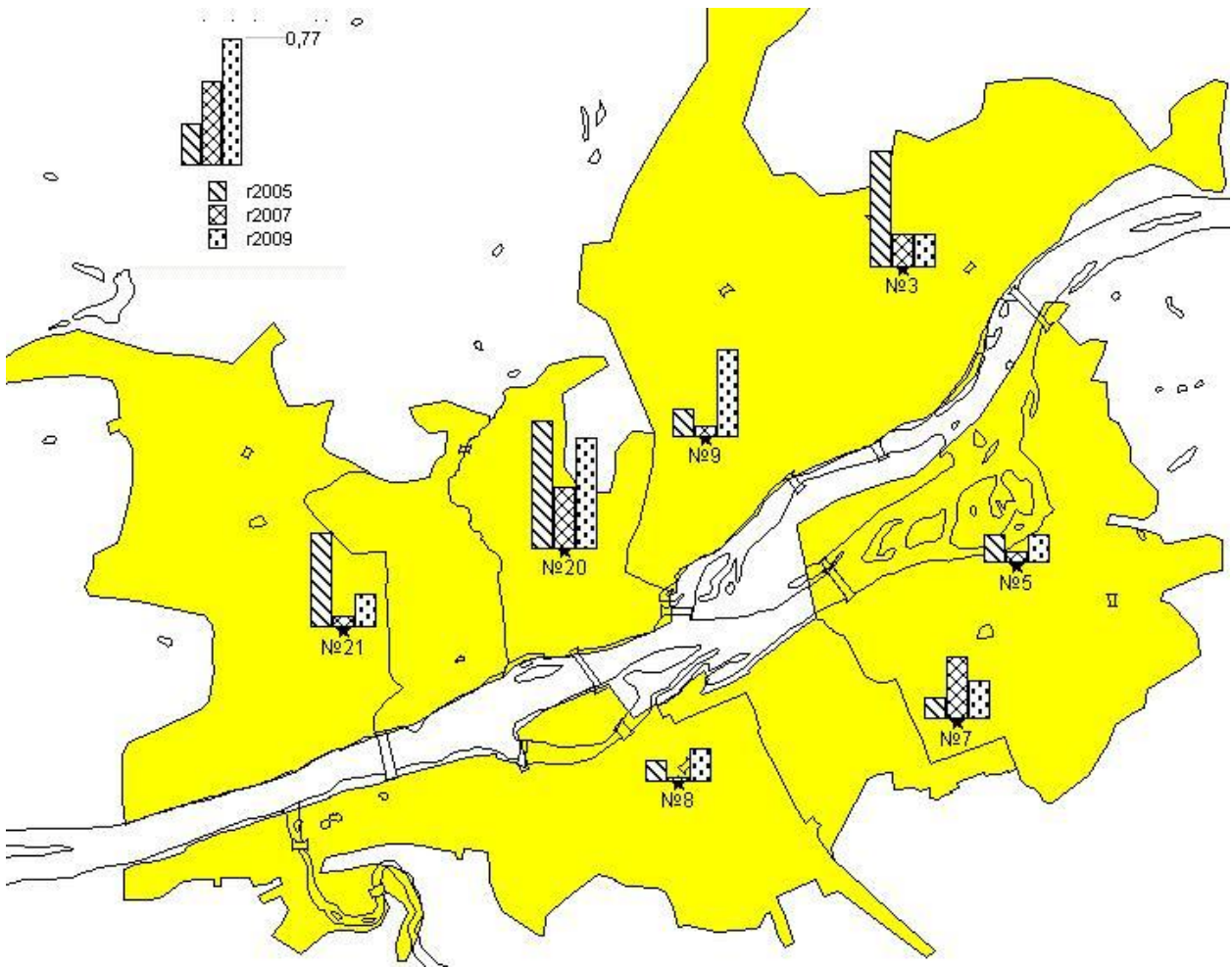


Рис. 2.8. Пространственное распределение формальдегида по данным ГУ «Красноярский ЦГМС-Р»

Анализ результатов измерений показывает, что концентрация формальдегида в атмосферном воздухе в зимнее время находятся на уровне ПДК, а при повышении температуры воздуха летом его концентрация существенно возрастает (рис. 2.9). Так, в 2005 г. в Центральном районе г. Красноярска среднемесячная концентрация формальдегида в августе месяце превышала зимний уровень в 7 раз и достигала 15,3 ПДКсс. В Ленинском районе (пост № 20) в июле месяце был достигнут уровень 23,7 ПДКсс, а в Железнодорожном районе (пост № 21) 19,3 ПДКсс в июле 2005 г.

Таким образом, разница между зимними и летними уровнями загрязнения формальдегидом атмосферного воздуха г. Красноярска может достигать для отдельных постов 12 раз. Наименьшие уровни загрязнения формальдегидом наблюдаются в Советском и Свердловском районах.

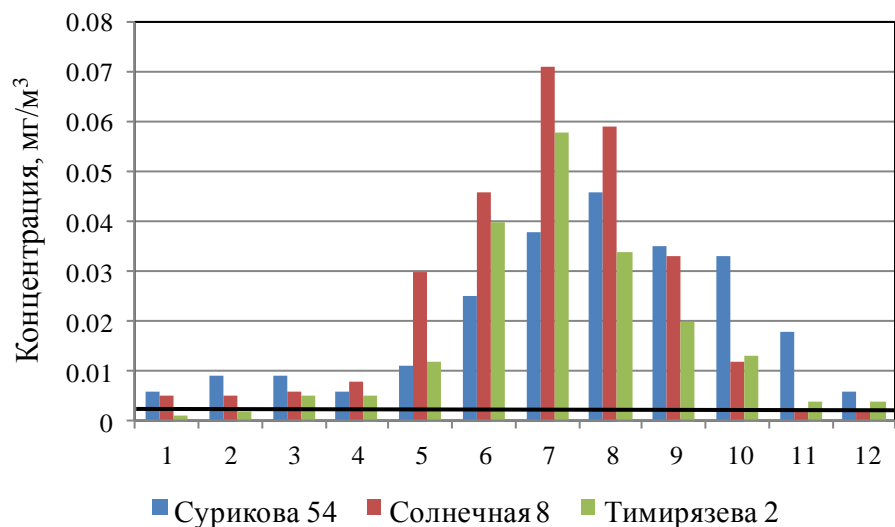


Рис. 2.9. Годовая динамика концентраций формальдегида в 2005 г. в трех районах г. Красноярска (линией показан уровень ПДК_{сс}=0,003 мг/м³)

По сравнению с бенз(а)пиреном, который распределен по территории города довольно равномерно, уровни загрязнения формальдегидом в разных районах значительно отличаются. Это связано как раз с тем, что формальдегид не выбрасывается из конкретного источника, а образуется в уже загрязненном воздухе в результате различных фотохимических реакций, интенсивность которых определяется микроклиматическими различиями разных территорий, в частности присутствием таких эффектов, как остров тепла, бризовая циркуляция, температурная инверсия.

Канцерогенную опасность в выбросах автотранспорта представляет такое вещество, как сажа, вследствие абсорбции на ней различных веществ, например бенз(а)пирена. Но определить содержание в атмосферном воздухе сажи достаточно сложно технически, поэтому на постах Росгидромета определяют такой показатель, как взвешенные вещества.

Взвешенные вещества представляют собой разнородную смесь органических и неорганических веществ: пыль, золу, сажу, дым, сульфаты, нитриты, соединения металлов и пр. Они образуются в результате сгорания всех видов топлива, при производственных процессах, при автотранспортном движении. На стационарных постах Росгидромета определяют весовым методом суммарную концентрацию всех твердых веществ, поступающих в атмосферу.

Взвешенные частицы варьируют в размерах, по составу и природе образования. Воздушные частицы взвешенных веществ больших и малых размеров, включая мелкие частицы, называемые РМ, представляют собой сложное соединение органических и неорганических субстанций. Мелкие частицы делятся на РМ₁₀ и РМ_{2,5} в зависимости от их размера. Крупные частицы обычно содержат почвенные материалы, пыль от дорог и выбросы от промышленности, в мелких больше кислот, а также сульфаты.

Взвешенные частицы при проникновении в органы дыхания человека приводят к нарушению системы дыхания и кровообращения. Вдыхаемые твердые частицы влияют как непосредственно на респираторный тракт, так и на другие органы за счет токсического воздействия входящих в состав частиц различных компонентов. Люди с хроническими нарушениями в легких, с сердечно-сосудистыми заболеваниями, с астмой, частыми простудными заболеваниями, пожилые и дети особенно чувствительны к влиянию мелких взвешенных частиц диаметром менее 10 микрон (РМ₁₀). Результаты значительного объема эпидемиологических и токсикологических исследований указывают на наличие связи между повышенными уровнями концентраций РМ и увеличением случаев респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний, а также снижением продолжительности жизни и ростом преждевременной смертности [29]

Всемирной организацией здравоохранения взвешенные частицы, особенно мелкие частицы размером менее 10 мкм (РМ₁₀), отнесены к приоритетным загрязняющим атмосферу веществам по уровню влияния на здоровье населения. Частицы диаметром менее 10 мкм (РМ₁₀) составляют около трети всех взвешенных частиц, а частицы диаметром менее 2,5 мкм (РМ_{2,5}) – 20 % [30]. Действующие нормативы Европейского союза для РМ₁₀ составляют 40 мкг/м³ за год. Ранее в России нормативы на содержание взвешенных веществ в атмосферном воздухе были установлены только для совокупности частиц с размером до 500 мкм (ПДК_{сс}=0,15 мг/м³, ПДК_{мр}=0,5 мг/м³). Отдельный норматив для наиболее опасных фракций – РМ₁₀ и РМ_{2,5} – в России появился только в 2010 году, согласно этим изменениям среднегодовое значение РМ₁₀ не должно превышать 0,04 мг/м³, а среднегодовое значение РМ_{2,5} – 0,025 мг/м³ [31]. Тем не менее, на постах ГУ «Красноярский ЦГМС-Р» в настоящее время определяется только суммарный показатель взвешенных веществ.

По данным «ГУ Красноярский ЦГМС-Р» за 2005-2009 гг. среднегодовые концентрации пыли в атмосферном воздухе Красноярска снизились приблизительно в 1,5

раза во всех районах города, кроме Центрального (рис. 2.10). В Центральном районе (пост №3) концентрация взвешенных веществ остается стабильно высокой на уровне 2 ПДКсс. На посту №1, который находится за городом (Плодово-ягодная станция) и является фоновым, среднегодовое значение взвешенных веществ увеличилось в 2009 г. по сравнению с 2005 в 2 раза, но при этом не достигло значения ПДКсс.

Снижение среднегодовых концентраций взвешенных веществ в целом по городу может являться следствием природоохранных мероприятий, осуществляемых на крупнейших предприятиях города, таких как ОАО «РУСАЛ Красноярск» – модернизация электролизного производства, Красноярская ТЭЦ-1, ОАО «Красцветмет», ОАО «Красмаш», ОАО «Красноярский цемент» – усовершенствование систем пылегазоочистки.

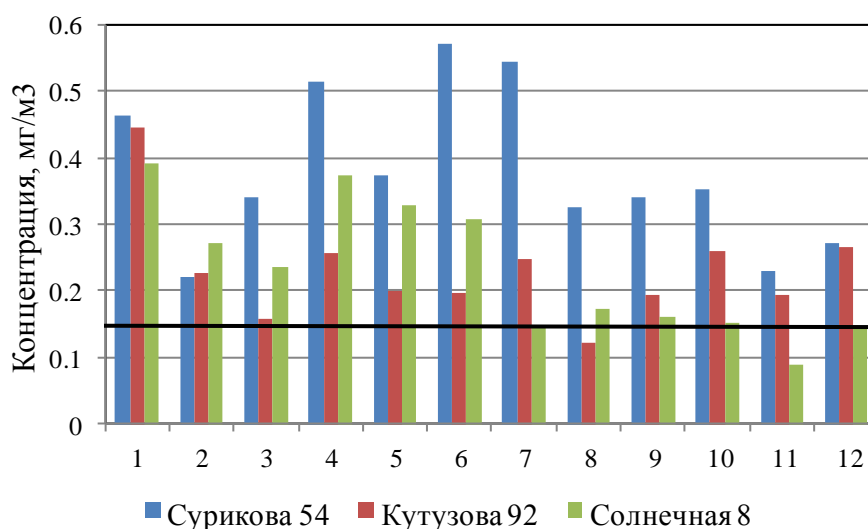


Рис. 2.10. Годовая динамика концентраций взвешенных веществ в 2008 г. в трех районах г. Красноярска (линией показан уровень ПДКсс=0.15 мг/м³)

Выраженного годового хода концентраций взвешенных веществ не прослеживается (рис. 2.10). Так, в Центральном районе повышение концентраций наблюдается в январе, апреле, июне и июле, а в Кировском – только в январе.

В целом по городу по данным ГУ «Красноярский ЦГМС-Р» наибольшую антропогенную нагрузку испытывают Центральный и Ленинский районы, хотя и абсолютно чистых районов в Красноярске не выявлено.

Высокий уровень загрязнения воздуха на значительной территории г. Красноярска связан не только с переносом вредных веществ из района выбросов, но и с

метеорологическими условиями накопления примесей. Здесь преобладают слабые ветры, которые зимой наблюдаются в 30–55 % случаев, характерны приземные инверсии и застой воздуха. В силу высокой повторяемости застойных ситуаций выбросы скапливаются в долине р. Енисей.

В настоящее время ни у кого не вызывает сомнения тот факт, что загрязнение атмосферы оказывает влияние на здоровье человека. По оценкам различных специалистов, состояние здоровья на 30-40 % зависит от состояния окружающей среды. В последние годы во многих городах широкое развитие получили исследования воздействия загрязнения атмосферы на здоровье. Как показывают исследования, особенно чувствительны к состоянию загрязнения окружающей среды пожилые люди и дети, а также люди с хроническими болезнями сердца и легких. Последствия высокого загрязнения воздуха в городах, особенно бенз(а)пиреном, будут проявляться в повышении заболеваемости и смертности в течение многих последующих лет.

Список литературы к главе 2

1. Зайцев А.С., Вольберг Н.Ш. Применение автоматических средств для регистрации и сбора информации о загрязнении воздуха // Проблемы контроля и обеспечения чистоты атмосферы: сб. докл. на Всесоюзном семинаре при ВДНХ. Москва, апрель, 1973 г. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – С. 76-84.
2. Безуглая, Э.Ю. Особенности загрязнения воздуха городов и роль метеорологических факторов // Проблемы контроля и обеспечения чистоты атмосферы: сб. докл. на Всесоюзном семинаре при ВДНХ. Москва, апрель, 1973 г. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – С. 14-20.
3. Мониторинг качества атмосферного воздуха для оценки воздействия на здоровье человека // Региональные публикации ВОЗ. Европейская серия. – Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ, 2001. – №85. – 293 с.
4. Парцеф Д.П., Золотаревский Л.С., Ревич Б.А. Об исследовании загрязнения атмосферного воздуха г. Москвы выхлопными газами автомобилей // Проблемы контроля и обеспечения чистоты атмосферы: сб. докл. на Всесоюзном семинаре при ВДНХ. Москва, апрель, 1973 г. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – С. 165-167.
5. Буренин Н.С., Соломатина И.И. Об определении вклада выбросов автотранспорта в загрязнение воздушного бассейна городов // Тр. ГГО. – 1975. – Вып. 352. – С. 191-199.
6. Смит К. Основы прикладной метеорологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 423 с.
7. Kohayakawa T. CO pollution and its control in Japan // Environment systems planning, design and control. – Oxford, 1978. – Vol.2. – P.663-668.
8. Красов В.И. Горбачева Е.А., Иванченко К.В. Исследование поля окиси углерода в воздушном бассейне города // Тр. ГГО. – 1987. – Вып. 492. – С. 134-142.
9. Фельдман Ю.Г. Краснощекова Н.С. Максимова В.А. О градостроительных средствах защиты городского воздуха от загрязнения автомобильными выбросами и фотооксидантами // Оздоровление окружающей среды населенных мест. – Киев: Наукова думка, 1971. – Вып. 9. – С. 58.
10. Кириллов Г.П. Фельдман Ю.Г. К определению зависимости концентраций двуокиси азота вблизи автомагистралей от условий движения автотранспорта // Проблемы контроля и обеспечения чистоты атмосферы: сб. докл. на Всесоюзном семинаре при ВДНХ. Москва, апрель, 1973 г. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – С. 168-172.

11. Скорченко, В.Ф. К расчету выброса окиси углерода автомобилями в атмосферу // Труды УкрНИИ. – М.: Гидрометеиздат, 1983. – Вып.196. – С. 30-34.
12. Bullock J.H., Lewis W.H. The influence of traffic on atmospheric pollution // Atmospheric Environment. – 1968. – Vol.2. – N.5. – P. 517-534.
13. Маренко А.Н., Мартыновский И.В., Сакун В.П. Экспериментальное исследование загрязнения воздуха окисью углерода на автомагистралях Киева // Труды УкрНИИ. – М.: Гидрометеиздат, 1984. – Вып.202. – С. 112-117.
14. Маренко А.Н., Мартыновский И.В. О факторах, влияющих на загрязнение воздуха окисью углерода на городских автомагистралях // Труды УкрНИИ. – М.: Гидрометеиздат, 1984. – Вып.202. – С. 118-123.
15. Опыт мониторинга загрязнения атмосферы выбросами автотранспорта на городских магистралях / В.А. Петрухин, В.А. Виженский, О.В. Салиева, Е.Г. Семутникова, Н.А. Фурсов // Автотранспортный комплекс и экологическая безопасность: Материалы Московской городской науч.-практ. конф. – М.: Прима-Пресс-М, 1999. – С. 274-276.
16. Derowane A., Verday G. Comparasion des concentrations en SO₂ á l'interieur at á exterieur de deux bâtiments // Atmospheric Environment. – 1973. – V. 9. – P. 891-900.
17. Харахинов, М.Н. Исследование атмосферного воздуха и метеорологических условий на разных уровнях высотного здания // Информационно-методические материалы Государственного научно-исследовательского сан. ин-та им. Ф.Ф. Эрисмана. – 1954. – №3-4. – С. 29.
18. Методика расчета выбросов автотранспорта вблизи регулируемого перекрестка и оценки их воздействия на атмосферный воздух Санкт-Петербурга. СПб, 2007. – 7 с.
19. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов. – М., 1999, 18 с.
20. СанПиН 1.2.2353-08. Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы.
21. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Красноярском крае в 2010 году: Государственный доклад / Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю. – Красноярск, 2011. – 191 с.

22. . Михайлюта С.В., Тасейко О.В., Захаров Ю.В. Динамика загрязнения атмосферы в условиях города. Lambert academic publishing GmbH&Co.KG, Germany, 2011. – 136 с.
23. Health related air quality indicators and their application in health impact assessment in HEGIS. Report on a WHO consultation, Sosnowiec, Poland, 21–23 November 1995 : Document EUR/ICP/EHAZ 9406/MT03. – Copenhagen: WHO. Regional Office for Europe, 1997. – 36 p.
24. Состояние загрязнения атмосферного воздуха городов на территории Красноярского края, республик Хакасия и Тыва в 2005 г. – Красноярск, 2006. – 135 с.
25. Seinfeld T. H., Pandis S.N. Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change. – 1997. – Wiley and Sons. – 1360 p.
26. Безуглая Э.Ю., Воробьева И.А., Ивлева Т.П., Махоткина Е.Л. Потепление как возможная причина повышения химической активности атмосферного воздуха городов // Тр. ГГО им. А.И. Воейкова. – Вып. 557. – 2008. – С. 159 – 183
27. Качество воздуха в крупнейших городах России за десять лет. 1998–2007 гг.: Аналитический обзор. ГУ «ГГО», Росгидромет. – СПб., 2009. – 133 с.
28. WHO (2007). Health relevance of particulate matter from various sources, Report on a WHO Workshop, Bonn, Germany, 26-27 March 2007.
29. Безуглая Э.Ю., Смирнова И.В. Воздух городов и его изменения. – СПб.: Астерион, 2008. – 254 с.
30. ГН 2.1.6.2604-10. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Дополнение № 8 к ГН 2.1.6.1338-03.

3. ТЕХНОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ТЕРРИТОРИЮ ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «СТОЛБЫ»

Государственный природный заповедник «Столбы» расположен в центральной части Красноярского края, непосредственно примыкает к южно-западной черте г. Красноярска. В настоящее время площадь заповедника составляет 47,156 тыс. га. Заповедник «Столбы» является природоохранным, научно-исследовательским и эколого-просветительским учреждением федерального значения. Он расположен на Куйсумском хребте Манского Белогорья в системе хребтов Восточного Саяна, на правом берегу р. Енисей, между его притоками – р. Базаиха, Мана и Большая Слизнева. Абсолютные отметки этого междуречья колеблются в пределах 200 – 800 м. Низкогорная часть от 200 до 500 м занимает 28,1 % площади территории. Значительная часть территории лежит в высотном поясе от 500 до 700 м (60,1 %) над уровнем моря [1].

Начиная с 1985 г. на территории заповедника «Столбы» проводят маршрутные снегомерные наблюдения. Эти наблюдения осуществляют по стандартной методике в постоянных пунктах отбора проб в конце февраля – начале марта [2].

В 2010 г. были отобраны 17 проб в заповеднике и 3 пробы в городе. В снежном покрове исследовались содержание: хлоридов, фторидов, никеля и алюминия. Количественный химический анализ проб выполнялся в Институте биофизики Сибирского отделения РАН.

Загрязнение снежного покрова является косвенным показателем качества атмосферного воздуха. На территории заповедника «Столбы» анализировались только пробы снега, поэтому для сопоставления с данными по загрязнению воздуха были использованы среднегодовые концентрации никеля, фтористого и хлористого водорода в атмосферном воздухе г. Красноярска по данным ГУ «Красноярский ЦГМС-Р» [3].

3.1. Нормирование загрязнения снежного покрова

В отличие от оценки загрязнения таких природных сред, как атмосферный воздух, природные воды и почва, для оценки качества снежного покрова санитарно-гигиенических нормативов (ПДК) не разработано. Стандартной практикой для организаций,

осуществляющих государственный мониторинг, является использование предельно-допустимых концентраций для водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение.

В европейской практике для оценки уровня загрязнения снежного покрова используются уровни критических нагрузок, которые разработаны Объединенной национально-экологической комиссией Европы. Уровень критической нагрузки определяет максимальное годовое выпадение загрязняющего вещества, при котором не оказывается негативного влияния на растительный мир и почву. В настоящее время этот показатель существует только для ограниченного количества загрязняющих веществ: соединения серы и суммарный азот. Для остальных веществ, присутствующих в снежном покрове, уровни критической нагрузки не разработаны [3-5].

Также в качестве норматива загрязнения снежного покрова используются фоновые значения по отдельным компонентам. Но для достаточно крупного промышленного центра, каков г. Красноярск, выбор территории, которая может рассматриваться в качестве фоновой, представляется довольно проблематичным. Принято считать, что территория заповедника «Столбы» является фоновой для г. Красноярска. При этом по расчетам, выполненным при подготовке сводных томов ПДВ г. Красноярска, получено, что северо-восточная часть заповедника «Столбы» находится на границе зоны влияния (по РД 52.04.186-89) выбросов ОАО КраЗ и концентрация фтористых соединений в атмосферном воздухе достигает значения 0,1 ПДК [5]. Таким образом, эта территория подвержена антропогенному влиянию.

В таблице 3.1 приведены фоновые значения по хлориду, фторидам, никелю и алюминию в снежном покрове.

Таблица 3.1. Сравнение фоновых значений загрязнителей в снежном покрове и ПДК_{р.х.}

Показатель	Фоновое значение, мг/л	Число наблюдений для расчета фона	ПДК _{р.х.} , мг/л
<i>Cl</i>	0,74	43	300
<i>F</i>	0,099	48	0,75
<i>Al</i>	0,46	32	0,04
<i>Ni</i>	0,00059	47	0,01

3.2. Основные источники загрязнения

Основными источниками загрязнения снежного покрова в районе исследования служат выбросы автотранспорта и стационарные источники. Выбросы от автотранспорта составляют около 45 % общегородских выбросов. Основной вклад в выбросы от стационарных источников в г. Красноярске на протяжении последних 10 лет вносят ОАО «Красноярский алюминиевый завод» (ОАО «РУСАЛ Красноярск») – 45 %, ОАО «Красноярские ТЭЦ-1,2,3» филиалы ОАО «Енисейская ТГК (ТГК-13)» – 38,8 %.

Наибольшее количество выбросов алюминиевого завода приходилось на 2004 – 2006 гг. (49,7 % от всех промышленных предприятий). Количество выбросов ТЭЦ зависит от температур воздуха зимой и в среднем составляет 34 % от общегородских промышленных выбросов (табл. 3.2).

Таблица 3.2. Промышленные предприятия г. Красноярска, имеющие наибольшие выбросы загрязняющих веществ, тыс. т [6]

Предприятия / год	ОАО «РУСАЛ Красноярск»	ТЭЦ-1	ТЭЦ-2	ТЭЦ-3	Итого выбросов от промышленных предприятий
2010	66,9	25,9	19,8	7,0	147,8
2009	67,4	26,4	19,3	6,3	149,3
2008	69,5	25,4	20,0	6,7	154,6
2007	75,2	26,5	19,4	7,1	167,4
2006	80,2	28,7	20,3	6,3	170,7
2005	89,5	31,2	21,3	5,8	179,9
2004	91,3	26,7	19,3	5,9	174,1
2003	57,9	23,5	20,0	5,8	142
2002	56,4	24,3	17,7	5,8	138,1
2001	56,8	23,9	17,5	6,2	139,9
2000	57,0	29,7	18,4	6,9	145,7
1999	58,7	32,1	19,5	6,2	150,9
1998	74,0	32,4	20,7	5,7	161,9
1997	85,9	28,2	16,5	4,4	164,1
1996	85,7	28,4	15,2	4,8	163,2
1995	87,9	29,4	16,2	5,2	167,8

Для того чтобы выделить влияние промышленных предприятий на загрязнение снежного покрова, были выбраны специфические загрязняющие вещества, которые характеризуют влияние выбросов стационарных источников. Такими источниками являются металлургические производства (табл. 3.3).

Источник соединений фтора, алюминия и хлоридов – Красноярский алюминиевый завод (КрАЗ – второе в мире предприятие по выпуску алюминия).

Таблица 3.3. Источники выбросов специфических загрязняющих веществ в атмосферный воздух [3]

Загрязняющее вещество	Предприятия
Алюминий	Металлургическое производство
Газообразные фтористые соединения	Металлургическое производство
Плохо растворимые фтористые соединения	Металлургическое производство
Хлориды	Предприятия металлургического производства и готовых металлических изделий
Никель	Производство и распределение электроэнергии, газа и воды Металлообработка

Источником никеля выступают ТЭЦ. Никель часто обнаруживается в выбросах ТЭЦ при сжигании угля, и концентрация его в воздухе в значительной степени связана с составами углей, которые при этом используются [7].

3.3. Пространственная и временная изменчивость загрязнения атмосферного воздуха и снежного покрова

Среднегодовая динамика содержания в воздухе фторо- и хлороводорода определяется неоднородностью поступления этих соединений в атмосферу (рис. 3.1, табл. 3.4). Максимальные концентрации HF зарегистрированы в 1992 – 1996 и в 2004 – 2008 гг., когда алюминиевый завод производил наибольшее количество выбросов в атмосферу. Высокое содержание HCl наблюдалось в 1995 – 1997 и 2005 – 2008 гг.

Содержание хлоридов в воздухе менялось за период наблюдения незначительно несмотря на то, что источник выбросов хлоридов тот же, что для фтористых соединений. Возможно, это связано с особенностями технологических процессов на производстве и систем очистки газовых выбросов, которые приводят к неизменному объему выбросов хлоридов за столь длительный период.

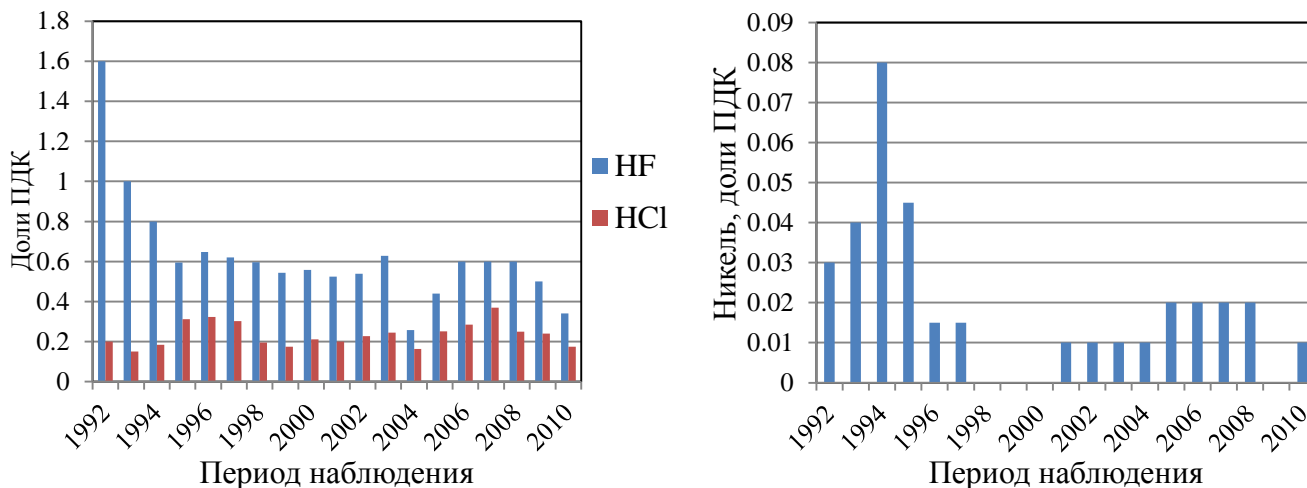


Рис. 3.1. Годовая динамика специфических загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Красноярска по данным ГУ «Красноярский ЦГМС-Р»

Среднегодовая динамика содержания никеля в воздухе представлена на рис. 3.1. Концентрация этого металла за весь период наблюдения не достигала значений ПДК для атмосферного воздуха населенных мест и в последнее десятилетие значительно снизилась до порога обнаружения (порог обнаружения – $0,00001 \text{ мг/м}^3$).

Максимальные концентрации соединений фтора в снегу были зарегистрированы в 1994, 1996 – 1997 и в 2005 гг. (рис. 3.2). При этом наблюдается тенденция к повышению концентраций фтора в снежном покрове при увеличении объема выбросов КрАЗа. Таким образом, высокие концентрации фторидов в 1992 – 1995 гг. связаны с более высокими объемами выбросов в этот период.

Содержание фторидов в снежном покрове заповедника «Столбы» в последние годы снизилось почти в 2 раза (по сравнению с 1993 – 1997 гг.). Это объяснимо переходом предприятия в 2006 г. на новую экологически более эффективную технологию. Модернизация позволила сократить на предприятии удельные выбросы фтористого водорода и смолистых веществ (снижены в 1,5; 2,7 раз соответственно) (рис. 3.2) [8]. Содержания алюминия в снежном покрове заповедника при этом снизилось практически в 4 раза.

Соединения никеля в снежном покрове выросли в 1,5 раза (рис. 3.2). Основной источник поступления этого металла в воздух и, как следствие, в снежный покров – деятельность ТЭЦ, максимум выбросов которых приходится на зимний период. В последнее десятилетие количество никеля в снегу выросло.

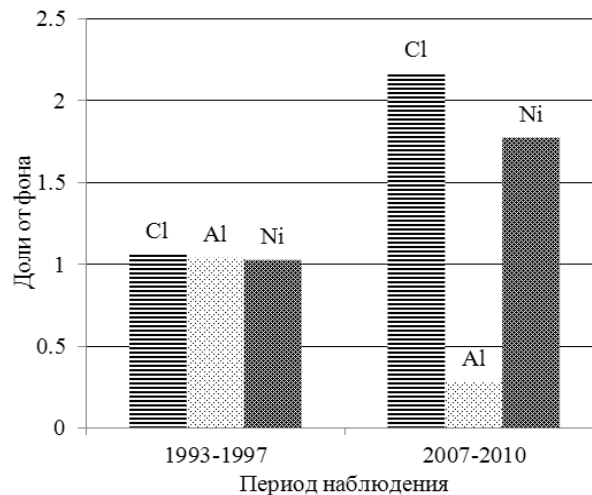
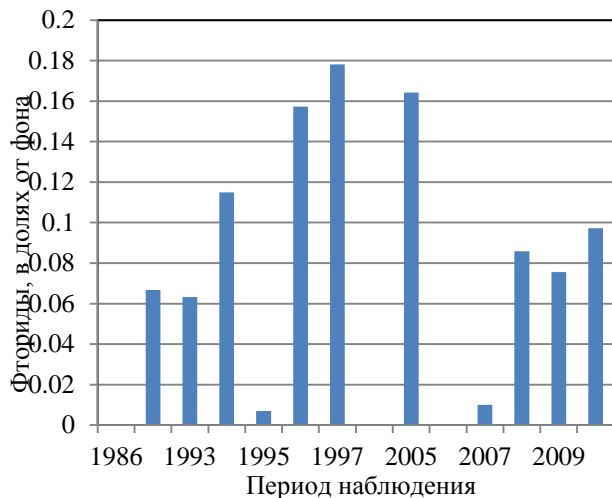
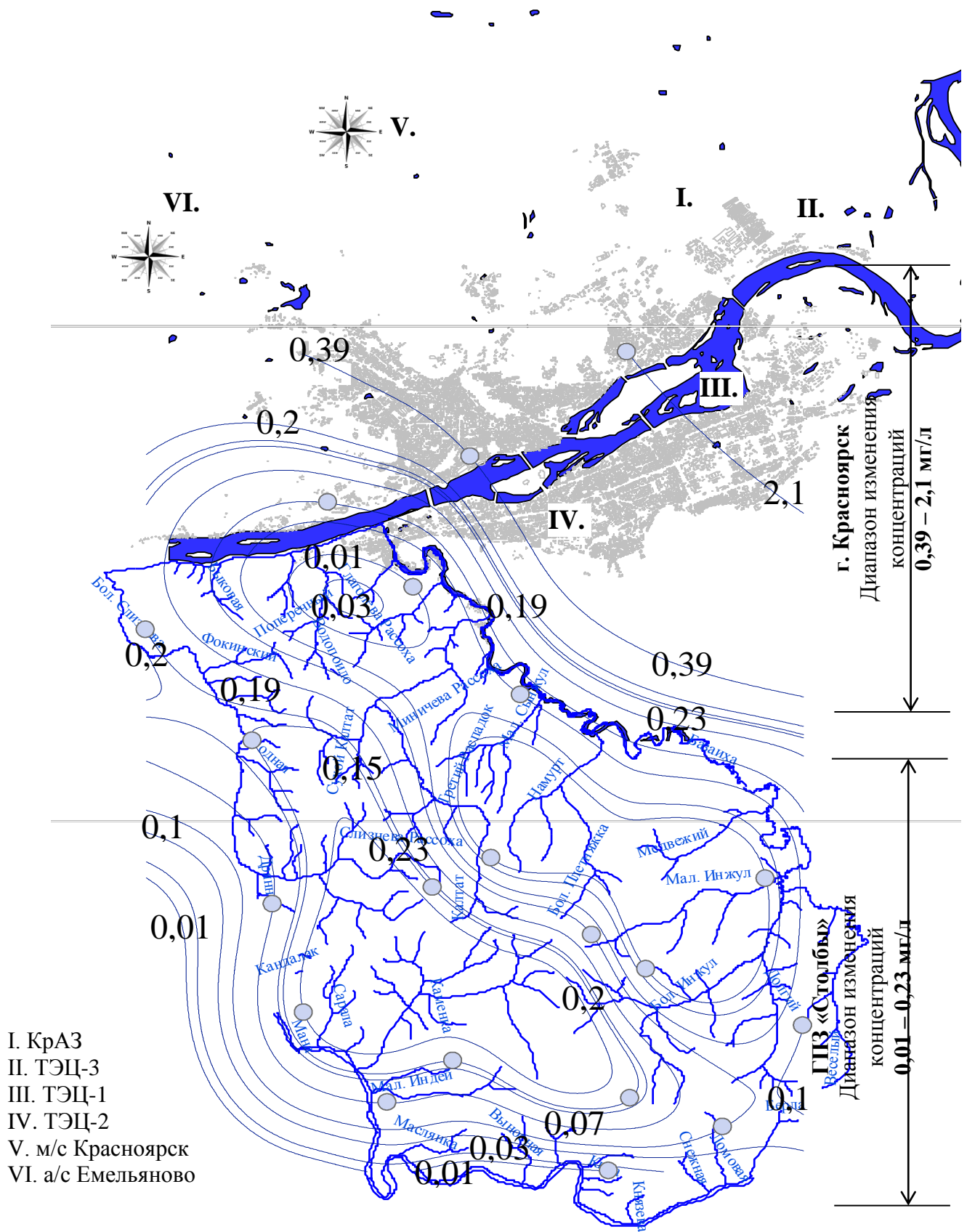


Рис. 3.2. Годовая динамика специфических загрязняющих веществ в снежном покрове ГПЗ «Столбы»

Пространственное распределение соединений фтора в снегу в 2010 г. представлено на рис. 3.3. Повышенные концентрации (в диапазоне от 0,39 до 2,1 мг/л) обнаруживаются на территории города. При удалении от города на территории заповедника «Столбы» концентрации убывают (диапазон изменения концентраций от 0,01 до 0,23 мг/л).



- I. КраЗ
- II. ТЭЦ-3
- III. ТЭЦ-1
- IV. ТЭЦ-2
- V. м/с Красноярск
- VI. а/с Емельяново

г. Красноярск
 Диапазон изменения
 концентраций
 0,39 – 2,1 мг/л

ГПЗ «Столбы»
 Диапазон изменения
 концентраций
 0,01 – 0,23 мг/л

Рис. 3.3. Пространственное распределение фторидов в снежном покрове ГПЗ «Столбы» и г. Красноярска в 2010 г. (цифрами показано содержание фторидов, мг/л)

При этом наиболее высокие значения содержания фторидов в снегу на территории заповедника «Столбы» фиксируются в пунктах, расположенных на повышенных формах рельефа (от 300 м над уровнем моря). Уровень загрязнения территории города более чем в 7,9 раза превышает уровень загрязнения территории заповедника «Столбы». Наиболее тяжелые частицы выбросов оседают ближе к источнику, в городе. Зафиксировано повышенное содержание фторидов в пониженных формах рельефа, расположенных близко к городу.

3.4. Особенности метеорологических режимов, обуславливающих повышенную техногенную нагрузку на территории заповедника «Столбы»

Традиционно расчеты концентраций загрязнений от промышленных источников производят вдоль преобладающих горизонтальных векторов движения воздуха, согласно розе ветров для данной местности.

Для оценки распределения ветровых потоков использовались данные с метеостанции Красноярск (индекс ВМО #29570) [9] и аэрологической станции Емельяново (индекс ВМО #29572) [10], расположенной на расстоянии около 10 км от города. Данные проанализированы за период с 1995 по 2010 гг. (рис. 3.4).

Выбор метеостанции «Красноярск» для анализа направлений ветрового потока обусловлен тем, что эта станция расположена в непосредственной близости от города, но вместе с тем является фоновой и характеризует направление ветрового потока до его изменения в условиях городской застройки.

На станции «Емельяново» выполняется аэрологическое зондирование. Это позволяет оценить направление ветрового потока на высоте 1500 м от поверхности. Принято считать, что на этой высоте подстилающая поверхность не оказывает влияния на набегающий ветровой поток, т.е. его можно рассматривать как невозмущенный и поэтому характеризует розу ветров более точно.

Анализ розы ветров позволяет сделать вывод о том, что преимущественное направление ветрового потока на уровне города юго-западное, а направление невозмущенного потока западное. Небольшое различие в направлениях ветра на разных высотах объясняется эффектом сдвига ветра. Соппротивление, создаваемое трением воздуха в

непосредственной близости от поверхности земли, вызывает изменение скорости и направления ветра по мере изменения высоты. Направление ветра, как правило, остается постоянным с увеличением высоты в пределах поверхностного пограничного слоя, но поворачивает по часовой стрелке в северном полушарии и против часовой стрелки – в южном, с увеличением высоты по всему слою Экмана (100 – 600 м над поверхностью) [10].

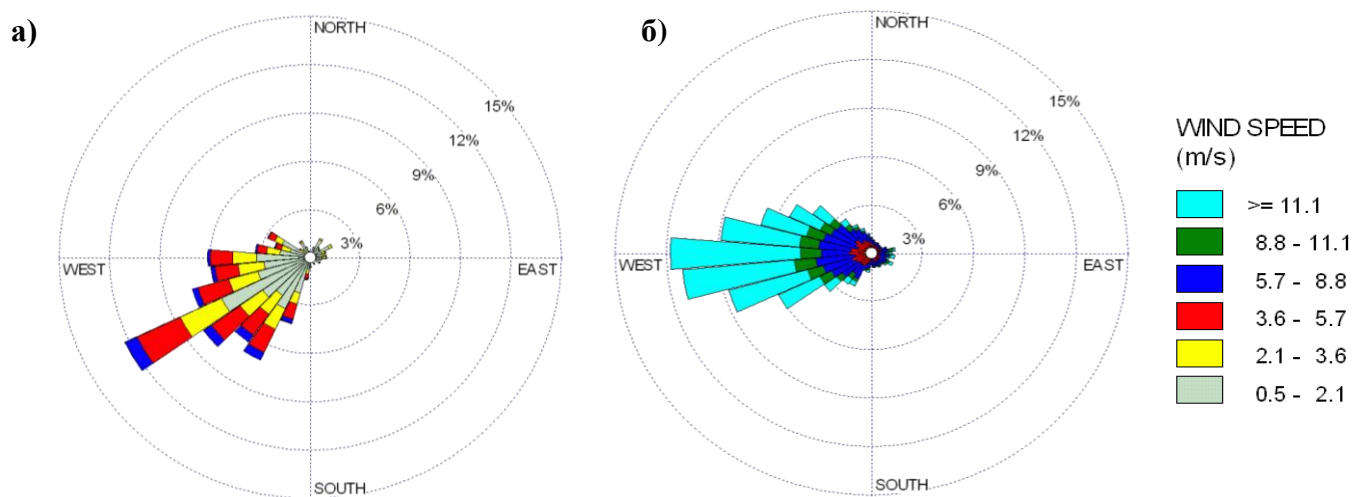


Рис. 3.4. Роза ветров за период 1995 по 2010 гг.: а) – на метеостанции Красноярск; б) – аэрологическая станция «Емельяново» (данные аэрологического зондирования на высоте 1500 м над уровнем моря)

Поскольку снежный покров на территории Красноярска начинает формироваться в октябре, а пробы снега отбирали в конце февраля – начале марта, то было проанализировано распределение направления ветра только за этот период. Доля ветров северо-восточного направления (направление от КрАЗа к заповеднику) с октября по март составляет около 5 % и незначительно меняется по высоте в разные годы.



Рис. 3.5. Изменение доли ветров северо-восточного направления (от города к заповеднику) по данным наблюдений на метеостанции «Красноярск» на высоте 3 м от поверхности и на метеостанции «Емельяново» на высоте 1500 м над уровнем моря

Основные источники выбросов фторидов, хлоридов и алюминия расположены в северо-восточной части Красноярска, а основной объект исследования – заповедник «Столбы» – в юго-западной части города. Набегающий на город ветровой поток также имеет преимущественно юго-западное направление. Таким образом, максимальные уровни загрязнения как в снежном покрове, так и в атмосферном воздухе должны наблюдаться к северо-востоку от города и не попадать в городскую черту. По крайней мере, если исходить гипотезы, связывающей значительные загрязнения окружающей среды и направления ветра, то высокие уровни загрязнения фторидами, хлоридами и алюминием не должны обнаруживаться в заповеднике, расположенном в противоположном направлении. Это свидетельствует о том, что циркуляции над г. Красноярском носят довольно сложный характер и направление ветрового потока не может объяснить причины формирования пространственного распределения загрязнителей.

Для решения вопроса о механизмах переноса загрязняющих веществ необходимо более детальное изучение метеорологических режимов, формирующихся над территорией г. Красноярска и его пригородами. Особенности распространения примесей от источников и формирование приземных концентраций существенно зависят от атмосферных процессов. При прогнозе загрязнения воздуха основной интерес представляет определение ожидаемых

концентраций у земной поверхности, в жизнедеятельном слое атмосферы. Отсюда особое значение приобретает изучение приземного слоя воздуха толщиной 50-100м.

Одной из главных характеристик этого слоя является сохранение в нем по высоте вертикальных потоков тепла и количества движения. Для него свойственно вместе с тем значительное изменение с высотой скорости ветра, температуры и турбулентности. Здесь весьма четко проявляется и влияние устойчивости атмосферы, непосредственно связанной с температурной стратификацией.

Выделяют условия безразличной (или равновесной) стратификации, когда вертикальный поток тепла равен нулю, а изменение температуры воздуха с высотой происходит по адиабатическому закону (снижение температуры на 1 °С при увеличении высоты на 100 м, линию с таким градиентом температуры называют сухой адиабатой), также к равновесной стратификации относят случаи, когда температура мало меняется с высотой, в частности при изотермии. Неравновесная стратификация характеризуется температурными градиентами, существенно отличными от нуля.

Наиболее интенсивное загрязнение воздуха наблюдается, когда опасная скорость ветра и повышенный турбулентный обмен сопровождаются аномальными неблагоприятными метеорологическими условиями.

Для того чтобы охарактеризовать частоту и продолжительность неблагоприятных метеорологических условий, обычно рассматривают повторяемости различного типа инверсий (рис. 3.6). Инверсия характеризует особенность вертикального распределения температуры воздуха, при которой наблюдается увеличение температуры с высотой. В этих условиях над городом возникает запирающий слой воздуха, препятствующий рассеиванию загрязнителей.

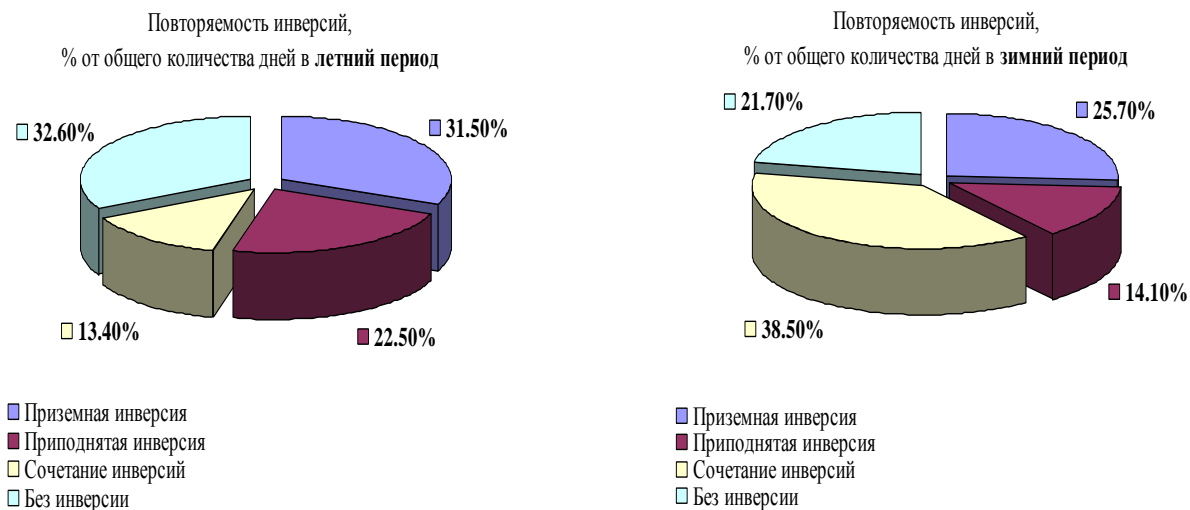


Рис. 3.7. Повторяемость температурных инверсий по данным аэрологической станции «Емельяново»

Температурные инверсии на территории г. Красноярска наблюдаются в течение всего года. Наибольшая их повторяемость приходится на зимний период. При этом слабые скорости ветра характерны как для зимнего, так и для летнего периода. Таким образом, в течение всего года г. Красноярск находится в неблагоприятных для рассеяния выбросов метеорологических условиях.

В зимний период формирование инверсий имеет довольно сложный механизм. Как правило, в зимнее время года образование приземной инверсии обусловлено уменьшением температуры, а в слое 350 - 400 м. происходит медленное прогревание воздуха. В результате образуется мощная приземная инверсия, в которой, с одной стороны, происходит охлаждение приземных слоев, с другой – разогрев слоев на высотах 300 – 450 м. Образование инверсии сопровождается увеличением концентрации загрязняющих веществ и ослаблением ветра.

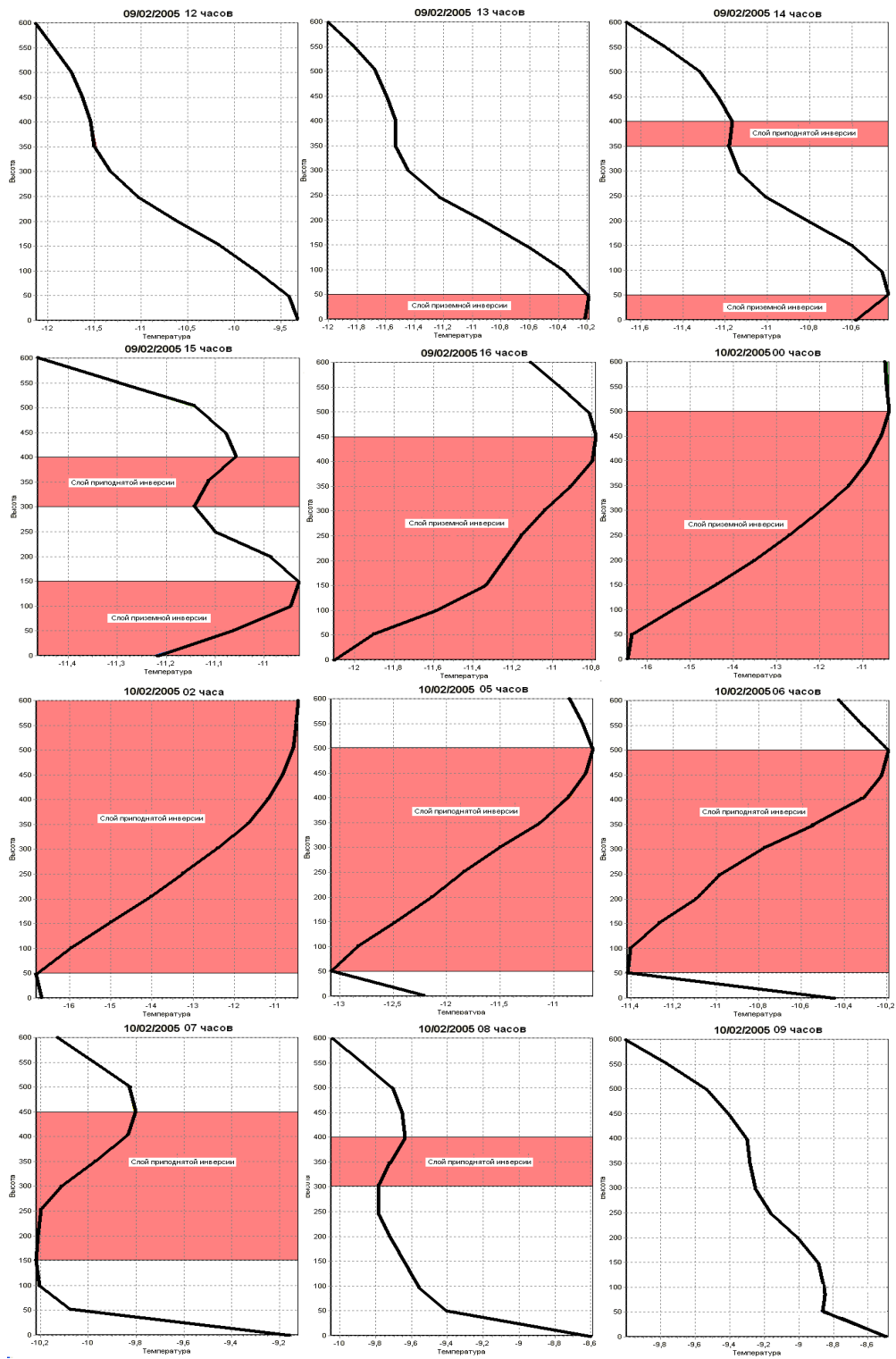


Рис. 3.8. Образование и эволюция инверсии в зимний период

На рисунке 3.9 представлена картина образования и эволюции приземной инверсии, наблюдавшаяся первого июля 2005 г. Начиная с 14 ч., температура по всему профилю стала медленно падать, но с различной скоростью на различных высотах: в приземном слое снижение температуры происходило более интенсивно. В результате началось образование приземной инверсии, сопровождаемое увеличением концентрации загрязняющих веществ.

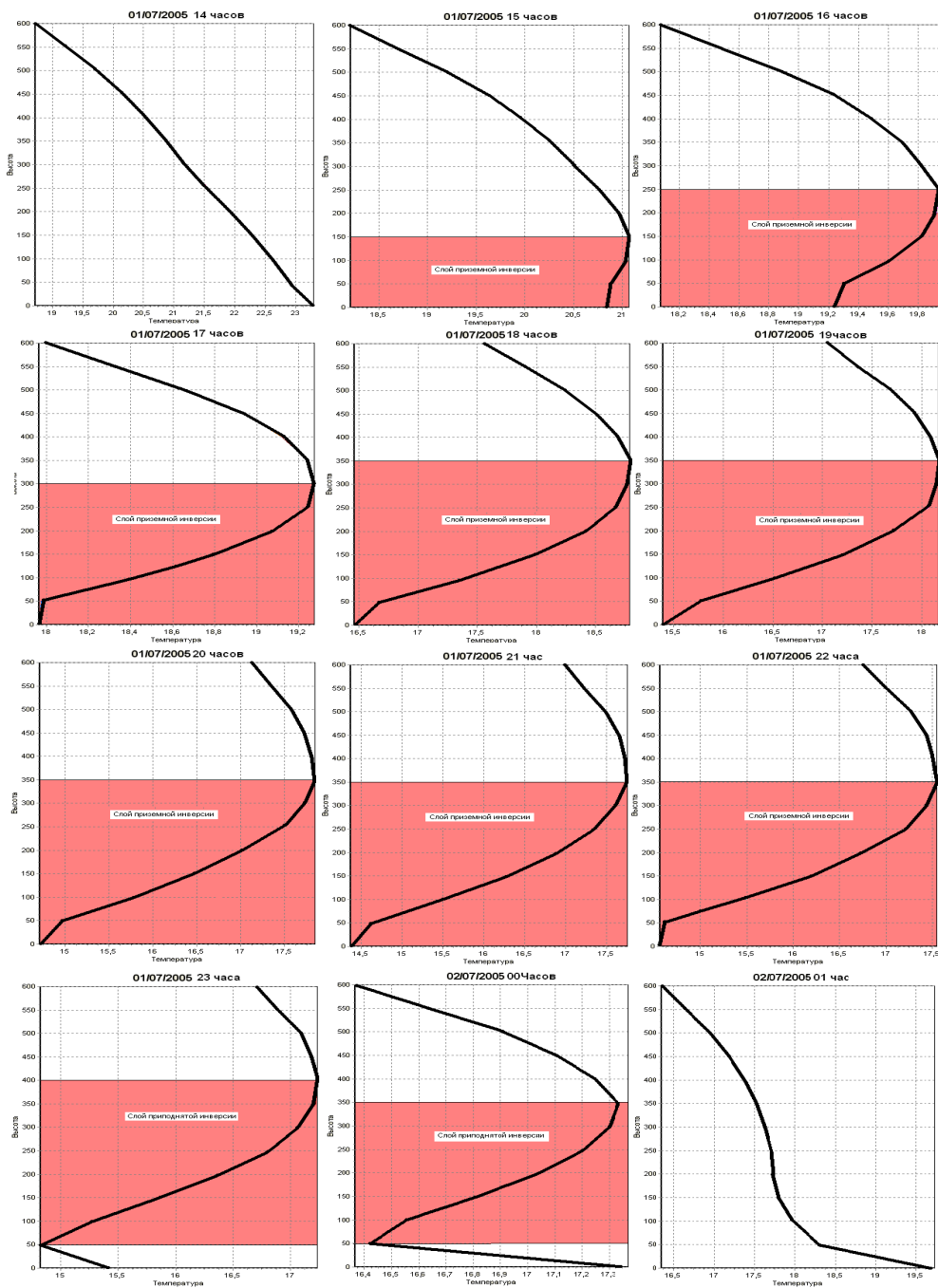


Рис. 3.9. Образование и эволюция приземной инверсии в летний период

Затем вплоть до 22 ч. происходило увеличение слоя инверсии до 350 м. и усиление ее интенсивности до 3,2 °С. Потом приземный слой воздуха стал прогреваться, а приземная инверсия трансформировалась в низко расположенную приподнятую, т.е. по сути начался процесс разрушения инверсионного слоя. Концентрации загрязняющих веществ в это время уменьшались. Следует отметить, что прогрев воздуха до высоты 350 метров происходил со значительной скоростью (в частности, приземная температура увеличилась более чем на 5 °С за 3 ч.). Полное разрушение инверсионного слоя произошло в 1 ч., в это время концентрация пыли стала минимальной за весь рассматриваемый период, уровни содержания СО понизились, но при этом остались выше, чем во время формирования инверсии.

В целом, для летнего сезона в г. Красноярске характерно формирование инверсий во второй половине дня и их разрушение в ночные часы. В утренние и дневные часы инверсионные слои над городом, как правило, не наблюдаются.

В случае приподнятых инверсий приземные концентрации зависят от высоты расположения источника загрязнения по отношению к их нижней границе. Если источник расположен выше слоя приподнятой инверсии, то примесь к земной поверхности поступает в небольших количествах. Если источник располагается ниже слоя приподнятой инверсии, то основная часть примеси концентрируется вблизи поверхности земли [11].

В г. Красноярске более половины всего периода формирования снежного покрова наблюдаются приподнятые инверсии (рис. 3.7). Этот факт, по-видимому, является основной причиной влияния выбросов алюминиевого производства на загрязнения снежного покрова заповедника «Столбы».

Снежный покров – это эффективный интегральный показатель, характеризующий загрязненность атмосферного воздуха. Твердые осадки обладают уникальной способностью извлекать из атмосферного воздуха загрязняющие вещества во время снегопада, сорбировать на своей поверхности атмосферные выпадения и аккумулировать их в своей массе от начала установления снежного покрова до его схода. Поэтому снег служит эффективным индикатором загрязнения окружающей среды, позволяющим учитывать не только массу выпадения атмосферных осадков и загрязняющих примесей в атмосферном воздухе, но и последующее загрязнение вод и почв [12].

Кроме того, снег как объект исследования незаменим при определении области влияния источников загрязнения. Концентрация загрязняющих веществ в снеге оказывается

на 2-3 порядка выше, чем в атмосферном воздухе [2], поэтому измерения содержания веществ могут производиться достаточно простыми методами и с высокой точностью. Всего лишь одна проба по всей толще снежного покрова предоставляет данные о загрязнении за период от образования устойчивого снежного покрова до момента отбора пробы (отбор проб производится один раз в год, в период наибольших влагозапасов).

Результаты, полученные на территориях г. Красноярск и заповедника «Столбы», свидетельствуют о наличии аэротехногенной нагрузки несмотря на то, что преобладающими направлениями ветра являются юго-западные (территория заповедника – на северо-востоке). При этом содержание фтористых соединений в снежном покрове города превышает уровень загрязнения снежного покрова заповедника в 2 раза. С 1995 по 2010 гг. содержание фторидов в атмосфере города менялось незначительно. Содержание фтористых соединений в снежном покрове как города, так и заповедника также претерпевало незначительные изменения.

Наблюдается рост содержания хлоридов и никеля в снежном покрове исследуемых территорий. Так, с 1993 по 2010 гг. содержание хлоридов на территории заповедника выросло более чем в 2 раза, никеля – в 1,8 раза.

Во многих исследованиях, выполняемых для г. Красноярска, принято считать территорию «Столбов» фоновой, изолированной от выбросов промышленных источников. Полученные в данной работе результаты свидетельствуют об обратном. Территория заповедника находится в зоне влияния выбросов стационарных источников г. Красноярска. Поэтому при оценке воздействия выбросов промышленных предприятий на охраняемые природные территории необходимо учитывать «нетипичные» особенности атмосферной циркуляции и переноса примесей. Эта задача может быть решена двумя основными путями: проведением измерений с помощью современного метеорологического оборудования с высоким пространственно-временным разрешением и использованием для усвоения и интерпретации данных методов математического моделирования, позволяющих выполнить идентификацию источников загрязнения для любых рецепторов.

Список литературы к Главе 3

1. Василенко, В.Н. Мониторинг загрязнения снежного покрова / В.Н. Василенко, И.М. Назаров, Ш.Д. Фридман. Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 182 с.
2. «Состояние загрязнения атмосферного воздуха городов на территории Красноярского края, республик Хакасия и Тыва в 1992 - 2010 гг.», Красноярск, 1993 – 2011 г.
3. Воробейчик, Е.Л. Экологическое нормирование токсических нагрузок на наземные экосистемы. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Институт экологии растений и животных Уральского отделения РАН, 2004. – 51с.
4. Мониторинг атмосферного воздуха в районах расположения предприятий РУСАЛа. Отчет по мероприятию НП ЭЦ РОПР, 2008. – 60 с.
5. Государственные доклады «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае за 2000 – 2010 гг.». – Красноярск, 2001 – 2011 гг.
6. Ивлев, Л.С. Химический состав и структура атмосферных аэрозолей. – Л.: Из-во Ленингр. ун-та, 1982. – 368 с.
7. Справка «О содержании соединений фтора в атмосферном воздухе, снежном покрове и почвах на территории Иркутской области», Иркутское УГМС, 17.05.2007 г. – 6 с.
8. Годовой отчет Открытого акционерного общества «РУСАЛ Красноярский Аллюминиевый Завод» за 2010 год, 21 с.
9. <http://weather.uwyo.edu/> Emeljanovo Observations 29572.
10. ИКАО. Руководство по сдвигу ветра на малых высотах / Дос 9817, AN/449. Международная организация гражданской авиации. 2005. – 258 с.
11. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. ГосКом СССР по гидрометеорологии и Министерством здравоохранения СССР, 1989. – 656 с.
12. Климат Красноярска – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 230 с.
13. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. № 5174-90, 6 с.

4. КАРТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ПРЕДСТАВЛЕННЫЕ В «ЭКОЛОГИЧЕСКОМ АТЛАСЕ» г. КРАСНОЯРСКА

4.1. Влияние среды обитания на организм человека

В настоящее время все большее внимание уделяется изучению и поиску путей разрешения экологических проблем. Это связано с тем, что человеческая деятельность в процессе научно-технического прогресса сопровождается воздействием на окружающую среду огромного количества вредных факторов, которые нарушают природное равновесие, способствуют деградации биосферы, отрицательно влияют на здоровье людей [1-3]. Поэтому очень актуален мониторинг здоровья человека, особенно в крупных промышленных городах.

Понимание экологической ситуации в крупном промышленном городе невозможно без объективной и всесторонней научной оценки состояния среды обитания человека и ее влияния на здоровье населения. Особенно важно изучать регионально действующие вредные факторы техногенного характера, негативно влияющие, изменяющие здоровье больших групп людей [4-6].

Для крупного промышленного центра характерно почти полное техногенное изменение большинства параметров внешней среды: загрязнение почв, воздушного бассейна, акваторий, изменение климатических характеристик и многое другое, что приводит к увеличению физической, химической, психологической нагрузки на организм человека, к снижению иммунных реакций [7-9]. Клинические проявления иммунологической недостаточности весьма разнообразны, но общей чертой считается склонность к тяжелым хроническим или рецидивирующим заболеваниям [10, 11]. Например, обнаруживаемый повсеместно рост заболеваемости злокачественными новообразованиями обусловлен, как сейчас полагают, повышением уровня загрязненности среды различными физическими и химическими агентами, обладающими канцерогенными свойствами [12-15].

Если рассматривать влияние условий окружающей среды на заболеваемость раком, то основную роль здесь играют канцерогенные агенты, представляющие собой сложные соединения или физические процессы, вызывающие озлокачествление ткани и действующие как единое целое [16-18]. Наиболее широко распространены и поэтому наиболее опасны канцерогенные химические вещества, часто загрязняющие городскую среду, попадая туда с выбросами промышленных предприятий и автотранспорта [19-21]. Процентное

распределение такого рода загрязнения значительно варьируется для каждого города, так как связано со спецификой его рельефа, характером предприятий, количеством жителей и другими факторами. При рассмотрении степени гигиенического неблагополучия города нельзя ограничиваться лишь суммарным показателем загрязнения среды отдельными веществами, необходимо учитывать показатели уровня здоровья населения как результат общей нагрузки техногенной среды на человека [5, 22, 23]. Необходимо не только анализировать медицинские данные вероятностно-статистическими методами [24, 25], но и рассматривать их территориальную привязку и возможное влияние физико-химических параметров среды обитания человека на заболеваемость теми или иными болезнями [26-28].

4.2. Общая информация об окружающей среде и здоровье населения в электронной карте

Понимание важности экологических проблем крупного промышленного города приводит к необходимости создания информационной базы для исследования экологических показателей рассматриваемой территории. Любой крупный промышленный город изменяет почти все компоненты природной среды: состав почв, вод, атмосферы, микроклимат и многое другое, что может повлиять на здоровье горожан. Поэтому для объективной оценки экологической обстановки в городе необходимо анализировать карты загрязнения территории, состояния растительности, характеристики микроклимата, другие параметры окружающей среды совместно с распределениями заболеваемости населения.

С этой целью создавалась электронный экологический атлас г. Красноярск. Впервые материалы по состоянию окружающей среды города и заболеваемости его жителей раком были опубликованы в сборнике «Экологические структуры г. Красноярск» в 1990 г. [29]. В дальнейшем эта работа несколько раз переиздавалась. К 2002 г. был подготовлен электронный вариант экологического атласа в виде электронной карты, включающий в себя обновленный формат электронных слоев по онкологической заболеваемости (с привязкой по адресу впервые заболевшего) и новые данные по состоянию окружающей среды города. Основой экологического атласа г. Красноярск послужили ранее изданные материалы [29], в которых методами традиционной математической картографии выявлены, вычислены и показаны на картах и схемах локальные структуры, ареалы и аномалии геологических, геохимических, геофизических и других природных и техногенных полей. В качестве

исходной информации для отдельных слоев карты были использованы опубликованные схемы, карты, числовые и описательные материалы, данные гидрометеонаблюдений, результаты геохимических, геофизических и других съемок, выполненных геологическими производственными объединениями. Учтены также отчеты Городского отдела здравоохранения.

В основу построения электронного экологического атласа положен принцип послойной организации информации. На данном этапе атлас состоит из 60 тематических слоев, которые можно условно разделить на две части. В первой из них показаны параметры климата, плотность и фитопатологическое состояние растительного покрова в городе, ареалы загрязнений некоторыми, в том числе и канцерогенными, веществами почв, снежного покрова и атмосферы. В других слоях находится информация о населении города. Это плотность жилищно-промышленной застройки, динамика показателя заболеваемости злокачественными новообразованиями жителей Красноярска. В этих слоях обозначены области различной заболеваемости по районам города. Карты позволяют сопоставить динамику заболеваемости для различных возрастных групп и некоторых форм злокачественных новообразований, выделить особенности расположения таких областей.

Послойная организация данных обладает большим аналитическим потенциалом, например, представленные в различных слоях карты локальные ареалы загрязнения отдельными элементами почвы и снегового покрова, как правило, не совмещаются друг с другом, но, группируясь в пространстве, фиксируют очаги наибольших загрязнений сезонными (по снеговой съемке) или многолетними выбросами (почва) предприятий и автотранспорта. Возможности ГИС позволяют упростить анализ разнородных данных, представленных в различных слоях.

Созданный экологический атлас является информационным базисом для широкого круга пользователей. Поэтому необходимо постоянное введение новых слоев, отражающих изменение экологической ситуации в городе, включая слои, характеризующие заболеваемость жителей.

4.3. Содержание «Экологического атласа»

4.3.1. Климат

Анализ слоев, характеризующих климатические особенности г. Красноярска, показал большое влияние на формирование разности температур летнего и зимнего периодов р. Енисей, разделяющей город своим руслом. Енисей является одним из существенных факторов, формирующих микроклимат в нашем городе. На рисунках 4.1 и 4.2 показаны карты, отражающие климатические особенности города. Наибольшие перепады в разнице температуры наблюдаются в культурно-историческом центре города: этому способствует плотная жилищная застройка, отсутствие зеленых зон, насыщенный транспортный поток и т.д., что вызывает очень неравномерное нагревание и охлаждение на данной территории. Напротив, вблизи р. Енисей и в юго-западной части города наблюдаются более комфортные условия, так как температура на данной территории более однородна (рис. 4.1).

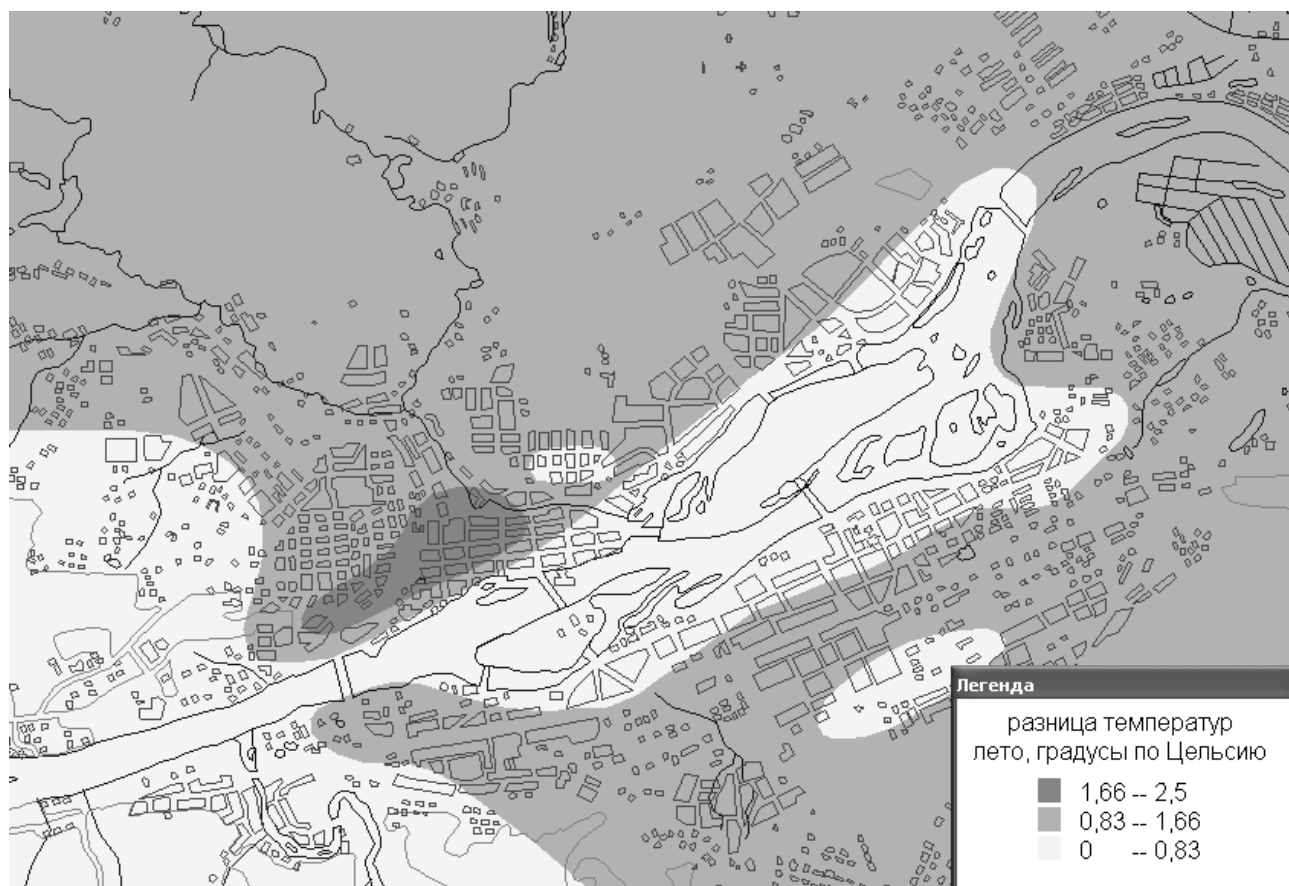


Рис. 4.1. Изотермы разницы температуры в тихую ясную погоду, летом

Влияние р. Енисей на распределение относительной влажности по территории города отражено на рис. 4.2. Здесь области повышенной влажности наблюдаются вдоль русла реки и на пологой части правого берега, ограничиваясь возвышенностями на обоих берегах.



Рис. 4.2. Изолинии относительной влажности в городе летним днем

Жарким летом повышенный уровень влажности на данных территориях воспринимается как весьма комфортный, однако зимой незамерзающий парящий Енисей способствует образованию смогов, когда воздух насыщен мельчайшими капельками воды, в которых растворяются и присутствуют все основные загрязнители городской среды. Такой смог вызывает у людей рост числа респираторных заболеваний, различных патологий органов дыхания, снижение иммунитета.

4.3.2. Воздух

Для создания карт содержания в воздушном бассейне г. Красноярска различных веществ были обработаны данные наблюдений (40 постоянных точек отбора проб на территории города) за период 1994-1997 гг. По средним значениям этих наблюдений были построены карты, отражающие общую тенденцию распределения рассматриваемого вещества по территории города. Конечно, необходимо иметь в виду, что воздушная среда очень изменчива, концентрации веществ в ней быстро меняются в зависимости от погодных условий, но карты усредненных значений помогают нам определить области наибольшего загрязнения воздушного бассейна, а в некоторых случаях и источники загрязнения. Для удобства визуализации и сравнения карт между собой была выбрана относительная шкала значений концентраций, когда максимальному значению концентрации соответствует единица, а минимальному – ноль.



Рис. 4.3. Нормированные значения NO₂ в воздушном бассейне г. Красноярска

Например, на рис. 4.3 показано распределение наибольших и наименьших концентраций NO_2 в воздушном бассейне г. Красноярска. Источником этого оксида являются продукты сгорания: выхлопные газы и стационарные источники загрязнения атмосферного воздуха (трубы предприятий, ТЭЦ и др.). На карте города четко показаны места повышенных концентраций этого оксида: это крупные промышленные предприятия с несколькими стационарными источниками выбросов данного вещества (например, алюминиевый завод на северо-востоке города), или места скопления автомобильного транспорта (Коммунальный мост). Делаем вывод, что на всей территории г. Красноярска имеют место средние значения концентраций NO_2 в воздушном бассейне, таким образом, данное вещество является постоянным компонентом загрязнения окружающей среды города.

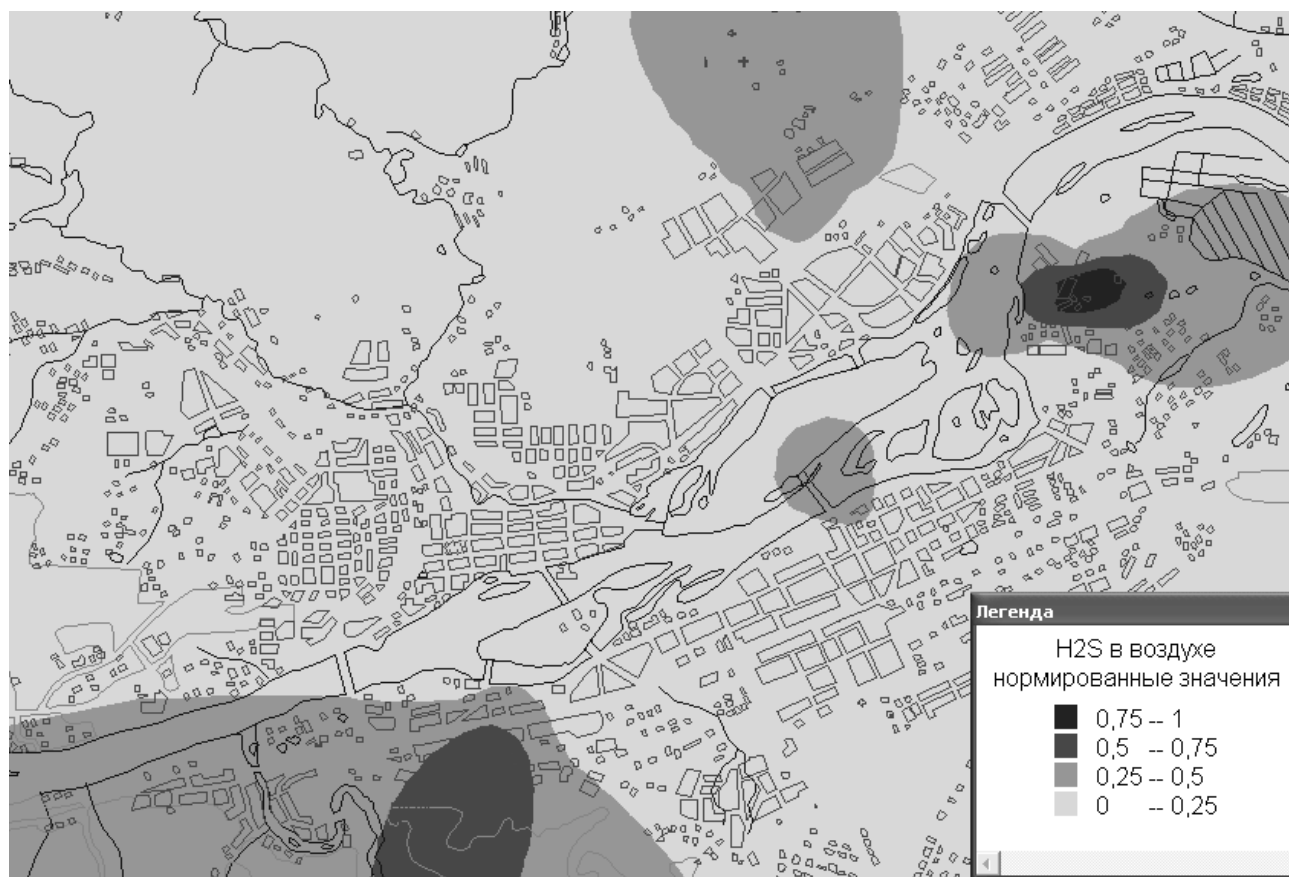


Рис. 4.4. Нормированные значения H_2S в воздушном бассейне г. Красноярска

Распределение по территории г. Красноярска сероводорода (рис. 4.4) указывает на стационарные, постоянные источники загрязнения этим веществом предприятиями

химической промышленности. Площадь и ориентация областей повышенных концентраций зависит от погодных условий, однако жители города, постоянно проживающие вблизи источников загрязнения, регулярно вдыхают воздух, в котором присутствует сероводород. Загрязнение воздуха этим веществом влияет на заболеваемость системы кровообращения, органов пищеварения и появление нервных расстройств.

На карте, показывающей распределение по территории г. Красноярска хлористого водорода (рис. 4.5), имеется один стационарный источник этого вещества в промышленной зоне в южной части города, а на всей территории города данное вещество присутствует в минимальных концентрациях. Можно сделать вывод, что данное вещество не влияет на здоровье жителей города.

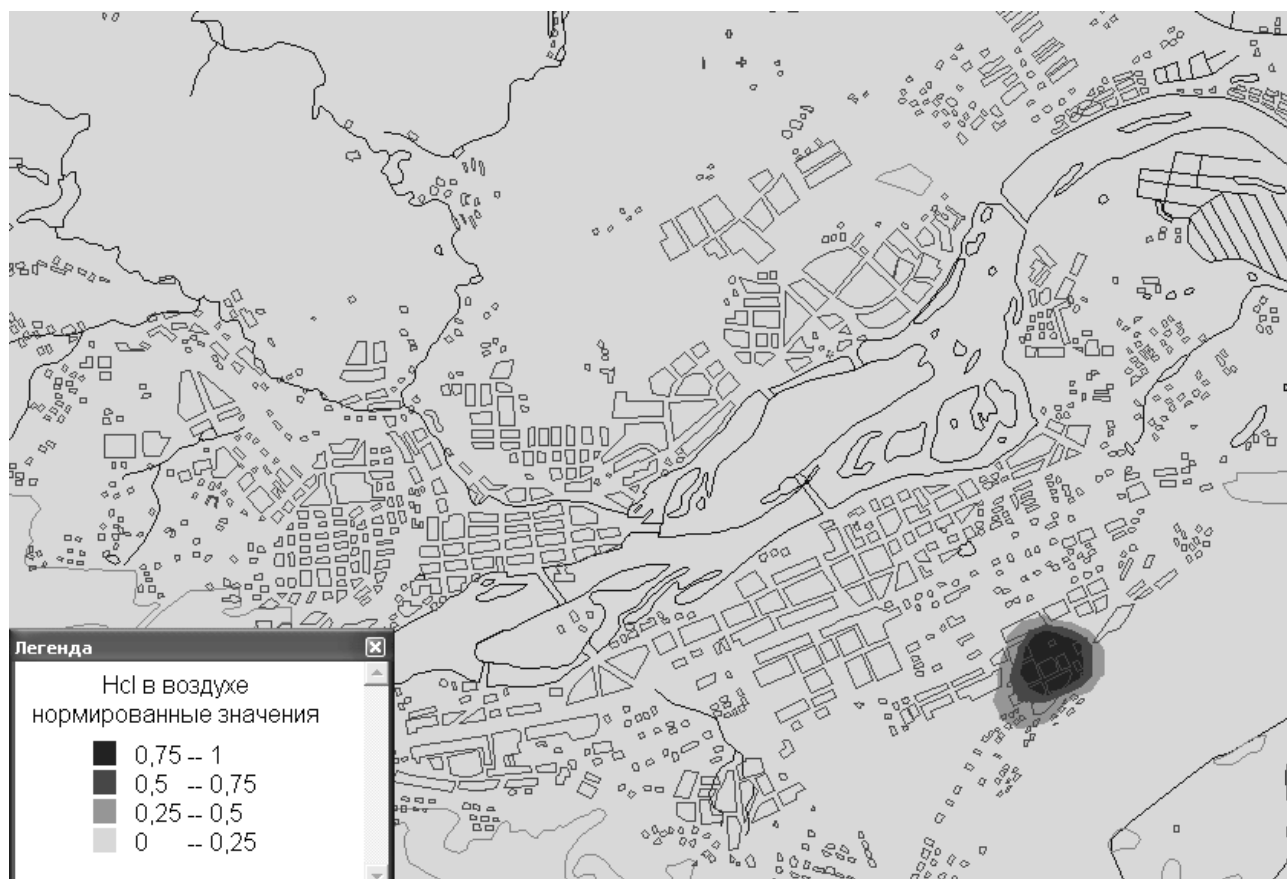


Рис. 4.5. Нормированные значения HCl в воздушном бассейне г. Красноярска

Наряду с представленными картами в «Экологическом атласе» имеются также карты распределения в воздушном бассейне угарного газа, озона, углекислого газа и др. С помощью

этих карт можно определить постоянные источники загрязнения данными веществами, визуально оценить расположение и примерную площадь территорий, жители которых постоянно вынуждены дышать загрязненным воздухом.

4.3.3. Снег

В «Экологическом атласе» представлено несколько карт, построенных по данным снеговой съемки. Особенность этой информации в том, что в конце зимнего сезона, как правило, в апреле, берут пробы снега и смотрят концентрацию в нем различных веществ. Эти данные показывают, какое количество вещества накопилось в снеге, выпадая из атмосферы с осадками и просто осажаясь на поверхность снега за зимний сезон. Построенные по таким данным карты позволяют увидеть суммарное загрязнение более чем за полгода. На таких картах хорошо видны как территории, которые остаются более чистыми, так и наиболее загрязненные территории. Визуально определяются и источники загрязнения. Например, на карте распределения по территории г. Красноярска фторидов по данным снеговой съемки (рис. 4.6) легко сделать вывод, что основной загрязнитель территории города этими веществами – алюминиевый завод. Значения концентрации фторидов увеличиваются с запада на восток по территории города более чем в десять раз.

Избыточное присутствие фторидов в окружающей среде приводит к флюорозам (хронической интоксикации фтором, приводящей к серьезным нарушениям в костной системе человека), сбоям в работе нервной деятельности и дисфункции мозга. Фториды атакуют иммунную систему, понижая ее способность распознавать угрозы здоровью и вызывая так называемые аутоиммунные заболевания. Подобное ослабление иммунной системы может спровоцировать онкологические заболевания, ревматический артрит, склероз и др. Наблюдается негативное влияние фторидов и на щитовидную железу, которая регулирует метаболизм организма человека, что также может вызвать множество заболеваний.

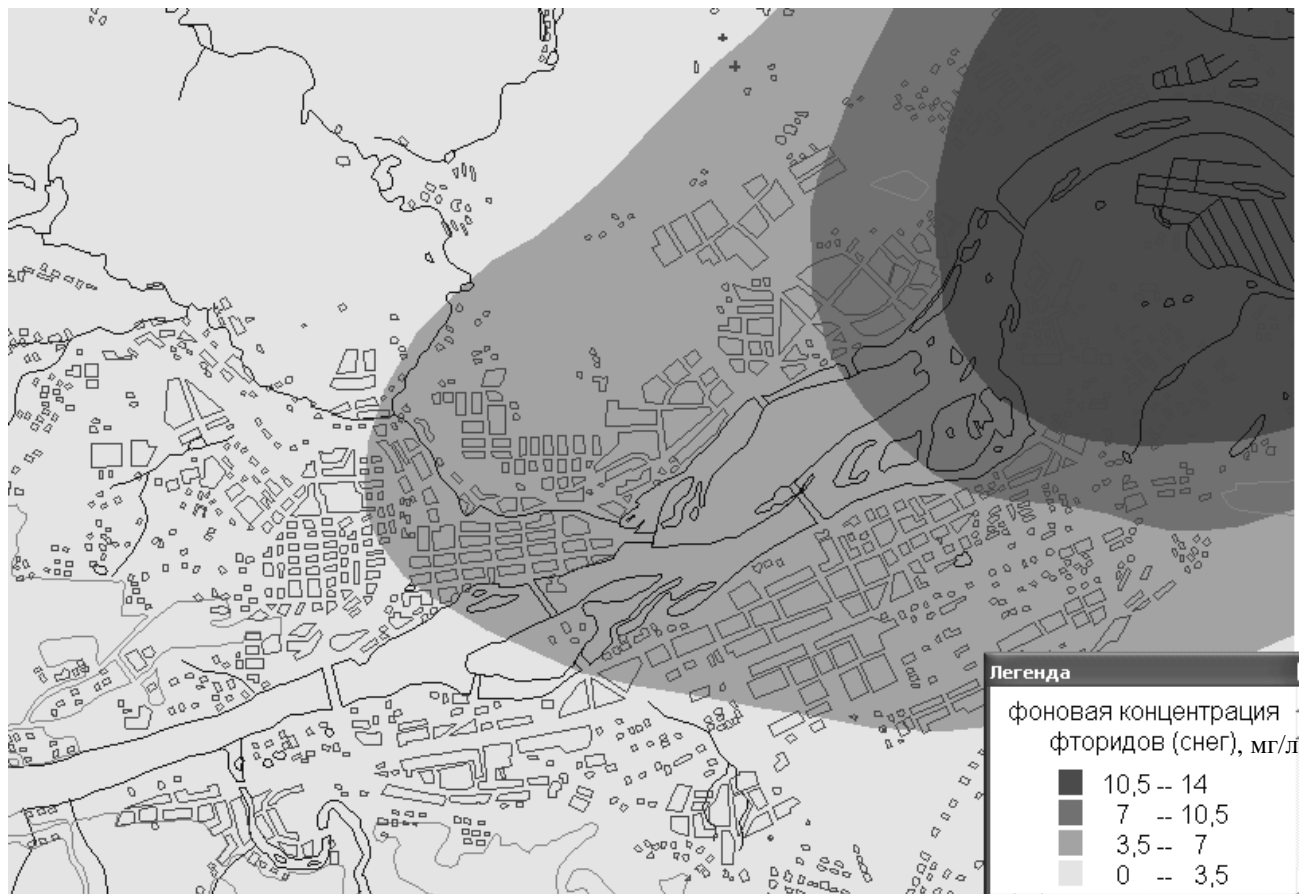


Рис. 4.6. Изолинии ареалов средней концентрации фторидов по данным снеговой съемки 1987 г.

На рисунке 4.7 показаны ареалы распространения по территории города ртути в снежном покрове. В снег ртуть попадает из атмосферного воздуха; таким образом, мы можем определить места с повышенной концентрацией ртути в окружающей среде. В атмосферный воздух ртуть попадает с продуктами сгорания угля и других ископаемых топлив, поэтому источниками загрязнения ею в нашем городе являются крупные ТЭЦ и мелкие котельные, работающие на угле. Стационарный источник – трубы котельной, загрязненный ртутью и ее соединениями воздух может рассеиваться на значительные расстояния, поэтому пятна загрязнения расположены зачастую не рядом с источником, а сдвинуты в зависимости от преобладающих ветров и рельефа.

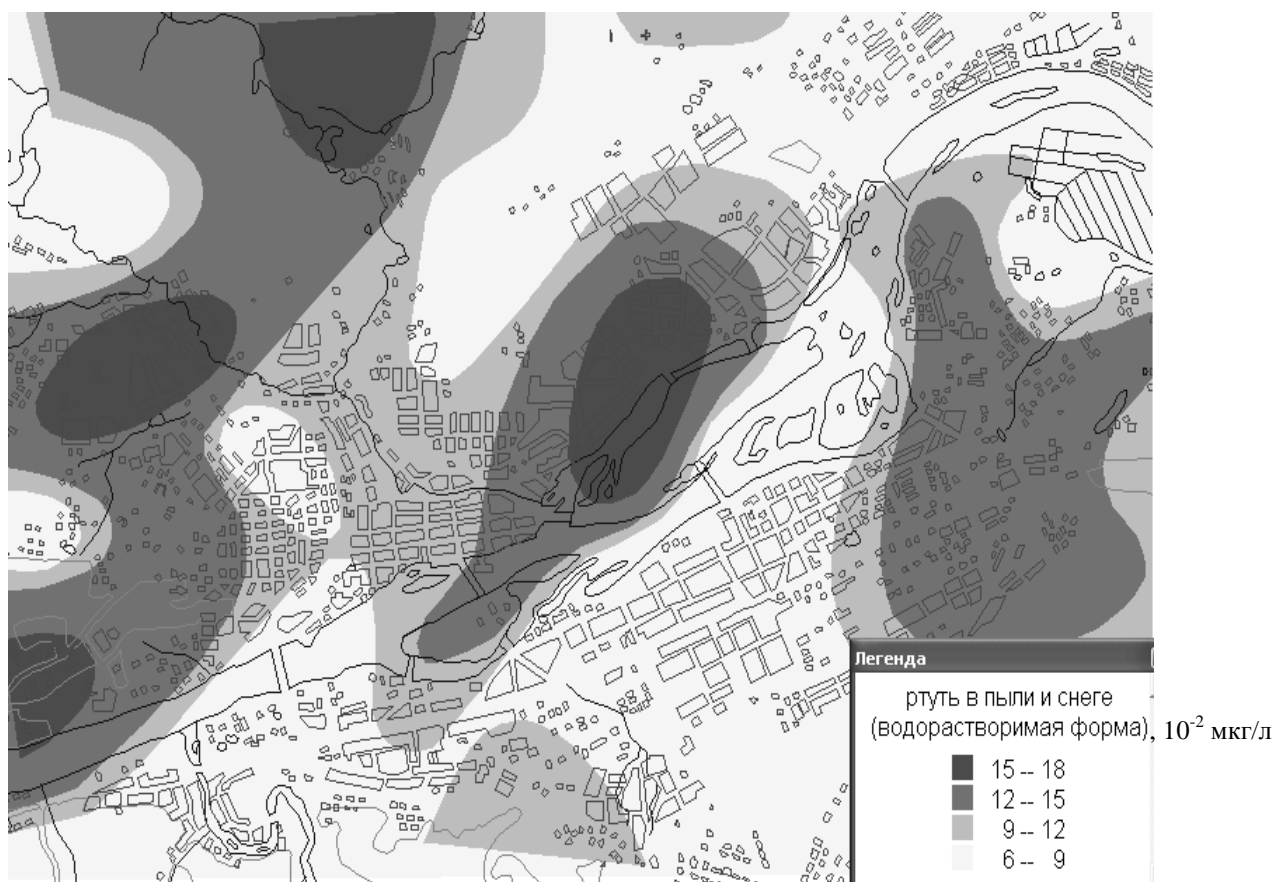


Рис. 4.7. Изолинии ареала средней концентрации водорастворимой ртути по данным снеговой съемки 1987 г.

Ядовитость ртути общеизвестна. При загрязнении окружающей среды ртутью и ее соединениями, поступление ртути в организм происходит малыми дозами, но в течение длительного времени это может приводить к хроническому отравлению (нарушениям в центральной нервной системе и в почках). Для него характерны, прежде всего, повышенная утомляемость, слабость, сонливость, апатия, головные боли и головокружения. Эти симптомы очень легко спутать с проявлением других заболеваний или даже с недостатком витаминов.

Многие канцерогенные вещества, присутствующие в окружающей среде города, могут инициировать, наряду с курением, злокачественное перерождение органов дыхания. К классу таких веществ принадлежат полициклические ароматические углеводороды, одним из которых является бенз(а)пирен, выступающий основным индикатором потенциальной канцерогенной опасности окружающей среды.

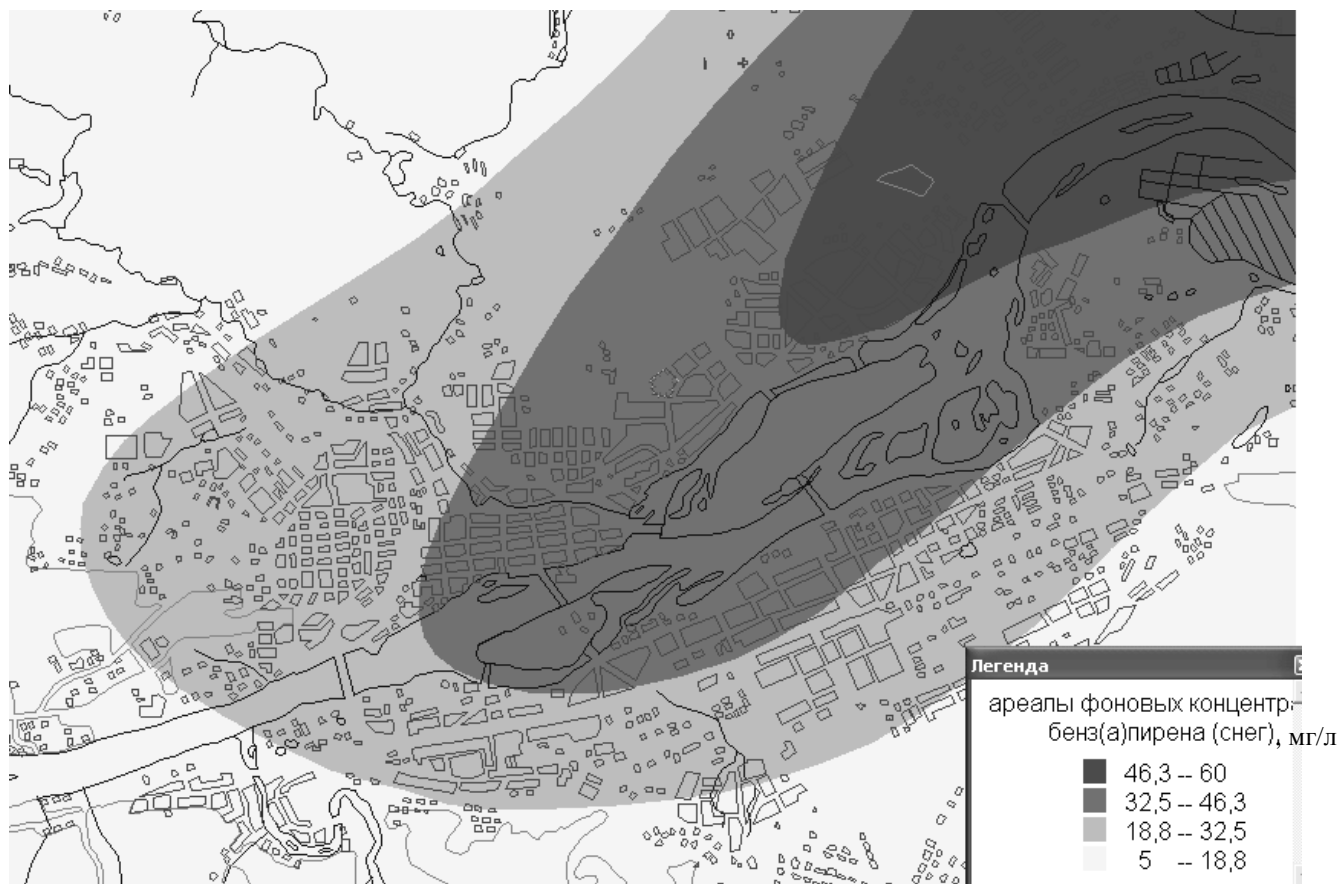


Рис. 4.8. Изолинии ареала средней концентрации бенз(а)пирена по данным снеговой съемки 1987 г.

Бенз(а)пирен наиболее типичный химический канцероген окружающей среды. Он чрезвычайно опасен для человека даже при малой концентрации, поскольку обладает свойством накапливаться в организме до критических концентраций и оказывает мутагенное действие. В атмосфере полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) преимущественно сорбированы на твердых частицах аэрозоля. Размеры частиц в значительной степени определяют дальнейшее поведение ПАУ и их осаждение из атмосферного воздуха. В снежный покров ПАУ выпадают при сухом осаждении и с атмосферными осадками, это приводит к накоплению их в почвах и поверхностных водах.

Антропогенные источники бенз(а)пирена могут быть стационарными (промышленные предприятия, ТЭЦ, крупные и мелкие отопительные системы), загрязняющими атмосферу в относительно ограниченных районах, и передвижными (транспорт), выбросы которых распространяются на значительно большие пространства. Одним из широко распространенных источников бенз(а)пирена является процесс горения практически всех

видов горючих материалов. Бенз(а)пирен присутствует в дымовых газах, копоти, саже и на поверхностях, имевших контакт с дымом, точнее в смолистых веществах, содержащихся в продуктах сгорания.

Будучи химически сравнительно устойчивым, бенз(а)пирен может долго мигрировать из одних объектов в другие. В результате многие объекты и процессы окружающей среды становятся его вторичными источниками. В организм бенз(а)пирен может поступать через кожу, органы дыхания, пищеварительный тракт и трансплацентарным путём. При всех этих способах воздействия возможно появление злокачественных опухолей.

На рисунке 4.8 показана генерализованная карта распределения бенз(а)пирена по территории г. Красноярска, без выделения отдельных очагов загрязнения. Самым мощным источником загрязнения этим веществом воздушного бассейна города служит алюминиевый завод, вблизи которого концентрация бенз(а)пирена превышает 200 мг/л.

4.3.4. Почва

Исследованиями [9] установлено, что в местах локального загрязнения почвы токсичными веществами создаются искусственные аномальные геохимические области с высокими уровнями содержания этих веществ в почве. Население, длительное время проживающее в таких местах, постоянно подвергается неблагоприятному влиянию загрязняющих веществ. Здесь имеет место повышение уровня общей заболеваемости, нарушение психического и физического развития людей, другие отдаленные последствия.

Несмотря на то, что более 1000 веществ, присутствующих в среде крупного промышленного города, имеют канцерогенные свойства [30, 31], количественный и качественный состав загрязнения городской среды зависит от характера имеющихся промышленных предприятий. Канцерогенные вещества с рядом общих черт, таких как мутагенный эффект, хромосомные повреждения, изменения репарации ДНК и других внутриклеточных процессов, имеют иммунодепрессорный характер [12, 32]. Этими свойствами в различной степени обладают металлы: As, Be, Cr, Ni, Pb. На рисунке 4.9 показана суммарная концентрация перечисленных металлов в почве по районам города.

В г. Красноярске в каждом районе существуют локализованные загрязнения мышьяком, где ПДК (2 мг/кг) содержания этого металла в почве превышено в 27-28 раз, содержания никеля – в 2-2,5 раза, в некоторых юго-восточных районах его содержание

превышает ПДК (35 мг/кг) в 5 раз. Загрязнение почвы свинцом превышает ПДК (20 мг/кг) на локальных территориях в 4-5 раз. На карте суммарных концентраций этих металлов выделяется наименьшим загрязнением северо-западный район города, что объясняется отсутствием на данной территории крупных промышленных предприятий (рис. 4.9).

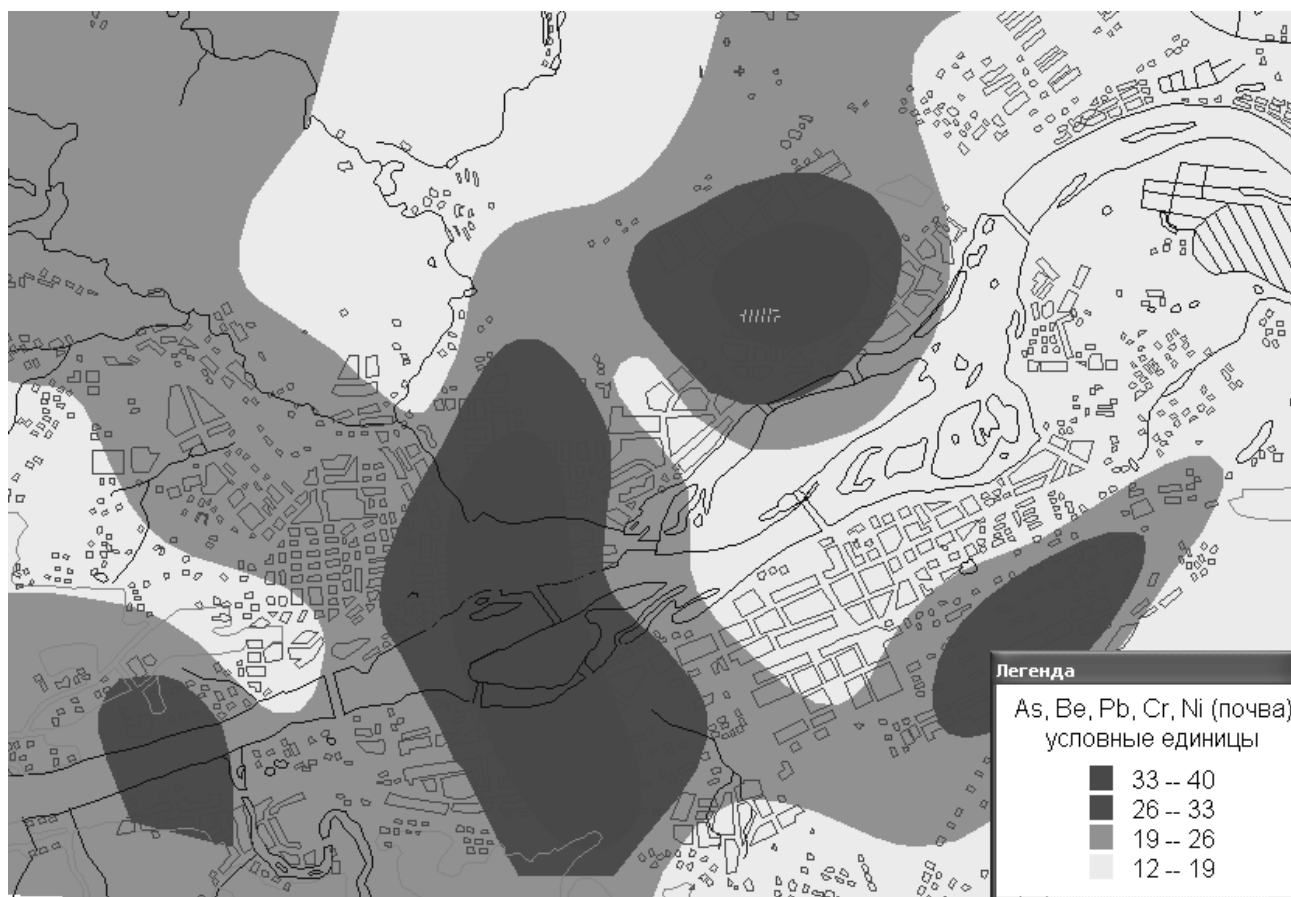


Рис. 4.9. Суммарное содержание в почве на территории г. Красноярска металлов As, Be, Pb, Cr, Ni, обладающих канцерогенными свойствами

Многие тяжелые металлы чрезвычайно токсичны даже в следовых количествах. Они способны концентрироваться в живых организмах, вызывая при этом различные патологии развития. В отличие от органических веществ, подвергающихся процессам разложения, металлы способны лишь перераспределяться между природными средами. Тяжелые металлы проявляют широкое токсическое действие. Причем механизм воздействия индивидуален для каждого металла и обусловлен конкурирующими реакциями между необходимыми и токсичными металлами за места связывания в белковых молекулах.

Главными антропогенными источниками поступления тяжелых металлов в атмосферу являются предприятия цветной металлургии, нефтепереработки, химическая промышленность и автомобильный транспорт. В атмосферном воздухе тяжелые металлы присутствуют в форме органических и неорганических соединений в виде пыли и аэрозолей. Находящиеся в воздухе металлы и их соединения вымываются атмосферными осадками или оседают естественным путем на поверхности почв и растений. Таким образом, карта на рис. 4.9 отражает интегральное, суммарное загрязнение почвы за многие годы: это загрязнение складывается из выпадающих веществ из атмосферы и загрязнения почвы осадками (дождь, снег), содержащими различные загрязняющие вещества. Ареалы наибольших загрязнений почвы находятся в центральной части города, потому что это исторический центр и на этой территории дольше всего проживают люди, загрязняя почву.

Целевая обработка материалов геохимических съемок позволила разделить области загрязнений на фоновые и локальные ареалы. Подобные расчеты показывают, что по большинству загрязняющих веществ, в частности бенз(а)пирену, фторидам, некоторым металлам, ареалы фоновых загрязнений простираются далеко за пределы города. Иначе говоря, фоновые загрязнения почв в довольно высоких концентрациях распространяются на сельскохозяйственные земли пригородных районов.

Данные геохимические карты – наглядное доказательство постоянного присутствия в окружающей среде г. Красноярска спектра канцерогенных веществ в концентрациях, зачастую превышающих предельно допустимые нормы. Это служит одним из факторов, влияющих на заболеваемость злокачественными новообразованиями среди населения.

4.3.5. Динамика онкологической заболеваемости в г. Красноярске (1977-1997 гг.)

Проследить динамику заболеваемости раком жителей какой-либо территории можно с помощью медицинской статистики. Эти данные имеют структуру, аналогичную административному делению территорий, что определяет традиционный вид карты по онкологической заболеваемости (смертности) какого-либо региона. По первичным данным рассчитывают различные относительные показатели заболеваемости (смертности) на 100000 человек (грубые, стандартизованные и др.), проводят стандартизацию по полу и возрастным группам, рассматривают показатели по различным локализациям злокачественных новообразований.

В «Экологическом атласе» г. Красноярска представлены слои с информацией по динамике грубого показателя заболеваемости за 1977, 1987 и 1997 гг. в различных возрастных группах и некоторыми, наиболее часто встречающимися, локализациями злокачественных опухолей.

В качестве объекта картографирования был взят показатель вновь учтенных больных злокачественными заболеваниями в расчете на 100000 населения. Несмотря на то, что в некоторых странах заболеваемость населения злокачественными новообразованиями определяют по материалам смертности от них, прогресс в диагностике и лечении ведет к снижению смертности и достоверно оценить частоту и причины заболеваемости по этим данным достаточно трудно.

Источником информации по онкологической заболеваемости послужила отчетная документация организационно-методического отдела Красноярского онкологического центра, данные городского статистического управления. В г. Красноярске существуют семь административных районов, учет больных ведется районными онкологами. Были рассмотрены шесть возрастных групп, поскольку данные за прошлые годы (1977, 1987 гг.) сохранились в отчетах именно в такой форме. Данные для лиц разного пола рассматриваются отдельно, так как различия в физиологии и образе жизни мужчин и женщин определяют их различную предрасположенность к той или иной форме злокачественных новообразований. Полученные карты позволяют сопоставить изменения заболеваемости в различных районах города по ряду показателей.

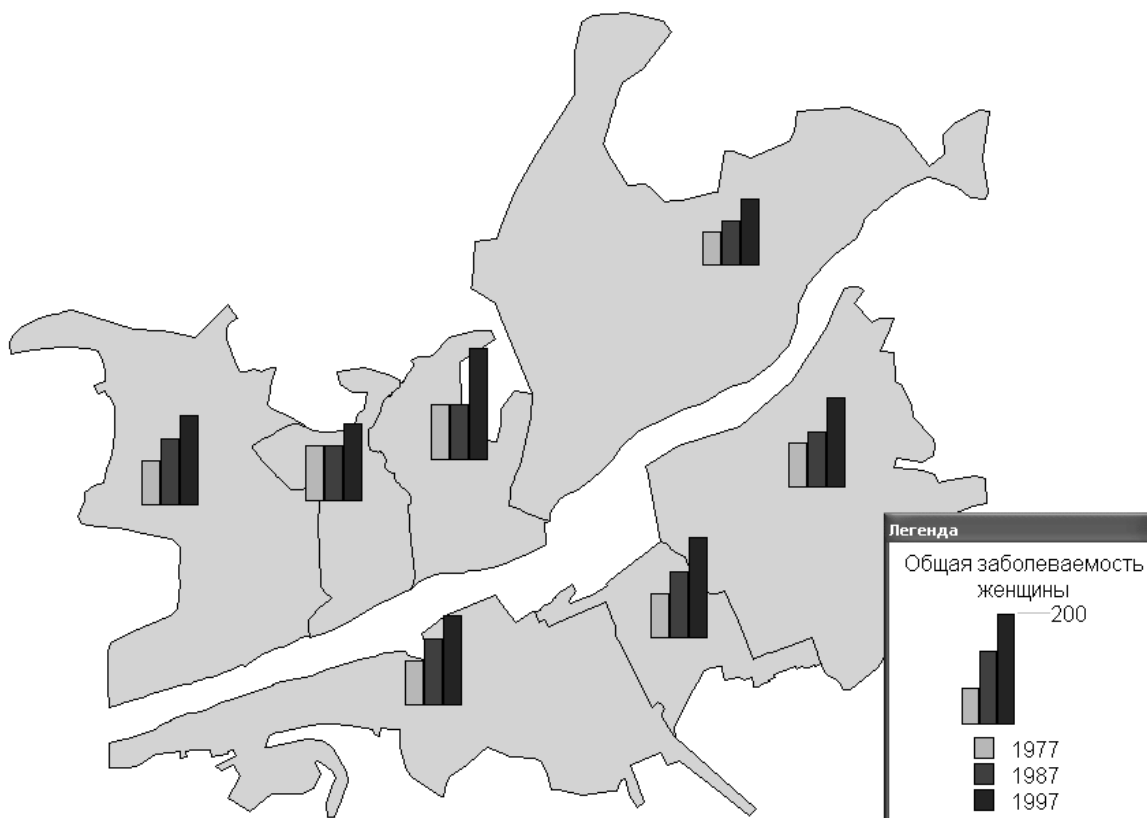


Рис. 4.10. Общая заболеваемость всеми злокачественными новообразованиями женщин, г. Красноярск, грубый показатель на 100 тыс. чел.

Наглядно продемонстрировать динамику общей заболеваемости раком населения города за последние 20 лет позволяют карты на рис. 4.10 и 4.11. Тот факт, что максимальные и минимальные значения показателя заболеваемости на данных картах фиксируются в одних и тех же районах города на протяжении рассмотренного периода времени, объясняется в большей степени социальными факторами, например возрастной структурой населения (в центральной части левобережья высока доля людей старшего поколения), характером медицинского обслуживания и др.

По картам можно проследить постоянный рост показателя общей заболеваемости за рассмотренный период времени. Эта настораживающая закономерность подтверждает постоянное присутствие в городской среде опасных онкогенных факторов.



Рис. 4.11. Общая заболеваемость всеми злокачественными новообразованиями мужчин, г. Красноярск, грубый показатель на 100 тыс. чел.



Рис. 4.12. Показатель заболеваемости злокачественными новообразованиями в возрастной группе 0-29 лет, г. Красноярск, грубый показатель на 100 тыс. чел.

Анализируя карты распределения показателя заболеваемости злокачественными новообразованиями в возрастной группе 0-29 лет по районам города, можно сделать вывод о нарастании числа заболевших в молодом возрасте (рис. 4.12). Особое внимание заслуживает увеличение числа заболевших злокачественными новообразованиями (ЗНО) кроветворной и лимфоидной ткани, так как это наиболее распространенная форма онкологических заболеваний в данной возрастной группе. Считается, что признанными факторами риска заболеть ЗНО лимфоидной и кроветворной тканей является иммунная недостаточность и врожденные или приобретенные аномалии в хромосомах [13], а именно такие процессы вызывает взаимодействие организма с канцерогенными агентами и неблагоприятной окружающей средой.

Принимая во внимание повышенную чувствительность организма в детском и эмбриональном возрасте к онкогенному воздействию среды, необходимо подчеркнуть, что рост числа заболевших раком в молодом возрасте показывает усиление онкогенной нагрузки окружающей среды на организм человека и служит опасным симптомом неблагополучия экологической обстановки в городе.

4.3.6. Представление медицинской информации о больном с адресной привязкой

Для изучения причин, влияющих на заболеваемость злокачественными заболеваниями, большое значение имеет анализ территориальных особенностей распространения опухолей среди населения. На территории любого крупного промышленного города существуют как более загрязненные районы (вблизи предприятий, загрязняющих окружающую среду), так и более чистые, благоприятные в экологическом отношении. Поэтому актуален поиск методов, позволяющих сопоставить показатели здоровья жителей, проживающих в различных условиях городской среды. Для этих целей предлагается использовать цифровые карты заболеваемости онкологическими болезнями с достаточно мелким разрешением, построенные с помощью ГИС-технологий на основе медицинской базы данных.

Применение картографического метода в сочетании с информационными технологиями позволяет более эффективно не только решать задачи современного представления данных по заболеваемости злокачественными новообразованиями, но и исследовать экологические условия проживания заболевших людей в крупном городе. Было

изучено распределение впервые заболевших онкологическими болезнями по территории г. Красноярска – крупного промышленного центра со сложной экологической обстановкой.

При создании карты пространственного расположения впервые заболевших злокачественным новообразованиями по территории города использовали программный модуль, с помощью которого по адресу заболевшего (название улицы, номер дома) рассчитывали координаты этой точки на карте города. В результате была получена карта, на которой точками обозначены места проживания заболевших данной локализацией. В ГИС-среде, при наличии координатной привязки каждого больного из базы данных, возможно построение карт, отображающих на территории города любую информацию, представленную в базе данных.

Грубый показатель заболеваемости рассчитывали дифференцированно, учитывая локальную плотность населения. Необходимо подчеркнуть, что представление данных медицинской статистики на карте с привязкой до дома не только позволяет по-новому увидеть и проанализировать особенности расположения заболевших жителей по территории города, но и дает возможность более полно использовать математический аппарат для изучения структуры медицинских данных, обратиться к экологическим аспектам проблемы.

Если мы зададимся целью рассмотреть расположение заболевших по территории крупного промышленного центра более подробно, то полученные с помощью ГИС-процедур карты грубого показателя заболеваемости различными локализациями злокачественных опухолей с заданным пространственным разрешением 500×500 м (у каждой из которых есть определенный рассчитанный уровень заболеваемости) имеют ряд преимуществ.

Так, например, в отличие от пространственной диаграммы – традиционного изображения заболеваемости, мы можем сразу локализовать территории с максимальной заболеваемостью. На рисунке 4.13 показана заболеваемость злокачественными опухолями органов дыхания: наибольшая область максимальной заболеваемости находится в центральной и северо-западной части левобережья города.

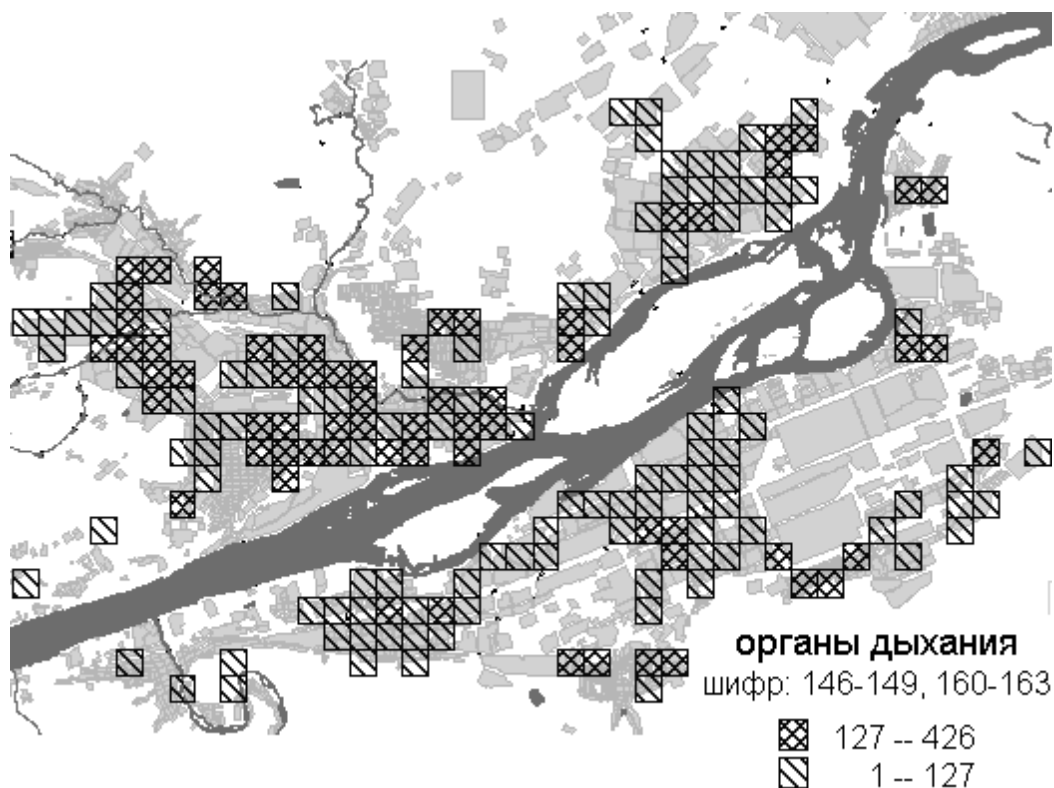


Рис. 4.13. Заболеваемость злокачественными новообразованиями органов дыхания, в легенде – количество заболевших на 100000 чел. в г. Красноярске (1998 г.)

По данным карт можно визуально определить то, насколько равномерно расположены ячейки с минимальной и максимальной заболеваемостью по территории города. Например, на рис. 4.13 показана заболеваемость злокачественными опухолями молочной железы, ячейки максимальной и минимальной заболеваемости расположены достаточно равномерно, не локализуясь на каких-то отдельных территориях. Можно сделать вывод, что заболеваемость этим видом злокачественных опухолей широко распространена (по частоте встречаемости находится на первом месте среди заболевших раком женщин) и не имеет пространственных особенностей расположения по территории города.

Карты заболеваемости теми локализациями злокачественных новообразований, которые встречаются реже среди населения, характеризуются меньшим количеством ячеек, на площади которых отмечен уровень заболеваемости (рис. 4.14).

Одним из преимуществ представления информации по заболеваемости в виде регулярной сети данных является возможность масштабирования карт в зависимости от целей исследования. Используя исходные данные о местонахождении заболевшего раком и

данные по плотности населения, пересчитывают грубые показатели заболеваемости в зависимости от размеров используемой сетки: 500×500, 1000×1000 и др. Однако необходимо отметить, что наименьший используемый размер ячейки сетки определяют пространственным разрешением используемых данных по плотности населения, а карты с более крупными ячейками строят методом генерализации исходных данных.

В ГИС-среде легенду, определяющую визуализацию данных на цифровой карте, можно модифицировать в зависимости от поставленной задачи. Таким образом, с помощью ГИС-технологий, на картах можно визуализировать любые данные или комбинацию данных из исходной медицинской базы данных, расставлять акценты в зависимости от поставленных задач. Например, на рис. 4.13 – 4.15 показано отклонение от среднего по территории г. Красноярска (по ячейкам) грубого значения заболеваемости злокачественными новообразованиями некоторых локализаций.

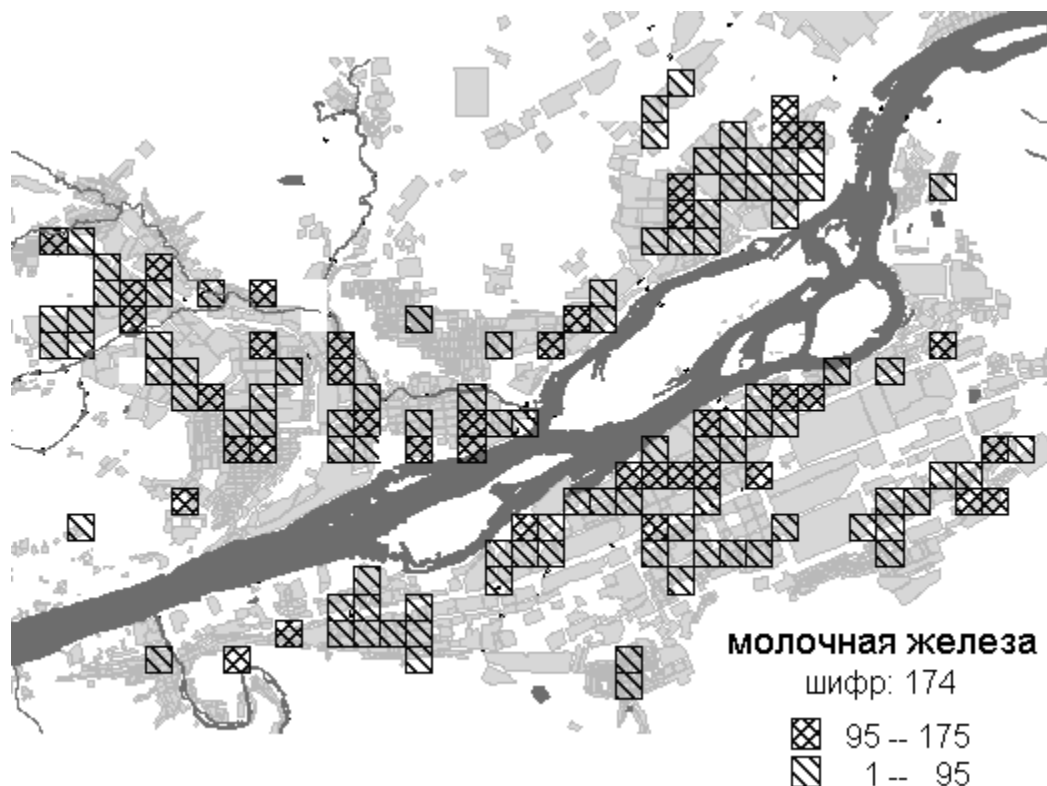


Рис. 4.14. Заболеваемость злокачественными новообразованиями молочной железы, в легенде – количество заболевших на 100000 чел. в г. Красноярске (1998 г.).



Рис. 4.15. Заболеваемость злокачественными новообразованиями кроветворной и лимфоидной ткани, в легенде – количество заболевших на 100000 чел. в г. Красноярске (1998 г.)

Сделаем следующее замечание. Так как мы рассматриваем показатель заболеваемости злокачественными новообразованиями как функцию от плотности населения в ячейке сетки на территории города, необходимо иметь в виду, что плотность населения на территории города значительно варьирует от ячейки к ячейке (от 20 до 4 тыс. чел.). Таким образом, локальные показатели заболеваемости вследствие пространственной неоднородности плотности населения имеют значительный разброс значений, и не корректно сравнивать данные грубого показателя заболеваемости для конкретной ячейки на территории города и, например, интегрированные данные по заболеваемости для крупного региона (города, республики и т.д.).

Полученные карты распределения по территории г. Красноярска областей с различной заболеваемостью злокачественными опухолями различных локализаций тесно связаны с особенностями городской инфраструктуры и структурой населения, проживающего на данной территории. Данные с таких цифровых карт легко преобразуются в табличные

значения, которые можно анализировать с помощью статистических методов, использовать для построения математических моделей и т. д.

Таким образом, современные ГИС-технологии позволяют представить данные по медицинской статистике онкологических заболеваний на качественно ином уровне. С их помощью не только появляется более широкий спектр возможностей по визуализации заболеваемости злокачественными опухолями (получение локального грубого показателя заболеваемости с различным разрешением, различные шкалы для представления исходных данных в зависимости от целей исследования, визуализация любой информации из медицинской базы данных), но и создаются предпосылки для анализа этих данных с помощью математической статистики и моделирования.

4.4. Создание карты суммарного загрязнения почвы и снежного покрова города

Особенностью электронных атласов считается удобная и наглядная форма представления информации о рассматриваемой территории с помощью набора тематических слоев, на которых визуализированы различные характеристики, свойства и пространственные отношения природных и антропогенных объектов. Тематические слои, как правило, заданы в едином пространственном базисе и сгруппированы по тематическим разделам.

Визуализированные на тематических слоях атласов параметры, характеризующие некие явления или признаки, измеряются в единицах, специфических для каждого слоя, иногда имеющих и не численное, а качественное значение, зачастую логически несопоставимые между собой. По этим и ряду других причин пространственная информация с тематических слоев атласов достаточно сложна для формализации. Для анализа такого рода данных в основном используют различные схемы классификации географического материала с последующим районированием территории [33].

Несмотря на то, что результаты районирования определяются заранее заданной целью исследования, они представляют собой модели реально существующих в географическом пространстве комплексов, определяющих пространственную дифференциацию. Теоретическим фундаментом районирования служат различные процедуры классификации, которые базируются на использовании мер сходства (близости) в каком-либо смысле и различаются способами измерения сходства и объединения объектов в совокупности.

Главная методологическая сложность заключается в проблеме адекватности применяемых математических методов природе моделируемых явлений, поскольку географические явления плохо поддаются формализации. Существующие математические методы классификации недостаточно приспособлены для решения географических задач. Особенно это видно при классификациях территориальных систем как целостных совокупностей явлений вместе с их процессами взаимодействий (из-за неясностей с описаниями процессов взаимодействий) [34].

Модификация математических алгоритмов для приближения их содержательной сути начинается уже с нормировки исходных показателей. Как правило, необходимо привести систему исходных данных к сопоставимому виду: это позволяет правильно задать ориентацию показателей между логическими полюсами наилучших и наихудших условий для каждого из них и тем самым правильно соизмерить их между собой. Для преобразования информации используется нормирование признаков, ранжирование, разбиение на градации и др.

Здесь же возникает проблема оптимального выбора территориальных единиц и системы исходных показателей, всесторонне описывающей изучаемые явления. Территориальная единица должна отвечать принципу минимальности площади (для соответствующего масштаба), чтобы с позиции изучаемого признака ее можно было оценить однозначно. Включаемые в анализ данные не должны дублировать друг друга, быть производными один от другого и т. д. В противном случае они могут затушевать наиболее значимые признаки и привести к искажению конечного результата. Еще одна трудность – различная степень важности, значимости используемых показателей для характеристики объектов. Некоторые из них столь важны, что их исключение не позволяет моделировать явление, другие же лишь дополняют, уточняют основную систему [35].

Система исходных данных для создания интегральных карт по загрязнению среды г. Красноярска представляла собой набор тематических слоев электронной карты, на которых отображено распределение по территории города некоторых признаков и концентраций веществ, измеряемых в каких-то либо определенных, либо относительных единицах. Чтобы привести исходные данные к логически сопоставимому виду, проводили нормирование показателей.

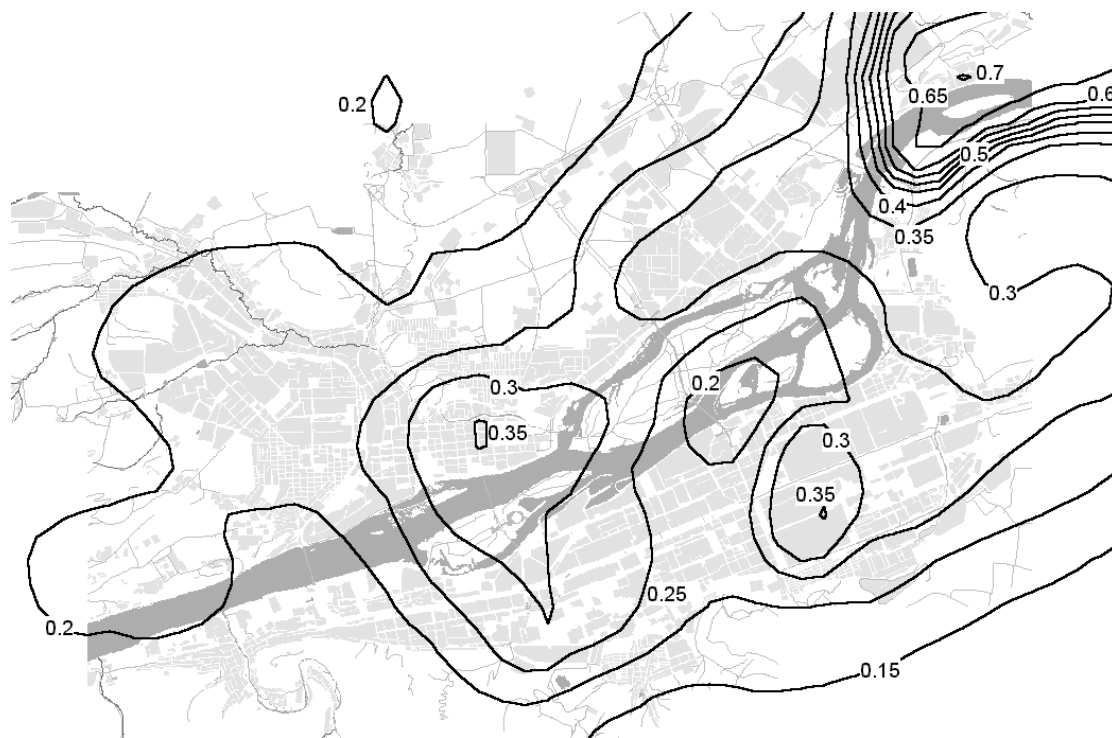


Рис. 4.16. Карта суммарного техногенного загрязнения почвы и снежного покрова г. Красноярска (условные единицы)

Пространственный анализ наиболее ярких типичных взаимосвязей между тематическими слоями электронного атласа осуществляли с помощью дискретной модели пространственных данных. Элемент модели – вектор многомерного пространства признаков городской среды, состоящий из упорядоченной последовательности интерполированных для данного участка городской территории набора индивидуальных значений параметров, отображенных на электронных слоях атласа в визуальной форме. Данные были получены на базе равномерной сетки (шагом 500×500 м, размером 50×32 узла), рассчитанной по площади города: создавали матричный аналог слоя электронной экологической карты, необходимый в дальнейшей работе. Таким образом, была получена суммарная матрица, содержащая информацию по 24 слоям Атласа. Для расчета параметров, по которым строили карты суммарного загрязнения, по каждому слою суммировали данные из узлов сетки, а затем новые значения в узлах рассчитывали в зависимости от доли вещества, приходящейся на данный узел сетки (в процентах) от общей суммы.

Для создания карты суммарного техногенного загрязнения почвы и снежного покрова г. Красноярска (рис. 4.16) использовали следующие слои Атласа: суммарное содержание в

почве веществ с канцерогенными свойствами As, Be, Cr, Pb, Ni; нормированное содержание Hg в пыли и водорастворимой формы в снежном покрове; локальные ареалы концентрации бенз(а)пирена в снежном покрове; фоновые концентрации фторидов в снежном покрове. На данной карте суммарного техногенного загрязнения почвы и снежного покрова наблюдается быстрое нарастание суммарного количества загрязнения в северо-восточном направлении, которое связано не только с розой ветров города, но и с наличием крупнейшего металлургического алюминиевого завода в этом районе. Он основной источник загрязнения фторидами и бенз(а)пиреном территории города и пригорода. Такая неблагоприятная онкогенная обстановка в данном районе города, возможно, является одной из причин роста в несколько раз, по сравнению с другими районами, заболеваемости раком кроветворной и лимфоидной ткани жителей молодой возрастной группы (до 30 лет) [36, 37].

В различных тематических слоях электронного «Экологического атласа» г. Красноярска находятся как медицинские, так и географические, демографические и другие данные о городской экосистеме, и эта информация позволяет изучать влияние особенностей окружающей среды города на здоровье проживающего на ней населения. Возможности геоинформационных систем позволяют не только увидеть имеющуюся базу данных, но и рассчитать количественные параметры взаимосвязей явлений, создавать различные модели, прогнозировать ситуацию.

Список литературы к Главе 4

1. Стебаев И.В., Пивоварова Ж.Ф., Смоляков Б.С., Неделькина С.В. Общая биогеосистемная экология. - Новосибирск: Сибирская издательская фирма, 1993. – 288 с.
2. Шандала М.Г., Звиняцковский Я.Н. Окружающая среда и здоровье населения. – Киев, 1988. - 306 с.
3. Brivig P.A., Gregoire J.M., Cros B., Geily-Lacaux C., Lacaux J.P. A rose analysis method relating air chemistry to fire distribution in tropical Africa//Atmospheric research. – 1999. - No. 50. - P. 81-104.
4. Барышников И.И., Мусийчук Ю.Н. Здоровье человека – системообразующий фактор при разработке экологии современных городов // Медико-географические аспекты оценки уровня здоровья населения и состояния окружающей среды. - СПб., 1992. – С. 22-36.
5. Филлипов В.Л. Географо-экологическое направление исследований психического здоровья населения региона // Медико-географические аспекты оценки уровня здоровья населения и состояния окружающей среды. – СПб.: Изд-во НИИГП МЗ РФ, 1992. - С.135-145.
6. Янышева Н.Я. Экспериментально-гигиенические основы установления предельно допустимых концентраций бенз(а)пирена в атмосферном воздухе // Эпидемиология рака легкого. - Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1990. – С. 198-208.
7. Петров В.П. Идеалы и нормы междисциплинарного исследования адаптации человека в современной урбоэкологии // Адаптационные возможности человека в условиях больших городов. – Л.: ЗИН, 1988. - С. 9 –11.
8. Худoley В.В., Мизгирёв И.В., Экологически опасные факторы. – СПб.: Банк Петровский, 1996. – 186 с.
9. Чаклин А.В., Штраус З.Э., Плешко И. Рак в крупных городах стран членов СЭВ. – ЧССР: Освета, 1986. - 412 с.
10. Крутько В.Н. Методологические проблемы экологии человека. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1988. – 109 с.
11. Шубик В.М. Проблемы экологической иммунологии. - Л.: Лениздат, 1976. - 215 с.
12. Блохин Н.Н., Шнейдерман М.А. Эпидемиология рака в СССР и США, - М.: Медицина, 1979. - 334 с.
13. Быкорез А. Н., Рубенчик Б.Л., Слепнян Э.И. Экология и рак. - Киев: Наукова думка, 1985. -180 с.

14. Киреев Г.В., Татарский В.П., Задолинная С.Д., Рязанова Е.В. Зависимость онкологической заболеваемости от загрязнения атмосферного воздуха // Гигиена и санитария. - 1997. - № 2. – С. 38-45.
15. Худолей В.В., Дятченко О.Т., Мерабишвили В.М., Шабашова Н.Я. Экологическая обстановка, демография и злокачественные новообразования в Санкт-Петербурге // Вопросы онкологии. – 1998. - №3. - С. 270-282.
16. Бочков Н.П., Чеботарев А.Н. Наследственность человека и мутагены внешней среды. – М.: Медицина, 1989. – 272 с.
17. Даниэль-Бек К.В. Основы онкологии. - М.: Медицина, 1982. - 336 с.
18. Зюсс Р., Кинцель В., Скрибнер Дж. Д. Рак: эксперименты и гипотезы. - М.: Мир, 1977. – 45 с.
19. Воздействие на организм человека опасных и вредных экологических факторов. Метрологические аспекты / Под ред. Л. К. Исаева. Т. 1. – М.: ПАИМС, 1997. - 512 с.
20. Шабад Л.М. О циркуляции канцерогенов в окружающей среде. – М.: Медицина, 1973. – 367 с.
21. Янышева Н.Я. Экспериментально-гигиенические основы установления предельно допустимых концентраций бенз(а)пирена в атмосферном воздухе // Эпидемиология рака легкого. - Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1990. – С. 198-208.
22. Резникова Т.В., Мартынюк В.В. Мерабишвилли В.М. Оценка эффективности противораковой борьбы на уровне районного звена крупного города // Российский онкологический журнал. – 1999. - №2. - С.- 44-49.
23. Чиссов В.И. Современное состояние онкологии и перспективы ее развития // Российский онкологический журнал. –1999. - №1. - С. 50-55.
24. Сепетлиев Д.Д. Статистические методы в научных медицинских исследованиях. – М.: Медицина, 1989. - 286 с.
25. Afifi A.A., Elashoff R.M. Missing observations in multivariate statistics // J. Amer. Statist. Assoc. – 1966. - Vol. 61. – P. 595-604.
26. Келлер А.А. Медико – географический подход к изучению здоровья населения регионов // Медико-географические аспекты оценки уровня здоровья населения и состояния окружающей среды. – СПб.: Изд-во НИИ ГПМ РФ, 1992. - С.37-45.

27. Нагорный С.В. Задачи и методы экологической гигиены // Медико-географические аспекты оценки уровня здоровья населения и состояния окружающей среды. – СПб.: Изд-во НИИ ГПМ РФ, 1992. - С.240-249.

28. Verburg P.H., de Koning G.H.J., Kok K., Veldkamp A., Bouma J. A spatial explicit allocation procedure for modelling the pattern of land use change based upon actual land use // Ecological Modelling. – 1999. - No. 116. - P. 45-61.

29. Витязь В.И., Витязь О.В., Дьякова Ю.Д., Дыхно Л.И., Дыхно Ю.А., Пузанов А.А., Хлебопрос Р.Г. Экологические структуры Красноярск: Препринт 119Б, - Красноярск, 1990. – 68 с.

30. Губанов М.Н., Востокова А.В., Евтеев О.А., Карпович А.А., Киселева М.Н., Котова Т.В., Масленникова В.В., Нокелайнен Т.С., Тальская Н.Н., Тикунов В.С., Январева Л.Ф. Формирование базы данных комплексного экологического картографирования на основе ГИС технологий // Труды международной конференции “ГИС для оптимизации природопользования в целях устойчивого развития территорий” (ИНТЕРКАРТО – 4). – Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 1998. – С. 69-79.

31. Серапинас Б.Б. Вопросы качества геоинформационного картографирования // Труды международной конференции “ГИС для оптимизации природопользования в целях устойчивого развития территорий” (ИНТЕРКАРТО – 4). – Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 1998. – С. 117-121.

32. Шабад Л.М. О циркуляции канцерогенов в окружающей среде. – М.: Медицина, 1973. – 367 с.

33. Тикунов В.С. Классификации в географии: ренессанс или увядание? (Опыт формальных классификаций). – М.-Смоленск: Изд-во СГУ, 1997. – 367 с.

34. Тикунов В.С. Моделирование в картографии: Учебник. - М.: Изд-во МГУ, 1997. – 405 с.

35. Трофимов А.М. Рубцов В.А. Районирование. Математика. ЭВМ. – Казань, 1993. – 134 с.

36. Дыхно Ю.А., Иванова Ю.Д., Лалетина И.В., Хлебопрос Р.Г. Онкологическая заболеваемость среди лиц молодого возраста в г. Красноярске // Вопросы онкологии. - 1999. - Т. 45. №5. - С. 501-503.

Дыхно Ю.А., Иванова Ю.Д., Хлебопрос Р.Г. Экологический кризис в Красноярске: наступление рака // Инженерная экология. – 1999. - №1. - С. 37-42.

5. ОНКОЛОГИЯ КАК РЕЗУЛЬТАТ НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Индикатором благополучия экологической обстановки в городах обычно считают онкологическую заболеваемость и смертность населения. Воздействием факторов-канцерогенов обусловлено возникновение от 20 до 60, а по некоторым данным – до 80 % всех случаев заболеваний злокачественными новообразованиями. Обычно большую часть этих воздействий связывают с химическим загрязнением тяжелыми металлами – мышьяком, хромом, ртутью, свинцом, никелем и углеводородами, бенз(а)пиреном. Некоторые формы рака, например желудка, чаще увязывают с характером почвы, воды и особенности питания [1, 2].

Крупные города становятся все более и более малоприспособленными для здоровой жизни человека. Адаптационные механизмы человека не успевают за быстрыми изменениями окружающей среды. В городах резко возросли отрицательные факторы урбанизации – шум, вибрация, малая подвижность населения и при этом ускоренный ритм жизни, огромное число раздражителей, негативно влияющих на человеческий организм. Это влечет за собой нарушение естественных биоритмов людей, увеличение психической и эмоциональной нагрузки, стрессовые состояния. Известно, что продолжительность жизни горожан сократилась на 10 %.

В медицинской статистике онкологических заболеваний принято оценивать уровень заболеваемости ЗНО на определенной территории с помощью так называемого грубого показателя заболеваемости, который соответствует доле заболевших раком в расчете на 100 тыс. жителей. Однако известно, что интенсивность ЗНО увеличивается с возрастом. Поэтому большие значения грубого показателя заболеваемости могут указывать либо на наличие неблагоприятных условий среды, либо на то, что среди проживающих на данной территории велика доля пожилых людей. Для разделения эффектов воздействия среды и возрастных эффектов необходимо использовать показатели уровня заболеваемости, не зависящие от возрастной структуры населения, проживающего на данной территории.

Стандартизация по возрасту упрощает сравнения показателей заболеваемости и смертности между популяциями, имеющими различные возрастные структуры. Обычный подход к стандартизации по возрасту наблюдаемых данных заключается в применении половозрастных показателей представляющего интерес населения по отношению к

стандартному набору значений, полученных в обычном распределении по возрасту [3, 4]. Такой подход устраняет влияние различий в возрастной структуре между сравниваемыми популяциями и дает гипотетический показатель, который наблюдался бы в каждой популяции, населенном пункте и т.п., если бы его возрастная структура была такой же, как в стандартном распределении населения. Сейчас существуют данные о заболеваемости и смертности от рака в США и некоторых европейских странах, рассчитанные по стандартным распределениям по возрастам населения США и Европы. Стандартизованные по возрасту показатели только тогда сопоставимы, когда один и тот же возрастной стандарт применяется к каждой из сравниваемых популяций. Однако необходимо учитывать, что стандартизованный по возрасту показатель – это показатель, который реально демонстрирует заболеваемость или смертность в различных возрастных группах населения, когда популяция имеет стандартную возрастную структуру. Для расчета российских стандартизованных показателей заболеваемости также берется демографическое распределение, либо мировое, либо европейское, что не всегда соответствует реальному распределению жителей по возрастам в российских городах и других территориях .

Например, если использовать европейский стандарт для расчета стандартизованных по полу и возрасту показателей заболеваемости или смертности в г. Норильске Красноярского края, где преобладающая часть населения — люди допенсионного возраста, получается, что стандартизованные показатели заболеваемости для старших групп населения будут занижены, а в молодых возрастных группах были бы завышены. В подавляющем большинстве случаев онкологической заболеваемости люди заболевают этими болезнями после пятидесяти лет; к этому возрасту бывшие норильчане стараются уехать в более благоприятные места, например в г. Минусинск Красноярского края, где регистрируется высокая заболеваемость раком при вполне благоприятных условиях окружающей среды. Поэтому показатели онкологической заболеваемости в неблагоприятном по состоянию окружающей среды г. Норильске могут быть невысокими, а в достаточно чистом городе за счет мигрантов пожилого возраста они необъяснимо, на первый взгляд, велики.

На заболеваемость проживающего на определенной территории населения могут влиять десятки тысяч факторов. Загрязнение окружающей среды может оказывать самое разное воздействие на организм и зависит от его вида, концентрации, длительности и

периодичности воздействия. В свою очередь реакция организма определяется индивидуальными особенностями, возрастом, полом, состоянием здоровья человека. Здоровье выступает обобщенным показателем качества среды обитания и ее влияния на жизнедеятельность людей, интегральным индикатором медико-экологического благополучия территории. Многократно зарегистрированные и изученные явления повышенной смертности и заболеваемости в районах с высоким загрязнением атмосферы и окружающей среды в целом свидетельствуют об очевидности и массовости такого воздействия на здоровье населения. В последние десятилетия наблюдается увеличение распространенности болезней, которое обусловлено техногенным загрязнением окружающей среды. К таким экзозависимым заболеваниям относят новообразования, заболевания эндокринной, мочеполовой систем, системы крови и кроветворных тканей, органов пищеварения, дыхания [5-10].

Если рассматривать динамику онкологической заболеваемости в г. Красноярске (2003-2005 гг.) по различным районам города, то сразу виден наибольший показатель заболеваемости в Центральном районе, который остается практически неизменным на протяжении указанного времени (рис. 5.1). Это связано со значительной долей людей старших возрастов (свыше 50-60 лет) среди населения данного района, которые в силу преклонного возраста более подвержены заболеваемости злокачественными новообразованиями. Настораживает резкий скачок заболеваемости в Свердловском и Советском районах города, особенно в микрорайоне Солнечный, где большая территория занята новостройками и доля населения старших возрастов небольшая. Поэтому можно говорить о наличии онкогенных факторов в окружающей среде в данных районах.

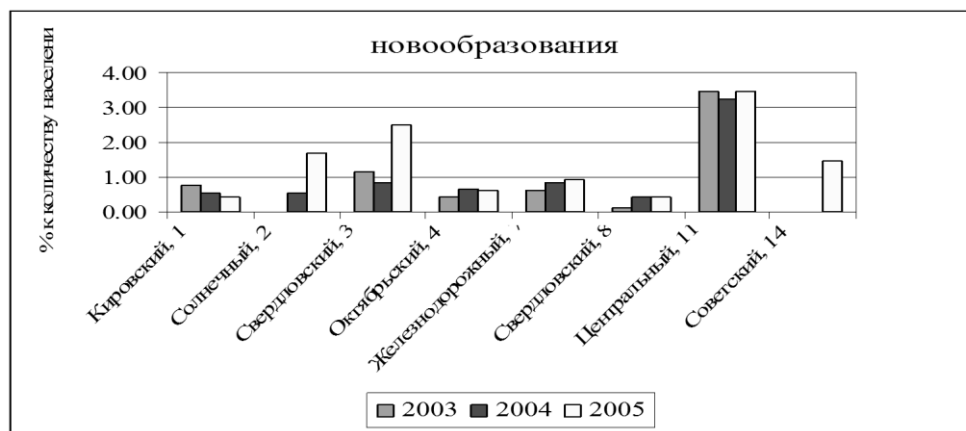


Рис. 5.1. Динамика онкологической заболеваемости в г. Красноярске, грубый показатель на 100 тыс. населения

На рисунке 5.2 представлена динамика смертности жителей Красноярска от злокачественных новообразований за 1998-2005 гг. Наибольшие показатели смертности наблюдаются в Центральном районе города, что связано с возрастными особенностями населения данного района — большой долей людей старших возрастов. Наименьшие значения показателя смертности от рака имеют место в Советском районе, так как это молодой район с большой долей молодого населения в своем составе, которая реже подвержена заболеваемости раком. Однако увеличение к 2005 г. показателя смертности свидетельствует о наличии неблагоприятных условий проживания, вызывающих рост как заболеваемости (рис. 5.1), так и смертности. Рост показателя смертности в Железнодорожном районе может быть связан и со старением популяции района и с увеличением онкогенности окружающей среды, но это требует дополнительного исследования.

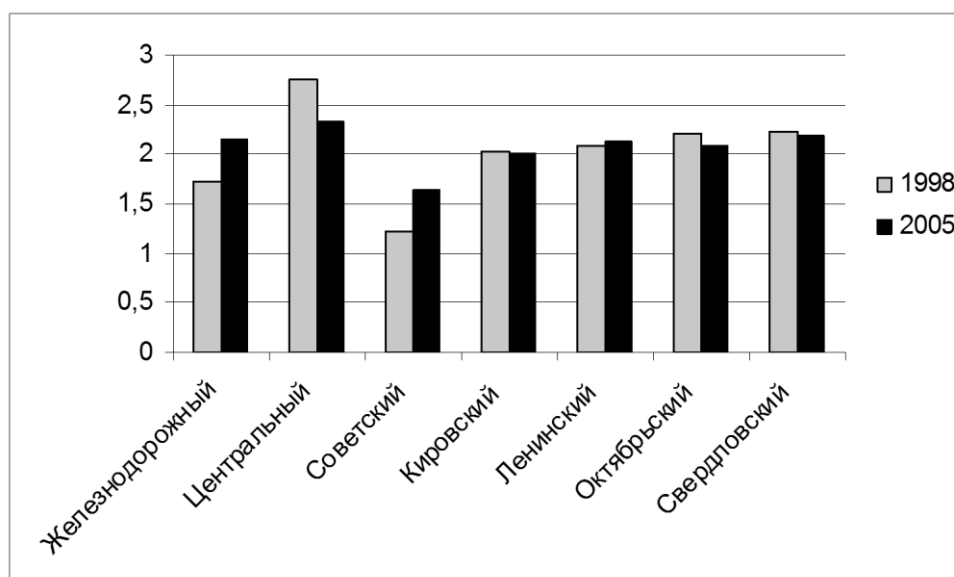


Рис. 5.2. Смертность от злокачественных новообразований по районам г. Красноярска, грубый показатель на 1000 чел.

Условия жизни людей в пределах города различны и во многом зависят от особенностей микрорайона проживания: зданий и сооружений жилой, промышленной и коммунальной застройки. Антропогенная система в результате своего функционирования и развития оказывает увеличивающееся отрицательное давление на экологическую ситуацию, ухудшая условия существования человека. Чем крупнее город, тем больший объем техногенной нагрузки получает человеческий организм за время жизни в мегаполисе. Это воздействие загрязненного атмосферного воздуха, воды, загрязненной пищи, воздействие

шума и нарушение светового режима. Как правило, огромное количество загрязняющих веществ всегда присутствует в окружающей среде крупного города в небольших, зачастую не превышающих ПДК - значениях. В таком случае наблюдаются хронические отравления, которые обусловлены систематическим или периодическим поступлением в организм сравнительно небольших количеств токсичных веществ. Эти отравления редко имеют ярко выраженную клиническую картину. Их диагностика весьма сложна, так как одно и то же вещество у одних лиц вызывает поражение печени, у других — кроветворных органов, у третьих — почек, у четвертых — нервной системы. Только незначительное число химических загрязняющих веществ при воздействии в малых дозах вызывает строго специфический патологический процесс, подавляющее же большинство дает так называемый общетоксический эффект [11-13].

Под отдаленными последствиями или отдаленным эффектом влияния химических загрязнителей понимается развитие болезнетворных процессов и патологических состояний у людей, имеющих контакт с химическими загрязнителями среды обитания в отдаленные сроки их жизни, а также в течение жизни нескольких поколений их потомства. Отдаленные эффекты объединяют в широкую группу патологических процессов. Патологические явления в нервной системе в более отдаленный после химических воздействий период вызывают такие болезни, как паркинсонизм, полиневриты, парезы и параличи, психозы, в сердечно-сосудистой системе — инфаркты, коронарную недостаточность и т.д. В зависимости от дозы, времени и характера воздействия химических загрязнений в организме человека развиваются острые или хронические отравления, а также имеют место отдаленные болезнетворные патологические процессы [14-16]. На рис. 3.3 показана динамика заболеваемости экологически обусловленными болезнями населения Красноярского края, за рассмотренные 10 лет наблюдается почти 3-кратный рост заболеваемости болезнями кровообращения, почти в 2 раза выросла заболеваемость нервными болезнями, наблюдается увеличение числа новообразований.

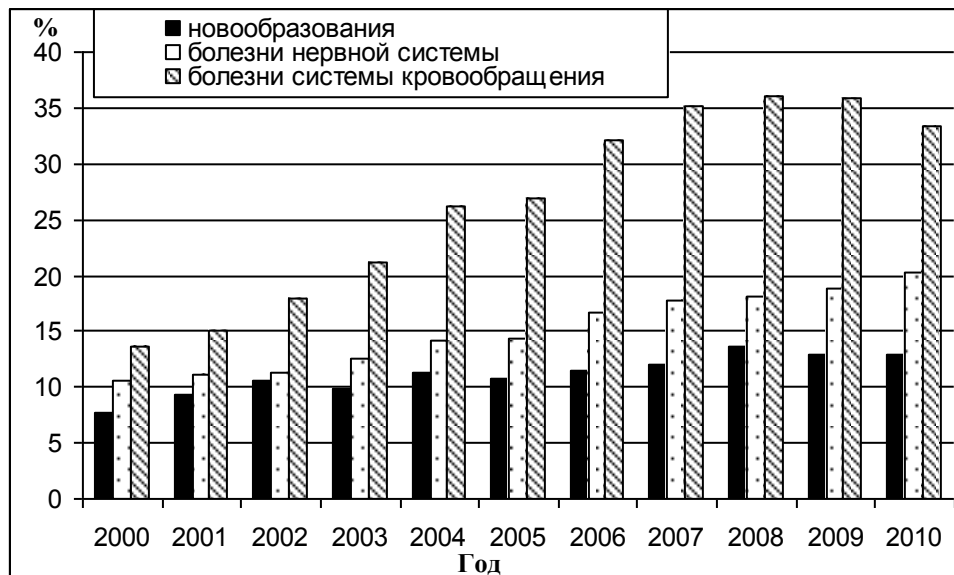


Рис. 5.3. Динамика заболеваемости экологически обусловленными болезнями населения Красноярского края (показатель заболеваемости на 1000 чел. населения)

Для анализа влияния среды обитания на здоровье населения наиболее часто в качестве основного параметра выбирают заболеваемость детского населения. Детский контингент – своеобразная индикаторная группа, отражающая реакцию коренного населения на вредные воздействия факторов среды. Целесообразность учета детской заболеваемости определяется тем, что дети в меньшей степени, чем взрослые, подвержены внутригородской миграции. Они теснее привязаны к территории, на которой живут и учатся, не испытывают непосредственного влияния профессиональных факторов, вредных привычек. Кроме того, из-за анатомо-физиологических особенностей дети более чувствительны к качеству среды обитания, а сроки проявления неблагоприятных эффектов у них короче. Это повышает достоверность медико-статистических исследований, позволяет делать более объективные выводы об экологической обусловленности заболеваний [17-20].

Если рассмотреть динамику заболеваемости среди детей (до 14 лет) в Красноярском крае с 2002 по 2006 гг., необходимо отметить рост показателей по всем группам заболеваний (рис. 5.4), однако заставляет задуматься почти двукратный рост онкологических заболеваний и болезней органов кровообращения. Обе группы заболеваний напрямую связаны с качеством окружающей среды, наличием в ней загрязняющих, канцерогенных веществ даже в малых концентрациях, и рост заболеваемости детского населения является отражением неблагоприятной экологической обстановки.

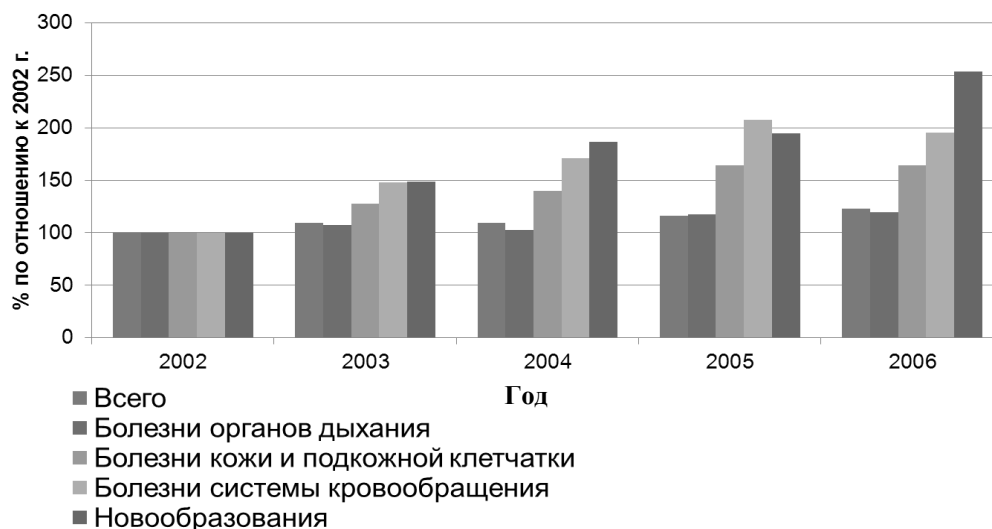


Рис. 5.4. Первичная заболеваемость среди детей до 14 лет, Красноярский край

Если сравнить динамику стандартизованного по возрасту показателя заболеваемости для взрослого и детского населения Красноярского края (рис. 5.5), то наблюдается тенденция к стабилизации показателя заболеваемости для взрослого населения, что выступает положительным моментом, и наличие положительного тренда этого показателя заболеваемости для детского населения. Если принять во внимание информацию на рис. 5.4, рост заболеваемости детского населения обусловлен приростом заболевших, в основном, за счет экологически зависимых заболеваний — онкологических и заболеваний системы кровообращения, вызываемых хронической интоксикацией организма ребенка малыми дозами вредных веществ, присутствующих в окружающей среде. Эта интоксикация происходит еще на стадии вынашивания плода матерью, так как большинство токсических веществ, особенно с канцерогенными свойствами, могут проникать через плацентарный барьер и воздействовать на плод.

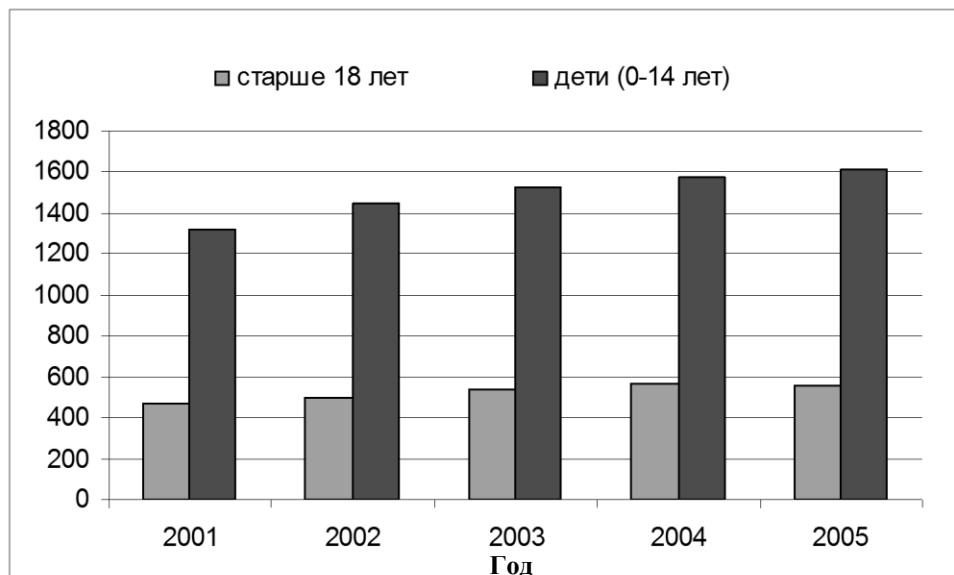


Рис. 5.5. Сравнение динамики стандартизованного показателя заболеваемости (на 1000 чел соответствующего возраста) всеми болезнями взрослого и детского населения Красноярского края с 2001 по 2005 гг.

Основным видом загрязнения окружающей среды обитания человека признано загрязнение атмосферного воздуха. По оценкам экспертов загрязнение атмосферного воздуха сокращает продолжительность жизни в среднем на 3–5 лет [21, 22]. Естественно, что наиболее чувствительными органами к воздействию атмосферного загрязнения являются органы дыхательной системы. Токсикация организма происходит через альвеолы легких, площадь которых (способная к газообмену) превышает 100 м². В процессе газообмена токсиканты поступают в кровь. Твердые взвеси в виде частиц различных размеров оседают в различных участках дыхательных путей.

Наиболее чувствительны к воздействию атмосферного загрязнения органы дыхательной системы. Опасность для здоровья населения загрязнения атмосферного воздуха обусловлена объективным действием таких факторов, как разнообразие этих загрязнений. Считается, что на человека, проживающего в промышленном районе, потенциально может воздействовать несколько сотен тысяч химических веществ. Реально, как правило, в конкретном районе в относительно высоких концентрациях присутствует ограниченное число химических веществ. Однако комбинированное действие атмосферных загрязнителей может приводить к усилению вызываемых ими токсических эффектов.

То, что акт дыхания является непрерывным и человек за сутки вдыхает до 20 тыс. л воздуха, позволяет даже при малых концентрациях химических веществ в воздухе получать значительное поступление вредных веществ в организм. При этом имеет место непосредственный доступ загрязнителей во внутреннюю среду организма. Воздух при дыхании входит почти в непосредственный контакт с кровью, в которой растворяется почти все, что присутствует в воздухе. Из легких кровь поступает в большой круг кровообращения, минуя такой детоксикационный барьер, как печень. Установлено, что яд, поступивший ингаляционным путем, нередко действует в 80-100 раз сильнее, чем при поступлении через желудочно-кишечный тракт.

На рисунке 5.6 сравнивается заболеваемость болезнями органов дыхания и заболеваемость всеми остальными болезнями населения Красноярского края. Нужно отметить, что на долю заболеваемости болезнями органов дыхания выпадает большая часть заболевших в крае. Одной из причин высоких значений показателя заболеваемости болезнями органов дыхания служит загрязненный вредными токсичными веществами воздух. Наполненный техногенными примесями воздух особенно характерен для многонаселенных промышленных центров, в которых проживает большая часть населения нашего края.

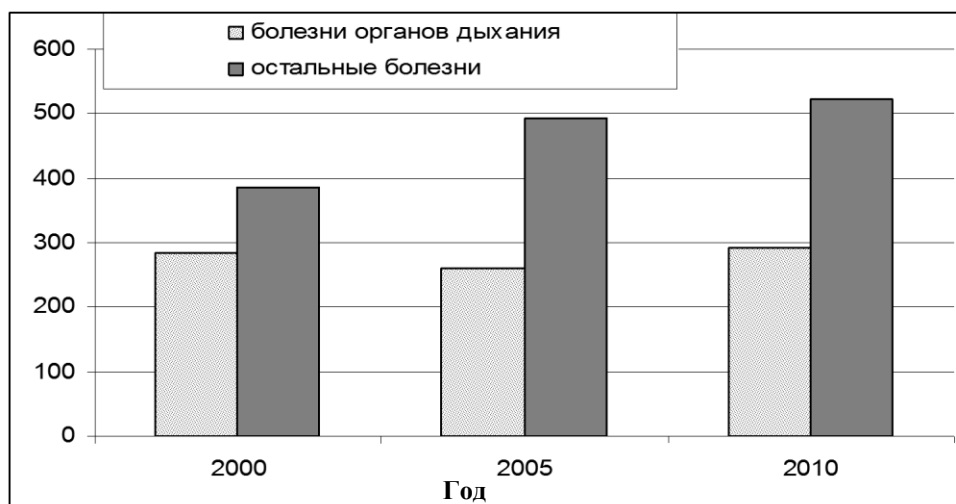


Рис. 5.6. Сравнение заболеваемости болезнями органов дыхания и заболеваемостью всеми остальными болезнями населения Красноярского края (показатель заболеваемости на 1000 чел. населения)

Особо необходимо отметить трудность защиты от загрязняющих веществ, находящихся в атмосферном воздухе. Человек, отказавшись употреблять в пищу загрязненные продукты или недоброкачественную воду, не может не дышать загрязненным воздухом. При этом загрязнитель действует на все группы населения круглосуточно.

Атмосферный воздух является одним из основных жизненно важных элементов окружающей нас среды. Его качество влияет на состояние всех форм жизни, формирует основу для их существования. Именно поэтому состояние атмосферного воздуха необходимо отслеживать в первую очередь. В процессе газообмена токсиканты поступают в кровь. Твердые взвеси в виде частиц различных размеров оседают в различных участках дыхательных путей. Атмосферные аэрозоли также могут оказывать болезнетворное воздействие на человека, поскольку многие металлосодержащие и органические частицы обладают канцерогенными свойствами.

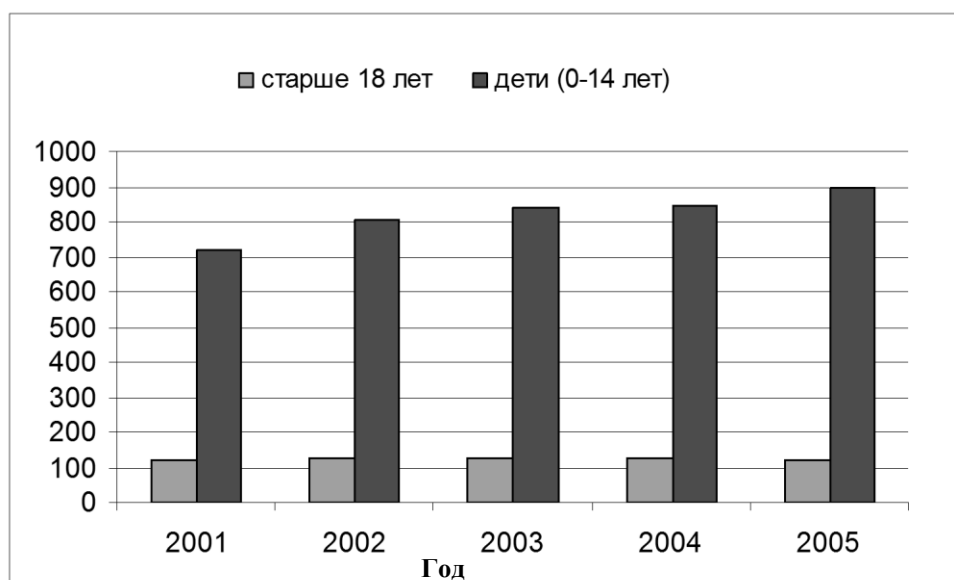


Рис. 5.7 Динамика стандартизированного показателя заболеваемости (на 1000 чел. соответствующего возраста) органов дыхания детского и взрослого населения Красноярского края

Качество атмосферного воздуха современных городов во многом определяет состояние здоровья населения и считается ведущим, активно действующим этиологическим фактором в развитии заболеваний в первую очередь детей, лиц пожилого возраста, а также лиц, страдающих хроническими заболеваниями органов дыхания и сердечно-сосудистыми заболеваниями. На рисунке 5.7 отражена динамика стандартизированного показателя

заболеваемости органов дыхания детского и взрослого населения Красноярского края. На гистограмме изображен небольшой положительный тренд детской заболеваемости и примерно стабильные значения для показателя заболеваемости взрослого населения. Не может не беспокоить тот факт, что показатель детской заболеваемости органов дыхания превышает показатель взрослой заболеваемости более чем в 8 раз! Это притом, что у детей, за редким исключением, отсутствует такая вредная для органов дыхания привычка, как курение. Низкое качество воздуха в населенных пунктах выступает провоцирующим фактором, приводящим показатели заболеваемости органов дыхания у взрослого населения на первое место среди других болезней. Но наиболее негативно загрязненный техногенными выбросами воздух окружающей среды действует на детское население, приводя к постоянному росту показателя заболеваемости органов дыхания и значительно превышая этот же показатель для взрослого населения.

По данным Всемирной организации здравоохранения, при рассмотрении онкологических заболеваний фактор состояния окружающей среды увеличивается до 60–80 %. [23]. В атмосферном воздухе современных городов присутствуют сотни веществ различных химических классов органической и неорганической природы, поступающих из многочисленных источников, как правило, антропогенного происхождения. Около 30 % всех онкологических заболеваний жителей промышленных районов обуславливает загрязнение атмосферы [24, 25]. Экологическое отравление отличается от производственного своей глобальностью и вызывается не одиночными факторами, а сочетанием множества поступивших в организм различных химических или иных токсических веществ. Агрессивность каждого из них может быть минимальной, но повреждающее воздействие одного может многократно усиливаться вредным воздействием других.

На рисунке 5.8 отражена стандартизированная динамика заболеваемости злокачественными новообразованиями детского, подросткового и взрослого населения Красноярского края с 2001 по 2005 гг. На данной гистограмме наблюдаются небольшие колебания показателя заболеваемости для взрослого населения края и рост почти в два раза показателя для подросткового и детского населения за рассмотренные 5 лет. Этот факт является отражением опасной тенденции омоложения заболевших злокачественными новообразованиями, когда все больше заболевают раком дети, подростки и люди молодого возраста. Онкология – болезнь людей преклонного возраста, потому что именно к пожилому

возрасту ослабляются иммунные реакции, пройден достаточно долгий латентный период заболеваний, достигающий 15-17 и более лет для некоторых форм рака, имеются многолетние предраковые изменения в тканях организма. Поэтому рост показателя заболеваемости злокачественными заболеваниями среди детей и подростков отражает факт постоянного присутствия в окружающей среде спектра канцерогенных веществ и физических воздействий, обладающих канцерогенными, мутагенными свойствами, которые создают сильное онкогенное воздействие на население, когда рост заболеваемости раком происходит за счет появления заболевших в молодых возрастных группах населения.

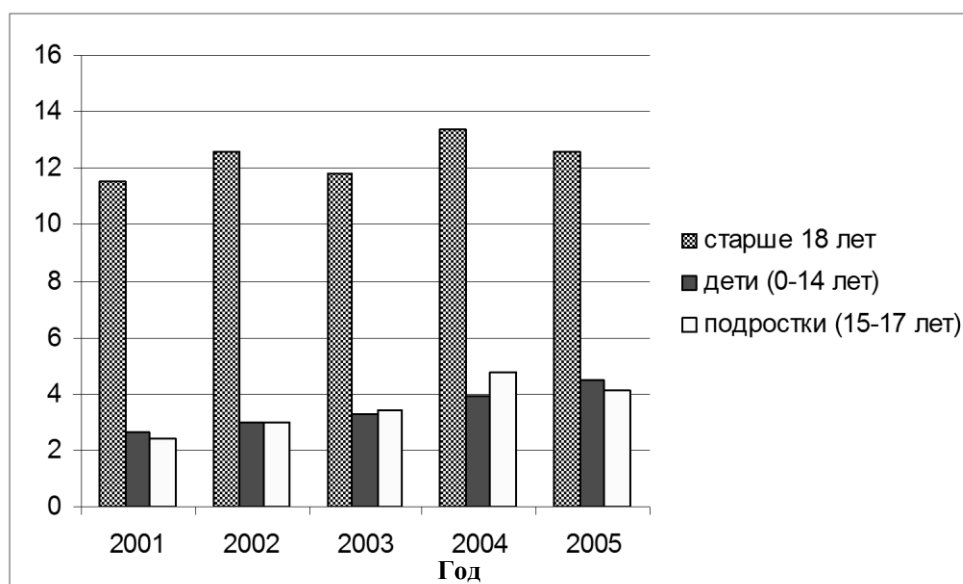


Рис. 5.8. Динамика стандартизированного показателя заболеваемости (на 1000 чел. соответствующего возраста) злокачественными новообразованиями детского, подросткового и взрослого населения Красноярского края

В заключение можно сказать, что наибольший вред здоровью от отравляющих загрязнений среды приносит проживание в районах города с высоким транспортно-промышленным прессингом, нерациональной планировкой, без достаточно санитарно-защитных зон между промышленными и жилыми застройками, пониженным потенциалом самоочищения атмосферы. Загрязнение окружающей среды вредными веществами и влияние их на здоровье человека — это одна из важнейших проблем, требующая немедленного решения.

Список литературы к Главе 5

1. Ревель П., Ревель Ч. Среда нашего обитания. Кн. 4. Здоровье и среда, в которой мы живем. – М., 1990. – 191 с.
2. Мун С.А., Ларин С.А., Глушков А.Н., Счастливец Е.Л. и др. Заболеваемость раком желудка среди работников Кузбасса // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2008. – №3. – С. 18-21.
3. Санитарное состояние субъектов Российской Федерации в 2003-2005 гг: статистические материалы / Под ред. А.И. Верещагина. - М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 87 с.
4. Стародубов В.И., Беляев Е.Н., Киселев А.С. Исследование методами многофакторного анализа причинно-следственных связей между степенью загрязнения воды и здоровьем населения Волжского бассейна. - М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. - 391 с.
5. Стамова Л.Г., Чеснокова Е.А. Загрязнение атмосферного воздуха и его влияние на заболеваемость органов дыхания у детей // Гигиена и санитария, 2005. — N.5. — С. 28–31.
6. Шашина Т.А., Новиков С.М., Козлов А.В., Кислицын В.А., Скворцова Н.В. Оценка риска здоровью населения, обусловленного воздействием выбросов алюминиевого производства // Гигиена и санитария. - 2006.— N.5. — С. 61–64.
7. Чуканин Н.Н., Васильев В.И. Окружающая среда и периферическая красная кровь // Экология и здоровье детей. Под ред. М.Я. Студеникина и А.А. Ефимова. — М.: Медицина, 1998. — С. 285–309.
8. Цунина Н.М. Гигиеническая оценка состояния окружающей среды территориально- промышленного комплекса // Гигиена и санитария. - 2002. — N.4. — С. 15–17.
9. Уральшин А.Г. и др. Ингаляционный риск от воздействия выбросов промышленных предприятий Магнитогорска // Гигиена и санитария. - 2007.— N.3. — С.15–18.
10. Ревич Б.А., Аксель Е.М., Ушакова Т.И., Сергеев О.В., Зейлерт В.Ю., Сергеева Л.Б. Диоксины в окружающей среде г.Чапаевска и их влияние на здоровье населения. Злокачественные новообразования и нарушения репродуктивного здоровья // Гигиена и санитария. - 2002.— N.1. — С. 8–11.

11. Суржиков В.Д., Олещенко А.М., Суржиков Д.В., Ксенофонтова И.Ю., Лапшин М.С. Здоровье человека и факторы окружающей среды в индустриальных городах // Гигиена и санитария. - 2003. — N.6. — С.85–87.
12. Додина Л.Г. К проблеме влияния атмосферных загрязнений на состояние здоровья населения // Гигиена и санитария. - 1999. – N.3. - С.9–10.
13. Рахманин Ю.А., Румянцев Г.И., Новиков С.М. Методологические проблемы диагностики и профилактики заболеваний, связанных с воздействием факторов окружающей среды // Гигиена и санитария.— 2001.— N.5.— С.3–7.
14. Агаджанян Н.А., Скальный А.В. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека. - М., 2001. – 83 с.
15. Волков А.В., Головина Т.А., Минина В.И., Мокрушина Н.В., Дружинин В.Г., Глушков А.Н., Шабалдин А.В. Фактор модификации спонтанного уровня хромосомных aberrаций в шахтерских городах и поселках // Гигиена и санитария. – 2006. — N.3. — С.9–11.
16. Игнатьева Л.П., Погорелова И.Г., Потапова М.О. Гигиеническая оценка канцерогенного и неканцерогенного риска опасности перорального воздействия химических веществ, содержащихся в питьевой воде // Гигиена и санитария. - 2006. – N.4. — С. 30–32.
17. Чащин В.П., Быков В.Р. Особенности изучения эпидемиологии опухолевых заболеваний у детей, проживающих в районах размещения предприятий по производству никеля // Мед. труда и пром. экология. - 2004.— N.2. — С. 7–10.
18. Сабирова З.Ф. Антропогенное загрязнение атмосферного воздуха и состояние здоровья детского населения // Гигиена и санитария. - 2001.— N.2. — С.9–11.
19. Румянцева Е.Г., Дмитриев Д.А. Загрязнение окружающей среды и состояние иммунной системы у детей // Гигиена и санитария. - 1999.— N.2. — С. 24–26.
20. Вепринцев В.В. Состояние здоровья детей младшего школьного возраста в районе расположения предприятия черной металлургии // Гигиена и санитария. - 2007.— N.3. — С. 11–13.
21. Пономаренко И.И. Диагностика нарушений органов дыхания у детей при загрязнении атмосферного воздуха, Экологически обусловленные ущербы здоровью: Методология, значение, перспективы оценки, М., — 2005. — С. 451–452.

22. Привалова Л.И., Кошелева А.А., Брезгина С.В. Анализ временных рядов для установления зависимости респираторной симптоматики у детей от колебаний загрязнения атмосферного воздуха // Гигиена и санитария. - 2007.— N.3. — С. 64–67.
23. Верховина М.Ф., Евтушик Н.Г., Шорохов С.И. Показатели заболеваемости и смертности как индикаторы экологической обстановки в регион // Проблемы региональной экологии. – 2008. - №3, - С. 178–182с.
24. Денисов В.В., Курбатова А.С. Экология города. – М.: ИКЦ «Март», 2008. - 832 с.
25. Быстрых В.В., Боев В.М., Борщук Е.Л. Оценка дополнительного канцерогенного риска в связи с антропогенным загрязнением атмосферного воздуха селитебных территорий // Гигиена и санитария. - 1999. - №1. – С. 8–10.

6. РИСКИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА г. КРАСНОЯРСКА

Критериями качества атмосферного воздуха в настоящее время служат предельно допустимые концентрации (ПДК), являющиеся гигиеническими нормами. В СССР были научно обоснованы и установлены гигиенические нормативы более чем для 400 веществ и их комбинаций.

К настоящему времени по Российской Федерации утверждено более 1000 нормативов ПДК, и это наиболее обширная из существующих систем нормирования качества воздушной среды. Многие страны не имеют таких систем, а в тех странах, где они есть, количество нормативов много меньше. Так, по национальным стандартам качества воздуха США регламентируется 8 загрязнителей, а в перечне на разрешение строительства объектов с источниками загрязнения их фигурирует 12. Нормативы по диоксиду серы SO_2 имеют 24 страны, по оксиду углерода CO и оксидам азота NO_x – 17, по сероводороду H_2S – 13, по хлору Cl_2 – 12, по хлороводороду HCl – 11, по серной кислоте H_2SO_4 – 9, по азотной кислоте HNO_3 – 8, по аммиаку NH_3 – 7 стран. Очевидно, одна из причин такого подхода заключается в том, что количество выбрасываемых в атмосферу высокотоксичных веществ исчисляется сотнями тысяч наименований.

Несовершенство существующих законодательных систем нормирования качества воздушной среды состоит, прежде всего, в одностороннем характере их действия. Гигиенические нормативы в атмосферном воздухе, предназначенные для коротких периодов усреднения (среднесуточные ПДК), нуждаются в обосновании правомерности использования их для длительных периодов усреднения (среднегодовые концентрации). Значительное число нормативов (38 %), установленных по рефлекторному эффекту не отражает прямые токсические эффекты на здоровье человека [1]. Кроме того, допуская загрязнение воздуха в той или иной мере, они дают возможность нормировать только ухудшение качества атмосферы. Отсутствует возможность оценки вреда, возникающего в случае превышения ПДК.

Альтернативу концепции ПДК составляет система оценки рисков. Анализ риска является частью системного подхода к принятию политических решений, процедур и практических мер в решении задач предупреждения или уменьшения опасности для жизни человека, заболеваний или травм, ущерба имуществу и окружающей среде, называемого в

нашей стране обеспечением промышленной безопасности, а за рубежом – управлением риском. Принципиальное отличие системы рисков от системы ПДК состоит в том, что при оценке риска используют концепцию беспорогового действия канцерогенов. По данным клеточной онкологии, даже небольшие количества ряда химических веществ вызывают мутации на клеточном уровне, что может привести к злокачественной трансформации клеток. Беспороговая концепция больше относится к веществам с канцерогенной активностью. Организм, как известно, сопротивляется им с помощью адаптивных, компенсационных и гомеостатических механизмов. В этом случае для оценки риска вводится ряд параметров – своеобразных маркеров риска, позволяющих оценивать опасность появления симптомов токсичности при кратковременной, продолжительной либо хронической экспозиции для разных групп населения, например для взрослых и детей.

Оценка риска проводится с обязательным указанием экспозиционного маршрута химического вещества: перорального (с продуктами питания), ингаляционного и перкутанного (кожного). Это позволяет оценивать многосредовые воздействия и комплексное поступление химических веществ с максимальным учетом множества источников, маршрутов и путей воздействия, различных спектров возникающих эффектов. При этом используется интегрированный подход, основанный на оценке кумулятивного риска, который обусловлен накоплением токсических однонаправленных эффектов, возникающих при комбинированном и комплексном воздействии химических факторов при их одновременном поступлении из разных объектов окружающей среды.

Количественные данные по оценке риска основаны на как можно большей совокупности медико-биологических данных по воздействию химических веществ на человека и животных с учетом эпидемиологических исследований и медицинской статистики. Сегодня имеются сведения о воздействии на здоровье людей более 600 химических веществ, представляющих собой как просто токсины, так и канцерогены.

При разработке математической модели расчета индивидуального экологического риска были учтены положения, постулированные международным Научным комитетом по действию атомной радиации ООН и принятые другими учреждениями, занимающимися исследованиями в области оценки риска. Согласно первому допущению не существует никакой пороговой дозы, за которой отсутствует риск болезни (речь идет об онкологических заболеваниях). Любая сколь угодно малая доза увеличивает вероятность заболевания, и

всякая дополнительная доза еще более повышает ее. Второе допущение заключается в том, что вероятность или риск заболевания возрастает прямо пропорционально дозе облучения. На такой заведомо упрощенной, но удобной основе строятся известные оценки риска заболевания различными видами рака.

Оценка канцерогенного риска для населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, в России в настоящее время выполняется на основании принципов и подходов, предложенных Агентством по охране окружающей среды США [2]. Эти принципы и подходы лежат в основе всех российских методических документов по оценке канцерогенного риска [1, 3].

6.1. Этапы оценки канцерогенного риска

Риск можно определить как прогнозируемую или фактическую частоту негативного эффекта на людей или окружающую среду в результате конкретного воздействия или опасности. Оценка риска – это метод систематической организации научной информации и связанных с этим неопределенностей с целью описания и количественного определения риска для здоровья, связанных с опасными веществами, процессами, действиями или событиями. Существующая терминология, используемая при оценке риска, была предложена в 1984 г. Национальной академией наук США. Оценка риска основана исключительно на критериях, отражающих непосредственное влияние химических веществ на здоровье наиболее чувствительных групп населения.

Обычно на этапе идентификации опасности определяют перечень приоритетных веществ, составляющих основную канцерогенную опасность для населения на данной территории. Уровень загрязнения г. Красноярска определяется рядом веществ, таких как бенз(а)пирен, формальдегид, диоксид азота, оксид углерода и взвешенные вещества. Среди этих веществ канцерогенный потенциал установлен только для формальдегида и бенз(а)пирена, следовательно, при оценке канцерогенного риска в г. Красноярске целесообразно ориентироваться именно на эти два вещества.

Для каждого вещества, представляющего канцерогенную опасность, существует фактор канцерогенного потенциала SF – степень нарастания канцерогенного риска с

увеличением воздействующей дозы на одну единицу [4]. Фактор канцерогенного потенциала имеет размерность $(\text{мг}/(\text{кг}\cdot\text{день}))^{-1}$ (табл. 6.1).

Таблица 6.1. Канцерогенный потенциал приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха г. Красноярск

Вещество	МАИР	ЕРА	SF, пероральный	SF, ингаляционный
Бенз(а)пирен	2А	В2	12	3.9
Формальдегид	2А	В1	–	0.021

Методы оценки неканцерогенного риска в различных странах одинаковы, но подходы к оценке канцерогенного риска в разных странах отличаются, поскольку за долгие годы выработано более глубокое понимание природы токсических эффектов неканцерогенных веществ по сравнению с канцерогенами. В таблице 5.1 приведены значения классов по степени доказанности канцерогенности веществ для человека по данным различных организаций: МАИР – Международное агентство по изучению рака, ЕРА (Environmental Protection Agency) – агентство по защите окружающей среды США. Согласно классификации МАИР формальдегид и бенз(а)пирен относятся ко второму классу (2А) – весьма вероятно канцерогенные для человека (в отношении данных веществ имеется большое число доказательств их канцерогенной опасности для человека). Классификация ЕРА относит эти вещества к разным классам: В1 – наиболее вероятно канцерогенные для человека (ограниченные доказательства канцерогенности для человека) и В2 – вероятно канцерогенные для человека (достаточные доказательства канцерогенности для животных и недостаточные доказательства о канцерогенности для человека).

Наиболее вероятные эффекты от воздействия на здоровье человека бенз(а)пирена и формальдегида при ингаляционном воздействии показаны в табл. 6.2.

Таблица 6.2. Критические органы и системы

Вещество	Эффект
Бенз(а)пирен	<p><u>Воздействие на человека</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Канцерогенный эффект от воздействия бенз(а)пирена рассматривают во взаимодействии с другими типами продуктов сложного состава: сажами, смолами, маслами, для которых получены достоверные доказательства связи между их воздействием и раком у людей. Профессиональное воздействие каменноугольной смолы, пека и некоторых минеральных масел с содержанием бенз(а)пирена вызывает у людей рак различных локализаций, включая кожу, легкие, мочевой пузырь, кишечник. 2. Эпидемиологическими исследованиями показано увеличение показателей смертности и заболеваемости населения злокачественными новообразованиями органов дыхания (карцинома, саркома) во многих промышленных городах мира. 3. При непосредственном контакте с кожей повышает вероятность рака кожи под воздействием ультрафиолетового излучения солнца. 4. Длительный контакт с кожей вызывает изменение цвета, покраснение, истончение и появление доброкачественных образований 5. Бронхиальная астма может являться результатом длительной экспозиции бенз(а)пирена. <p><u>Воздействие на животных</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Вызывает рак кожи, легкого и мочевого пузыря [5]
Формальдегид	<p><u>Воздействие на человека</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выявлена слабая связь с длительностью воздействия формальдегида на человека и риском возникновения лейкемии 2. Вызывает носоглоточную карциному (раковое образование), обнаружена нелинейная связь между дозой формальдегида и образованием носоглоточной опухоли при малых дозах воздействия. 3. Мутагенный эффект формальдегида зарегистрирован в рамках пробирочных исследований. <p><u>Воздействие на животных</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Вызывает локальные опухоли в верхнем респираторном тракте. <p>Данных для доказательства этого факта в связи с воздействием на человека еще не достаточно [6]</p>

Оценка риска осуществляется по двум показателям – индивидуальный канцерогенный риск (ИКР) и популяционный канцерогенный риск (ПКР).

При оценке индивидуального канцерогенного риска учитывается фактор канцерогенного потенциала и среднесуточная доза или поступление вещества из воздействующей среды (питьевой воды, воздуха, продуктов питания и т.д.). Доза в свою очередь зависит от средней концентрации вещества в среде и скорости его поступления в

организм человека. Для характеристики расчетных уровней ИКР используется система критериев приемлемости риска (табл. 6.3).

При выборе величины приемлемого риска для населенных мест обычно ориентируются на степень доказанности канцерогенности исследуемого фактора для человека (10^{-6} для канцерогенов группы А по классификации U.S. EPA, $10^{-5} - 10^{-4}$ для канцерогенов групп В и С) [7].

Таблица 6.3. Классификация уровней риска

Уровень риска	ИКР
Высокий – не приемлем для производственных условий и населения. Необходимо осуществление мероприятий по устранению или снижению риска	$>10^{-3}$
Средний – допустим для производственных условий; при воздействии на все население необходимы динамический контроль и углубленное изучение источников и возможных последствий неблагоприятных воздействий для решения вопроса о мерах по управлению риском	$10^{-3}-10^{-4}$
Низкий – устанавливается большинство нормативов качества окружающей среды	$10^{-4}-10^{-6}$
Минимальный – желательная (целевая) величина риска при проведении оздоровительных и природоохранных мероприятий	$<10^{-6}$

В нашей стране в Нормах радиационной безопасности (НРБ-99) предусмотрен предел индивидуального пожизненного риска для населения, равный $5,0 \cdot 10^{-5}$, в то время как уровень пренебрежимого риска, который разделяет область оптимизации риска и область безусловно приемлемого риска, составляет 10^{-6} . В рекомендациях экспертов ВОЗ величина целевого риска также принимается равной 10^{-6} .

Полная безопасность человека не может быть гарантирована независимо от его образа жизни. При уменьшении риска ниже уровня 10^{-5} в год не предпринимаются специальные меры для снижения степени риска. Для относительной оценки рассчитанных уровней ИКР можно ориентироваться на статистическую информацию по оценке различных рисков. Так, по данным американских ученых, индивидуальный риск гибели по различным причинам по отношению ко всему населению США за год составляет: автомобильный транспорт – $30 \cdot 10^{-5}$, падение – $9 \cdot 10^{-5}$, отравление – $2 \cdot 10^{-5}$ и т.д. [8].

Для приоритетных веществ (табл. 6.1) был рассчитан индивидуальный канцерогенный ингаляционный риск по районам города, где установлены стационарные посты наблюдения за загрязнением атмосферы Красноярского ЦГМС-Р (рис. 6.1, 6.2).

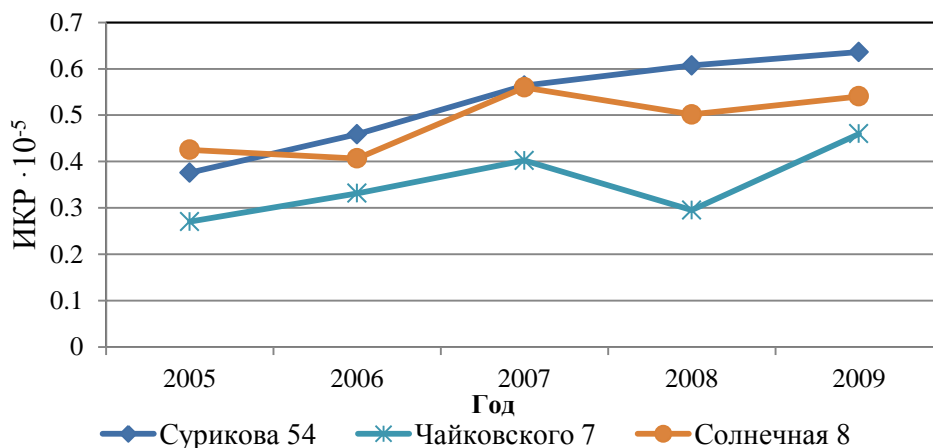


Рис. 6.1. Динамика индивидуального канцерогенного риска (ИКР) от воздействия бенз(а)пирена в отдельных районах города

Индивидуальный канцерогенный риск от воздействия бенз(а)пирена во всех районах г. Красноярска относится к категории «низкий», лишь незначительно превышая минимальную границу. Но с 2005 по 2009 гг. значения ИКР от бенз(а)пирена выросли почти в 2 раза в двух районах города: Центральном и Кировском. В целом рост риска от ингаляционного воздействия бенз(а)пирена наблюдается во всех районах города, что связано с ростом концентраций этого вещества, а до уровня среднего риска связь между концентрациями и значениями риска носит линейный характер и лишь на более высоких значениях – экспоненциальный.

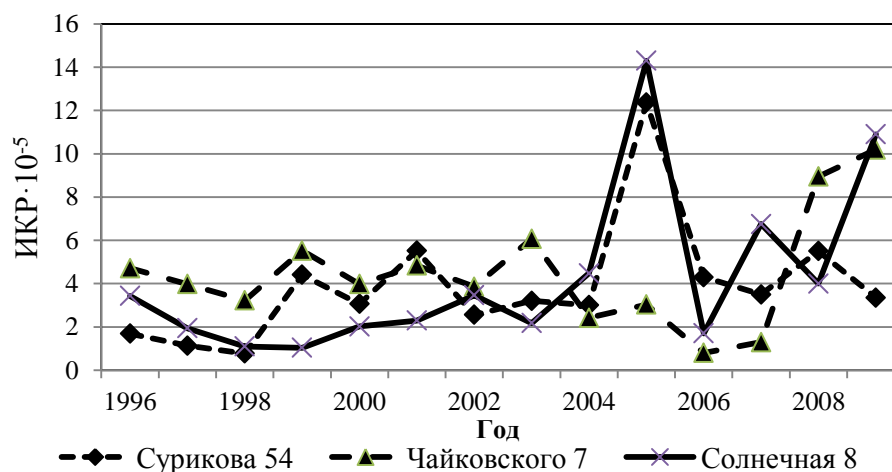


Рис. 6.2. Динамика индивидуального канцерогенного риска (ИКР) от воздействия формальдегида в отдельных районах города

ИКР от воздействия формальдегида существенно выше, чем бенз(а)пирена, в некоторых случаях до 100 раз. В 2005 г. в некоторых районах города уровни риска превышали верхнюю границу категории низкого риска в 1,3 – 1,4 раза, что приемлемо только для производственных условий, но не для территории жилой застройки. В остальные же с 1996 по 2009 гг. значения ИКР для формальдегида определялись как низкие (допустимые), но все же значительно большие, чем целевой (безопасный для человека) уровень риска.

Таким образом, суммарный индивидуальный канцерогенный риск от загрязнения атмосферного воздуха г. Красноярска находится в диапазоне $10^{-5} - 10^{-4}$ и относится к категории «низкий» (допустимый). Тем не менее, имеется явная тенденция к росту этого показателя, значение которого в 2010 г. превысило уровень 1998 г. в 4,6 раза.

Для определения популяционного канцерогенного риска необходимо учитывать значения ИКР для соответствующих веществ и численность людей, подвергающихся воздействию, т. е. численность жителей г. Красноярска и отдельных его районов. Поскольку риск аддитивен, то общий уровень ПКР определялся суммой рисков по отдельным веществам (рис. 6.3).

Согласно определению [2] ПКР трактуется как дополнительное число случаев заболевания раком к фоновой заболеваемости.

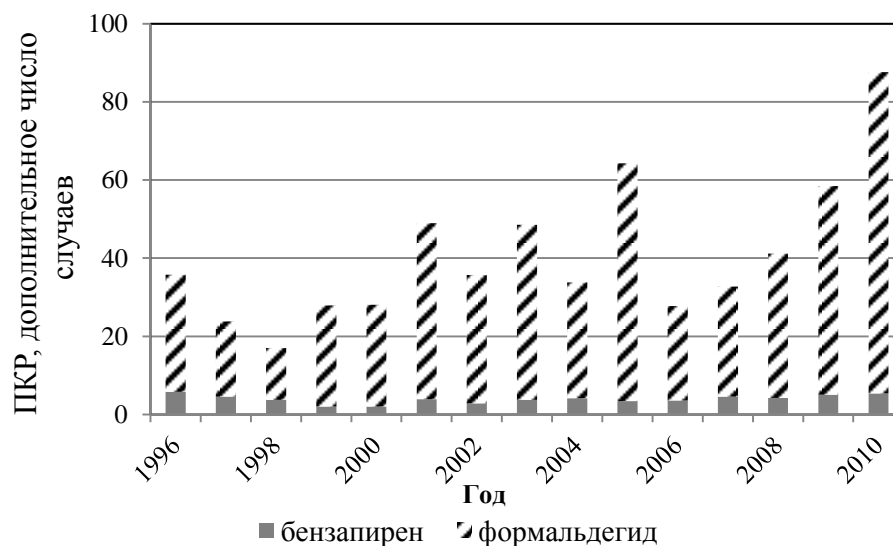


Рис. 6.3. Динамика популяционного канцерогенного риска (ПКР) для населения г. Красноярска

В целом по г. Красноярску с 1996 по 2010 гг. ПКР увеличился в 2 раза. Основной вклад в уровень популяционного канцерогенного ингаляционного риска вносит формальдегид, и динамика именно этого загрязнителя определяет динамику ПКР города. Значения ПКР в разные годы колеблется от 17 до 87 дополнительных случаев в год.

Однако величину ПКР не рекомендуется использовать для проведения прямых аналогий между уровнями фактической онкологической заболеваемости или смертности и значениями этих рисков. Значения канцерогенных рисков отражают, главным образом, долгосрочную тенденцию к изменению онкологического фона, формирующуюся при условии соблюдения исходных условий [1]. К тому же между воздействием токсиканта и возможными проявлениями онкологического заболевания проходит достаточно много времени. Так, латентный период злокачественных заболеваний крови у человека составляет 5 - 10 лет, тканей – 20 и более лет.

Риск возникновения рака при действии канцерогенов определяется не только интенсивностью воздействия канцерогенов на человека (экспозицией), но и индивидуальной предрасположенностью. Прогноз индивидуального риска возникновения опухоли у конкретного человека в результате воздействия генотоксических факторов внешней среды складывается из анализа индивидуальной экспозиции к канцерогену, в основе которой лежат методы молекулярной дозиметрии, и из изучения индивидуальной чувствительности, т. е. из анализа факторов генетической предрасположенности к канцерогенным воздействиям. Многие исследователи отмечают возрастную зависимость патологии (более 60 % раков встречаются у лиц старше 65 лет).

Новорожденные, грудные и дошкольники подвержены большей опасности от воздействия канцерогенов, дети различных возрастных групп более чувствительны к ним, чем взрослые. К тому же большинство канцерогенов разрушительно влияют на гормональную, нервную и иммунную системы. Реакции организмов детей отличаются от реакций организмов взрослых. Детский организм находится ещё в стадии развития, поэтому он более чувствительно реагирует на воздействие вредных веществ. Дети имеют большую величину поверхности кожи по отношению к весу, большее значение объёма вдыхаемого и выдыхаемого воздуха на килограмм веса, повышенный обмен веществ, и воздействие на них вредных веществ, поступающих через желудочно-кишечный тракт, увеличено. Их нервные клетки хуже защищены, и иммунная система функционирует ещё не так хорошо. Это и

определяет их большую чувствительность к воздействию любых загрязнителей, в том числе и канцерогенов [9].

В группу риска попадают также люди, связанные с производственной деятельностью, которая сама по себе представляет канцерогенную опасность, помимо той опасности, что окружает человека в местах проживания. Сюда относятся люди, работающие на следующих производствах: деревообрабатывающее и мебельное производство с использованием фенолформальдегидных и карбамидоформальдегидных смол, медеплавильное производство, работа в шахтах, рудниках (воздействие радона), производство резины и изделий из нее, производство 1,1-диметилгидразина (компоненты ракетного топлива), нефте и угле-перерабатывающие производства, производство чугуна и стали, электролитическое производство алюминия с использованием самоспекающихся анодов [10]. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) каждый десятый случай смерти от рака легких тесно связан с рисками на рабочем месте.

Таким образом, для людей, работающих, например, на алюминиевом производстве, вероятность развития онкологических заболеваний под воздействием факторов окружающей городской среды выше, чем для людей, не имеющих отношения к столь опасной для здоровья деятельности.

В дополнение ко всем этим опасностям существуют еще и бытовые факторы, представляющие и усиливающие канцерогенную опасность, такие как злоупотребление алкоголем, курение, в том числе пассивное, бытовые сажи [10].

Однако существует мнение, что большинство из воздействующих рисков развития рака, обусловленного факторами профессиональной деятельности, можно предотвратить (предотвратимые опухоли – опухоли легких, толстой и прямой кишки, кожи и печени). ВОЗ предлагает целый ряд мероприятий по снижению риска развития онкологических заболеваний: минимизация воздействия химических веществ на рабочих местах и в окружающей среде населенных мест, предотвращение действия некоторых возбудителей инфекции, а также ионизирующего и ультрафиолетового излучения. Рекомендуются также включение мер по предотвращению и уменьшению воздействия таких факторов риска, как использование табака, нездоровое питание, вредное употребление алкоголя, сидячий образ жизни, избыточное воздействие солнечного света, в национальные программы по борьбе с раком [11].

6.2. Оценка неканцерогенных рисков

При выполнении оценки неканцерогенного риска для группы веществ допускается существование пороговых уровней, ниже которых вредные эффекты не должны возникать. Однако для отдельных веществ наличие такого порога не доказано (например, взвешенные вещества). В эту группу входит больше количество веществ общетоксического аллергенного, но не канцерогенного действия. Между дозой токсиканта и ответной реакцией организма существуют зависимости, обладающие следующими свойствами:

- чем выше доза, тем более выражена реакция,
- чем выше доза, тем выше процент населения, реагирующего на загрязнение,
- токсические эффекты проявляются только после достижения предельных (пороговых) доз, в отличие от канцерогенов, эффекты от которых проявляются при любой дозе воздействия [12].

Оценка неканцерогенных рисков проводится как для веществ, не обладающих канцерогенным действием, т. е. отвечающих принципу пороговости, так и для канцерогенов, эффекты действия которых принято считать беспороговыми. Это связано с тем, что химические канцерогены способны вызывать не только канцерогенные, но и общетоксические эффекты, поэтому управление риском для подобных веществ должно осуществляться с учетом как канцерогенного, так и неканцерогенного действия [13]. Среди приоритетных для оценки качества атмосферного воздуха г. Красноярска загрязняющих веществ к этой группе относят формальдегид.

Пороговое действие неканцерогенов согласуется с российскими гигиеническими стандартами – ПДК. В зарубежной практике (ЕРА, ВОЗ) пороговые дозы характеризует референтная доза Rfd – показатель токсичности вещества, характеризующий уровень минимального токсического эффекта для экспонированного населения. В российской практике вводят коэффициент запаса, характеризующий степень токсичности загрязнителя и связанный с классом опасности, а референтную дозу измеряют произведением предельно допустимой концентрации на коэффициент запаса (табл. 6.4). Референтные дозы являются основой для установления уровней минимального риска и характеризуют наименьшую из

эффективных доз, вызывающую развитие конкретных вредных эффектов или поражение определенных органов и систем организма человека [1].

Результаты эпидемиологических исследований дают возможность оценить наиболее вероятные критические эффекты (критические органы или системы) для здоровья населения, соответствующие референтным дозам при ингаляционном воздействии (табл. 6.4).

Таблица 6.4. Критические эффекты, вызываемые воздействием основных загрязняющих веществ

Вещество	Класс опасности	RfD, мг/кг	Критический орган	Критический эффект
Взвешенные вещества	3	0,225	Органы дыхания Смертность	Общая смертность Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний Смертность от заболеваний органов дыхания Частота симптомов со стороны верхних и нижних отделов дыхательных путей Обращаемость по поводу респираторных заболеваний Частота обострения бронхиальной астмы
Оксид углерода	4	9	Кровь Сердечно-сосудист. система Развитие ЦНС	Процентное изменение карбоксигемоглобина в крови Частота госпитализации по поводу заболеваний сердца (в возрасте 65 лет и более) Изменение частоты приступов у некурящих больных стенокардией в возрасте 35-37 лет
Диоксид азота	2	0,18	Органы дыхания Кровь	Увеличение частоты случаев появления симптомов и продолжительности периодов заболеваний со стороны верхних дыхательных путей Увеличение частоты заболеваний нижних дыхательных путей у детей
Формальдегид	2	0,018	Органы дыхания Глаза Иммунитет	Увеличение частоты симптомов со стороны верхних и нижних отделов дыхательных путей Воспалительные процессы в легких, токсический отек Влияние на иммунную систему, включая развитие аллергических реакций, иммунотоксическое действие Воздействие на органы зрения

Неспецифическое воздействие на организм химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, может вызывать снижение иммунореактивности у человека, что проявляется увеличением общей заболеваемости, в том числе болезнями органов дыхания, эндокринной системы, системы кровообращения, органов чувств, кожи, аллергическими и

другими заболеваниями. Такое воздействие связывают с высокими концентрациями формальдегида.

Оценка возможного воздействия химических веществ на критические органы-мишени человека показала, что наиболее подвержены влиянию органы дыхания. Загрязнение атмосферного воздуха в первую очередь влияет на дыхательную систему организма человека, которая находится в непосредственном контакте с химическими веществами, способными оказать повреждающее действие, вызвать структурные изменения слизистой оболочки дыхательных путей, что в свою очередь создает условия для проникновения ингаляционных аллергенов к клеткам-мишеням и развития сенсibilизации. Эти выводы верны и для г. Красноярска, так как в структуре заболеваемости населения города болезни органов дыхания регистрируются существенно чаще, чем болезни других систем человеческого организма.

Наиболее восприимчивы к такому негативному влиянию дети и подростки. Во многом это обусловлено несовершенными физиологическими реакциями формирующегося организма ребенка или подростка в ответ на воздействие неблагоприятных факторов среды обитания, а также относительно большим уровнем обмена веществ в детском организме [13].

При оценке неканцерогенных эффектов, как и канцерогенных, рассчитывают два основных показателя: индивидуальный неканцерогенный риск (ИНР), характеризующий вероятность общетоксического воздействия, и популяционный неканцерогенный риск (ПНР), характеризующий количество токсических эффектов.

Динамика ИНР от загрязнения атмосферы отдельными загрязняющими веществами, оценённая по среднегодовым концентрациям с 2000 по 2009 гг., показана на рис. 6.4.

Если значения $ИНР < 1$, то риска угрозы здоровью (опасности отравления) нет. Если $ИНР > 1$, то существует опасность отравления, которая тем больше, чем больше значение ИНР превышает 1. Значения ИНР по всем рассматриваемым веществам для г. Красноярска не превышают критического значения.

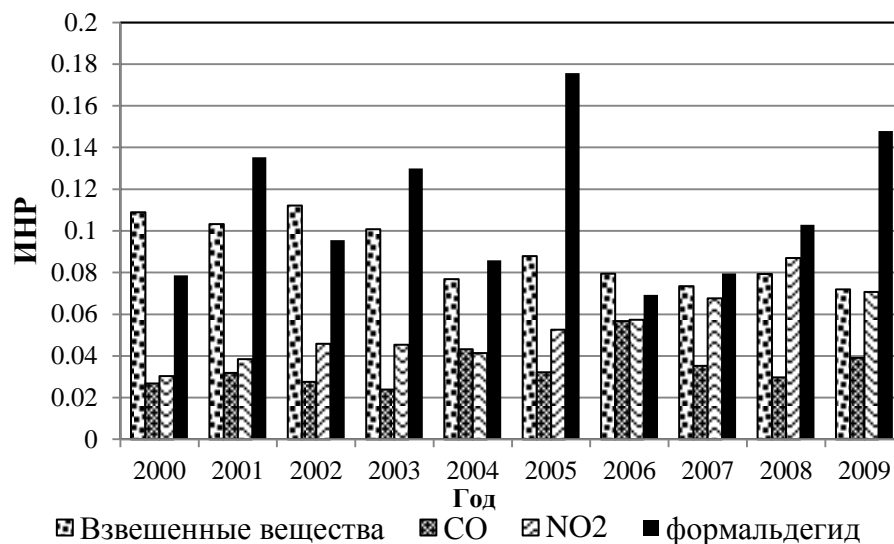


Рис. 6.4. Динамика индивидуального неканцерогенного риска (ИНР) отдельных загрязняющих веществ для населения г. Красноярска

Представление загрязняющих веществ в виде показателей риска позволяет сравнивать воздействие различных веществ на здоровье населения. Так, наибольший токсический эффект среди загрязнителей атмосферы оказывают взвешенные вещества и формальдегид. В целом, за рассматриваемые 10 лет вероятность токсического воздействия отдельных загрязняющих веществ на здоровье жителей г. Красноярска существенно не менялась.

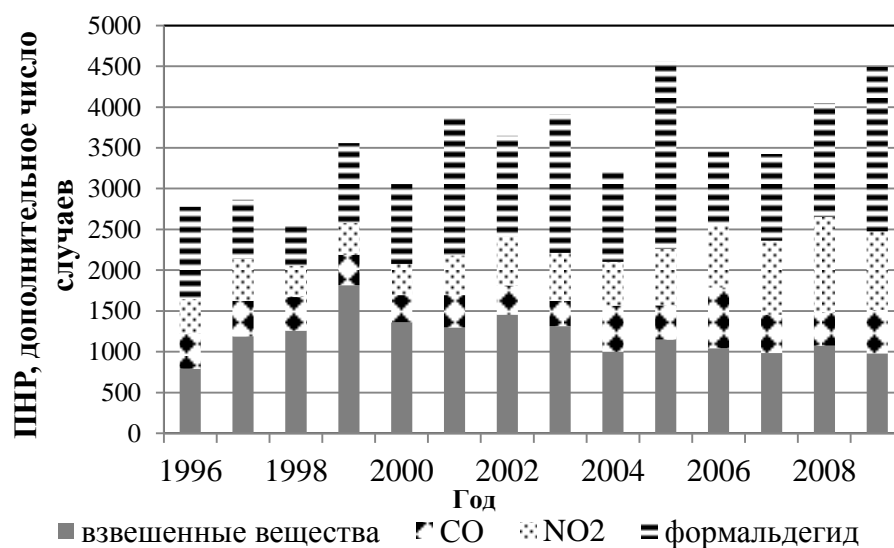


Рис. 6.5. Динамика популяционного неканцерогенного риска (ПНР) для населения г. Красноярска

Величина ПНР характеризует число дополнительных к фоновому случаев заболевания жителей города при сохранении сложившегося уровня загрязнения атмосферного воздуха рассматриваемыми веществами (СО, NO₂, формальдегид, взвешенные вещества) на протяжении 70 лет. По данным мониторинга в г. Красноярске наблюдается стабильный уровень загрязнения по основным загрязняющим веществам.

Несмотря на отсутствие явного роста концентраций веществ, включенных в оценку неканцерогенного риска, суммарное значение величины ПНР по группе веществ (рис. 6.5) увеличивалось и в 2009 г. превысило уровень 2000 г. в 1,62 раза, в отличие от ПКР, который возрос за этот период в 4,6 раза.

Наибольший вклад в величину ПНР вносят формальдегид и взвешенные вещества.

Очевидно, что, снижая уровни загрязнения воздуха, можно уменьшить бремя болезней, вызванных респираторными инфекциями, заболеваний сердца и рака легких. Так, например, снижая уровень загрязнения взвешенными веществами (PM₁₀) с 0,07 до 0,02 мг/м³, можно сократить смертность, связанную с качеством воздуха, примерно на 15 %. [13]. В Красноярске средняя концентрация PM₁₀ составляет приблизительно 0,06 мг/м³.

При анализе рисков, как канцерогенных, так и неканцерогенных, установлены явные негативные тенденции роста суммарных величин ПНР и ПКР для основных, загрязняющих атмосферу г. Красноярска веществ. Наибольший вклад в оба вида риска вносит формальдегид, содержание которого в атмосфере города остается стабильно высоким на протяжении 10 последних лет. Но уменьшения концентраций формальдегида можно добиться только за счет снижения общего уровня загрязнения атмосферы города, потому что основным источником появления этого вещества в воздухе служат фотохимические реакции при высоком уровне загрязнения различными веществами, в том числе оксидами азота.

Список литературы к Главе 6

1. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду.
2. U.S.EPA. Guidelines for Carcinogen Risk Assessment // Fed. Reg. - 1986. - V. 51. N 185. - P. 33992 – 34003.
3. МосМР 2.1.9.004-03. Критерии оценки риска для здоровья населения приоритетных химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Методические рекомендации.
4. Technical Support Document for Cancer Potency Factors: Methodologies for derivation, listing of available values, and adjustments to allow for early life stage exposures // California Environmental Protection Agency Office of Environmental Health Hazard Assessment Air Toxicology and Epidemiology Branch, May 2009. – 89 p.
5. United States Environmental Protection Agency. Benzo[a]pyrene, Integrated Risk Information System (IRIS, the USEPA's online chemical toxicity service). - Washington, DC., 2001.
6. HEI Air Toxics Review Panel. Mobile-Source Air Toxics: A Critical Review of the Literature on Exposure and Health Effects. HEI Special Report 16. - Health Effects Institute, Boston, MA, 2007.
7. Состояние здоровья населения в связи с состоянием окружающей природной среды и условиями проживания населения. Критерии установления уровней минимального риска здоровью населения от загрязнения окружающей среды: Методические рекомендации МосМР 2.1.9.03, 2003. – 75 с.
8. Сердюков С.И., Макарова А.С. Оценка и управление рисками при обращении с композиционными материалами и их компонентами: Учебное пособие. – М., 2010. – 58 с.
9. Белицкий Г.А. Химический канцерогенез // Проблемы клинической медицины. - 2006. - № 1. - С. 10-15.
10. СанПиН 1.2.2353-08. Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы.
11. Раковые заболевания, обусловленные факторами окружающей среды и профессиональной деятельностью // Информационный бюллетень ВОЗ №350.- 2011. - Март.

12. Куролап С.А. Медико-экологический мониторинг. - Воронеж: Лаборатория оперативной полиграфии ВГУ, 2002. – 22 с.

13. ВОЗ. Информационный бюллетень N°313.- 2008. - Август.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мониторинг атмосферного воздуха в городах – важная и не теряющая актуальность задача, направленная на эффективное управление качеством окружающей среды и здоровьем населения. Несмотря на это существующие методические подходы, реализуемые при проведении наблюдений за концентрациями загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городов, значительно уступают современным представлениям о физических закономерностях в переносе и распределении примесей на неоднородной урбанизированной территории. Эти подходы, описанные в главе 1, использующие в своей основе стационарные наблюдения, чаще всего с дискретными временами отбора проб, не согласуются со сложным метеорологическим режимом на контролируемых территориях и совсем не удовлетворяют требованиям репрезентативности. Как следствие результаты такого мониторинга скорее вводят в заблуждение, чем отражают реальную «химическую обстановку».

Альтернативой сложившейся в области мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в городах являются технологии, основанные на совместном использовании стационарных автономных автоматических и передвижных средств измерений, позволяющие реализовать непрерывный или систематический режим наблюдения (измерения концентрации загрязняющих веществ в различных пунктах городской территории синхронно в одно и то же время по одному и тому же набору показателей, в том числе и всех необходимых метеорологических параметров). Такая идеология во многом устраняет человеческий фактор и в полной мере позволяет проводить эффективные мероприятия по идентификации источников загрязнения, охране окружающей среды и здоровья населения, а пока все вышеописанное в этой книге демонстрирует текущее, оставляющее желать лучшего, «положение дел» в области состояния и загрязнения атмосферного воздуха в городах России на примере г. Красноярска.

Всем известно, что с ростом интенсивности автотранспортных потоков в городах наиболее загрязненные территории переместились из промышленных зон в места компактного проживания населения. В главе 2 показано, что все автомагистрали г. Красноярска в течение всего года характеризуются высокой (выше 10000 автомобилей в сутки) и средней интенсивностью движения (от 2000 до 10000 автомобилей в сутки). При этом основную канцерогенную опасность для человека в выбросах автотранспорта представляют бенз(а)пирен и формальдегид. Максимумы концентраций сосредоточены в

зонах города, в которых происходит перераспределение основных транспортных потоков г. Красноярска. Это район Предмостной площади, Копыловский мост, ул. Партизана Железняка в районе мединститута и район «Спутника». Эти районы характеризуются и самой высокой интенсивностью движения – от 50 до 80 тыс. автомобилей в сутки. С 2005 по 2009 гг. среднегодовая концентрация бенз(а)пирена в целом по г. Красноярску выросла в 1,5 раза и в 2009 г. составила 4,7 ПДКсс.

Концентрация формальдегида в атмосферном воздухе большую часть зимнего периода находится на уровне 2 ПДКм.р., а при повышении температуры воздуха летом существенно возрастает. В Центральном районе г. Красноярска среднемесячная концентрация формальдегида может превышать зимний уровень в 7 раз и достигать 15 ПДКсс. В Ленинском районе летние концентрации достигают 24, а в Железнодорожном – 19 ПДКсс.

Канцерогенную опасность в выбросах автотранспорта представляет такое вещество, как сажа, вследствие абсорбции на ней различных веществ, например бенз(а)пирена. Но в атмосферном воздухе городов этот параметр не определяют. Вместо него на стационарных постах отбирают пробы для взвешенных веществ. Концентрация взвешенных веществ в атмосферном воздухе может иметь различные толкования в контексте опасности и не раскрывает истинной характеристики загрязнения атмосферы. В целом, по оценкам различных специалистов, состояние здоровья населения на 30-40 % зависит от состояния и загрязнения атмосферного воздуха. При этом понимание экологической ситуации в крупном промышленном городе невозможно без объективной и всесторонней научной оценки состояния среды обитания человека и ее влияния на здоровье. С этой целью часто приходится анализировать карты загрязнения.

Анализ карт загрязнения, выполненный в главе 3, доказывает постоянное присутствие в окружающей среде г. Красноярска широкого спектра канцерогенных веществ в концентрациях, превышающих предельно допустимые нормы. Это является доминирующим фактором, влияющим на заболеваемость злокачественными новообразованиями среди населения. Так, карты распределения показателя заболеваемости злокачественными новообразованиями в возрастной группе 0-29 лет по районам г. Красноярска свидетельствуют о нарастании числа заболевших в молодом возрасте. Наблюдаемое увеличение числа заболевших злокачественными новообразованиями кроветворной и лимфоидной ткани служит явным признаком иммунной недостаточности и аномалий в хромосомах,

приобретенных вследствие взаимодействия организма с канцерогенными агентами атмосферного воздуха.

Кроме загрязнения, вызванного квазистационарными автотранспортными потоками, на атмосферный воздух города воздействуют и промышленные источники. Среди них крупнейшими являются Красноярский алюминиевый завод и ТЭЦ-1, 2, 3. Чтобы продемонстрировать влияние стационарных промышленных источников на загрязнение воздушного бассейна г. Красноярска, в главе 4 рассмотрен косвенный показатель качества атмосферного воздуха – загрязнение снежного покрова никелем, фтористыми и хлористыми соединениями по данным мониторинга, выполняемого с 1985 г. ГПЗ «Столбы». В последнее десятилетие количество никеля в снегу г. Красноярска выросло в 1,5 раза.

Фтористые соединения обнаруживаются не только в снегу на городских территориях (в диапазоне концентраций от 0,39 до 2,1 мг/л), но и на территории заповедника «Столбы», которую всеми принято считать фоновой (диапазон изменения концентраций от 0,01 до 0,23 мг/л). Наиболее высокие значения содержания фторидов в снегу на территории заповедника «Столбы» фиксируются в пунктах, расположенных на повышенных формах рельефа (от 300 м над уровнем моря).

В целом уровень загрязнения снежного покрова на территории города более чем в 7,9 раза превышает уровень загрязнения на территории заповедника «Столбы». Тот факт, что примеси от промышленных источников обнаруживаются на «фоновой» территории заповедника, расположенной в северо-восточном секторе, является важным, поскольку практически в течение всего года в районе г. Красноярска преобладают ветра юго-западных направлений. Это указывает на необходимость пристального исследования механизма переноса примесей, определяющего эволюцию полей концентраций загрязняющих веществ в районе г. Красноярска, и требует дополнительного исследования с использованием современных методов математического описания и инструментальных измерений (специальные метеорологические наблюдения).

Результатом взаимодействия источников загрязнения атмосферного воздуха с метеорологическими режимами, формирующимися над орографически сложной и неоднородной территорией г. Красноярска, является неблагоприятная экологическая обстановка (индикатор – загрязнение атмосферы). С одной стороны, это очевидно, но при этом в первую очередь читатель должен понять, что экологическая обстановка – это

«физика» и формируется она по законам природы. Поэтому при планировании наблюдений и осуществлении природоохранной деятельности необходимо учитывать этот факт. В противном случае, как показано в главе 5, мы постоянно будем сталкиваться с еще одним индикатором экологической обстановки – «дополнительной» онкологической заболеваемостью и смертностью населения.

Динамику онкологической заболеваемости в г. Красноярске характеризует наибольший показатель заболеваемости и смертности в Центральном районе, который остается практически неизменным на протяжении последних десяти лет. Обнаружен резкий скачок заболеваемости в Свердловском и Солнечном районах города. Это свидетельствует о действии мощных онкогенных факторов в окружающей среде этих территорий.

В целом по Красноярскому краю наблюдается рост заболеваемости среди детей (до 14 лет) по всем группам заболеваний и двукратный рост онкологических заболеваний и болезней органов кровообращения.

Оценка канцерогенного риска для населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, в России в настоящее время выполняется на основании принципов и подходов, предложенных Агентством по охране окружающей среды США. В главе 6 показано, что эти принципы и подходы лежат в основе всех российских методических документов по оценке канцерогенного риска.

Индивидуальный канцерогенный риск от воздействия бенз(а)пирена во всех районах г. Красноярска относится к категории «низкий». Но с 2005 по 2009 гг. значения этого риска от бенз(а)пирена выросли почти в 2 раза (в основном в двух районах города: Центральном и Кировском). В целом рост риска от ингаляционного воздействия бенз(а)пирена наблюдается во всех районах города, что связано с ростом концентраций в атмосферном воздухе.

Риск от воздействия формальдегида существенно выше, чем от бенз(а)пирена, в некоторых случаях до 100 раз. В некоторых районах города уровни риска превышают верхнюю границу категории низкого риска в 1,3 – 1,4 раза, что приемлемо только для производственных условий, но не для территории жилой застройки. В среднем суммарный индивидуальный канцерогенный риск от загрязнения атмосферного воздуха г. Красноярска находится в диапазоне 10^{-5} – 10^{-4} и относится к категории «низкий» (допустимый). Тем не менее, имеется явная тенденция к росту этого показателя, значение которого в 2010 г. превысило уровень 1998 г. в 4,6 раза.

При этом популяционный риск в г. Красноярске с 1996 по 2010 гг. увеличился в 2 раза. Основной вклад в уровень популяционного канцерогенного ингаляционного риска вносит формальдегид (значение популяционного канцерогенного риска в отдельные периоды колеблется в диапазоне от 17 до 87 дополнительных случаев в год).

Считается, что на человека, проживающего в промышленном районе, потенциально может воздействовать несколько сотен тысяч химических веществ. Реально, как правило, в конкретном районе в относительно высоких концентрациях присутствует ограниченное число химических веществ. Однако комбинированное действие загрязняющих атмосферный воздух веществ может приводить к усилению вызываемых ими токсических эффектов. Атмосферный воздух является одним из основных жизненно важных элементов городской среды. Его качество влияет на состояние всех форм жизни и формирует основу для их существования. Именно поэтому состояние атмосферного воздуха необходимо отслеживать в первую очередь.

Наибольший вред здоровью от отравляющих загрязнений среды приносит проживание в районах города с высоким транспортно-промышленным прессингом, нерациональной планировкой, без достаточных санитарно-защитных зон между промышленными и жилыми застройками, с пониженным потенциалом самоочищения атмосферы. Поэтому при планировании наблюдений и природоохранных мероприятий необходимо обязательно уделять большое внимание физическим факторам, таким как условия формирования метеорологических режимов на территории города, разнообразие форм рельефа, температурные и аэрографические различия.

Красноярск, город со сложной географией, развитой промышленностью, огромными потоками автотранспорта и бурной застройкой, представляет интерес как с научной – проверка различных гипотез по рассеиванию примесей в атмосфере и влияния загрязнения на здоровье населения, так и с практической точек зрения – рекомендации по размещению постов наблюдения, по режиму наблюдения и др.

Таким образом, данная монография предоставляет информацию и позволяет задуматься о качестве и перспективах проживания человека не только в г. Красноярске, а в городской среде вообще.

Научное издание

Хлебопрос Рэм Григорьевич, Тасейко Ольга Викторовна, Иванова Юлия Дмитриевна,

Михайлюта Сергей Владимирович

Красноярск. Экологические очерки

Редактор И.А. Вейсиг

Корректор

Компьютерная верстка

Подписано в печать 2012 г. Формат 60x84/16

Бумага офсетная. Печать плоская. Усл. печ. л.

Тираж 1000 экз. Заказ

Редакционно-издательский отдел
Библиотечно-издательского комплекса
Сбирского федерального университета
660041 г. Красноярск, пр. Свободный, 79
Тел/факс (391) 206-21-41

Отпечатано Полиграфическим центром
Библиотечно-издательского комплекса
Сбирского федерального университета
660041 г. Красноярск, пр. Свободный, 82А