

РАЗДЕЛ 3. ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК: 534.6

МОНИТОРИНГ И АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ТЕРРИТОРИИ Г. СИМФЕРОПОЛЯ

Бобра Т. В.¹, Свербилова А. А.²

*¹Таврическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», Симферополь, Российская Федерация
E-mail: tvbobra@mail.ru*

*²Таврическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», Симферополь, Российская Федерация
E-mail: annasverbilova@mail.ru*

В статье рассматриваются результаты измерений концентраций загрязняющих веществ на территории города Симферополя. Контрольные измерения проводились в 132 точках города по нескольким веществам: озон, оксид углерода, диоксид серы, диоксид азота, сероводород и формальдегид. Описываются природные и антропогенные факторы, обуславливающие воздушную миграцию загрязнителей. В работе рассматриваются возможные причины превышения ПДК в некоторых районах города и районы с минимальными значениями загрязняющих веществ.

Ключевые слова: диоксид азота, диоксид серы, загрязняющее вещество, интенсивность движения, мониторинг, озон, оксид углерода, ПДК, сероводород, формальдегид.

ВВЕДЕНИЕ

Город Симферополь вместе с его окрестностями расположен в центральной части Предгорного Крыма, в средней части долины реки Салгир, в обширной котловине, закрытой с севера отрогами Внешней гряды Крымских гор, а с юга – Внутренней грядой. Высота местности города над уровнем моря варьирует в пределах 225 – 400 м, возрастая к юго-востоку. Площадь города составляет около 120 км².

На состояние воздушного бассейна территории города Симферополя оказывают влияние природные и антропогенные факторы. Среди природных факторов важное значение имеют климатические (атмосферная циркуляция, количество осадков, солнечная радиация) и орографические (рельеф местности).

Метеорологические наблюдения в городе проводятся на метеостанциях, которые располагаются в районе Аэропорта и в Киевском районе города на ул. 51-й Армии. Средняя годовая температура воздуха в городе составляет +10⁰С. Средняя температура самого тёплого месяца июля – +21,1 °С, а самого холодного (февраль) – -3 °С. Годовая амплитуда температур составляет 21,8 °С. Среднее количество осадков – 524 мм [1].

В Симферополе количество дней с осадками составляет от 70 до 80 [1]. Осадки, как жидкие, так и твердые играют важную роль в самоочищении атмосферы и выносе загрязнителей.

Количество дней с туманами на территории города варьирует от 30 до 35[1]. Во

время туманов создаются неблагоприятные метеорологические условия, которые способствует застоynom явлениям в атмосфере, ведущим к накоплению загрязняющих веществ.

Средняя годовая скорость ветра составляет 4,6 м/с. Наибольшие скорости наблюдаются в зимние месяцы и в начале весны, наименьшие – в летние и в начале осени. Ветер со скоростью 26 м/с бывает 1-2 раза в год, 29 м/с – один раз в 5 лет, 40 м/с – один раз в 100 лет. В течение года скорость ветра превышает 15 м/с примерно от 10 до 15 дней [1]. Так, высокие скорости ветра способствуют проветриванию территории и активному рассеиванию загрязняющих веществ.

Симферополь занимает горно-котловинное положение. В таких ландшафтах формируются особые условия накопления и рассеивания загрязняющих веществ. Так, Внутренняя и Внешняя гряды Крымских гор служат естественной преградой на пути рассеивания загрязняющих веществ. Города, находящиеся в котловинах, требует особого внимания в принятии организационно-планировочных решений.

Пылегазовые выбросы промышленных предприятий, энергетических установок и транспорта являются основными источниками поступления в атмосферу населенных пунктов загрязняющих веществ. Самые распространенные из них — оксиды азота, серы, углерода, углеводорода, твердые частицы. Наибольшее количество оксида углерода и углеводородов выделяется при эксплуатации автомобильного транспорта и от промышленных источников. Оксиды азота поступают в основном от энергоустановок и автотранспорта, а оксиды серы — от сжигания твердого и жидкого топлива. Твердые частицы имеются в выбросах всех названных источников, особенно много их в выбросах промышленных предприятий и энергетических установок. Кроме того, в атмосферу городов поступают и другие вредные вещества, количество их в настоящее время превышает 500. Значительно загрязняют атмосферу населенных пунктов теплоэнергетические установки, особенно в поставке пыли, оксидов серы и азота. Количество выбросов оксидов азота зависит от типа сжигающего оборудования и режима процесса горения и может составлять близкую величину для разных видов топлива — угля, мазута, газа. Оксиды серы (в основном, сернистый ангидрид) образуются при сгорании угля и мазута, количество их определяется содержанием серы в топливе. Поступление сернистого ангидрида от предприятий энергетики составляет большую часть общего его поступления в атмосферу [2].

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха в городе Симферополе является автомобильный транспорт и предприятия: ГУП РК «Крымтеплокоммунэнерго», АО Завод «Фиолент», Симферопольская ТЭЦ АО «КРЫМТЭЦ», ПАО «Консервный завод им. Кирова» [3]. При этом 80% всех загрязнений атмосферного воздуха города поступает с выхлопными газами автомобилей. С 2014 года количество зарегистрированных автомобилей в Симферополе увеличилось более чем в 4 раза. Несовершенство транспортной инфраструктуры города, нарушение транспортной логистики, отсутствие контроля выбросов от передвижных источников ещё более усугубляют данную проблему.

Фоновый уровень загрязнения атмосферного воздуха определяется на основании данных государственного мониторинга [4]. На территории города

Симферополя мониторинг за состоянием атмосферного воздуха проводится несколькими организациями. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Крымское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» осуществляет мониторинг за загрязнением атмосферного воздуха и атмосферных осадков. «Центр лабораторного анализа и технических измерений» Министерства экологии и природных ресурсов Республики Крым осуществляет лабораторно-инструментальные измерения вредных веществ в выбросах от организованных источников предприятий, с целью контроля нормативов предельно допустимых выбросов в атмосферу.

Межрегиональное Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека и Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии» осуществляют наблюдения за качеством атмосферного воздуха в соответствии с Программой социально-гигиенического мониторинга. Мониторинг качества атмосферного воздуха проводится в контрольных точках на автомагистралях в зоне жилой застройки.

Ведомствами измеряются концентрации взвешенных веществ, диоксида серы, оксида углерода, диоксида азота, формальдегида, бенз(а)пирена, хлористого водорода, фтористого водорода и ряда других загрязняющих веществ.

Для оценки качества атмосферного воздуха полученные концентрации загрязняющих веществ (в мг/м³ или мкг/м³) сравнивают с предельно допустимыми концентрациями (ПДК)[5]. Средняя концентрация за месяц загрязняющего вещества сравнивается со среднесуточной ПДК (ПДКс.с.), наибольшая разовая концентрация – с максимальной разовой ПДК (ПДКм.р.). Оценка уровня загрязнения воздуха за месяц является ориентировочной. На основании полного объема полученных результатов за год представляется окончательная оценка [4].

Стационарные посты расположены по следующим адресам города Симферополя: пост № 1 улица Снайперов 31/47; пост № 2 улица Богдана Хмельницкого 27; пост № 3 улица Крылова 32; пост № 4 район ГРЭС; пост № 5 улица Гавена.

Однако, этих точек недостаточно. Кроме того, в Симферополе не проводится мониторинг за выбросами передвижных источников загрязнения. Поэтому была предложена система точек мониторинга, учитывающая воздействие не только стационарных, но и передвижных источников загрязнения атмосферного воздуха.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В период, с октября по декабрь 2018 г., во временные промежутки с 10:00 до 14:00, было проведено ряд замеров, в ходе которых, фиксировались концентрации загрязняющих веществ. Измерения проводились при помощи портативного газоанализатора ЭКОЛАБ, предназначенного для автоматического непрерывного и периодического измерения массовой концентрации различных неорганических и органических веществ в различных объектах, а также сигнализации о превышении предельно допустимых концентраций в атмосферном воздухе. Данный газоанализатор относится к диффузионному типу отбора проб. Прибор

МОНИТОРИНГ И АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ТЕРРИТОРИИ Г. СИМФЕРОПОЛЯ

предназначен для одновременного измерения концентрации 9 вредных веществ в режиме реального времени. Результаты замеров отображаются на экране газоанализатора в мг/м^3 или ppm.

Прибор устанавливался в точке наблюдения на высоте $h = 1,5-1,6$ м над уровнем земли, на расстоянии не менее трех метров от проезжей части. Время подготовки к работе составляло не более 5 минут, время адаптации прибора к внешним условиям десять минут, время замера – пять минут. Общее время пребывания в точке наблюдения 20 – 30 минут. При превышении предельно допустимого уровня концентрации на дисплее газоанализатора срабатывала световая и звуковая сигнализация.

Прибор автоматически записывает информацию не только о концентрации химических соединений, но и такие метеорологические данные как давление атмосферного воздуха, скорость движения воздушных масс и температуру воздуха.

Для переноса данных на USB Flash использовался USB порт.

Измерения проводились по шести показателям: озон (O_3), оксид углерода (CO), сероводород (H_2S), диоксид серы (SO_2), диоксид азота (NO_2), формальдегид (CH_2O) в 131 точке города Симферополя. Точки были расположены в разных зонах города, что позволило сделать объективные выводы о причинах приближения и превышения ПДК.

Точки мониторинга выбирались с учетом данных стационарных и передвижных источников загрязнения. Как правило, они были расположены на наиболее загруженных автотранспортом магистралях и улицах города, в местах их пересечения, на кольцевых развязках, на больших перекрестках со светофорами, вблизи промышленных объектов, а также с учетом основных функциональных зон города (рис. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ Г. СИМФЕРОПОЛЯ

В пределах города Симферополя чаще всего превышение концентраций наблюдалось по следующим показателям: озон, оксид углерода, формальдегид и сероводород. Превышение концентрации озона достигало 1,5-4 ПДК. Значения концентрации оксида углерода во многих точках приближалось к предельно допустимому, а на перекрестках, светофорах и в местах интенсивного автомобильного движения и в районах одноэтажной частной застройки ПДК были превышены в 2-6 раз. Содержание сероводорода в воздухе достигало 1-10 ПДК, а формальдегида – 2-20 ПДК. Концентрация сероводорода и формальдегида, наибольшие значения этих веществ были зафиксированы в пределах объездных автомагистралей с интенсивным движением и в районе проведения ремонтных дорожных работ.

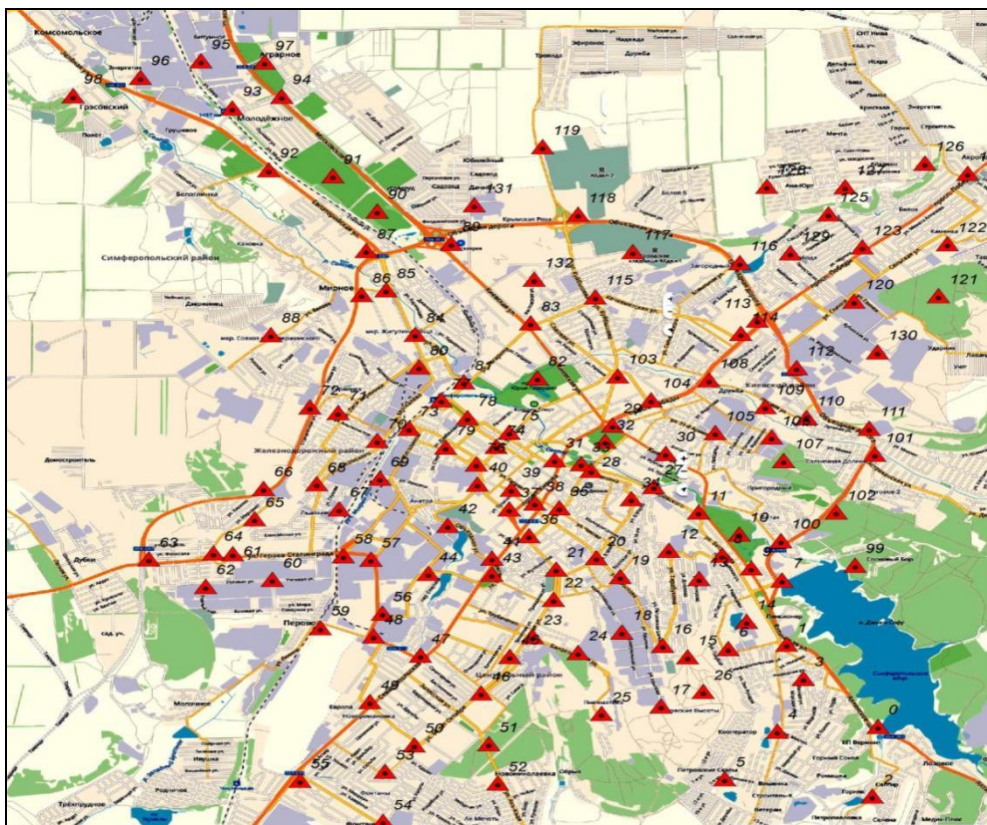


Рис. 1. Схема размещения пунктов маршрутных наблюдений за состоянием атмосферного воздуха [6]

Загрязнение территории города Симферополя озоном характеризуется преимущественно однородным распространением. Во время проведения измерений было выявлено несколько районов города, в которых озон превышал ПДК ($0,16 \text{ мг/м}^3$) в 1,5-4 раза. Это промышленная зона города в районе ул. Героев Сталинграда, район Московского кольца и район Объездной дороги (микрорайон Загородный), торговый центр Меганом (с наличием большой автостоянки), ГРЭС, Льдозаводское, ул. Жени Дерюгиной, находящаяся рядом с Кубанским рынком и объездной дорогой. Минимальные значения были отмечены в районах с одноэтажной застройкой и в ландшафтно-рекреационной зоне города (парки, скверы, сады, зеленые насаждения объектов социальной инфраструктуры).

Концентрация оксида углерода в атмосферном воздухе колеблется в пределах от 0 до 6 мг/м^3 (ПДК составляет 5 мг/м^3). Условно можно провести границу по ул. Севастопольской – пр. Кирова – пр. Победы относительно явных превышений концентрации этого соединения в 2 и более раз (ПДК составляет 5 мг/м^3). Таким образом, промышленная зона города (ул. Героев Сталинграда, Перово, Льдозаводское, район железнодорожного вокзала, Жигулина роща, Евпаторийское шоссе) относятся к территориям с наибольшим превышением ПДК оксида углерода.

МОНИТОРИНГ И АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ТЕРРИТОРИИ Г. СИМФЕРОПОЛЯ

Превышения ПДК по этому показателю были также отмечены в некоторых районах с одноэтажной застройкой – на территории садовых товариществ в пределах пригородов Каменки, Белого, Аграрного и Молодежного, Курцы. Вероятно, это связано с тем, что во дворах частных домов происходит сжигание бытового мусора, листья, веток и травы.

Таким образом, можно сделать вывод, о том, что максимальное загрязнение оксидом углерода приходится на северо-западную часть города, где расположены промышленные предприятия, а также высокая интенсивность автомобильного движения. Юго-восточная часть города характеризуется относительно благоприятной обстановкой в отношении загрязнения оксидом углерода. Это обусловлено отсутствием промышленных объектов, при этом здесь значительно меньше микрорайонов с многоэтажной застройкой, что способствует лучшему проветриванию территории. Важным фактором, обуславливающим относительно низкие концентрации оксида углерода, является достаточное для оздоровления воздушной среды количество зеленых насаждений в микрорайонах этой части города.

Загрязнение атмосферного воздуха сероводородом носит преимущественно неоднородный характер. По территории города концентрация этого соединения в воздухе в основном не превышает ПДК и колеблется в пределах от 0 до 0,08 мг/м³. Но следует отметить, что в промышленной зоне города (ул. Героев Сталинграда, ул. Генерала Василевского, ул. Узловая) и в районе железнодорожного вокзала и Евпаторийского шоссе, в районе ГРЭСа содержание сероводорода в атмосферном воздухе резко выходит за пределы ПДК с превышением до 10 раз. Повышенный фон можно отметить в районе Пневматики, проспекта Кирова и улицы Севастопольской. Эта территория характеризуется не только интенсивным автомобильным движением, но и наличием предприятий: Симферопольская кондитерская фабрика, Крыммолоко, Крымхлеб, завод Пневматика и другие. Минимальные значения или отсутствие сероводорода в атмосферном воздухе можно отметить в районах индивидуальной застройки, парках и скверах, в точках, примыкающих к набережной реки Салгир.

Содержание формальдегида в атмосферном воздухе территории города Симферополя относительно равномерное и приурочено, как правило, к перекресткам, объездным дорогам, территориям интенсивного автомобильного движения. Диапазон измеренных показателей находится в пределах от 0 до 0,12 мг/м³. Максимальные концентрации (0,03 – 0,12 мг/м³) были зафиксированы в районе Московского кольца и железнодорожного вокзала, вдоль улицы Киевской (на Московском кольце и Куйбышевском кольце) в районе пр. Кирова и пр. Победы, в районе центрального рынка и ул. Севастопольской, на перекрестке Евпаторийское шоссе и ул. Монтажная, перекресток ул. Ялтинской и Астраханской, перекресток ул. Жени Дерюгиной и ул. Глинки, перекресток ул. Кечкеметская Проспект Победы. Максимальная концентрация составила в точке транспортная развязка (Объездная - Крымская Роза), микрорайон Загородный. ПДК превышено в 20 раз. Вероятнее всего, такая высокая концентрация объясняется наличием затора и, как следствие, большого количества автомобилей, работающих на холостом ходу,

проведение ремонтных дорожных работ. Минимальные концентрации приходится на территории, занятые зелеными насаждениями, дворы многоквартирных домов, которые расположены вдали от автомагистралей и характеризуются хорошим проветриванием. Возвышенные местоположения также характеризуются благоприятными условиями для рассеивания загрязняющих веществ.

Незначительные концентрации или отсутствие соединений в атмосферном воздухе ($0 - 0,001 \text{ мг/м}^3$) были зафиксированы в селитебной зоне с индивидуальной застройкой и ландшафтно-рекреационной зоне города. Это район Петровских скал, с. Кирпичного, ул. Лунной, территория Гагаринского парка и ботанического сада КФУ им. Н. В. Багрова, ул. Крылова, ул. Зои Рухадзе, ул. Маршала Жукова, на окраинах города (в окрестностях Фонтаны, Мирное, Марьино, Молодежное, Белоглинка).

Положительная ситуация наблюдается в отношении содержания в воздухе диоксида азота и диоксида серы. Превышение было обнаружено только в районе Евпаторийского шоссе на объездной дороге. Вероятно, это связано с ведением ремонтно-строительных работ и образования дорожных заторов в период измерения концентрации указанных соединений.

Следует отметить, что некоторые загрязняющие вещества, концентрация которых не превышает допустимые значения, но приближается к ним, обладают высокой токсичностью по отношению к организму человека. Это так называемый эффект суммации, при котором увеличивается токсичность одного вещества при наличии другого. Эффект суммации наступает при одновременном содержании в атмосферном воздухе таких веществ как: озон, формальдегид и диоксид азота, диоксид азота и диоксид серы и др [7]. На территории Симферополя можно отметить несколько зон города, которые характеризуются неблагоприятным экологическим состоянием по причине превышения концентраций вышеперечисленных загрязняющих веществ одновременно. По результатам замеров было определено три наиболее неблагоприятных района: 1) район железнодорожного вокзала и Московского кольца, 2) район Загородный – ул. Бела Куна – ул. Кубанская, 3) ул. Узловая, ул. Героев Сталинграда. Первый район характеризуется котловинообразным рельефом, кроме того это территория непрерывного интенсивного движения городского и индивидуального транспорта, так как здесь находятся такие важные объекты городской инфраструктуры как городские больницы, железнодорожный вокзал, гипермаркеты. Район расположен на пересечении городских автомагистралей, которые ведут к аэропорту и автовокзалу. Второй район расположен в юго-восточной части города на выезде из города. Территория характеризуется наличием постоянных интенсивных потоков движения автотранспорта, так как здесь расположена объездная дорога, позволяющая проехать автомобилям, прибывающим из Керченского направления, в направлении Ялты или Севастополя. Здесь наблюдается большое количество грузовых автомобилей. Третий район расположен в промышленной зоне. На территории отмечается наличие как легковых, так и грузовых автомобилей. Важной особенностью трех рассмотренных районов является наличие многоэтажной застройки. Жилые здания и промышленные сооружения выступают механическим

барьером для воздушных потоков, что способствует формированию техногенных аномалий [8].

Окраины города (районы Марьино, Ак-мечеть, Фонтаны, Молодежное) можно отнести к территориям с благоприятной ситуацией по состоянию атмосферного воздуха. Это районы в основном с малоэтажной застройкой и высокой долей площади зеленых насаждений.

В местах скопления вредных веществ, т.е. в пределах нижних точек котловин необходимо создавать технологические парки [9]. Также рядом с открытыми автомобильными стоянками и над закрытыми подземными гаражами – стоянками – технологические скверы [9], расположенные таким образом, чтобы сами скверы были размещены с подветренной стороны и вытянуты в сторону основного направления ветра по розе ветров.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОПТИМИЗАЦИИ СОСТОЯНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ Г. СИМФЕРОПОЛЯ

Для улучшения качества атмосферного воздуха в пределах города Симферополя важную роль играют организационно-управленческие мероприятия. К таким мероприятиям следует отнести оптимизация транспортных потоков в городе, исключение транспортных заторов, улучшение работы общественного транспорта.

Необходимо отметить, что вокруг Симферополя были проведены дорожно-строительные работы объездных дорог, которые позволяют транзитным автомобилям, передвигающимся из Керченского направления проехать в Севастополь, Евпаторию, Ялту, Джанкой, не заезжая в город. Это позволит сократить количество заторов в городе и количество выбросов от автомобильного транспорта.

Жители многих пригородов и окраин города Симферополя приезжают на индивидуальных автомобилях. Из-за этого в будние дни, особенно в понедельник и пятницу в городе создаётся затруднительная логистическая ситуация; создаются предпосылки для накопления загрязнителей от выхлопных газов автомобильного транспорта. Для решения этой проблемы целесообразно создавать перехватывающие парковки, на которых можно оставить свой автомобиль и добираться по городу на общественном транспорте. Такие парковки необходимо создать вокруг Симферополя в направлении Ялты, Севастополя, Джанкоя, Евпатории и Керчи. Находясь в условиях недостатка пространства, парковки должны быть многоуровневыми. На доступном расстоянии от парковок необходимо размещать автобусные остановки. Также следует оптимизировать работу общественного транспорта – сократить временные промежутки ожидания автобусов и троллейбусов некоторых направлений.

Кроме того, система расположения светофоров должна быть также оптимизирована, потому что избыточное количество светофоров способствует образованию автомобильных заторов. Например, в районе кольцевой развязки на площади Куйбышева наряду с подземным переходом расположен светофор. Сократить количество светофоров можно также благодаря строительству надземных и подземных переходов. В Симферополе пешеходные наземные

переходы уже были заменены подземным (в районе Бородинского кольца) и надземным (в районе ул. Объездная и Ковыльная) переходами.

ВЫВОДЫ

На состояние атмосферного воздуха на территории г. Симферополя оказывают влияние как природные, так и антропогенные факторы. Среди природных факторов были выделены климатические и орографические. Среди антропогенных, – автомобильный транспорт и промышленные предприятия.

Котловинообразный рельеф территории города, температурные инверсии воздуха, преимущественно низкие скорости ветра препятствуют рассеиванию загрязняющих веществ, создавая благоприятные условия для их накопления.

Максимальные концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе зафиксированы в северо-западной части города, где расположены промышленные предприятия, склады и наблюдается высокая интенсивность движения автотранспорта. Юго-восточная часть города характеризуется относительно благоприятной обстановкой. Это обусловлено отсутствием промышленных объектов, торговых центров, меньшей загруженностью автодорог и лучшими условиями проветривания (меньше микрорайонов с многоэтажной застройкой). Способность атмосферы к рассеиванию выбросов автотранспорта осложняется преобладанием котловинообразных ландшафтов, обуславливающих эффект застоя и загрязнения воздушных масс. Сочетание и длительность синоптических ситуаций, сезонная и внутри суточная динамика климатических показателей, в совокупности с пространственной дифференциацией источников выбросов и периодом и интенсивностью их функционирования создают предпосылки для формирования экологической ситуации, связанной с загрязнением атмосферного воздуха в городе Симферополь.

В связи с тем, что загрязнение атмосферного воздуха преимущественно связано с передвижными источниками выбросов, в первую очередь необходимо оптимизировать транспортно-логистическую систему города. Правильное распределение транспортных потоков позволит уменьшить количество выбросов загрязняющих веществ. Введение одностороннего движения для загруженных улиц; ограничение проезда для индивидуальных легковых автомобилей и грузовых автомобилей в определенные часы, создание надземных переходов, улучшение качества дорожного полотна позволит сократить отрицательное воздействие от автомобильного транспорта. Кроме того, ввиду растущего числа автомобилей, целесообразно создавать перехватывающие парковки, которые сократят городские заторы и, таким образом, позволят сократить количество выбросов.

MONITORING AND ANALYSIS OF AIR POLLUTION OF THE TERRITORY OF SIMPHEROPOL

Bobra T. V.¹, Sverbilova A. A.²

¹V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation

E-mail: tvbobra@mail.ru

²V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation

E-mail: annasverbilova@mail.ru

The article discusses the results of measurements of concentrations of pollutants in the city of Simferopol. Control measurements were carried out at 132 points in the city for several substances: ozone, carbon monoxide, sulfur dioxide, nitrogen dioxide, hydrogen sulfide and formaldehyde. The natural and anthropogenic factors causing the air migration of pollutants are described. The paper considers the possible reasons for exceeding the MPC in some areas of the city and areas with minimal values of pollutants.

The main source of atmospheric air pollution in the city of Simferopol is automobile transport and enterprises: At the same time, 80% of all air pollution in the city comes from car exhaust. Since 2014, the number of registered cars in Simferopol has increased by more than 4 times. Imperfection of the city's transport infrastructure, violation of transport logistics, lack of control of emissions from mobile sources exacerbate this problem.

A hollow-like relief, temperature inversions of air, mainly low wind speeds prevent the dispersion of pollutants, creating favorable conditions for their accumulation.

In the period from October to December 2018, in the time intervals from 10:00 to 14:00, a number of measurements were carried out, during which the concentrations of pollutants were recorded using the ECOLAB portable gas analyzer, designed for automatic continuous and periodic mass measurement concentrations of various inorganic and organic substances in various objects, as well as alarms about exceeding the maximum permissible concentrations in atmospheric air. The device is designed for a one-time measurement of the concentration of 9 harmful substances in real time. The measurement results are displayed on the gas analyzer screen in mg / m³ or ppm.

The pollution of the territory of the city of Simferopol by ozone is characterized by a predominantly uniform distribution. During the measurements, several areas of the city were identified in which ozone exceeded the MPC (0,16 mg / m³) by 1,5 - 2 times. Excesses can be noted mainly in the industrial zone of the city. Minimum values were noted in areas with one-story buildings and in the landscape and recreational zone of the city (parks, squares, gardens, green spaces of social infrastructure).

The concentration of carbon monoxide in atmospheric air ranges from 0 to 6 mgm / m³ (MPC is 5 mg / m³). Conditionally, you can draw a border on the street Sevastopolskaya - Kirova. - Prospect Pobedy relative to apparent excess concentration of this compound in 2 or more times. Thus, the industrial zone of the city (Geroev Stalingrada, Perovo, Ildozavodskoye, the railway station area, Zhigulin grove, Yevpatoriyskoe shosse) are the territories with the highest excess of carbon monoxide.

Air pollution by hydrogen sulfide is predominantly heterogeneous. Throughout the city, the concentration of this compound in the air basically does not exceed the MPC and ranges from 0 to 0.08 mgm / m³ (MPC is 0,08 mgm / m³). But it should be noted that in the industrial zone of the city (Geroyev Stalingrada St., General Vasilevsky St., Uzlovaya St.) and in the area of the railway station and the Yevpatoriyskoe shosse, in the vicinity of the state district power station, the content of hydrogen sulfide in the atmospheric air sharply exceeds the maximum permissible concentration with an excess of up to 10 time.

An increased background can be noted in the area of Pneumatics, Kirov Avenue and Sevastopolskaya Street. Minimum values or the absence of hydrogen sulfide in the atmospheric air can be noted in areas of individual development, parks and squares, at points adjacent to the embankment of the Salgir River.

The formaldehyde content in the atmospheric air of the territory of the city of Simferopol is relatively uniform and is usually confined to intersections, bypass roads, and territories of heavy automobile traffic. The range of measured values is in the range from 0 to 0,12 mg / m³. The maximum concentrations (0,03 - 0,12 mg / m³) were recorded in the area of the Moscow Ring and the railway station, along Kievskaya Street (on the Moscow Ring and Kuibyshev Ring) in the area of Kirova Ave. and Prospect Pobedy, in the area of the central market and st. Sevastopolskaya, at the intersection of Yevpatoriyskoe shosse and st. Montazhnaya, intersection st. Yalta and Astrakhan, the intersection of st. Zhenya Deryugina and st. Glinka, intersection st. Kecskemét Avenue of Victory. The maximum concentration at the point was a traffic intersection (Bypass - Crimean Rose), Zagorodny microdistrict. MPC exceeded 20 times. Most likely, such a high concentration is explained by the presence of congestion and, as a result, a large number of cars idling. Minimum concentrations were recorded in areas occupied by green spaces, yards of multi-storey buildings, which are located away from highways and are characterized by good ventilation, as well as at points that are located in high locations of the city. Insignificant concentrations or lack of compounds in the air (0 - 0,001 mg/m³) was noted in the area of Petrovsky Rocks, s. Brick, st. Lunnaya, in the area of the Gagarin Park and the Botanical Garden of KFU N.V., st. Krylova, st. Zoe Rukhadze, st. Marshal Zhukov, on the outskirts of the city (in the vicinity of Fontana, Mirnoye, Maryino, Molodezhnoye, Beloglinka)

A positive situation is observed with respect to the content of nitrogen dioxide and sulfur dioxide in the air. The excess was found only in the area of the Yevpatoriyskoe shosse on the bypass road. This is probably due to the repair and construction work and the formation of traffic jams during the measurement of the concentration of these compounds.

Список литературы

1. Вельд, И.П. Климатический атлас Крыма. Приложение к научно-практическому дискуссионно-аналитическому сборнику «Вопросы развития Крыма». Симферополь : Таврия - Плюс, 2000. 120 с.
2. Саэт, Ю. Е., Ревич, Б. А., Янин, Е. П. Геохимия окружающей среды. Москва : Недра, 1990. 335 с.
3. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Республики Крым в 2018 (Фондовый материал Министерства экологии и природных ресурсов Крыма) URL : https://meco.rk.gov.ru/uploads/meco/attachments/d4/1d/8c/d98f00b204e9800998ecf8427e/phpqQN7fN_dokl.pdf
4. Нормативы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на атмосферный воздух // Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 № 96 ФЗ; URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22971/7a6a4402ec7ed4714d5d7bc2b44edd5310f15bef/
5. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений // Гигиенические нормативы 2.1.6.3492-17 от 22 декабря 2017 года N 165. URL : <http://docs.cntd.ru/document/556185926>

МОНИТОРИНГ И АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ТЕРРИТОРИИ Г. СИМФЕРОПОЛЯ

6. Отчет по научно-исследовательской работе «Анализ экологического состояния атмосферного воздуха в г. Симферополе на основе мониторинговых исследований», 2018 г., (научный руководитель: Бобра Т. В.) Программа развития КФУ имени В. И. Вернадского до 2024 г.
7. Полешук М. И. Определение эффекта суммации загрязняющих веществ // Международный студенческий научный вестник Дальневосточного федерального университета. 2018. № 6. С. 1-7. URL : <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=19319>
8. Перельман А. И., Касимов Н. С. Геохимия ландшафта. Москва : МГУ, 1999. 610 с.
9. Щербатюк А. П. Особенности защиты экосистем городов в условиях сложных ландшафтов // Вестник ЗабГУ. № 05 (96). 2013. с.93-99. URL : <https://cyberleninka.ru/article/v/osobennosti-zaschity-ekosistem-gorodov-v-usloviyah-slozhnogo-landshafta>

References

1. Ved' I.P. Klimaticheskij atlas Kryma (Climatic atlas of the Crimea). Simferopol, Tavria-Plus, 2000, 120 p. (in Russian).
2. Saet YU. E. Geohimiya okruzhayushchej sredy (Environmental chemistry). Moskva, Nedra, 1990, 335 p. (in Russian).
3. Doklad o sostoyanii i ohrane okruzhayushchej sredy na territorii Respubliki Krym v 2018 (Report on the state and environmental protection in the Republic of the Crimea in 2018) (Fondovyy material Ministerstva ekologii i prirodnih resursov Respubliki Krym) (Stock material of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Crimea). URL : https://meco.rk.gov.ru/uploads/meco/attachments/d4/1d/8c/d98f00b204e9800998ecf8427e/phpqQN7fN_dokl.pdf (in Russian).
4. Normativy vybrosov zagryaznyayushchih veshchestv v atmosferyj vozduh i vrednyh fizicheskikh vozdeystvij na atmosferyj vozduh. Federal'nyj zakon «Ob ohrane atmosfernogo vozduha» ot 04.05.1999 № 96 FZ. (Standards for emissions of pollutants into atmospheric air and harmful physical effects on atmospheric air). URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22971/7a6a4402ec7ed4714d5d7bc2b44edd5310f15bef/ (in Russian).
5. Predel'no dopustimye koncentracii (PDK) zagryaznyayushchih veshchestv v atmosfernom vozduhe gorodskih i sel'skih poselenij. Gigienicheskie normativy 2.1.6.3492-17 ot 22 dekabrya 2017 goda N 165 (Maximum permissible concentrations (MPC) of pollutants in the atmospheric air of urban and rural settlements Hygienic standards 2.1.6.3492-17 of December 22, 2017 N 165). URL : <http://docs.cntd.ru/document/556185926> (in Russian).
6. Otchet po nauchno-issledovatel'skoj rabote «Analiz ekologicheskogo sostoyaniya atmosfernogo vozduha v g. Simferopole na osnovy monitoringovyh issledovanij» (nauchnyj rukovoditel': Bobra T. V.) (Fondovyy material KFU imeni V. I. Vernad'skogo) (Report on research work “Analysis of the ecological state of atmospheric air in the city of Simferopol based on monitoring studies) (Stock material of KFU imeni V. I. Vernad'skogo) (in Russian).
7. Poleshchuk M. I. Opredelenie effekta summacii zagryaznyayushchih veshchestv (Determination of the effect of the summation of contaminated substances). International student scientific Bulletin of the far Eastern Federal University, 2018, no. 6, pp. 1-7. URL : <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=19319> (in Russian).
8. Perel'man A. I. Geohimiya landshafta (Landscape geochemistry). Moskva, Moscow state University, 1999, 610 p. (in Russian).
9. Shcherbatyuk A. P. Osobennosti zashchity ekosistem gorodov v usloviyah slozhnyh landshaftov Bulletin of Zabgu No. 05 (96) 2013. pp. 93-99. URL : <https://cyberleninka.ru/article/v/osobennosti-zaschity-ekosistem-gorodov-v-usloviyah-slozhnogo-landshafta> (in Russian).

Поступила в редакцию 17.01.2020 г.