

ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СНЕГОМЕРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

С. А. Епринцев, С. А. Куролап, Ю. Н. Завьялова

Воронежский государственный университет

Для выяснения особенностей формирования геохимических аномалий в условиях городской среды проведена снегомерная съемка на территории Железнодорожного района города Воронежа, сопряженная с эколого-геохимическими и медико-экологическими исследованиями. Установлены достоверные корреляционные связи высоты снежного покрова, концентраций тяжелых металлов в почве (свинца, марганца, никеля) и заболеваемости детского населения.

Одной из актуальных проблем урбоэкологии является изучение факторов формирования геохимических аномалий и оценка их влияния на здоровье населения. Параметры микроклимата и факторы аэрации городской застройки во многом определяют формирование геохимических полей загрязнения почвы на территории крупных промышленных городов [2, 4]. Анализ направлений вихревых потоков, создающих своеобразные «аэродинамические коридоры» и зоны аккумуляции загрязняющих веществ в атмосфере, позволяет получить необходимую дополнительную информацию о накоплении поллютантов, что особенно важно в условиях, когда характер загрязнения городской среды напрямую не связан с факторами промышленно-транспортного загрязнения среды обитания.

В качестве одного из косвенных факторов – индикаторов аэрации в зимний период – служит анализ распределения снежного покрова по территории города. Снег обладает высокой сорбционной способностью и осаждают из атмосферы на поверхность почвы значительную часть продуктов техногенеза [4]. Кроме того, изучение пространственных различий высоты снежного покрова в зимний период позволяет оценить розу ветров и направления вихревых потоков в условиях городской застройки, что актуально в медико-экологических исследованиях, сопряженных с анализом состояния здоровья населения, обусловленного загрязнением городских поселений.

Для выяснения особенностей формирования геохимических аномалий в почве города Воронежа нами проведена снегомерная съемка на территории одного из промышленно-развитых районов

левобережья города, сопряженная с эколого-геохимическими и медико-экологическими исследованиями. Следует отметить, что климат города – умеренно-континентальный, а в розе ветров в целом преобладают западные румбы (40%), однако существенны и сезонные различия. Так, в зимне-весенний период увеличивается повторяемость юго-восточных ветров, а в летне-осенний – северных и северо-западных. Под влиянием застройки в городе складывается микроклимат с повышенной температурой воздуха (на 2-2,5°C) по сравнению с зональным фоном, увеличена продолжительность безморозного периода. За счет водной акватории водохранилища формируется бризовая циркуляция воздушных масс, а в границах городской черты повышена относительная влажность воздуха. В целом Воронеж отличается относительно низким потенциалом загрязнения воздушного бассейна, достаточной естественной аэрацией, усиливаемой «аэродинамическим коридором» вдоль акватории водохранилища шириной около 2 км, что создает предпосылки хорошего естественного самоочищения атмосферы.

В качестве модельного полигона для снегомерных и эколого-гигиенических исследований выбран один из наиболее промышленных районов города Воронежа – Железнодорожный административный район. На территории района расположено более 40 крупных промышленных предприятий, среди которых предприятия электронной промышленности (АООТ «ВЗПП», ОАО «Элмаш», АООТ «Завод Процессор», ОАО «Видеофон», АООТ «ВЭЛТ»); мебельной промышленности (ОАО ХК «Мебель Черноземья», АООТ «СО-

МЕФ», АООТ «Графское»); железнодорожного транспорта (локомотивное депо ст. Отрожка, ВВРЗ им. Тельмана и др.), а также автотранспортные предприятия.

Помимо отмеченных промышленных предприятий, исследуемая территория загрязняется промышленно-транспортными объектами, расположенными в правобережной части города (в соответствии с розой ветров Железнодорожный район находится с подветренной стороны от преобладающего по площади правобережного промышленного сектора города). Проведенные ранее исследования [1] показали высокую контрастность содержания в почве загрязняющих веществ, в частности, тяжелых металлов, что может быть связано не только с непосредственным промышленно-транспортным воздействием, но и с микроклиматическими различиями, обусловленными архитектурой застройки, микрорельефом, акваторией водохранилища, озеленением территории.

Характер распределения снежного покрова по территории отражает зоны воздушного переноса и осаднения на земной поверхности загрязняющих веществ, присутствующих в атмосфере города. Вероятно, в местах наибольшего скопления снега в зимний период могут осаждаться и аккумулироваться вредные вещества, приносимые с ветром и атмосферными осадками от промышленно-транспортных источников, а на участках с достаточной «продуваемостью», где снег накапливается в значительно меньших количествах и его высота ниже, уровни загрязнения почвы химическими веществами должны снижаться.

Для подтверждения данной гипотезы нами в течение 2004-2005 гг. проведены сопряженные эко-геохимические и снегомерные исследования (геохимический анализ проб почвы летом и снегомерные измерения зимой на одних и тех же ключевых участках района) [1]. Применена методика снегомерных измерений, разработанная В.Я. Хрипяковой [3] и адаптированная нами к медико-экологическим исследованиям. При выборе снегомерных маршрутов учитывали городскую застройку и «транспортные коридоры», выбирая наиболее типичные точки, где с помощью стандартной снегомерной рейки выполнили серию измерений высоты снега в течение февраля 2005 г. после периода обильных снегопадов. В качестве исходных операционных единиц для статистического анализа выбрано 30 рецепторных, т.е. наиболее представительных точек на территории района, расположен-

ных в микрорайонах высокой плотности жилой застройки и различной этажности.

Составлена карта-схема высоты снежного покрова Железнодорожного района с использованием метода изолиний и интерполяцией полученных данных по рецепторным точкам района (рис. 1). В ходе проведенных замеров было установлено, что наибольшая высота снежного покрова наблюдается в районе ул. Остужева (д. 5) вблизи пересечения ее с Ленинским проспектом. Повышенная высота снежного покрова отмечена также на отдельных участках Ленинского проспекта (д. 153), ул. Гаршина (д. 21), ул. Минская (д. 35 и д. 17/2).

В то же время относительно низкий снежный покров наблюдается в районе ул. Добролюбова (д. 131), в ряде участков вблизи Ленинского проспекта (д. 139 и д. 189). Колебания высот снежного покрова по исследуемым точкам составили от 18 до 49 см (почти 3-х-кратные различия).

Анализируя карту-схему высоты снежного покрова на территории Железнодорожного района города Воронежа, можно выделить зоны с относительно низкой высотой снежного покрова в при-

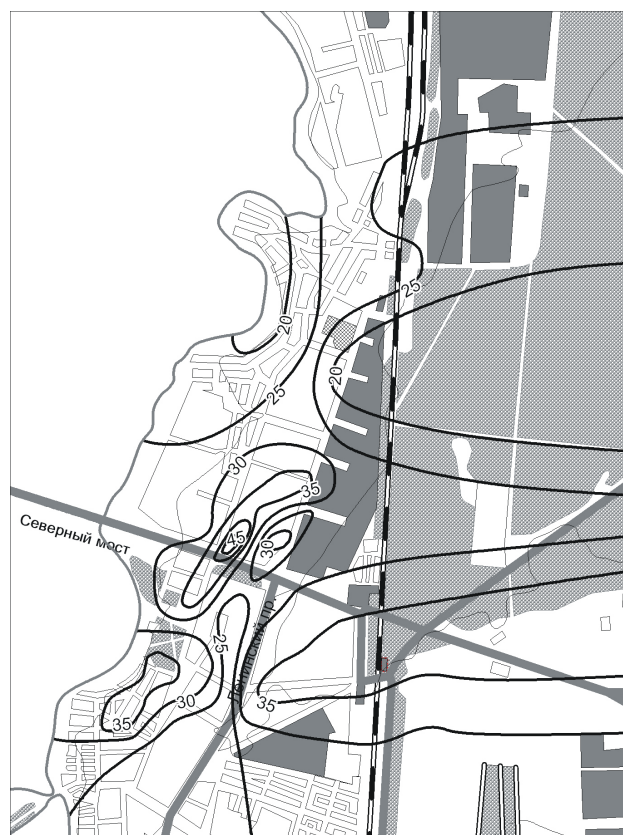


Рис.1. Карта-схема высоты снежного покрова на территории Железнодорожного района города Воронежа (изолинии высоты снежного покрова в см)

брежной зоне Воронежского водохранилища, а также в районах, где расположены одноэтажные дома («частный сектор»). Очевидно, это связано с отсутствием препятствий для продвижения воздушных потоков («аэродинамические коридоры»). Более высокий уровень снежного покрова наблюдается в центральной и южной частях района с наиболее плотной многоэтажной застройкой. Однако многоэтажная застройка не всегда способствовала накоплению снега. Это свидетельствует о том, что на высоту снежного покрова помимо этажно-

сти влияет ориентировка, «скученность» домов и «продуваемость» межквартальных пространств.

Оценка экогеохимического фона территории района проведена по пяти тяжелым металлам (никель, марганец, свинец, медь, цинк), по которым наиболее часто проводится эколого-гигиеническая оценка качества городских земель [5]. Отбор проб почвы осуществлен методом квадратирувания, а анализ содержания валовых форм металлов в почве выполнен в Центре коллективного пользования лабораторным оборудованием ВГУ на атомно-адсорбционном спектрометре.

Таблица

Соотношение высоты снежного покрова зимой и концентрации в почве свинца в Железнодорожном районе г. Воронежа

Высота снежного покрова	Количество исследованных точек	Средняя высота снежного покрова (см)	Средняя концентрация свинца (мг/кг)
Высокая (более 30 см)	8	36,2	18,6
Средняя (23 – 30 см)	14	27,2	16,1
Низкая (менее 23 см)	8	20,3	13,7
Средняя	30	27,8	16,4

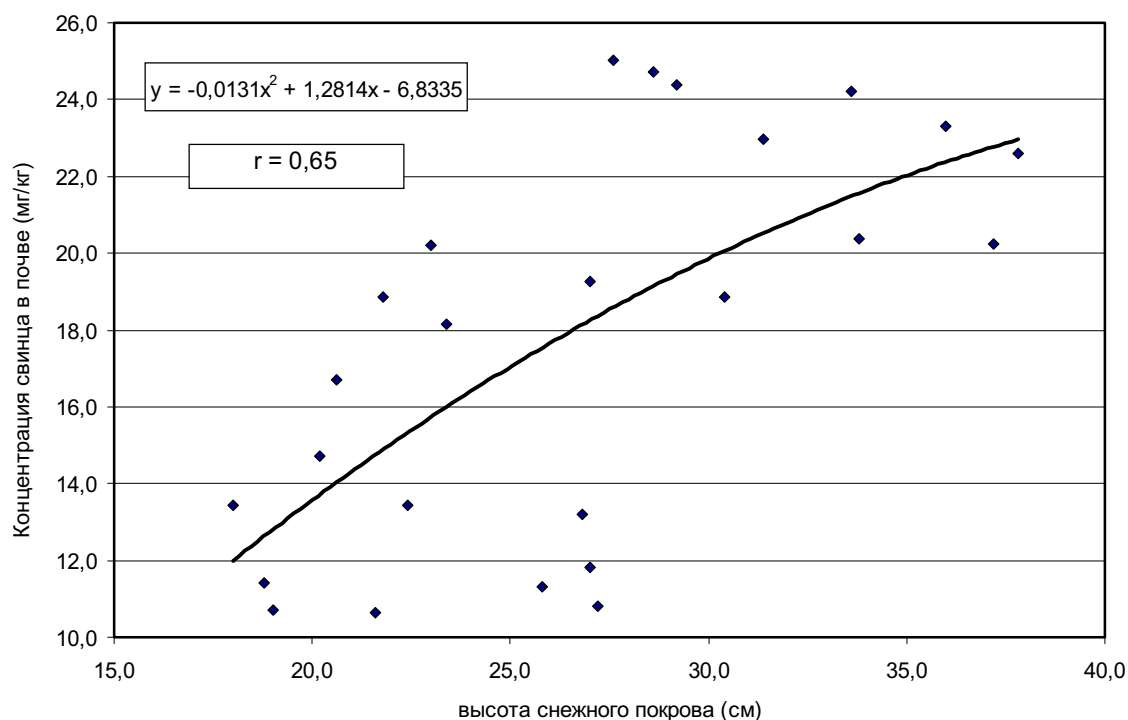


Рис. 2. Зависимость концентрации в почве свинца (X) от высоты снежного покрова зимой (Y); r – коэффициент линейной корреляции

Для оценки связи высоты снежного покрова с загрязнением почвы тяжелыми металлами и детской заболеваемостью нами использовался корреляционно-регрессионный метод оценки экологического риска, который является основным вероятностно-статистическим методом, позволяющим оценить уровень риска, т.е. вероятность повышенной заболеваемости населения при воздействии загрязнителей окружающей среды [5].

При математико-статистических исследованиях отмечены положительные связи между содержанием в почве валовых форм марганца, свинца, никеля и высотой снежного покрова; статистически недостоверная связь между высотой снежного покрова и содержанием в почве меди; а с содержанием в почве цинка достоверной связи не установлено.

Результаты корреляционного анализа свидетельствуют об устойчивой тенденции формирования экогеохимических полей аккумуляции токсикантов в местах повышенного скопления снега зимой, что более отчетливо прослеживается по главному загрязнителю почвы промышленных городов – свинцу.

Сопоставление участков с «высоким», «средним» и «низким» снегом по параметру загрязнения почвы свинцом показывает закономерную картину: с увеличением высоты снежного покрова нарастает и концентрация в почве свинца. Видимо, на участках с «высоким снегом» в течение всего года наблюдается повышенная «осаждаемость» этого приоритетного загрязнителя почвы, что иллюстрирует таблица.

Очевидно, что с определенной долей погрешности высоту снежного покрова можно рассматривать как индикатор накопления в почве ряда приоритетных поллютантов, в частности, свинца. Графическую модель регрессии, т.е. зависимости концентрации в почве свинца от высоты снежного покрова иллюстрирует рис. 2 (коэффициент корреляции достоверен и составляет +0,65). Безусловно, после сокращения поступления свинца в атмосферу города вследствие запрета использования этилированного бензина (на основании постановления Главы администрации г. Воронежа в 1997 г.), масштабы загрязнения атмосферы и почвы значительно снизились, но в силу инерционности процессов самоочищения почвы опасность загрязнения окружающей среды комплексом тяжелых металлов, в том числе и свинцом, сохраняет актуальность.

Для сопоставления данных по загрязнению почвы тяжелыми металлами, высоты снежного покрова и состояния здоровья детского населения нами проанализированы критерии состояния здоровья детей, проживающих в многоэтажных жилых домах в радиусе 300 м от точек отбора проб почвы и снегомерных измерений (исходные данные по здоровью детей предоставлены автоматизированным регистром детской заболеваемости 5 детской поликлиники Железнодорожного района г. Воронежа). Детский контингент – своеобразная «индикаторная» группа, отражающая реакцию населения на загрязнение городской среды обитания в целом. При ранжировании высоты снежного покрова и оценке состояния здоровья детского населения на территории Железнодорожного района города Воронежа установлены достоверные статистические связи. Так, достоверная положительная связь средней силы наблюдается между высотой снежного покрова и удельным весом больных детей, проживающих вблизи исследуемых точек снегомерных и экогеохимических наблюдений, и тенденция обратной связи – между высотой снежного покрова и индексом здоровья детей (рис. 3).

Корреляционный анализ показывает, что с ростом высоты снежного покрова и увеличением уровня химического загрязнения почвы тяжелыми металлами на территории района наблюдается увеличение удельного веса детей с пониженным индексом здоровья («болезненность» нарастает).

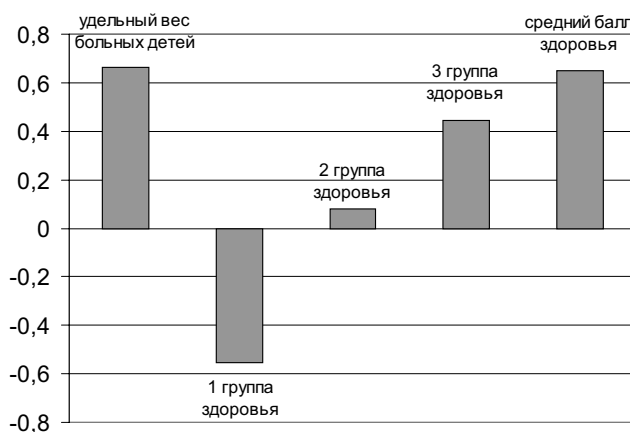


Рис.3. Корреляционная связь высоты снежного покрова и комплексных критериев состояния здоровья детского населения Железнодорожного района г. Воронежа. Значения по оси ординат – коэффициенты линейной корреляции (r); 1 группа здоровья – «практически здоровые» дети; 2 группа – дети с выраженными (достоверными) отклонениями в состоянии здоровья; 3 группа – наиболее «болезненные» дети

Анализ пространственных закономерностей высот снежного покрова показывает, что на территории Железнодорожного района г. Воронежа просматриваются, по крайней мере, два аэродинамических коридора меридианальной ориентации, обусловленных розой ветров (преобладанием ветров западной и северо-западной ориентации), акваторией водохранилища (мощной «аэродинамической трубой»), характером и этажностью городской застройки: вдоль северо-восточного сектора набережной водохранилища от Северного моста до микро-района «Отрожка» и по зоне преобладающего «частного» сектора, а также низкоэтажной застройки от ул. Димитрова до ул. Минская и далее – вдоль Железнодорожного полотна по северо-восточной окраине района.

Таким образом, пространственный анализ результатов снегомерных наблюдений, а также наличие корреляционных связей высоты снежного покрова, параметров экогеохимического фона и детской заболеваемости на территории Железнодорожного района г. Воронежа подтверждает, что характер аэрации городской застройки оказывает оп-

ределенное влияние на распространение и аккумуляцию загрязняющих веществ, которые могут провоцировать развитие экологически обусловленных заболеваний населения.

Исследования проведены при поддержке РФФИ (проект 05-05-64402).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Епринцев С.А. Оценка зависимости детской заболеваемости от загрязнения почв тяжелыми металлами в Железнодорожном районе г. Воронежа / С.А. Епринцев [и др.] // Медико-экологическая диагностика : сб. науч. статей. – Воронеж, 2004. – Вып. 1. – С. 55-59.
2. Негроров О.П. Экологические основы оптимизации и управления городской средой / О.П. Негроров, Д.М. Жуков, Н.В. Фирсова. – Воронеж: ВГУ, 2000. – 272 с.
3. Хрипякова В.Я. Практикум по проведению снегомерных наблюдений / В.Я. Хрипякова. – Воронеж: ВГУ, 2005. – 15 с.
4. Экогеохимия городских ландшафтов / Под ред. Н.С. Касимова. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 336 с.
5. Эколого-гигиенические основы мониторинга и охраны городской среды / Н.П. Мамчик [и др.]. – Воронеж: ВГУ, 2002. – 332 с.