

# Экология ландшафтов Московской и Смоленской физико-географических провинций

М.А. Хрусталева

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия*

## Ecology of landscapes of Moscow and Smolensk physiographic provinces

M.A. Khrustaleva

*Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia*

Investigations of the ecological state of landscape components were carried out in Moscow and Smolensk physiographic provinces lying within the subzone of mixed boreal-broadleaf forests with sod-podzolic soils. Method of conjugated landscape geochemical analysis has been applied to study landscapes with sections selected along the flow of matter from autonomous to subordinate positions. Results of chemical analyses of water, plants and soil were then processed using the multivariate statistical analysis. Concentrations of chemical elements in landscape components have been determined, migration routes and accumulation have been identified, as well as the sources of pollution. Among the principal sources of landscape pollution there are automotive emissions, flue-gas and power plant emissions, industrial, domestic and agricultural sewage, waste, etc. To improve the environmental quality and the population health it is necessary to monitor the changes of chemical composition of landscape components.

Исследования экологического состояния проводились в ландшафтах моренных равнин Смоленской и Московской физико-географических провинций.

Стационарные режимные комплексные исследования велись методом сопряженного геохимического анализа в шести видах современных ландшафтов: лесных, луговых, гидроморфных, антропогенных, трансаквальных и аквальных, расположенных в подзоне хвойно-широколиственных лесов с дерново-подзолистыми почвами, характеризующимися промывным водным режимом и элювиально-иллювиальным распределением элементов. Изучались свойства отдельных компонентов ландшафтов с отбором проб, а затем химическим анализом их для выявления источников поступления, определения количественных показателей, путей миграции и аккумуляции химических элементов с учетом антропогенного воздействия.

Известно, что миграция элементов осуществляется с водами. Химический состав вод весеннего половодья зависит от геологического строения, агрофона, геоморфологических, климатических и антропогенных факторов. В начале весеннего половодья химический состав вод аналогичен таковому снега, но минерализация их в 2-3 раза превышает ее показатели в снеговых водах. Снег обогащен такими элементами, как: Sr, Ni, Pb, Co, V, Mo (анализы сделаны автором в химической лаборатории географического факультета МГУ),

---

Хрусталева М.А. Экология ландшафтов Московской и Смоленской физико-географических провинций // Изменения природной среды на рубеже тысячелетий. Труды Международной электронной конференции. Тбилиси-Москва, 2006, с. 103-108. [www.cetm.narod.ru/pdf/khrustaleva.pdf](http://www.cetm.narod.ru/pdf/khrustaleva.pdf)

которые он сорбирует из выбросов автомобильного транспорта, котельных, ТЭЦ, промышленных предприятий и др. Концентрации меди и хрома в атмосферных осадках (снеге и дожде) уступали таковым в водах изо льда водохранилищ. Биогенными элементами обогащен снег, отобранный у населенных пунктов. Следует отметить, что содержание химических элементов в снеге превышает в 10 раз фоновые значения и уступает их величинам в дождевых осадках.

Дождевая вода впитывает в себя частички пыли, находящиеся в воздухе и, особенно, над промышленными центрами. Минерализация осадков, выпавших над сельской местностью, в пять раз уступает таковой над промышленными центрами.

Следует отметить, что основное (до 70%) количество осадков приходится на теплое время года. Выпадению их над лесом способствуют нисходящие воздушные потоки. Кроны хвойных деревьев аккумулируют в два раза больше жидких атмосферных осадков летом по сравнению с твердыми зимой. Сток дождевых осадков находится в прямо пропорциональной зависимости от диаметра ствола дерева. Количество стекаемой воды взаимосвязано с поверхностью коры, положением ветвей, проекцией стволов и кроны деревьев. Осенью же в связи с сокращением объема листовой массы и увеличением испарения количество осадков в лесу возрастает, причем их больше концентрируют еловые насаждения по сравнению со смешанными. Известно, что на сток и химический состав вод оказывают влияние: видовой состав деревьев, их возраст, сомкнутость кроны, время вегетации, продолжительность осадков.

При соприкосновении атмосферных осадков с растительностью начинается биогенный этап формирования химического состава природных вод. Происходит выщелачивание (до 90%) из них химических элементов – с максимумом в летний период. Увлажненная поверхность листа активно поглощает сернистый газ.

Автором проводился отбор и химический анализ вод (Хрусталева, 2003) летних атмосферных осадков, стекающих со стволов ели, березы, осины, дуба и под пологом леса. Отмечается понижение (до 3,03) величин рН в осадках, прошедших через кроны хвойных (ели, сосны) пород в связи с выщелачиванием из их кроны растворимых органических соединений. А рН атмосферных осадков, отобранных на открытой поверхности антропогенных ландшафтов, был равен 7,0 -7,2. Осадки, стекающие с поверхности кроны хвойных и лиственных деревьев, вымывают значительное количество калия, кальция, серы, особенно, у ели и дуба. Химический состав вод в еловых насаждениях и под их кронами – хлоридно- и гидрокарбонатно-калиевый.

Также произведен расчет концентрации общего, органического и минерального азота, содержащихся в дождевых осадках, трансформированных лесным пологом. Максимум общего азота с преобладанием органических форм зафиксирован в осадках, стекающих со стволов ели. В осадках, отобранных со стволов осины, господствовала минеральная форма азота с преобладанием аммонийной. Установлено, что концентрация ингредиентов в осадках, стекающих по стволам деревьев и просочившихся через их кроны выше таковых, отобранных на поверхности антропогенных ландшафтов. Лесные насаждения служат геохимическими барьерами в задержании ряда химических элементов, поступающих с осадками и поверхностными водами. Следует отметить, что хвойные насаждения задерживают больше из вод нитратного и нитритного азота, а березовые – фосфора и калия.

Формирование химического состав вод весеннего половодья происходит на поверхности почвы, а в лесных – еще и в лесной подстилке. Вынос элементов из ландшафтов обусловлен климатическими (зональными) и агрофоном (азональными) факторами. Химический состав вод половодья – гидрокарбонатно- и сульфатно-кальциевый. Средние показатели величин рН в них колебались от 5,90 (слабокислые) до 7,56 (щелочные). Низкие значения актуальной кислотности в первые дни весеннего половодья обусловлены значительным участием в формировании вод водосбора снеговых вод и вымыванием гуминовых кислот из верхних оттаявших горизонтов дерново-подзолистых почв. Средняя минерализация весенних вод изменялась в пределах от 19 до 344 мг/л (Хрусталева, 2002). Максимум ингредиентов выявлен в конце периода весеннего половодья и, особенно, в водах антропогенных ландшафтов. Это

обусловлено как оттаиванием более глубоких почвенных горизонтов, так и выносом химических элементов из внесенных, без соблюдения норм и правил, на поля удобрений. Для постоянного снабжения населения крупных городов и поселков водой и регулирования расходов в период весеннего половодья, когда сток составляет 70 – 80% от годового, и летне-осенних дождевых паводков созданы водохранилища на реке Москве и ее притоках. После образования Можайского (1960 г.), Истринского (1936), Рузского (1966), Озернинского (1967), Вазузского (1977) водохранилищ естественный гидрологический режим, характер поемных и аллювиальных процессов в их долинах изменен. На этих реках отсутствуют бурные паводки, ослаблена аллювиально-аккумулятивная деятельность. Формирование химического состава вод водохранилищ в весенний период зависит от такового вод рек и временных водотоков, стекающих с водосбора, а также физико-географических условий.

Многочисленные экспериментальные данные химического состава компонентов ландшафта были обработаны методом многомерного (кластерного и факторного) анализов. Классификация вод должна проводиться с учетом их генезиса и принадлежности к типу катены. Элементы, содержащиеся в компонентах ландшафта, по сходству объединены в блоки (кластеры). Выявлены в водах весеннего половодья по сходству группы химических элементов, которые методом К-средних были сгруппированы в 4 основных класса, что и определяет характер вод, как гидрокарбонатно- и сульфатно-кальцевый и магниевый.

Экологию ухудшают выхлопы автомашин (их 3 млн.), выбросы промышленных предприятий, которых только в Москве насчитывается более 4 тыс., промышленные и твердые бытовые отходы, 14 ТЭЦ, более 1000 котелен, тепловые станции, их – 63 (Экология..., 2001).

Концентрации двуокси углерода ( $CO_2$ ) в атмосфере города Москвы превышали в 2-6 раз ПДК. Окислов азота ( $NO_2$ ,  $NO$ ) содержалось в 1-2 раза больше нормы. В период отопительного сезона зимой при сгорании серосодержащего топлива в атмосферу поступают кроме окислов азота окислы серы, углерода. В атмосфере происходит окисление  $SO_2$  до  $SO_3$  и при соединении их с водой образуется серная кислота, которая отрицательно действует на живые организмы, способствуя ухудшению экологической обстановки в ландшафте.

Балансовый метод расчета выбросов из топок-котелен типа «Энергия», проведенный автором, указывает на десятикратное превышение двуокси азота и сернистого газа в радиусе 1 км в октябре-ноябре по отношению к ПДК, а их минимум, обнаруженный в мае-июне, обусловлен переводом котелен на низкосортное топливо.

Ухудшению экологии в Московском регионе в октябре 2005 г способствовало возгорание торфяников на юго-востоке, востоке, аналогично 1972, 2002 гг., в связи с сухой (выпало 19% осадков от нормы) погодой. В 2005 г летом (июль) было зафиксировано в регионе 254 очага пожара, которые повредили 3,5 тыс. га лесных массивов.

Отмечено продолжение активного хозяйственного освоения ландшафтов водоохранной зоны Москворецких водохранилищ питьевого назначения под дачные кооперативы путем перевода ценных земель в таковые низшего класса. Была сделана безуспешная попытка сноса дач в ландшафтах, прилегающих к водохранилищам.

Велика роль в ухудшении экологии автотранспорта, вклад которого в общий объем загрязнений превышает 80%. 3 миллиона автомашин потребляют ежегодно до четырех миллионов тонн бензина и дизельного топлива (Ясонова, 2005). В атмосферу столицы ежегодно поступает до миллиона тонн вредных веществ в виде отработанных газов, продуктов испарения бензина и других вредных примесей. Больше всего (до 90%) окислов углерода поступает в атмосферу с выхлопами автотранспорта. Содержания диоксида и оксида азота в атмосфере часто превышают (в 1-2 раза) норму. Существенную роль в загрязнении почв на глубине 10, 60 см в городе и вдоль автомобильных трасс играет образование техногенных аномалий в связи с поступлением вредных веществ и, особенно, солей тяжелых металлов (Pb, Hg, Sb и др.) от автотранспорта, в том числе и бенз(а)пирена, который также концентрируется из выхлопов автотранспорта естественные и культурные растения (картофель, лук, репа, морковь и др.).

Выбросы автомашин при небольшой – 13-15 км/час скорости достигают 900 тыс. т, что составляет 83% от годовых, и концентрируют они более 200 элементов. При сжигании этилированного бензина в выхлопах автомашин присутствует свинец, который с твердыми частицами воздушных аэрозолей активно поглощается растительностью и, особенно, на стоянках вблизи водоемов и рек. Свинец накапливается в почвах в связи со слабой водной миграцией, а из них поступает в растения гидроморфных, луговых и антропогенных ландшафтов. Количество свинца возрастает не только в почвах вблизи автодорог с интенсивным движением, но линейно и в биомассе – в июле, сентябре.

Для уменьшения и обезвреживания выбросов автомашин необходимо внедрять в качестве топлива диметиловый эфир (ДМЭ), пропан-бутановую смесь и метан, которые могут сократить количество выбросов на 30-70%. В 2005 г выделен городом 18-млн. кредит одному из столичных государственных унитарных предприятий на закупку 18 грузовиков двигателя которых будут работать на ДМЭ. Тяжелые металлы по биологическим цепям попадают в организм человека, вызывая различные заболевания. Для уменьшения вредного влияния автотранспорта на компоненты ландшафта проводится регулировка транспортных потоков в городе – построено третье транспортное кольцо, устраиваются развилки, переходы, проводится оснащение автотранспорта нейтрализаторами отработанных газов, а автомобилей с бензиновыми двигателями – газобаллонным оборудованием.

Для улучшения экологии города важно продолжить строительство новых линий метро.

Для безопасности движения с целью уменьшения скорости применяют «лежачие полицейские», которые часто не нравятся водителям из-за их высоты и качества. Но они являются уникальным средством для снижения скорости водителей.

Может быть в России, аналогично Франции, следует улучшить состояние автодорог и для контроля скорости на хороших дорогах ввести скоростомеры, фиксирующие скорость автомобилей. Хорошие дороги снижают аварийность на 15%. При поездке в автомобиле необходимо пристегивать ремни, что уменьшает число несчастных случаев на 15 тыс. человек. При обнаружении нарушения правил дорожного движения во Франции водители обязательно платят штраф. Опросы водителей в России показали, что через несколько лет они предпочтут машины ярких цветов.

Следует заметить, что на территории России с 1 января 2006 г вступают в силу новые стандарты на дорожные ограждения, дорожные знаки, светофоры, разметку и правила их применения. В стандарт включены 24 новых знака и 16 разновидностей уже существующих. Новым в «запрещающих» знаках будет «Контроль» вместо «Стоп». Там, где расположены «лежачие полицейские» – у школ, садов, появятся знаки «Искусственная неровность». Нововведение: очередь автомобилей в красном треугольнике перед знаком «Затор», будет временно устанавливаться перед перекрестками, что указывает на возможный объезд возникшей пробки.

Влияют на экологическую обстановку в ландшафтах весной стоки от животноводческих комплексов, бытовые стоки от дачных кооперативов, построенных в водоохранной зоне и стоки от городских, поселковых населенных пунктов, обогащенные фосфором и детергентами, стоки от различных производственных предприятий, от бессистемного внесения на поля удобрений, вывоза навоза зимой, обработки технической солью городских улиц для борьбы с гололедом (в 2005 г рекомендовано применение щебенки вместо реагентов), свалки, где складываются твердые бытовые и промышленные отходы, радиация, рекреация, горнодобывающая промышленность, вырубка лесов, пожары различного происхождения. Следует отметить, что, по оценке специалистов, замена соли на реагенты улучшает (на 25%) состояние зеленых насаждений, особенно, вблизи МКАД.

Качество поверхностных вод ухудшают стоки от животноводческих, птицеводческих комплексов. Стоки от животноводческих комплексов, в связи с отсутствием навозохранилищ большой емкости и их герметизации, обогащены не только азотом (до 5 кг на 1 т навоза), фосфором (до 3 кг/т), калием (до 6 кг/т), но также и микроэлементами (Pb, Cu, Zn, As). Избыток элементов губительно действует на растения. Навозохранилища важно своевременно очищать, не допускать их переполнения и обезвреживать стоки.

Сотрудники НИИ сельского хозяйства на экспериментальном предприятии центрального Нечерноземья в Немчиновке предлагают ввести реконструкцию в удалении навоза. Навоз с ферм будет поступать в специальный цех, где в течение трех дней пройдет его биотехнологическая обработка, а затем в навоз добавляют торф, измельченную солому и он может быть использован в качестве удобрения для растений. Несмотря на предполагаемый скорый вывод некоторых промышленных предприятий за пределы города (но все-таки 70% их останется в черте города) стоки их концентрируют Pb, Ni, Zn, Cr, Cu и др. Элементы по системе временных водотоков и логов (особенно весной и в летне-осенний период) поступают в трансаквальные и аквальные ландшафты ухудшая в них экологию в связи с ростом первичной продукции органического вещества, способствующего уменьшению содержания кислорода в воде.

Для улучшения экологии городов необходимо расширять площади создаваемых в них лесозащитных зон и в целом лесных насаждений, являющихся геохимическими барьерами в задержании различных ингредиентов и взвесей.

Москва в пределах городской черты имеет 30% зеленых насаждений по отношению ко всей территории столицы, которые занимают 45,6 тысяч гектар. Летом специалисты создают композицию из цветов, и Москва превращается в город сад по количеству высаженных цветов. Осенью 2005 г. в городе посажено 1852 дерева и 1712 кустарников.

Загрязнение ландшафтов обусловлено совокупностью геохимических процессов, связанных с деятельностью человека. Ухудшают экологическую обстановку в Московском регионе промышленные и бытовые отходы. В ландшафты региона ежегодно поступало 13,3 млн. т отходов. Среди них – 3 млн. т составлял промышленный мусор (Ясонова, 2004), 1 млн. т – строительный, 3,5 млн. т – осадки очистных сооружений, 3,8 млн. т – твердые бытовые отходы (ТБО) и др. Из Москвы ежедневно вывозилось около 10 тыс. т мусора, причем треть из которого сжигалась, а остальной поступал на полигоны региона. Крупными свалками для твердых бытовых отходов (ТБО) являются: Тимохово (ландшафты Ногинского района), Хметьево (ландшафты Солнечногорского района), Икша (ландшафты Дмитровского района). В столице отсутствуют сортировочные предприятия по отдельному сбору мусора. Эксперимент по последнему был начат в 2000 г. в Гагаринском районе Юго-Западного округа столицы, а затем – в «Царицыно». Для отдельного сбора мусора использовали специальные немецкие мусорные баки мистер «Бин Бокс» с 3 отделениями: для бумажной, стеклянной и алюминиевой и полиэтиленовой тары. Внедрили в городе и малогабаритные пластиковые контейнеры. Последние бесшумные, но легко воспламеняются и из установленных 80 штук 40 уже сожгли. Селективный отбор мусора позволяет собирать тот мусор, который можно вторично использовать. Это приносит не только экономический эффект в результате переработки материалов и их вторичного применения, но и сокращает количество мусора, который ежедневно вывозится на полигоны ТБО, расположенные в ландшафтах региона, что способствует улучшению экологии в городе.

В городе для переработки отходов работают 2 мусоросжигательных завода, а к 2008 г. будет построено еще два завода. 4 завода могут переработать 1 млн. 200 тыс. т ТБО в год. Следует заметить, что отходы желательно перерабатывать, а не захоранивать. В ландшафтах региона 55 полигонов исчерпали свой объем вместимости, а 19 – приближаются к его заполнению. Около 1,5 тыс. га земли заняты несанкционированными (их свыше 200) свалками ТБО, на которые поступает и хоронится (до 90%) мусора. **Продолжается** вывод промышленных предприятий из зоны жилой застройки, как, например, из водоохранной зоны р. Яузы, где расположено 80 промышленных объектов. Беспокоит экологов работа 11 ядерных реакторов в Москве.

Важно принять законодательный акт – о сборе, сортировке, переработке и утилизации отходов. Правительством города принят закон: «Об экологическом мониторинге в г. Москве», который отсутствует в федеральном законодательстве.

Индустриализация и активная урбанизация влияют на состояние здоровья людей и способствуют повышению поступления химических элементов в компоненты ландшафта. На состояние здоровья людей в городе действует шум. Шум в городе создают автомашины,

воздушные лайнеры, коммунальные и промышленные объекты, вокзалы, автостанции, трамвайные депо, автобусно-троллейбусные парки и др.

Постоянное воздействие шума на организм человека может способствовать развитию различных заболеваний. Для борьбы с шумом вблизи предприятий устанавливают санитарно-защитные зоны. Уменьшают шум и зеленые насаждения.

Москва в рейтинге городов мира занимала в 2004 г. – 190 место по соблюдению санитарных норм и развитию системы здравоохранения. Самыми «нездоровыми» городами мира признаны столицы: Азербайджана – Баку и Ирака – Багдад.

Следствием загрязнения ландшафтов является ухудшение здоровья людей. Неблагополучная (20%) экология в городе отражается на состоянии здоровья населения. Элементы по биологическим цепям из компонентов ландшафта попадают в организм человека и способствуют развитию различных заболеваний. По продолжительности жизни россияне: мужчины живут до 56-58 лет, а женщины – до 72. Россия по этому показателю занимает 142 место в мире – уступая Ираку и немного обгоняя Белиз. Среди стран бывшего СССР мы стоим на 3 месте после Эстонии и Белоруссии.

Сокращение населения прогнозировалось еще в 1964 г, когда смертность превышала рождаемость. В 1992 г. в России проживало 148 млн. чел. Но в связи с естественной убылью их число с 1995 по 2005 гг. сократилось на 10 млн. человек (Валерьева, 2005). По данным Росстата, на 1 сентября 2005 года насчитывалось – 143 млн. чел., в 2015 г население составит 134 млн. чел., в 2025 г. будет жить 125 млн. В настоящее время численность населения сокращается в связи с заболеваниями, дорожно-транспортными происшествиями, вредными привычками и уменьшением рождаемости в связи с абортами, урбанизацией и др. По прогнозу ученых, в России в 2050 году будет проживать 100 млн. человек, а по численности мы будем стоять на 18 месте.

Итак, для улучшения экологии в ландшафтах и состояния здоровья людей, необходимы режимные эколого-мониторинговые наблюдения, обезвреживание выбросов, утилизация отходов, создание биогеохимических барьеров по пути стока загрязненных вод.

## ЛИТЕРАТУРА

Хрусталева М.А. Аналитические методы исследования в ландшафтоведении. М.: Техполиграфцентр, 2003.

Хрусталева М.А. Экогеохимия ландшафтов центра Русской равнины. М.: Техполиграфцентр, 2002.

Экология крупного города (на примере Москвы). М.: Пасва, 2001.

Ясонова Л. Экологическая направленность в приоритетах // Московская правда, 2005, № 257 от 23 октября.

Ясонова Л. Не вывозить на свалку. // Московская правда. – 2004, № 63 от 7 апреля.

Валерьева И. А нас все меньше. // Московская правда. – 2005, №231 от 7 апреля.