

# Проблемы экологического мониторинга мегаполисов

Еремеев И. С., Огородник С. С.

Государственная академия жилищно-коммунального хозяйства, г. Киев

---

*Сформулированы основные особенности экологии и режимы контроля состояния окружающей среды мегаполисов. Очерчены основные задачи, которые должен решать экологический мониторинг мегаполисов. Перечислены основные функциональные характеристики информационной системы «экоГМС-КИЕВ», которая может рассматриваться в качестве прототипа универсальной системы экологического мониторинга мегаполисов. Особое внимание уделено вопросам воздействия на экологию городов автотранспорта и предприятий санитарно-очистки, а также предприятий коммунальной энергетики. Ставится задача создания комплекса баз данных, баз знаний и эвристик, оценивающих возможные пути поступления загрязнений, их метаболизмы и синергизм, как основы экспертной системы МЕГАПОЛИС.*

Современная урбанизация тесно связана с непрерывным ростом числа мегаполисов и их размеров, что создает перманентные условия для возникновения экологических кризисов, а также их углубления. Это, в свою очередь, требует более пристального внимания к объективной информации в отношении состояния окружающей среды (ОС) мегаполисов и его динамики, а также мер, направленных на защиту ОС. Под экологическим состоянием ОС обычно принято понимать интегральную оценку состояния почв, атмосферы и водных источников (открытых и закрытых-водоносных) с точки зрения наличия токсичных загрязнителей любой природы, границ их колебаний (включая и кратковременные «пиковые» значения) и устойчивых трендов, оценку источников загрязнений и их природу, а также процессы метаболизма загрязнений.

Экологическое состояние мегаполисов характеризуется наличием следующих особенностей:

- четким районированием зон влияния разных факторов на уровень загрязнения, обусловленным как наличием соответствующих источников загрязнений ОС и топографическими (ландшафтными) особенностями, так и действием тех или иных факторов самоочищения, а также мерами, направленными на улучшение экологического состояния ОС;
- наличием динамической составляющей экологического состояния мегаполиса вообще и его отдельных районов в частности, обусловленным сезонностью, топографией и действием ряда внешних факторов;
- постоянным ростом экологической нагрузки на ОС, в том числе за счет увеличения плотности застроек, роста интенсивности транспортных перевозок, уменьшения площадей зеленых насаждений и ухудшения состояния водных ресурсов, а также нарушения естественных процессов вентиляции районов за счет неправильного планирования объектов строительства, в том числе высотных сооружений;
- динамическим характером спектра загрязнений, обусловленным сменами технологий, закрытием и открытием отдельных производств, маршрутов транспорта и т. п.;
- проявлением в полной мере эффекта синергизма, то есть усилением действия одного или нескольких загрязнителей в присутствии другого или других загрязнителей, когда суммарное воздействие загрязнителей превосходит сумму эффектов от каждого из загрязнителей в отдельности

Отмеченное выше требует особого подхода к мониторингу состояния ОС мегаполисов. Он должен предусматривать три режима контроля за состоянием ОС:

1. Периодический сбор и анализ данных, отображающих состояние контролируемого ареала (в том числе и сравнение текущих данных контроля с теми, которые были получены на предыдущих этапах контроля), а также учет факторов, которые на него влияли в свое время и влияют на текущем этапе контроля как непосредственно, так и косвенно;
2. Казуальный контроль состояния, обусловленный необходимостью оценки влияния новых (планируемых) предприятий, транспортных магистралей либо маршрутов на общее состояние ОС в конкретном районе, или с целью оценки фактического влияния (последствий) природных или техногенных аварий;
3. Стохастический (выборочный) контроль отдельных участков или районов с целью проверки заранее установленных трендов или границ фактического колебания экологических показателей.

Екологічний моніторинг мегаполісів (ЕММ) повинен передбачувати рішення наступних завдань:

- виявлення фактичного стану ОС, включаючи спектр токсичних забруднень в атмосфері, воді і ґрунті, а також урахування впливу синергізму;
- аналіз основних джерел забруднень з точки зору їх внеску в екологію мегаполіса, в тому числі аналіз впливу на ОС транспортних потоків, діяльності різних очистних споруд, промислових підприємств мегаполіса (в тому числі і підприємств комунальної енергетики), свалок і „полігонів”, джерел електромагнітних випромінювань;
- районування картографування, відзначаючи як реальний стан ОС, так і очікувані в найближчому або віддаленому майбутньому зміни, виявлення стійких трендів;
- паспортизація районів з виділенням окремо:
  - а) стабільних параметрів середовища, не виходячих за установлені норми;
  - б) параметрів, що наблизилися до гранично допустимих значень;
  - в) параметрів, що вийшли за межі допустимих;
  - г) параметрів, кожен з яких окремо не виходить за межі допустимих, але утворюючи сумарний ефект (ефект синергізму), що перевищує допустимі значення;
- розробка (на основі даних моніторингу) рекомендацій, направлених на стабілізацію або покращення стану ОС, в тому числі рекомендацій, направлених на вибір оптимальних шляхів розвитку тех. або інших компонентів мегаполіса.

Деякі проблемні питання ЕММ уже в той або іншій ступені знайшли своє відображення на сторінках спеціальних звітів (см. ,наприклад, [1]), є і ряд практичних рішень або вже реалізованих, або знаходячись в різних стадіях завершення.

Одним з прикладів рішення проблеми інформаційного забезпечення прийняття рішень в області екологічного менеджменту мегаполіса є система «екоГІС-КІЕВ», основною метою якої є забезпечення актуальної і достовірної інформації об'єктах і процесах, що мають відношення до відповідних служб міста і, в першу чергу, до профільних відділів Госуправління екобезпеки [2]. Створення «екоГІС-КІЕВ» є одним з завдань міської програми охорони ОС. В основу розробки системи покладено системне представлення об екологічному менеджменті. Результати аналізу, виконаного при розробці технічних вимог до системи, показали, що система повинна складатися з наступних предметних областей (ПО):

- ПО «ЕКОНОМІКА» — рішення еколого-економічних завдань природо-польовання;

- ПО «ВЫБРОСЫ» — решение вопросов регулирования качества воздушного бассейна;
- ПО «СБРОСЫ» — решение задач управления водопользованием и охраны поверхностных водных ресурсов;
- ПО «ОТХОДЫ» — решение задач обращения с твердыми промышленными и бытовыми отходами;
- ПО «БИОРАЗНООБРАЗИЕ» — решение вопросов управления объектами природно-заповедного фонда растительного и животного мира;
- ПО «ЭКОБЕЗОПАСНОСТЬ» — обеспечение экологической безопасности в случае действия физических, химических, биологических и других опасных для ОС факторов.

Перечисленные ПО решают следующие задачи экологического нормирования, экспертизы, контроля и мониторинга:

- определение уровня антропогенной нагрузки и его регулирование, определение экологического риска с учетом эколого-экономических убытков;
- учет/наблюдение, анализ, оценка и прогноз текущего состояния ОС;
- оперативный контроль и координация деятельности субъектов экологического управления (государственных и местных органов управления, предприятий, организаций и учреждений);
- кратко-, средне- и долгосрочное планирование и реализация предупредительных мер, установление приоритетных направлений региональной экологической политики.

Одной из главных задач «экоГИС-КИЕВ» стало сведение всей пространственной экологической информации в единую карту города и формирование специальных эколого-географических баз данных, что позволяет накапливать и обновлять нормативно-техническую и проектную информацию для получения объективной и целостной картины экологического состояния территории.

Другим примером в области работ, релевантных ЭММ, можно назвать предложения в области создания подсистемы электромагнитного экологического мониторинга (ПЭЭМ) как составной части Единой системы экологического мониторинга. Здесь предполагается составление карт электромагнитных пролей (ЭМП) мегаполиса, создание инфраструктуры непрерывного контроля за динамикой состояния ЭМП, идентификация источников и «качества» излучений (ЭМП) и изучение влияния ЭМП на человека и биообъекты, а также выработка рекомендаций относительно частотного диапазона и мощности излучателей, приемлемых в условиях мегаполиса.

К сожалению, другие аспекты ЭММ еще не нашли своего места при системном анализе проблемы, хотя определенные наработки уже имеются, и пришло время обратить на них серьезное внимание. Как известно, городской транспорт является

одним из основных источников загрязнения ОС мегаполисов. Анализ сложившейся в мегаполисах в связи с работой автотранспорта ситуации показывает, что эта ситуация на грани тяжелого кризиса. Так, в Москве более 2 млн. автомобилей ежегодно выбрасывают около 2 млн. тонн углеводородных соединений, окиси и двуокиси углерода, окислов азота, свинца, а также бенз(о)пирена и других веществ [3]. В столице Мексики Мехико около 3 млн. автомобилей выбрасывают свыше 3 млн. тонн аналогичных загрязнителей ОС [4], то есть в среднем один автомобиль выбрасывает за год около одной тонны загрязняющих ОС веществ (в Москве эта величина составляет сегодня 1110 кг [3]). Учитывая, что в мире насчитывается свыше 300 млн. автомобилей, есть основания считать, что общие ежегодные выбросы автотранспорта достигают уровня 300 млн. тонн. И хотя общественный транспорт составляет лишь около 2% от общего парка автомашин (т.е. около 6 млн. автомобилей), но именно он делает существенный вклад в ухудшение экологического состояния городов из-за постоянной максимальной нагрузки и напряженного режима работы двигателей внутреннего сгорания в условиях уличного трафика с частыми остановками на остановочных пунктах и перекрестках, а также постоянными изменениями скорости движения и маневрированием.

Следует еще добавить, что общественный автотранспорт наиболее интенсивно эксплуатируется и имеет самые продолжительные сроки эксплуатации, и потому его двигатели существенно износились, разрегулированы и отличаются большим потреблением горючего и большим количеством выбросов. Сажа выбросов двигателей способствует глубокому проникновению тяжелых металлов, содержащихся в выхлопных газах автомобилей (меди, никеля, хрома, молибдена, ванадия, цинка) и являющихся очень токсичными, в организм человека. К тому же следует заметить, что наибольшая концентрация выбросов автотранспорта имеет место на высоте 100-150 см над поверхностью магистрали, то есть на уровне органов дыхания детей и взрослых. Большинство из 200 компонентов выхлопных газов автотранспорта вредно влияют на здоровье людей, на флору и фауну городов. Кардинальный выход из сложившейся ситуации видится только в широком внедрении электротранспорта [5], исключении из городского трафика (во всяком случае в центрах городов) автотранспорта или перехода последнего (в качестве временной меры) на экологически чистые виды горючего (природный или пиролизный газ). А пока это не реализовано следует наладить тщательный мониторинг в районах наиболее интенсивно эксплуатируемых магистралей и, в случае острой необходимости, пересмотреть наиболее напряженные маршруты транспорта, использовать механизмы временной перемаршрутизации транспортных потоков, практиковать одностороннее движение и другие меры.

Не менее важным источником загрязнения ОС являются свалки и так называемые «полигоны».

В Украине ежегодно накапливается свыше 35 млн. тонн твердых бытовых отходов (ТБО), из которых от 17 до 82% (то есть от 5,95 до 28,7 млн. тонн) составляю-

органические отходы, которые при определенных условиях можно использовать в качестве топлива, причем коэффициент использования этой «органики» может достичь 85-95%, что эквивалентно 5-24 млн. тонн условного топлива. Сегодня на свалках («полигонах») происходит, главным образом, естественное (анаэробное) разложение органической составляющей ТБО. Этот процесс длится десятки лет. Расчеты на основе анализа содержания углерода показали, что полупериод разложения органики ТБО составляет 50 лет, то есть разложение 97% накопленной на «полигоне» органической массы произойдет не ранее, чем через 250 лет после прекращения активного функционирования «полигона». В процессе анаэробного разложения ТБО образуются газы и фильтрат, загрязняющие воздушный и водный бассейны вблизи населенных пунктов. Газы - метан, водород, сероводород и другие, накапливающиеся в структурах «полигонов», образуют взрывоопасные смеси, фильтрат содержит продукты гниения.

Таким образом, сток от «полигонов» опасный в санитарном отношении, а вся наличная органика ТБО принципиально не используется. Лишь широкое внедрение газогенераторных технологий (пиролиза ТБО) позволит одновременно решить две проблемы: очистить значительные территории от ТБО и утилизировать последние с целью получения энергии. При этом свалки («полигоны») преобразуются в современные цеха по переработке и утилизации отходов. Однако экологические проблемы не должны оказаться вне внимания. Дело в том, что в интересах экологии необходим постоянный мониторинг в зонах влияния свалок (с точки зрения выявления спектра загрязнений и динамики пятен этих загрязнений [6]). В случае же перехода к методам и средствам пиролиза ТБО газогенераторные установки рационально устанавливать в местах образования ТБО, то есть в пределах мегаполисов. А это возможно лишь при условии гарантирования экологической безопасности в районах влияния «пиролиз-полигонов».

Такая гарантия может быть дана, если выполняются следующие условия:

- оборудование выполнено с учетом жестких требований экобезопасности;
- технологические процессы контролируются на всех этапах производства от отгрузки ТБО, сортировки, перераспределения ТБО по цехам переработки, их утилизации, и включая процессы очищения оборудования и ликвидации отходов собственного производства;
- организован постоянный экологический мониторинг районов влияния «полигонов» с целью выявления фактического состояния ОС в этих районах и динамики качественных и количественных характеристик загрязнений и их картографирования.

Следует, наконец, остановиться еще на одной проблеме, обусловленной в мегаполисах коммунальной энергетикой. Бум в области широкого внедрения домовых и даже квартирных котельных может привести к возникновению аналога проблемы на транспортных магистралях, когда каждая микрокотельная, уподобившись

транспортної одиниці, начнет способствовать созданию устойчивого смога над домами, в то время как централизованная котельная с высокой трубой способна выводить продукты сгорания на высоту, достаточную для их последующего рассеяния благодаря процессам турбулентной диффузии. Здесь рациональное решение может лежать на путях создания котельных для микрорайонов, когда потери в коротких теплотрассах (длиной не более нескольких сотен метров) будут минимальны и, в то же время, автономные котельные, обслуживающие группу домов, сведут до приемлемого минимума смог и минимизируют расход топлива за счет использования средств и методов утилизации тепла, а также альтернативных источников энергии (таких как газификаторы ТБО). Однако, в любом случае необходим интенсивный мониторинг зон влияния котельных с тем, чтобы своевременно принимать обоснованные решения в области экологии.

Таким образом, проблемы ЭММ характеризуются высокой сложностью и многообразием, необходимостью наблюдения за широким спектром загрязнителей ОС различной природы, изменяющихся, к тому же, в широком диапазоне значений и, к тому же, во многих случаях проявляющих эффект синергизма. Все это требует самого пристального внимания всех служб мегаполисов и, в первую очередь, создания комплекса баз данных, баз знаний и эвристик, оценивающих возможные пути поступления загрязнений, их метаболизмы и синергизм, как основы для создания экспертной системы МЕГАПОЛИС.

### Перелік посилань

1. **Єремєєв І. С.** Екосфера міст — у сфері уваги. «Міське господарство України». — 2001. — №4.
2. **Zorin S. V., Kartavtsev O. N., Senchenko A. D.** ECOMEDSERVICE, Kiev, Ukraine. ESRI MAP BOOK. — 2003, vol.14. — p. 41.
3. **Давыдова С. Л.** Автотранспорт продолжает загрязнять окружающую среду. «Экология и промышленность России». — 2000. — №7.
4. **Martinez T., Lartigue J., Lopez C., Beltran C., Navarrete M., Cabrera L., Riveroll M.** INAA of aerosol samples in Mexico City. «Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry». — Vol. 244. — #1 (2000).
5. **Єремєєв І. С.** Мета — сприяння МЕТу. «Міське господарство України». — 2004. — №3.
6. **Єремєєв І. С.** Проблеми ідентифікації динаміки плям радіоактивного забруднення. «Збірник наукових праць інституту ядерних досліджень». — 2002. — №1 (7).

Получено 16.03.2005