

Контроль и состояние атмосферного воздуха в городах Израиля
Тезисы доклада
М. Котен
Научно-техническая ассоциация «Экологический императив»,
Израильской Независимой Академии Развития Наук.

Доклад был прочитан 03/07/14 в Реховотском доме учёных и специалистов на традиционных чтениях, посвященных памяти И.Н. Радзивиловского. В докладе были представлены основные сведения из аналитического обзора с одноименным названием, подготавливаемые автором, а именно:

закон по охране атмосферы, техногенные и природные источники загрязнения атмосферы в Израиле, система мониторинга атмосферного воздуха в разных городах, газы и аэрозоли в воздухе селитебных зон, подлежащие систематическому контролю, способы и формы информации населения о состоянии атмосферного воздуха и состояние воздуха в некоторых городах, влияние окружающей среды на здоровье населения, онкологические заболевания в городах Израиля, загрязнения воздуха при чрезвычайных ситуациях и неблагоприятных метеорологических условиях, техногенные аварии и их последствия, потенциальные источники выбросов опасных и ядовитых веществ в атмосферу в некоторых городах, методы и программы расчета приземных концентраций, а также особо отмечены те вопросы, которые должны стать предметом обсуждения профессионалами.

Основные тезисы доклада следующие:

1. Закон об охране воздуха в Израиле 5768-2008, принятый с запозданием на добрых 20-30 лет, является, безусловно, исключительно важным документом и должен способствовать существенному улучшению контроля и состояния атмосферы.

Законом установлено, что информация о качестве и прогноз качества воздуха должны быть доступны для общественности и при этом бесплатно.

Согласно закону количество ингредиентов, подлежащих обязательному и систематическому контролю, увеличено с 7 до 27.

Представляется важным, чтобы все статьи данного Закона были бы доступны для русскоговорящей научно-технической общественности. Для этого после корректировки перевода этот Закон на английском и русском языках будет размещён на сайте НТА «ЭИ». Соответствующие ссылки будут сделаны на сайтах РДУиС и сайте ИНАРН.

2. Источниками загрязнения воздуха являются множество действующих объектов теплоэнергетики, нефте- и газодобычи, нефте- и газопереработки, химических предприятий, все виды транспорта (автомобильный, железнодорожный, морской, авиационный), строительные карьеры и т. п. В принципе, все промышленные объекты, которых в Израиле около 500.

3. Но все эти многочисленные источники загрязнения имеют самые различные источники выброса, различающиеся по высоте, диаметру, скорости, плотности и температуре газовой струи, т.е. они являются высокими или низкими,

сосредоточенными, плоскими т.п. Именно эти параметры (с учетом метеорологических факторов) определяют приземные концентрации вредных веществ и долю каждого источника выброса в приземном слое воздуха.

4. Однако доля основных источников выброса в приземных концентрациях не определяется экспериментально (что достаточно сложно) и не рассчитывается (что выполнить относительно просто) и потому не указывается в официальных показателях состояния воздуха, которые публикуются на сайтах Министерства экологии.

5. Поэтому в отчетах Минэкологии, а затем и в СМИ указывается только общая масса выброса, а не вклад основных источников выброса в приземные концентрации. Например, указываются только физические массы выбросов от электростанций и других крупных источников загрязнения. Такими примерными данными пользуются и Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ) и другие организации, занимающиеся обобщением, анализом и ранжированием данных о загрязнении воздуха по разным странам и городам. Это создает у населения страны искаженное, неправильное, а иногда и предвзятое представление о том, что основным загрязнителем воздуха является Израильская электрическая корпорация.

6. Кроме названных выше источников загрязнения, относящихся к объектам техногенной деятельности, следует иметь в виду, что сильное загрязнение воздуха пылью может быть вызвано природными процессами. Например, согласно исследованию, проведенному ВОЗ, Израиль занимает одно из последних мест по содержанию мелкодисперсной пыли в воздухе (PM 2.5 и PM10), наряду с Афганистаном и Пакистаном.

Есть все основание полагать, что это загрязнение вызвано не только и не столько техногенной деятельностью, сколько природными явлениями, которые имеют место уже в течение многих столетий. Для нашего региона – это ветер «хамсин», а для Пакистана и Афганистана – это ветер «афганец», несущие огромные массы пыли.

Поэтому, если не доказано, что это пыль содержит частицы от техногенных источников выброса, то рассматривать такие сообщения как упущения в деле защиты воздушного бассейна представляется необоснованным.

7. На территории Израиля расположено около 100 станции автоматического контроля атмосферы (СКА). Количество и плотность расположения этих станций намного больше, чем в некоторых европейских государствах, что является, безусловно, весьма положительным фактором в деле охраны воздушного бассейна.

На этих СКА до сих пор анализируются пробы воздуха на содержание 7 веществ (CO, NO, NO_x, O₃, SO₂, PM_{2.5}, PM₁₀). Этот набор анализируемых ингредиентов сохранится и в ближайшем будущем.

Концентрация этих веществ в 2014 г обычно не превышает допустимых ПДК.

8. Результаты анализов в любой момент времени доступны на сайте Министерства экологии Израиля и на сайте ассоциации по контролю атмосферы при Хайфском муниципалитете.

На основании просмотров этих сайтов состояние воздуха во многих городах Израиля должно быть признано удовлетворительным.

9. Следует отдать должное высокой информативности и отличному оформлению сайтов Министерства экологии и сайта ассоциации по контролю атмосферы при Хайфском муниципалитете.

Но, к сожалению, просмотр этих сайтов, доступен только для пользователей, которые свободно владеют ивритом. На английском (и, предположительно, на арабском) не все страницы названных сайтов открываются. Для русскоговорящих пользователей систематический просмотр сайта весьма затруднителен. Поэтому на сайтах НТА «ЭИ», РДУиС, ИНАРН предполагается поместить таблицу параллельных текстов He-En-Ru с терминами и опциями, которая позволит русскоговорящим пользователям находить нужную информации о текущем состоянии окружающей среды.

10. Делать однозначные выводы о состоянии воздушной среды в Израиле можно только на основании изучения годовых отчетов Министерства экологии, с учётом динамики изменения приземных концентраций во времени, максимальных отклонений от средних показателей, что пока не выполнено. Кроме того, и это весьма важно, требуется знать концентрации ещё ряда веществ, что предусмотрено Законом об охране воздуха.

11. Остается неясным, как будет осуществляться анализ еще 20 ингредиентов, а именно: $C_2H_4Cl_2$ 1,2 - дихлорэтан, CH_2Cl_2 - дихлорметан, C_7H_8 - толуол, C_2Cl_4 – тетрахлорэтилен, C_2HCl_3 - трихлорэтилен, H_2S - сульфид водорода, C_8H_8 - стирол, CH_2O – формальдегид, Р.А.Н. - полиароматические углеводороды, $C_{20}H_{12}$ - бенз(а)пирен, C_4H_6 1,3 - бутадиен, C_6H_6 - бензол, S.P.M. - взвешенные твердые частицы, SO_4 - сульфат соли, V - ванадий (во взвешенных частицах), Pb - свинец (во взвешенных частицах), Cd - кадмий (во взвешенных частицах), Ni - никель (во взвешенных частицах), Cr - хром (во взвешенных частицах), Ms - мышьяк (во взвешенных частицах).

Оснащение СКА соответствующими автоматическими приборами для учета всех названных ингредиентов - задача исключительно сложная, требующая к тому же весьма крупных капитальных затрат. И поэтому она вряд ли будет решена в ближайшие годы.

Одно из альтернативных предложений следующее: в одном из отсеков вагона нескольких пассажирских поездов, курсирующих по разным железнодорожным веткам, размещаются блоки с соответствующими газоанализаторами и аспираторами. Отбор проб воздуха будет производиться на всех остановках поезда и на определённых участках пути. Такой отбор проб не всегда будет соответствовать временным интервалам, рекомендуемым инструкциями, что потребует согласований. Тем не менее, отбор проб будет регулярным, что позволит «СКАНИРОВАТЬ» показатели загрязнения воздуха вдоль всех маршрутов пассажирских поездов.*) Таким образом, будут охвачены значительные площади страны при относительно небольших финансовых затратах.

^{*)}Заметим, что это предложение в свое время обсуждалось с д-ром Б. Гольдманом (благословлена память о нём) - бывшим руководителем отдела ассоциации по контролю атмосферы при Хайфском муниципалитете.

12. Допустимые предельные концентрации (ПДК) некоторых из названных выше веществ составляют миллионные доли мг/м³. И их систематическое определение может существенным образом изменить на противоположное представление об относительно благополучном состоянии атмосферного воздуха, которое определяется только по концентрациям семи названных выше ингредиентов. Причем можно с высокой степенью вероятности предполагать, что именно эти вещества в выбросах электростанций практически отсутствуют.

13. В настоящий период населения информируется только по одному качественному показателю, а именно по отношению максимальной концентрации одного какого-либо вещества к его ПДК, которое определяется по формуле

$$U = (1 - c_i / \text{ПДК}_i) * 100$$

В зависимости от величины U качество воздуха определяется как хорошее, удовлетворительное, плохое и очень плохое.

Но на соответствующих страницах сайта Минэкологии указываются также и все количественные показатели для названных выше семи ингредиентов.

14. Представляется необходимым учитывать также **эффект суммации** концентраций при одновременном присутствии некоторых веществ в воздухе.

При этом сумма отношений $c / \text{ПДК} = c_1 / \text{ПДК}_1 + c_2 / \text{ПДК}_2 + \dots + c_i / \text{ПДК}_i$ может оказаться больше 1, хотя для каждого из ингредиентов в отдельности концентрация будут меньше допустимых ПДК.

Эффектом суммации обладает, например, одновременное присутствие в воздухе оксида азота и диоксида серы. Таких сочетаний различных веществ имеется около 50.

16. В СМИ в качестве основных загрязнителей воздуха называют Израильскую Электрическую корпорацию, поскольку суммарная **физическая** масса вредных ингредиентов в выбросах электростанций существенно больше, чем от других промышленных объектов.

Такое утверждение, с нашей точки зрения, крайне некорректно, поскольку не учитываются многие важные факторы.

Во-первых, сравнивать поступление в окружающую среду вредных ингредиентов следует также и **по условной массе выбросов**

$$M_{\text{усл. } i} = M_i * (\text{ПДК}_{\text{усл}} / \text{ПДК}_i),$$

где под $\text{ПДК}_{\text{усл}}$ принимается обычно либо $\text{ПДК}_{\text{cc}} = 3 \text{ мг/м}^3$, как для оксида углерода, либо $\text{ПДК}_{\text{cc}} = 1 \text{ мг/м}^3$.

Такие сравнения обязательно проводились в странах исхода, но по непонятным причинам не используются в европейских странах и, соответственно, не

используются в Израиле. А использование этого показателя может существенно изменить ранжирование предприятий – источников загрязнения.

Например, выброс всего 10 грамм бенз(а)пирена в год от нефтехимических, химических и транспортных предприятий эквивалентен, например, выбросу 30 тысячам тонн /год окиси углерода от каких-либо других источников выброса.

Это один из вопросов, который следует поставить перед природоохранными службами Израиля и обсудить его на соответствующих совещаниях.

Новой закон об охране атмосферы позволяет надеяться, что такие обсуждения могут быть проведены.

Без сомнений, можно утверждать, что по мере перевода всех электростанций Израиля на природный газ их доля в загрязнении воздушного бассейна будет непрерывно уменьшаться, несмотря на увеличение общей установленной мощности. В отличие от этого абсолютное и относительное загрязнение воздуха выбросами от нефтехимических производств и транспорта будет непрерывно нарастать.

17. Во-вторых, в оценках загрязнения приземного слоя воздуха очень важно знать долю каждого источника выбросов в приземной концентрации. Априори можно предположить, что доля в приземных концентрациях от очень высоких и сосредоточенных источников выброса от электростанций будут не больше, а, по-видимому, меньше, чем от автотранспорта.

Но, как отмечалось в п. 4, определить экспериментально основную долю одного или нескольких источников в приземных концентрациях экспериментально очень сложно и дорого. Поэтому расчетные методы рассеивания должны использоваться для систематической оценки загрязнения приземного слоя атмосферы различными источниками выброса.

Методика расчёта рассеивания ОНД-86, используемая на постсоветском пространстве, и программы расчета рассеивания на основе этой методики, например, программа «УПРЗ «Эколог» позволяли легко устанавливать доли каждого источника выброса в приземных концентрациях и строить карты изоконцентраций. К сожалению, без выполнения определённых исследований по определению коэффициента вертикальной стратификации атмосферы эта методика и программы не могут быть применены в Израиле. Но, по меньшей мере, расчёты рассеивания от высоких источников выброса могут быть выполнены и по методикам, принятым на Западе. И результаты этих расчётов должны быть опубликованы и сравнимы с приземными концентрациями, определяемые газоанализаторами на СКА. Только в этом случае можно будет утверждать, кто является основными источниками загрязнения воздуха в Израиле.

18. Исследования в области математических методов расчета рассеивания непрерывно продолжаются и количество публикаций на эту тему многочисленны. Ведутся эти работы и в Хайфском технионе. Поэтому представляется необходимым провести на эту тему соответствующий очный или очно-виртуальный семинар с участием отделения математики ИНАРН и заинтересованных лиц, в том числе от факультета Экологии Хайфского техниона, от главной геофизической лаборатории имени Воейкова в Санкт-Петербурге и др. с целью обсуждения наиболее подходящих методик и программ расчёта.

19. Исключительно важным являются вопросы прогнозирования загрязнения атмосферы при неблагоприятных метеорологических условиях и, в особенности, при чрезвычайных ситуациях. Например, при разгерметизации одиночных и опасных источников выброса, вследствие ракетных обстрелов, террористического акта или разрушительного землетрясения. Примером чрезвычайно опасного источника является резервуар с аммиаком завода «Хайфа-химикалим». В СМИ сообщается, что разгерметизация этого резервуара приведет к неминуемой гибели многих тысяч горожан в радиусе 3 км. Эту «бомбу замедленного действия» вот уже более 10 лет пытаются перенести в безлюдные районы муниципальные власти Хайфы.

По-видимому, армейские службы располагает специальными программами для определения приземных концентраций при распространении боевых отравляющих веществ. Но гражданское население должно знать заранее опасные и относительно безопасные зоны, а для этого можно и нужно использовать наиболее доступные программы расчёта рассеивания, что также должно быть предметом обсуждения на намечаемом семинаре.

20. В заключение повторим необходимые с нашей точки зрения действия:

а) Сделать доступными для широкой группы русскоговорящего населения возможность свободного пользования сайтами Министерства экологии, для чего предлагается подготовить таблицу параллельных текстов на иврите, английском и русском языках с основными терминами и опциями;

б) Продолжить работу по аналитическому обзору «Контроль и состояние атмосферного воздуха в Израиле»;

в) Довести до Министерства экологии, ИЭК и научной общественности, и сделать предметом обсуждения и последующего использования следующие предложения:

учитывать эффект суммации (п. 14),

использовать понятия условной массы (п. 16),

определять в приземных концентрациях долевой вклад основных источников выброса (п. 17),

выявить и применить оптимальные методы и программы расчёта рассеивания (п. 18), (п. 19),

рассмотреть целесообразность установки анализирующей аппаратуры в одном из вагонов нескольких железнодорожных поездов (п. 11).

Доклад сопровождается большим количеством иллюстраций и таблиц.