

УДК 551.510.42

А.Н. Мунайтпасова

Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Республика Казахстан, г. Алматы
E-mail: aidamunaitpasova@mail.ru

Суточный ход приземного озона в г. Алматы

Проанализирован суточный ход приземного озона в г. Алматы. Для данных приземных концентраций озона за рассматриваемый 3-летний период были заданы пределы: максимальные, средние и минимальные. Рассмотрена связь между озоном и метеорологическими величинами.

Ключевые слова: приземные концентрации озона, связь приземного озона с метеорологическими величинами, минимальные, средние и максимальные пределы концентрации.

A.N. Munaitpassova

The daily course of grand level ozone in Almaty city

The daily course of ground level ozone in Almaty city is analyzed. For data ground concentration of ozone for the 3 years period considered set limits: maximum, average and minimum. Communication between ozone and meteorological parameters is considered.

Key words: ground level concentration of ozone, communication between ozone and meteorological parameters, minimum, average and maximum limits of concentration.

А.Н. Мунайтпасова

Алматы қаласындағы жер беті озонының тәуліктік жүрісі

Алматы қаласындағы жер беті озонының тәуліктік жүрісінің сараптамасы жасалды. Қарастырылған 3 жылдық жер беті озоны концентрациясы мәліметтері максималды, орташа және минималды шектерінде қарастырылды. Озон мен метеорологиялық шамалар арасындағы байланыс зерттелді.

Түйін сөздер: жер беті озон концентрациясы, жер беті озонының метеорологиялық шамалармен байланысы, минималды, орташа және максималды шектердегі концентрациялар.

Введение

Приземный озон является вторичным загрязнителем атмосферы, и появление его в больших концентрациях свидетельствует о сильном загрязнении воздуха выхлопами автотранспорта и другими продуктами высокотемпературного сгорания. Основным источником озона в приземном слое атмосферного воздуха являются фотохимические реакции с участием оксидов азота (NO_x), летучих органических соединений (ЛОС) и ряда других веществ, называемых предшественниками озона. Они могут под действием ветра распространяться от источников возникновения на сотни километров [1] и в ма-

лоурбанизированных курортных районах создавать эпизоды с высокими концентрациями озона. В атмосфере предшественники озона поставляют автотранспорт и промышленность. Образование озона происходит с участием солнечного излучения, интенсивность которого зависит от температуры воздуха – чем выше температура, тем интенсивнее идет образование озона из загрязненного воздуха. В результате такой особенности интенсивное образование озона в приземной атмосфере наблюдается в весенне-летний период.

Индустриально развитые страны столкнулись с проблемой приземного озона несколько десятилетий назад. Вначале считалось, что это

проблема только больших городов [2]. Но дальнейшие исследования показали, что опасные высокие концентрации приземного озона наблюдаются и в мало урбанизированных районах, охватывая большие территории и нанося значительный ущерб растительности и здоровью населения [3].

Район исследования

Город Алматы, в 12-15 км на северо-северо-востоке которого находится станция, расположен у подножья передовой цепи Тянь-Шаньского горного массива – хребта Заилийского Алатау. Главная линия его протянулась почти в широтном направлении на расстоянии 40-45 км. Отдельные вершины хребта достигают высоты 3500-4500 метров над уровнем моря и покрыты ледниками. Северные склоны очень крутые, каменистые, сильно изрезаны ущельями, в средней своей части склоны покрыты древесной растительностью, в верхней части преимущественно Тянь-Шаньские ели, ниже растут фруктовые деревья: урюк, вишня, яблок, а по предгорьям – сады и плодоягодники.

Окружающая местность ровная, с небольшим уклоном с юга на север, умеренно расчлененная небольшими пологими возвышенностями и неглубокими логами, по которым протекают мелкие реки и горные ручьи. С запада на расстоянии 1-1,5 км протекает неглубокая река – Малая Алматинка, за которой в 2-4 км находится железнодорожный поселок.

К востоку и северо-востоку находятся поля, обсаженные древесной растительностью, а в 2 км протекает небольшая река Катур-Булак [4].

Исходные данные и методы исследования

В Казахстане приземный озон измеряется только в городе Алматы. Для рассмотрения суточного хода были выбраны данные приземного озона за трехлетний период – с 2003 по 2005 гг.

Суточный ход концентраций приземного озона за все месяцы года представлен на следующем рисунке (рис. 1).

Согласно [5], суточный ход приземного озона очень прост, с одним максимумом и одним минимумом. Максимум имеет место в середине дня, когда условия для вертикального обмена и поступления озона из тропосферы наиболее благоприятны. В это же время суток условия благоприятствуют образованию приземного озона

на непосредственно у земли, поскольку поток солнечной радиации, необходимый для этого, максимален. Необходимо лишь наличие углеводородов в атмосфере [6]. Минимум концентраций приземного озона при невозмущенном суточном ходе имеет место в утренние часы, когда поступление озона из тропосферы минимально, а процесс его разрушения у земли не прекращается.

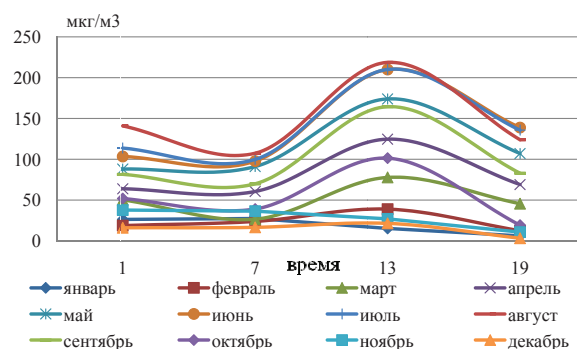


Рисунок 1 – График суточного хода приземной концентрации озона за 2003-2005 гг.

В суточном ходе приземного озона в Алматы имеют место два хорошо выраженных максимума и два минимума, что указывает на довольно сильное в виде загрязняющих веществ антропогенное воздействие на концентрации приземного озона. Под воздействием оксидов азота приземный озон разрушается. При этом авторы [7] показывают, что особенно эффективно разрушают приземный озон выбросы оксидов азота от автотранспорта. Поэтому в промышленно развитых городах и обилием транспорта суточный ход приземного озона может быть заметно нарушен.

В нашем случае минимум концентраций приземного озона в 19 ч обусловлен именно выбросами автотранспорта и интенсивным разрушением приземного озона, поскольку в это время имеет место «час пик». Ночью интенсивность движения автотранспорта резко падает, в город постепенно смещаются воздушные массы, из-за его пределов, в которых приземный озон не был разрушен выбросами автотранспорта, и к полуночи появляется вторичный максимум приземного озона. К утру происходит снижение концентраций приземного озона уже за счет того, что его поступление из тропосферы минимально, так как атмосфера в это время максимально устойчива.

В зимний период, когда образование озона у земли минимально, а движение автотранспорта почти такое же, как и летом, основным является минимум в 19 ч. Летом, когда условия для поступления озона из тропосферы наиболее благоприятны и наблюдается максимум приземного озона в его Кодовом ходе, основной минимум озона наблюдается в 7 ч. Можно предположить, что в 19 ч. поступление озона сверху частично компенсирует его разрушение у земли под воздействием загрязняющих веществ.

Таким образом, переход от зимнего минимума с концентрацией приземного озона в 19 ч. к

летнему с минимумом в 7 ч. имеет место в марте месяце, а в обратном – от лета к зиме в октябре.

Влияние горно-долинной циркуляции (горного ветра) проявляется в том, что под его влиянием к середине ночи происходит вынос воздуха из более высоких слоев атмосферы, обогащенного озоном. К этому времени выбросы автотранспорта существенно снижаются.

Практически постоянное существование приземной или приподнятой инверсии в Алматы в зимний период способствует тому, что в это время наблюдаются чрезвычайно низкие концентрации приземного озона.

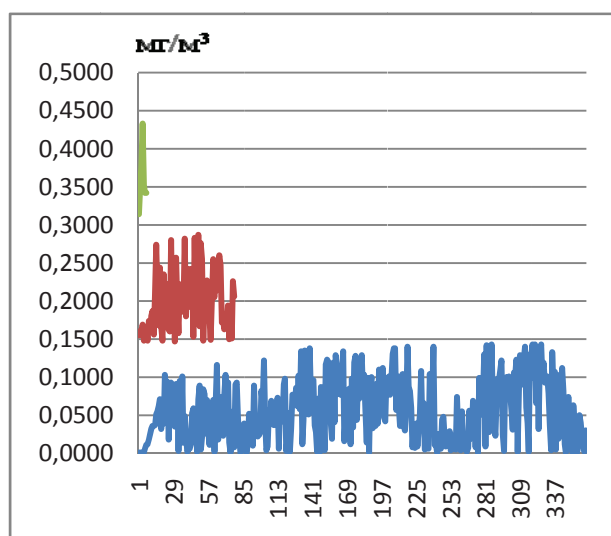


Рисунок 2 – Суточный ход приземного озона за 01 час (2003-2005 гг.)

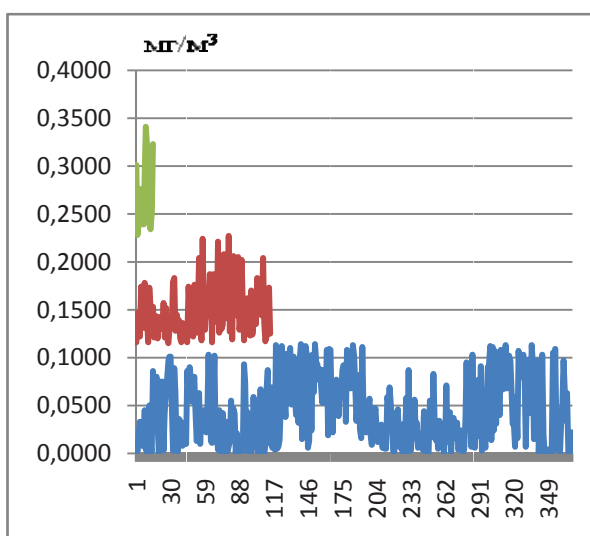


Рисунок 3 – Суточный ход приземного озона за 07 час (2003-2005 гг.)

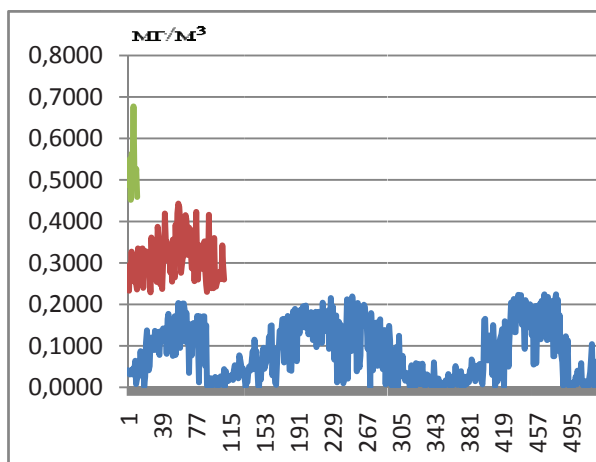


Рисунок 4 – Суточный ход приземного озона за 13 час (2003-2005 гг.)

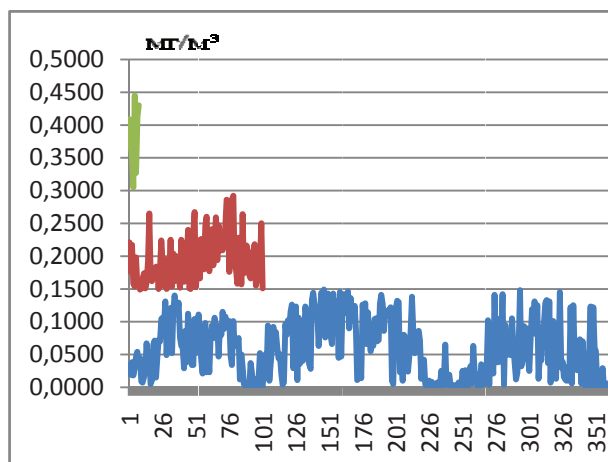


Рисунок 5 – Суточный ход приземного озона за 19 час (2003-2005 гг.)

Также суточный ход приземного озона был представлен количеством дней за весь рассматриваемый период.

Результаты

Для данных ПКО за рассматриваемый 3-летний период были заданы пределы: максимальные, средние и минимальные. В рассматриваемом суточном ходе приземного озона наибольшее количество дней наблюдалось с минимальными концентрациями. В 13 часов количество дней с минимальными концентрациями достигло 528 дней за 3 года. Средние концентрации приземного озона изменялись в пределах 78 – 114 дней. Концентрации приземного озона с максимальными значениями за рассматриваемый период наблюдались около 15 дней, в пределах 0,2277-0,3410 мг/м³.

Связь приземного озона и температуры воздуха была исследована многими российскими учеными, такими, как М.И. Белоглазов, А.А. Ермак, С.А. Румянцев, В.К. Ролдугин, Б.Д. Белан, Т.К. Складнева и многие другие [8].

Для изучения характера связи между приземным озоном и температурой воздуха многие исследователи рассчитывали коэффициенты корреляции. Коэффициенты корреляции рассчитывались для значений приземного озона и температуры воздуха, измеренных одновременно. В работе М.И. Белоглазова [9] обнаружен разный характер корреляционной зависимости содержания приземного озона от температуры

воздуха в разное время суток; после полудня и вечером коэффициент корреляции статистически значим, положителен; в остальное время суток – статистически незначим; изменения содержания приземного озона отстают от изменений температуры на несколько часов.

Представлялось интересным рассмотреть связь концентрации озона с метеовеличинами, как температура воздуха и скорость ветра.

Если сопоставить сезонный ход концентрации озона и температуры воздуха, то можно увидеть, что изменения концентрации озона во многом аналогичны изменениям температуры воздуха, которая сама является функцией притока солнечной радиации.

Подобие сезонной изменчивости двух рассматриваемых величин нарушается иногда в зимний период и, как правило, в конце лета – начале осени. В эти периоды для образования озона недостаточно поступление образующих газов. В зимний период, очевидно, сказывается наличие снежного покрова. В конце лета начинает увядать растительность, которая обычно поставляет в воздух большое количество углеводородов.

Следовательно, суточный ход концентрации приземного озона, формируясь по действием двух основных факторов – испарения озонобразующих газов и притока солнечной радиации, – в летнее время отражает еще одну особенность, а именно: зависимость поступления растительных углеводородов от температуры воздуха [10].

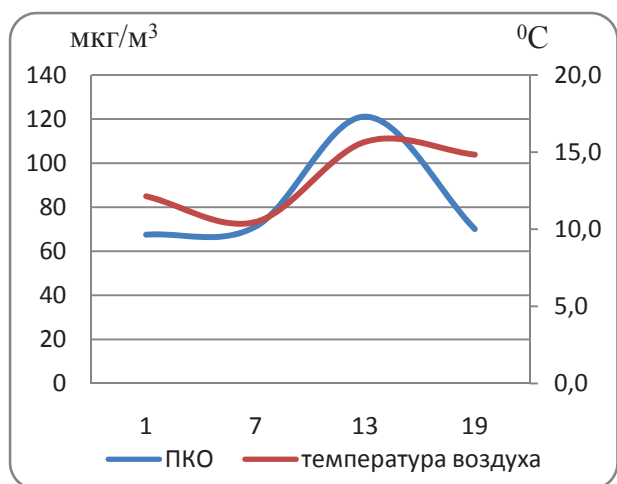


Рисунок 6 – Связь ПКО и температуры воздуха (2003-2005 гг.)

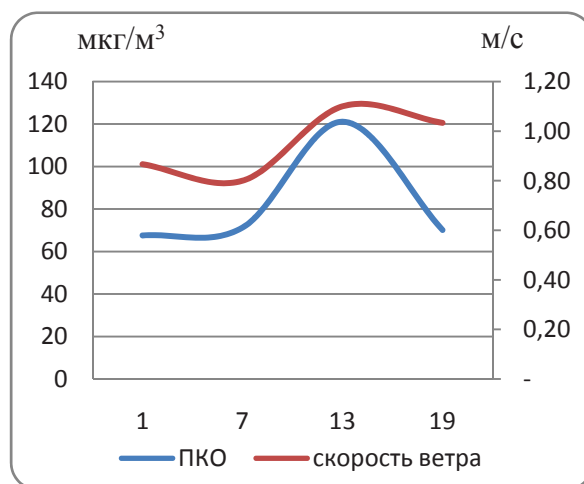


Рисунок 7 – Связь ПКО и направления ветра (2003-2005 гг.)

В соответствии с рисунком 7, определенная связь между годовым ходом скорости ветра и концентрации озона в Алматы имеется. С ростом скорости ветра концентрации озона растут. К сожалению, скорость ветра, который наблюдается в Алматы, невелика. Когда наблюдаются слабые ветры и действует процесс конвекции, максимум концентрации озона наблюдается летом, а минимум – зимой. Большие скорости ветра в городе Алматы редки, но можно заключить, что в среднем ветер со скоростью 1 м/с и больше приносит в город воздушные массы, богатые озоном.

Выводы

Подводя итог, суточный ход приземного озона в городе Алматы соответствует теоретическому суточному ходу, т.е. максимум наблюдается послеполуденные часы, минимум – утренние часы. За весь рассматриваемый период в заданных пределах минимальные количества приземного озона наблюдались 528 дней. А также была установлена связь между ПКО и метеорологическими величинами.

Литература

- 1 Семенов С.М., Кунина И.М., Кухта Б.А. Тропосферный озон и рост растений в Европе. – М.: ИЦ Метеорология и гидрология, 1999.
- 2 Hjillbrekke A.G., Solberg S. Ozone measurement 2000 – Norwegian Institute for Air Research: Kjeller. EMEP/CCC-Report 5/2002
- 3 Котельников С.Н., Степанов Е.В., Олюнин Э.А., Манаков М.А. Влияние умеренных концентраций приземного озона на здоровье населения г. Вятские поляны летом 2010 г. // Труды совещания-семинара Таруса. 6-7 июня 2012 г.
- 4 Климатологический справочник СССР. История и физико-географическое описание метеорологических станций и постов. – Алматы: Гидрометеорологическая обсерватория, 1968. – Вып. 18. – 545 с.
- 5 Александров Э.Л., Израэль Ю.А., Кароль И.Л., Хргиан А.Х. Озонный щит земли и его изменения. – Л.: Гидрометеоиздат, 1992. – 194 с.
- 6 Хргиан А.Х., Еланский Н.Ф. Атмосферный озон. – М.: Изд. МГУ, 1983. – 156 с.
- 7 Гушин Г.П. Озон и аэросиноптические условия в атмосфере. – Л.: Гидрометеоиздат, 1964. – 341 с.
- 8 Белан Б.Д., Складнева Т.К., Толмачев Г.Н. Результаты 10-летнего мониторинга приземной концентрации озона в районе Томска // Оптика атмосферы и океана. – 2000. – Т. 13. – №19. – С. 826-832.
- 9 Белоглазов М.И., Ермак А.А., Румянцев С.А., Ролдугин В.К. Некоторые результаты измерений содержания приземного озона на побережье Белого моря // Метеорология и гидрология. – 1998. – №10. – 65 с.
- 10 Чередниченко А.В., Чередниченко Алексей В., Чередниченко В.С. Особенности временного распределения приземного озона в районе Алматы // Гидрометеорология и экология. – №1. – С. 17-27.

References

- 1 Semenov S.M., Kunina I.M., Kuhta B.A. Troposfernyj ozon i rost rastenij v Evrope. – M.: IC Meteorologija i gidrologija, 1999.
- 2 Hjillbrekke A.G., Solberg S. Ozone measurement 2000 – Norwegian Institute for Air Research: Kjeller. EMEP/CCC-Report 5/2002
- 3 Kotel'nikov S.N., Stepanov E.V., Oljunin Je.A., Manakov M.A. Vlijanie umerennyh koncentracij prizemnogo ozona na zdorov'e naselenija g. Vjatskie poljany letom 2010 g. // Trudy soveshhanija-seminara Tarusa. 6-7 ijunja 2012 g.
- 4 Klimatologicheskij spravochnik SSSR. Istorija i fiziko-geograficheskoe opisanie meteorologicheskikh stancij i postov. – Almaty: Gidrometeorologicheskaja observatorija, 1968. – Vyp. 18. – 545 s.
- 5 Aleksandrov Je.L., Izrajel' Ju.A., Karol' I.L., Hrgian A.H. Ozonnyj shhit zemli i ego izmenenija. – L.: Gidrometeoizdat, 1992. – 194 s.
- 6 Hrgian A.H., Elanskij N.F. Atmosfernyj ozon. – M.: Izd. MGU, 1983. – 156 s.
- 7 Gushhin G.P. Ozon i ajerosinopticheskie uslovija v atmosfere. – L.: Gidrometeoizdat, 1964. – 341 s.
- 8 Belan B.D., Skljadneva T.K., Tolmachev G.N. Rezul'taty 10-letnego monitoringa prizemnoj koncentracii ozona v rajone Tomskaja // Optika atmosfery i okeana. – 2000. – T. 13. – №19. – S. 826-832.
- 9 Beloglazov M.I., Ermak A.A., Rumjancev S.A., Roldugin V.K. Nekotorye rezul'taty izmerenij sodержanija prizemnogo ozona na poberezh'e Belogo morja // Meteorologija i gidrologija. – 1998. – №10. – 65 s.
- 10 Cherednichenko A.V., Cherednichenko Aleksej V., Cherednichenko V.S. Osobennosti vremennogo raspredelenija prizemnogo ozona v rajone Almaty // Gidrometeorologija i jekologija. – №1. – S. 17-27.