

Чодураев Т.М., Мунайпасова А.Н.

АЛМАТЫ ШААРЫНЫН ЖЕР ҮСТҮНДӨГҮ ОЗОН МЕЙКИНДИГИН
МАРШРУТТУК МААЛЫМЫТ БОЮНЧА БӨЛҮШТҮРҮҮ

Чодураев Т.М., Мунайпасова А.Н.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА В ГОРОДЕ
АЛМАТЫ ПО МАРШРУТНЫМ ДАННЫМ

T.M.Choduraev, A.N.Munaitpasova

SPATIAL DISTRIBUTION OF THE UNDERGROUND OZONE
IN THE CITY OF ALMATY BY ROUTE DATA

УДК: 551.510.42

Макалада Алматы шаарында жер-үстүндөгү озон динамикасын, ошондой эле шаар боюнча мейкиндикте таралышы каралат. Белгилүү болгондой, жер-үстүндөгү озон ар кандай из газ камтыган татаал кошулмалардан пайда болот. MapInfo программасынын жардамы менен алынган карта-схемаларда сунушталат.

Негизги сөздөр: жер-деңгээл озону, жылдык жана күндүзү өзгөрүү, мейкиндикте бөлүштүрүү.

В статье рассматривается динамика приземного озона по городу Алматы, а также пространственное распределение по территории города. Как известно, приземный озон образуется в цикле сложных фотохимических реакций с участием разнообразных малых газовых составляющих. Также представлены карты-схемы, полученные с помощью программного обеспечения MapInfo.

Ключевые слова: приземный озон, пространственное годовой и суточный ход, распределение.

The article deals with the dynamics of surface ozone in the city of Almaty, as well as the spatial distribution of the city. As is known, ground-level ozone is formed in a cycle of complex photochemical reactions involving a variety of small gas constituents. Also, map-schemes obtained with the help of the MapInfo software are presented.

Key words: ground-level ozone, spatial distribution, annual and daily variations.

Основным стоком атмосферного озона, как известно, являются приземный слой и поверхность земли, куда он просачивается. Поэтому количество приземного озона определяется с одной стороны его просачиванием из верхних слоев атмосферы (из стратосферы), а с другой – скоростью его разрушения в приземном слое и у земли. Лучшими условиями для поступления озона в приземный слой являются такие, когда развиты конвекция, турбулентность, а также упорядоченные перемещения воздуха по вертикали. Такие условия создаются в весенне-летний период. Зимой для большинства регионов Казахстана, кроме отсутствия условий для интенсивной конвекции и турбулентности характерно наличие приземных инверсий или изотермии, препятствующих поступлению озона в приземный слой. Это обуславливает в годовом ходе приземного озона максимум в летний период и минимум – в зимний период, май и декабрь-январь соответственно[1].

Временной ход концентрации озона, окислов азота и температуры воздуха представлен на следующем рисунке (рис. 1).

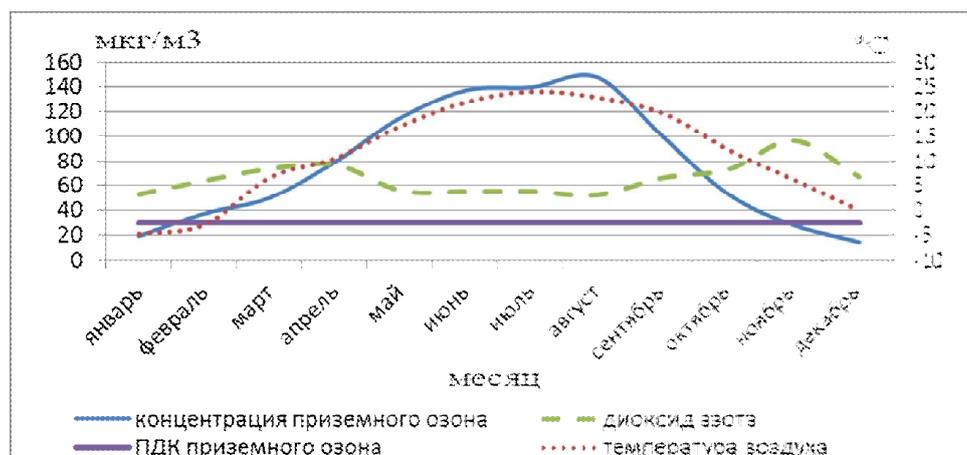


Рис. 1. Временной ход концентрации озона, окислов азота и температуры воздуха за 2003-2005 гг.

Из рисунке 1 можно видеть, что от зимы к лету кривая изменения концентраций приземного озона в общих чертах повторяет ход температуры воздуха. Начиная с августа концентрация приземного озона снижаются заметно быстрее, чем снижается температура воздуха. Это можно объяснить тем, что в конце лета и осенью для региона характерен вынос теплых воздушных масс, бедных озоном. В результате, несмотря на вполне интенсивное перемешивание по вертикали, поступление озона в приземный слой уменьшается быстрее, чем происходит снижение температуры воздуха.

Годовой ход концентраций оксидов азота обратный годовому ходу концентрации озона. Минимум концентраций оксидов азота, который обычно пересчитывают в двуокись азота, наблюдается в августе, а максимум – в зимний период, что вполне объяснимо. Основными источниками выбросов оксидов азота являются энергетические предприятия, а также автотранспорт. Выбросы энергетических предприятий максимальны в зимнее время и минимальны летом. В августе несколько снижается и количество автомобилей в городе по сравнению с весной и осенью, однако их количество остается все равно большим. В нашем случае, минимум диоксида азота наблюдается в августе и составляет 52,3 мкг/м³, максимального значения достигает в ноябре и составляет 96,2 мкг/м³.

Также был построен график суточного хода приземной концентрации озона в срединные месяцы, осредненные за 3 года (рис. 2).

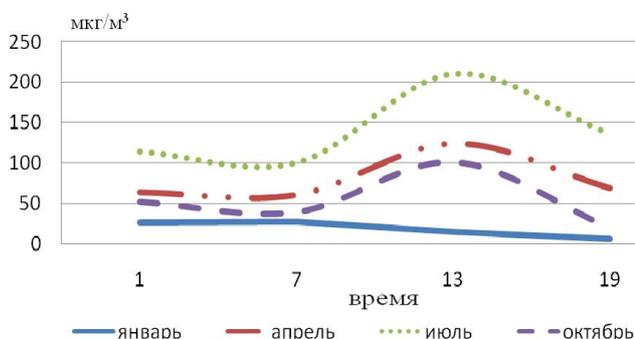


Рис. 2. График суточного хода приземной концентраций озона в срединные месяцы за 2003-2005 гг.

В январе суточный ход концентраций приземного озона выражен слабо. Его максимум имеет место в ночное время, а минимум – днем. При этом самые низкие концентраций приземного озона имеют место в 19 ч. Наблюдаемый нами в Алматы суточный ход приземного озона существенно отличается от суточного хода, невозмущенного антропогенными выбросами. Согласно [2], 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 непосредственно у земли, поскольку поток солнечной радиации,

необходимый для этого, максимален. Необходимо лишь наличие углеводородов в атмосфере [3].

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.

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 [4] 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.

Как известно, приземный озон образуется в цикле сложных фотохимических реакций с участием разнообразных малых газовых составляющих, среди которых основными компонентами, инициирующими появление озона, являются оксиды азота (NO_x), оксид углерода (CO), различные летучие органические соединения, включающие в основном многочисленные виды углеводородов, также альдегиды и кетоны. По выбросу этих загрязнителей транспорт занимает лидирующие позиции в перечне наиболее масштабных источников загрязнения атмосферы, и потому его деятельность рассматривается как одна из основных причин возникновения повышенного содержания озона в приземном слое. Подтверждением этому служат многочисленные наблюдения за содержанием озона в воздухе крупных южных мегаполисов с интенсивным автомобильным движением. Очевидно, что среди различных видов источников именно автомобильный транспорт привносит в атмосферу подавляющее количество загрязнителей – предвестников озона. При больших концентрациях NO_x количество производимого озона будет уменьшаться, а при малых концентрациях количество озона будет возрастать. Это приводит к тому хорошо наблюдаемому в экспериментах факту, что в центральной части городов, где эмиссия NO_x от автомобильного транспорта велика, концентрация озона

меньше, нежели в пригородах и загородных районах. В центре города большая часть озона расходуется на доокисление NO и углеводородов. В пригородных районах, где концентрация NO_x мала, но зато может наблюдаться относительно высокий уровень загрязнения углеводородами, концентрация озона может быть весьма большой. В работах автора [5], было показано что, рядом с проезжей частью кольцевой магистрали концентрации NO_x могут достигать 200-400 мкг/м^3 . При низких скоростях движения (30 км/час) соотношение ЛОС/ NO_x (летучие органические соединения) в частях на миллион может составлять 10-12, концентрации озона в солнечный летний день могут превышать ПДК максимальную разовую, равную 160 мкг/м^3 . При увеличении скорости транспортного потока до 60 км/час выбросы летучих органических соединений уменьшаются примерно в 3 раза при практически неизменных выбросах оксидов азота. Соотношение ЛОС/ NO_x становится рав-

ным 3-4, при этом в силу существенной нелинейности задачи концентрации озона значительно уменьшаются и не превосходят нормативной величины 160 мкг/м^3 . Учитывая, что на кольцевой магистрали предусмотрено непрерывное движение без единого пересечения в одном уровне, скорость транспорта будет высокая, можно полагать, что сверхнормативного загрязнения озонем наблюдаться не будет. На городских улицах с интенсивным медленно движущимся транспортным потоком могут наблюдаться повышенные концентрации озона [6].

В нашем распоряжении были результаты маршрутных измерений приземного озона по территории города. Маршрутные наблюдения велись почти во все месяцы года, но эпизодически.

Были построены карты пространственного распределения приземного озона по территории города за 2003 год с марта по август (рис. 3-8).

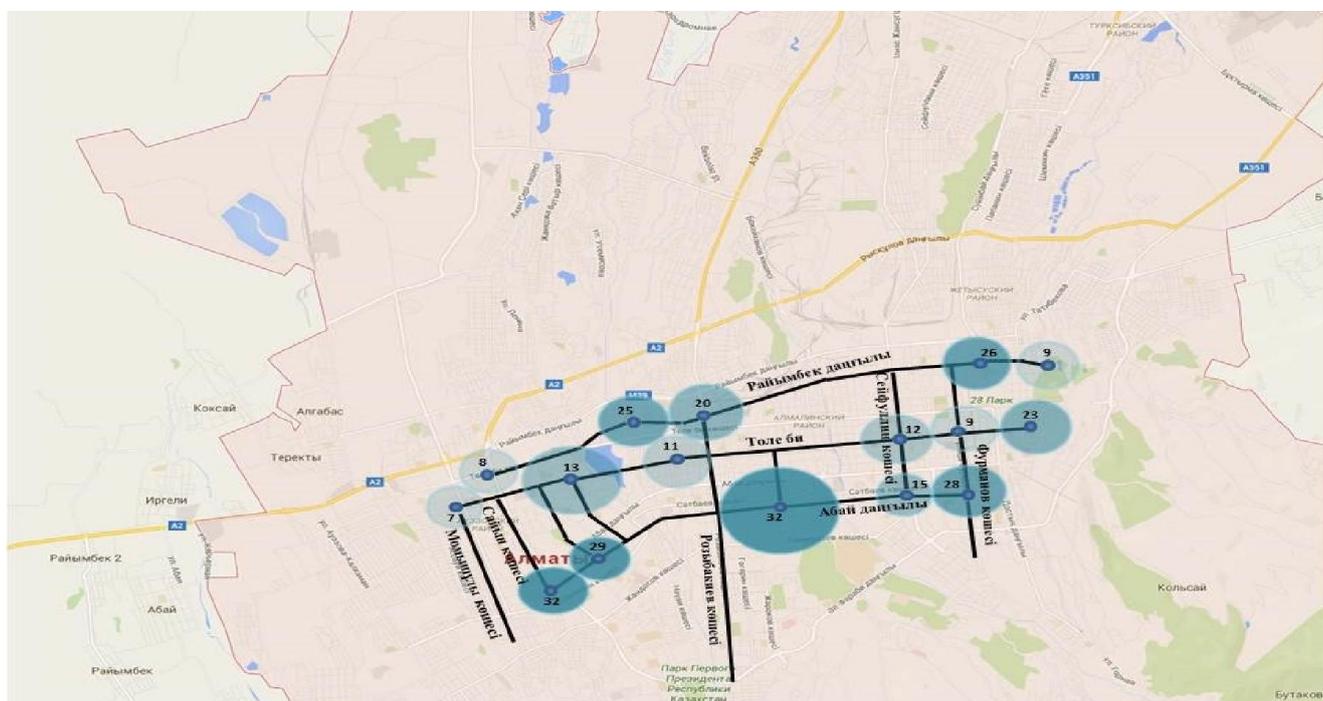


Рис. 3. Пространственная карта распределения приземного озона в марте 2003 г. по территории Алматы (по экспедиционным данным)

В марте месяце можно видеть, что вдоль улиц Толлеби и Абая имеет место минимум концентраций приземного озона.

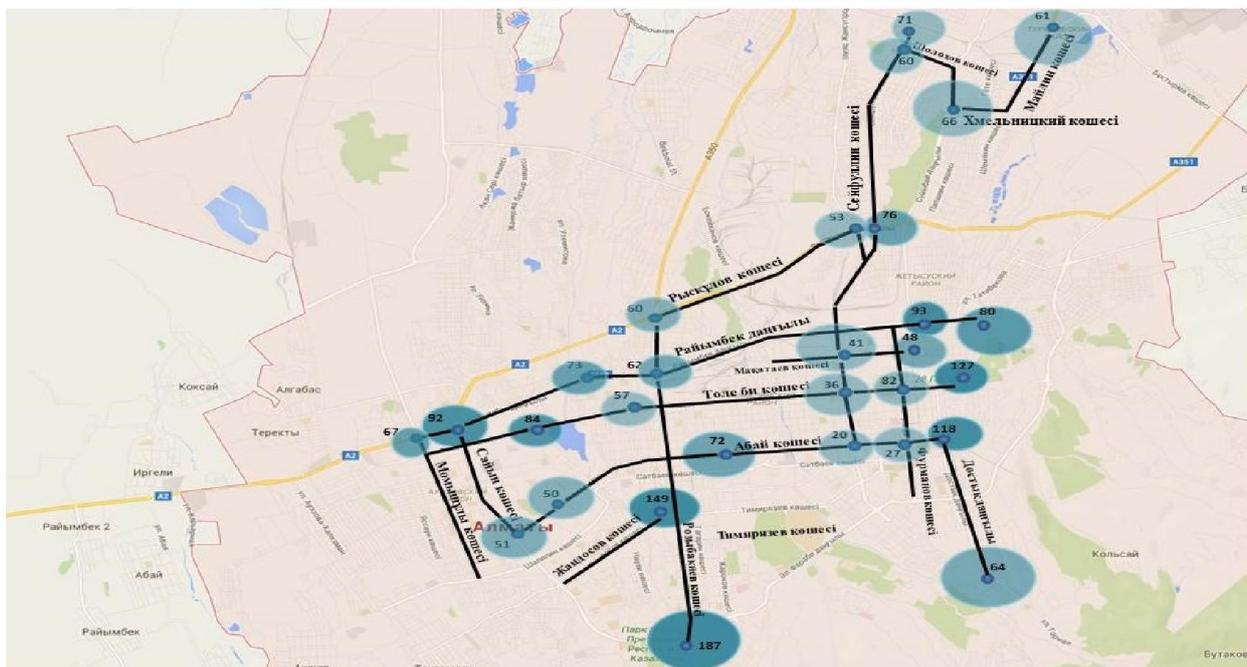


Рис. 6. Пространственная карта распределения приземного озона в июне 2003 г. по территории Алматы (по экспедиционным данным)

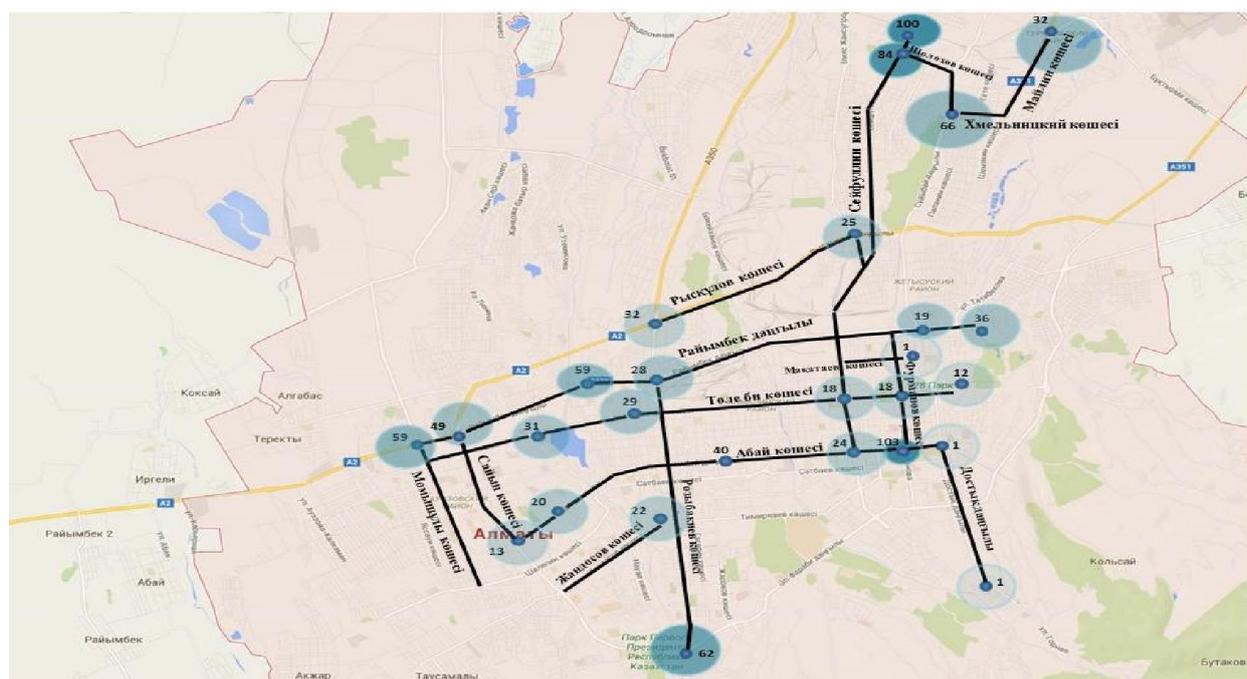


Рис. 7. Пространственная карта распределения приземного озона в июле 2003 г. по территории Алматы (по экспедиционным данным)

В июне на пересечении улиц Розыбакиева-аль-Фараби наблюдаются максимальное количество приземного озона и достигает $0,187 \text{ мг/м}^3$. В июле месяце максимум приземного озона наблюдался на пересечении улиц Абая-Фурманова и достигло $0,103 \text{ мг/м}^3$.

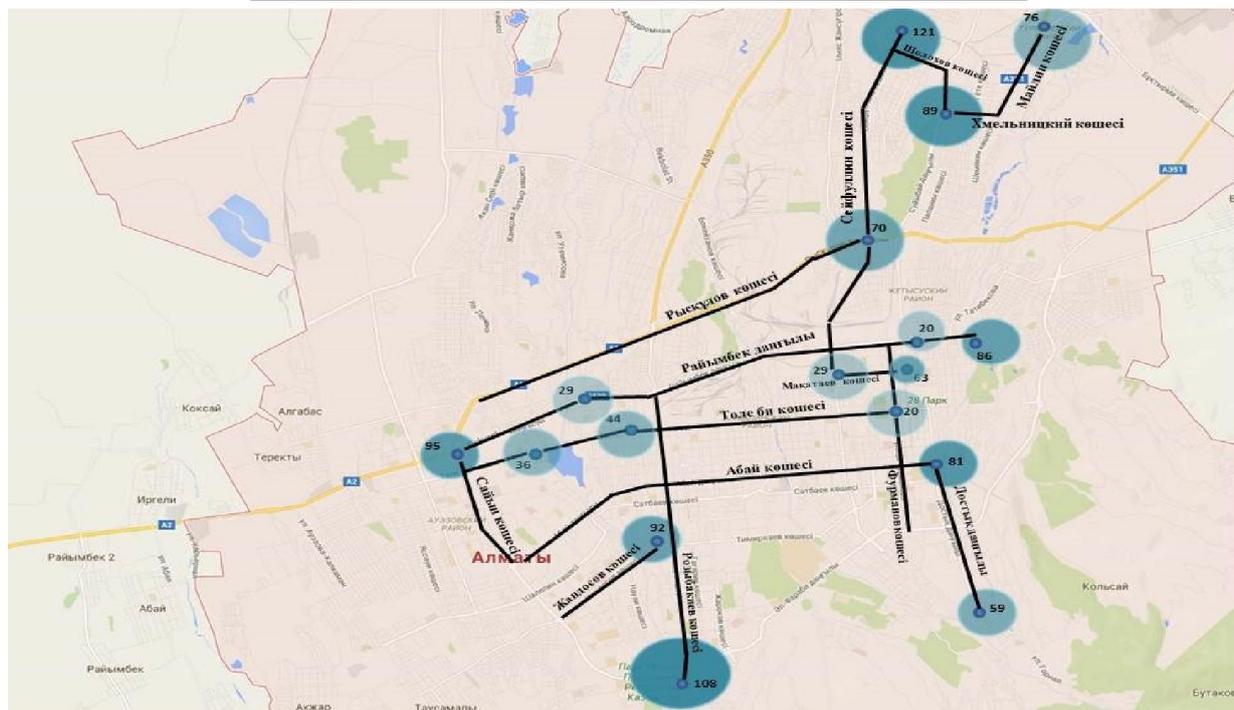


Рис. 8. Пространственная карта распределения приземного озона в августе 2003 г по территории Алматы (по экспедиционным данным)

Из пространственных карт распределения приземного озона можно видеть, что вдоль улиц Толеби и Абая имеет место минимум концентраций приземного озона. По периферии города концентраций приземного озона заметно выше, чем в центре. Исключение представляют только точки въезда и выезда из города. Максимальные концентрации озона наблюдались по периферии города, на пересечении улиц Толеби-Фурманова, Толеби-Барибаева, Розыбакиева-аль-Фараби, Достык-Абая и в районе вокзала Алматы 1. То есть, в тех местах, где не наблюдается интенсивное движение. Анализ карты-схемы подтверждает, таким образом, факт снижения концентраций приземного озона под воздействием выбросов автотранспорта.

Литература:

1. Кароль И.Л. Озонный щит Земли и человек. - СПб., 1992. - С. 30.
2. Хргиан А.Х., Еланский Н.Ф. Атмосферный озон. - М.: Изд. МГУ, 1983. - С. 156.
3. Гуцин Г.П. Озон и аэросиноптические условия в атмосфере. - Л.: Гидрометеиздат, 1964. - С. 341.
4. Чердниченко А.В., Мунайтпасова А.Н. Пространственно-временная динамика приземного озона в городе Алматы // Проблемы системного подхода в географических исследованиях, Материалы международной научно-практической конференции «VIЖандаевские чтения», 13-14 апреля, 2011 г. - С. 264.
5. Бутуханов В.П. и др. Связь концентрации озона с концентрацией окислов азота и температурой воздуха в приземном слое атмосферы г. Улан-Уде. // Метеорология и гидрология, 2005. - № 10. С. 21-32.
6. Пшенин В.Н. Автомобильный транспорт и загрязнение приземной атмосферы озонотом. // Транспорт: наука, техника, управление. - 1998. - №12. - С. 27.

Рецензент: д.геогр.н., профессор Эргешов А.А.