

# Лекция о проблеме приземного озона. Его влияние на здоровье человека.

Институт общей физики им. А.М.Прохорова  
РАН

Котельников С.Н.

e-mail: [skotelnikov@mail.ru](mailto:skotelnikov@mail.ru)

# ОЗОН В ТРОПОСФЕРЕ

**Тропосферный  $O_3$  образуется в ходе химических реакций в атмосфере.**

**Система реакций - весьма сложна. В нее входят сотни реакций.**

**Многие из этих реакций - фотохимические.**

**Протекают при участии ультрафиолетового излучения.**

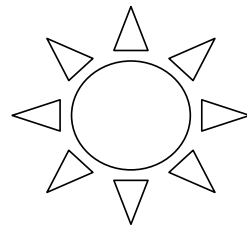
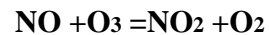
**Вовлечены: кислород, оксиды азота, летучие органические соединения.**

**Оксиды азота и углеводороды, участвующие в образовании озона в тропосфере, могут быть как природного, так и антропогенного происхождения.**

**Оксиды азота, будучи достаточно устойчивыми в атмосфере, могут переноситься с воздушными массами за счет адвекции на большие расстояния (1000 км.).**

**При подходящих условиях в атмосфере, обогащенной оксидами азота и углеводородами, формируются повышенные уровни концентраций озона. Этому также способствует повышенная температура воздуха и уровень солнечной радиации.**

# ОБРАЗОВАНИЕ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА



Коротковолновая УФ радиация  
+  
высокая температура воздуха



# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОЗОНЕ

Согласно таблице классификации веществ по степени опасности, **ОЗОН** относится к веществам высшего класса опасности - **«ЧРЕЗВЫЧАЙНО ОПАСНЫЕ ВЕЩЕСТВА»**. Класс опасности **1**, у хлора **2**.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) отнесла **ОЗОН** к веществам безпорогового действия.

В соответствии с Гигиеническими нормативами ГН 2.2.5.1313-03 (от 15.06.03) «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» максимальная ПДК **озона** – **100** мкг/м<sup>3</sup>.

В атмосферном воздухе населённых мест (от 25.06.03) максимальная разовая ПДК **озона** **160** мкг/м<sup>3</sup>., среднесуточная ПДК – **30** мкг/м<sup>3</sup>.

В странах ЕС ПДК **ОЗОНА** **100** мкг/м<sup>3</sup>-среднее за 8 часов светлого времени.

**WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide Global update 2005**  
**Summary of risk assessment.**

**WHO Press, World Health Organization, 20 Avenue Appia, 1211 Geneva 27, Switzerland (tel.: +41227913264; fax: +41227914857; e-mail: bookorders@who.int).**

**Согласно исследованиям временного ряда (WHO) прирост числа смертных случаев, обусловленных озоном составляет 1-2% по тем дням, когда усредненная за 8 часов концентрация озона достигает 100 мкг/м<sup>3</sup>, если считать за исходный уровень концентрацию озона в базовом значении 70 мкг/м<sup>3</sup>**

**По мере увеличения концентрации озона выше рекомендуемого норматива его влияние на здоровье населения проявляется все более часто и в более тяжелой форме. Подобный эффект может иметь место там, где концентрации озона являются значительными и повышаются во время жаркой погоды.**

**Усредненное за 8 часов значение 160 мкг/м<sup>3</sup> вызывает:**

**в ходе контролируемых тестов, проводимых в помещениях, при участии здоровых молодых взрослых людей, время от времени выполняющих упражнения, -нарушения функции легких, а также воспалительные процессы в легких.**

**Прирост вызываемых озоном смертных случаев на 3-5%.**

**Отрицательное влияние на здоровье детей (по результатам различных исследований, проводимых в летних лагерях, где дети подвергались воздействию озона, находящегося в атмосферном воздухе).**

## СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

**ОЗОН** оказывает общетоксическое, раздражающее, канцерогенное, мутагенное, генотоксическое действие; вызывает усталость, головную боль, тошноту, рвоту, раздражение дыхательных путей, кашель, расстройство дыхания, хронический бронхит, эмфизему лёгких, приступы астмы, отёк лёгких, гемолитическую анемию.

**ОЗОН** уменьшает лёгочную функцию;

**ОЗОН** способствует развитию астмы и увеличивает количество приступов этого заболевания;( 15 млрд.руб/год от детской астмы)

**ОЗОН** вызывает аллергию к наиболее распространённым веществам – пыли, тараканам, пыльце, домашним животным;

**ОЗОН усугубляет бронхит и эмфизему лёгких;**

**ОЗОН значительно понижает иммунитет к инфекции.**

**Особенно опасно воздействие озона на детей; их лёгкие могут сильно пострадать от воздействия озона и это отрицательно скажется на их развитии; ([www.epa.gov/airnow](http://www.epa.gov/airnow) )**

**ОЗОН действует на дыхательные ферменты, подобно ионизирующей радиации: 30-минутное вдыхание ОЗОНа концентрации 0,8мг/л эквивалентно облучению 100 рентгенами. Физическая нагрузка во время воздействия ОЗОНа резко ухудшает его переносимость.**

**Токсичность ОЗОНа очень повышается при наличии в воздухе окислов азота: совместно они действуют в 20 раз сильнее, чем порознь.»**

# **ГРУППЫ РИСКА**

**-дети**

**-пожилые и люди с сердечно  
сосудистыми заболеваниями**

**-люди с заболеваниями органов  
дыхания**

**-люди с высокой  
чувствительностью к озону**



**Стоимостная оценка ущерба здоровью населения от загрязненного  
атмосферного воздуха в отдельных российских регионах 2002 г.**

	<b>Общий ущерб (млн. евро)</b>	<b>Доля ущерба в ВРП</b>
Республика Башкортостан	1477	7%
Республика Татарстан	1076	4%
Нижегородская область	1133	6%
Свердловская область	1743	8%
Челябинская область	1405	8%

**Суммарная по России денежная оценка смертности и заболеваемости, обусловленных загрязнением атмосферного воздуха, составила 36- 37 млрд. евро/год, что составило 5,3–5,8% от ВВП.**

Наибольший ущерб от загрязнения атмосферного воздуха для здоровья населения регионов России приходится на **Урал, Западную Сибирь, а также на столичные мегаполисы.**

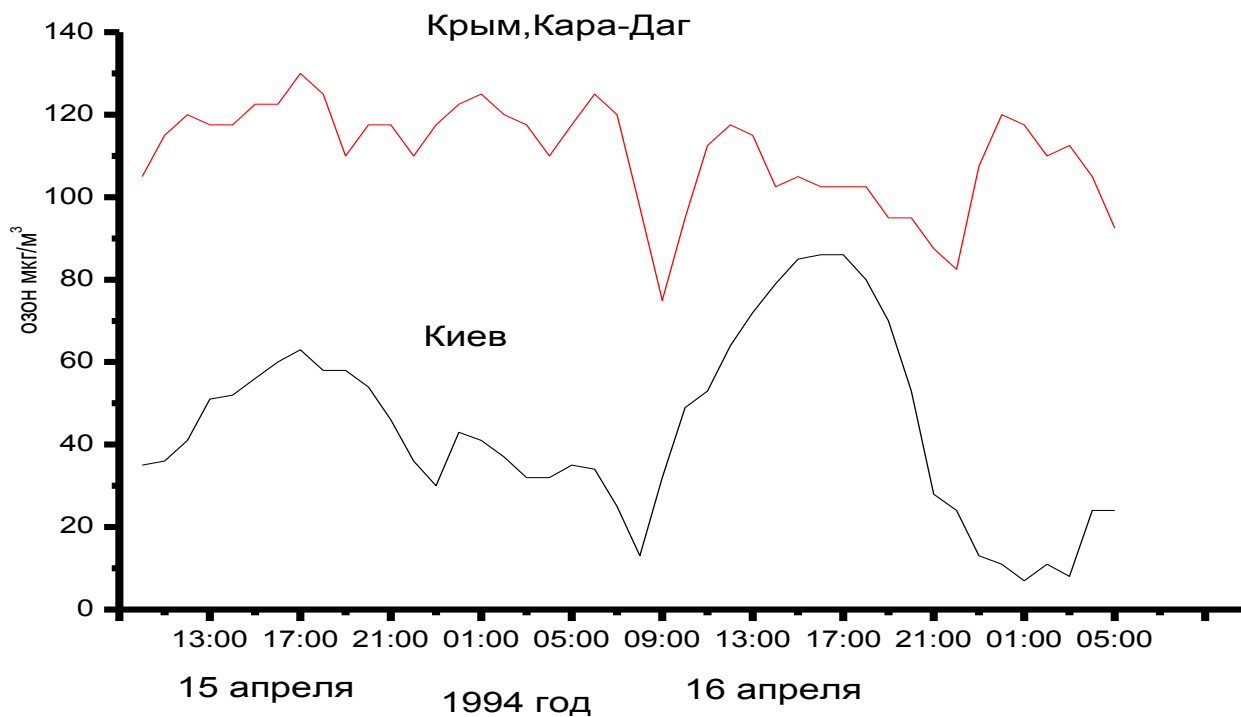
Источник: Таблица составлена на основе расчетов по модели «Экосенс», проведенных В.Н. Сидоренко на кафедре экономики природопользования МГУ.

Согласно расчетам эксперта Всемирного банка К. Львовски, доля ежегодных потерь от преждевременной смертности, обусловленной экологическим фактором, составляет для России величину в **6,5% ВВП** [Львовски, 2000].

При этом издержки, связанные с загрязнением атмосферного воздуха, были примерно в 10 раз больше издержек, связанных с загрязнением вод. **Кроме того, 95% суммарных издержек были обусловлены смертностью, вызванной загрязнением атмосферного воздуха.**

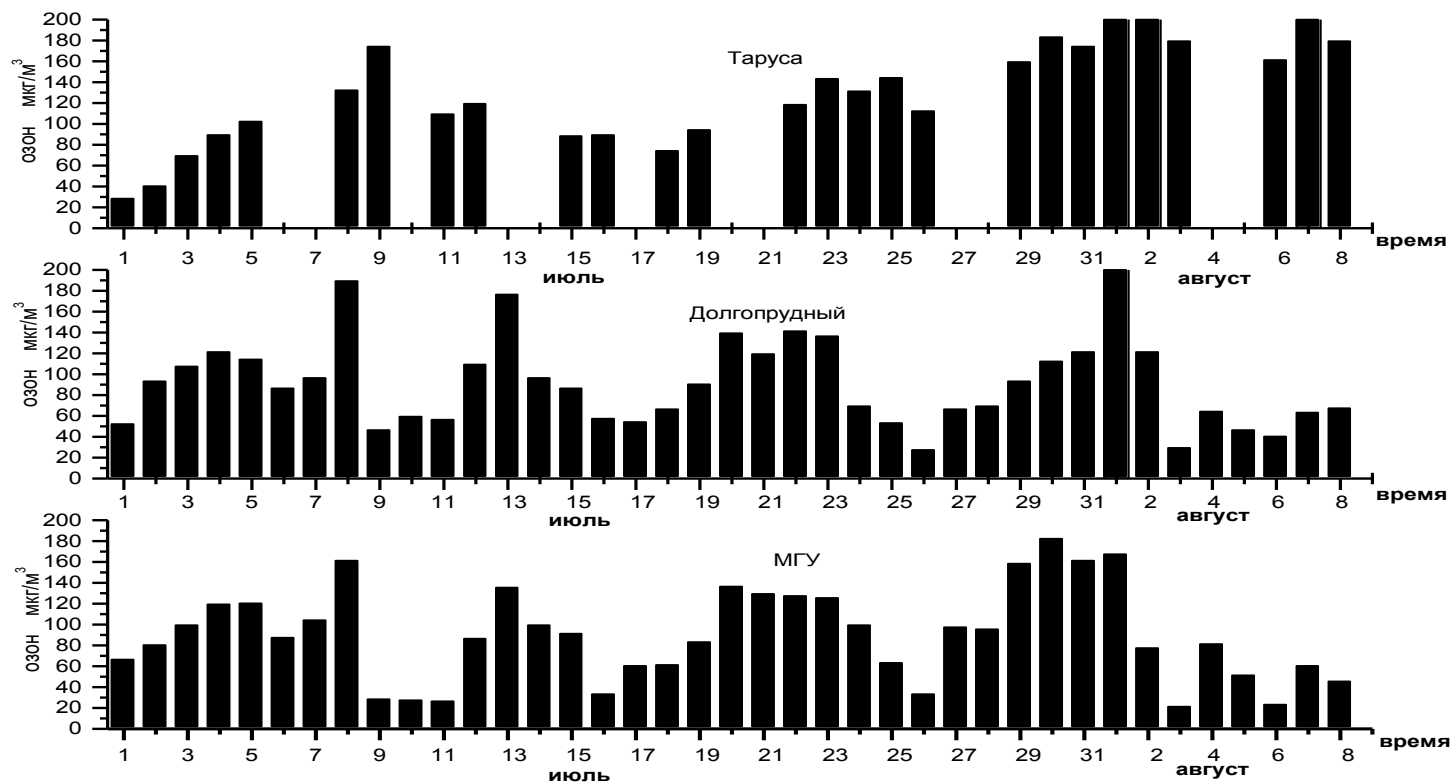
# Почасовой ход концентрации приземного озона в атмосфере г.Киева и в атмосфере Карадагского заповедника.

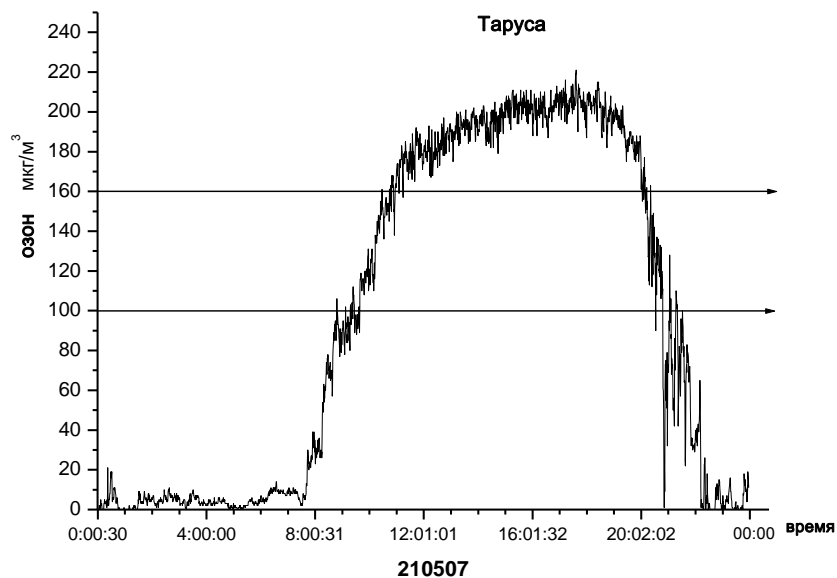
«Парадокс озона» - в атмосфере заповедника концентрации озона превышали аналогичные показатели в Киеве.



# Развитие озонового эпизода в Московском регионе во время волны тепла летом 2002 года

«Парадокс озона» — в курортном районе Калужской обл. наблюдаются концентрации озона превышающие его аналогичные значения в Москве. На диаграммах приведены средние дневные концентрации озона. Рост концентраций наблюдался одновременно с 1 июля при установлении жаркой погоды. Пожаров в это время еще не было.





## Дневной ход тропосферного озона в г.Таруса

На картинке хорошо видно как с увеличением солнечной радиации (подъем Солнца) происходит рост приземной концентрации озона и достигает своего максимума к 16-17 часам. После захода Солнца фотохимические реакции прекращаются и озон разрушается, его концентрации падают до 0.



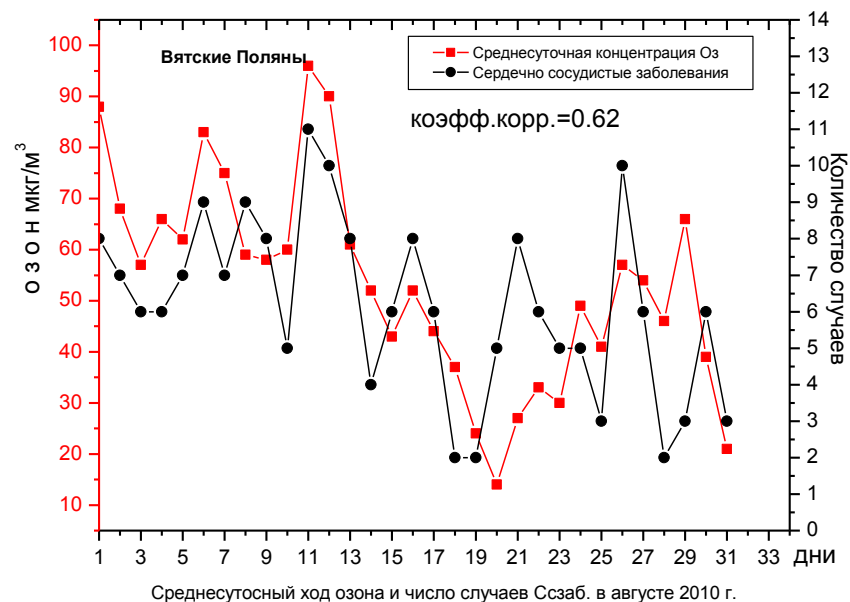
### **Дневной ход приземного озона в г.Вятские Поляны**

На картинке показан дневной эпизод превышения максимально разовой предельно допустимой концентрации озона в парковой зоне маленького городка в Кировской обл. Максимальные значения наблюдались в полуденное время.



Можжевельник очень чувствителен к загрязнению воздуха озоном и является видом-индикатором.

В окрестностях г.Вятские Поляны наблюдается массовая гибель можжевельника.

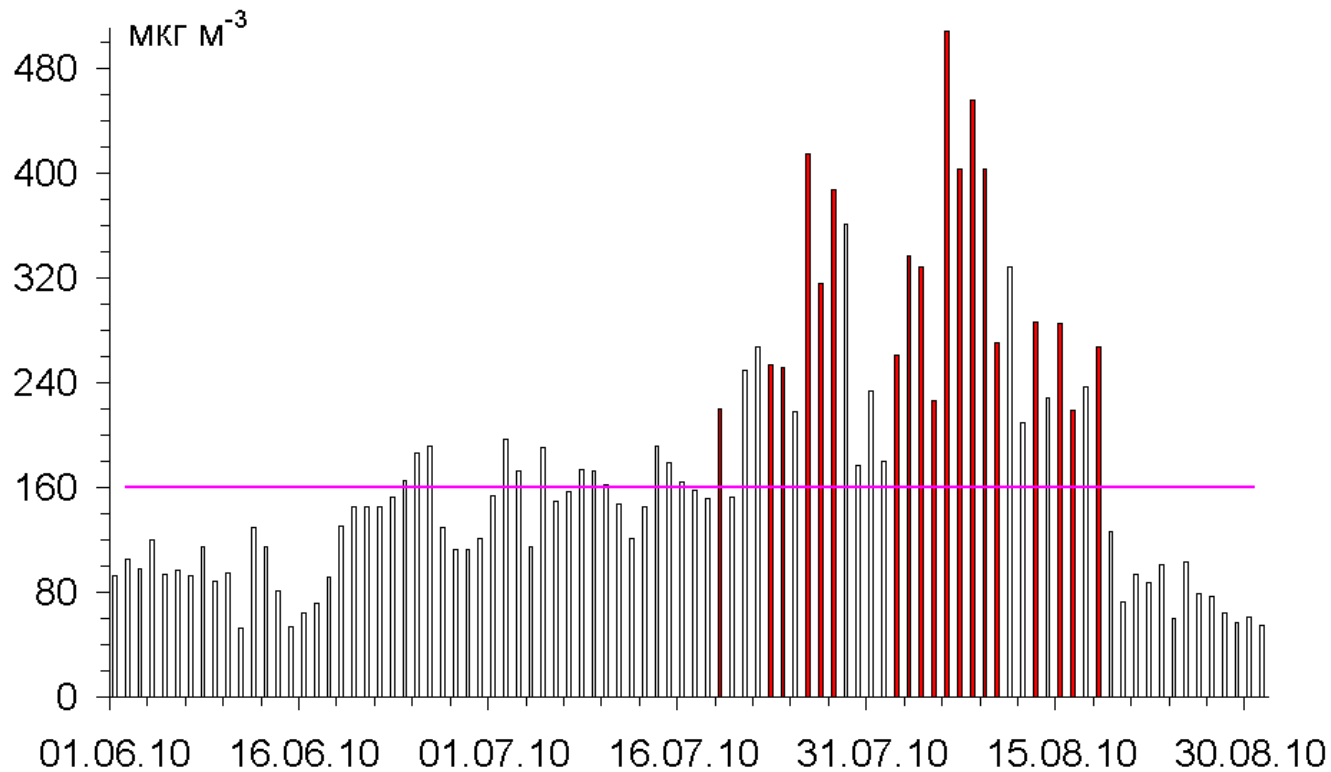


### **Среднесуточные концентрации приземного озона летом 2010 г. в г.Вятские Поляны и количество вызовов скорой помощи (КВС) связанных с сердечно сосудистыми заболеваниями.**

В августе многолетняя среднемесячная температура воздуха была превышена на 5,4 градуса. Двукратное и более превышение ПДК<sub>СС</sub> составило 16 дней подряд с конца июля по 13 августа Коэффициент корреляции между КВС и озоном в августе составил величину 0,62, между КВС и температурой 0,56, а между озоном и температурой 0,86.

# Ход максимальных разовых концентраций озона на станциях ГПУ «Мосэкомониторинг».

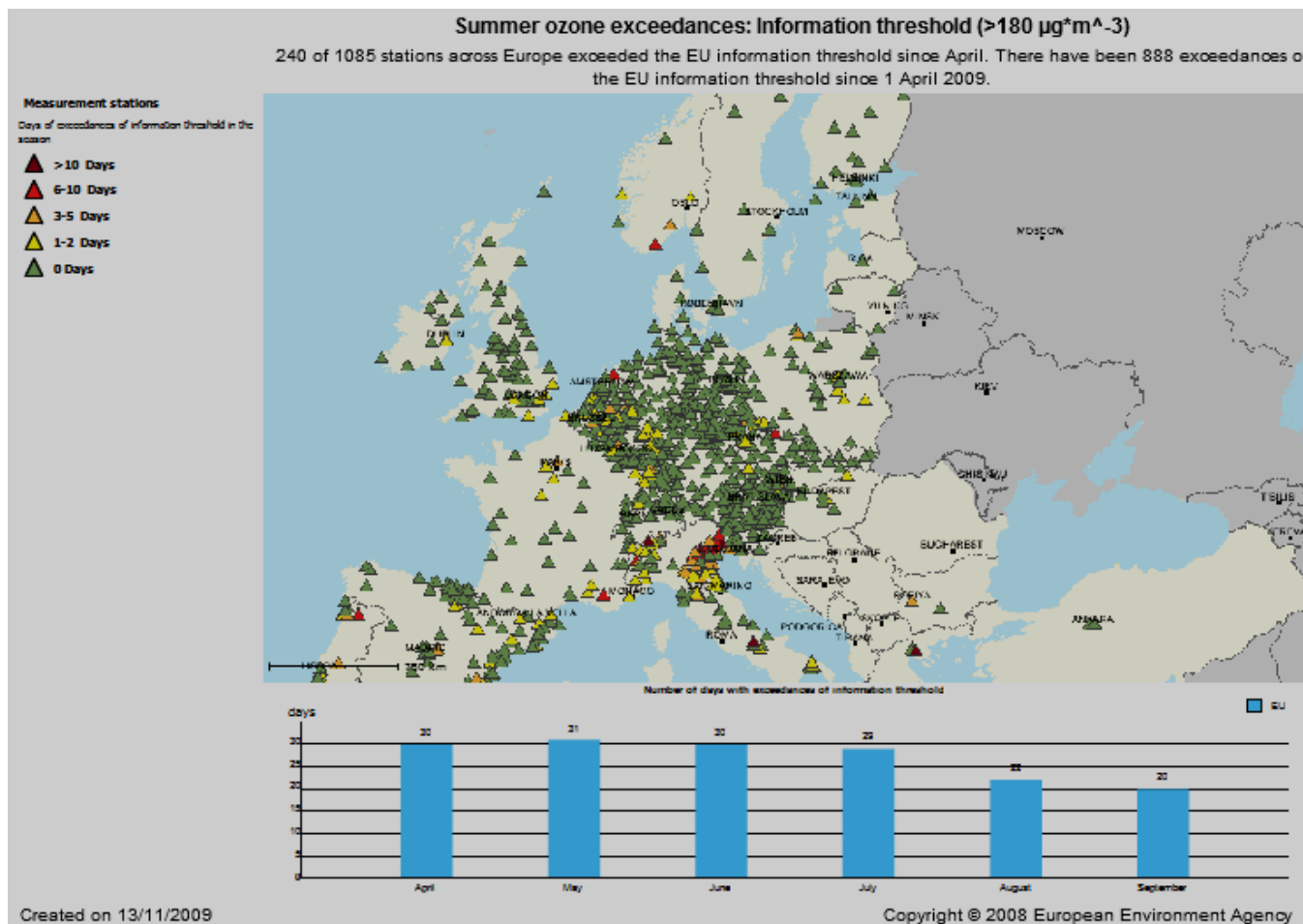
Летом 2010 г. среднечасовые концентрации озона в Московском регионе превышали 500 мкг/м<sup>3</sup>.  
Наибольшие концентрации озона наблюдались в Зеленограде и Звенигороде.





## Расположение станций мониторинга озона в странах ЕС. Информация находится в свободном доступе.

Граждане планируют свое пребывание на открытом воздухе с учетом информации о концентрациях озона. Такая информация позволяет значительно снизить риски отрицательного влияния озона на здоровье.



## **ВЫВОДЫ**

**1.УВЕЛИЧЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА И ИНТЕНСИВНОСТИ ВОЛН ТЕПЛА ПРИВОДИТ К ОБРАЗОВАНИЮ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА.**

**2.ПРИЗЕМНЫЙ ОЗОН ИНТЕНСИВНО ОБРАЗУЕТСЯ ПРИ ЖАРКОЙ ПОГОДЕ В АТМОСФЕРЕ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ ПРОДУКТАМИ СГОРАНИЯ-ОКСИДАМИ АЗОТА, ЛЕТУЧИМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ (ВЫХЛОПЫ АВТОТРАНСПОРТА).**

**3.ОЗОН-ГЛАВНЫЙ ПОРАЖАЮЩИЙ ФАКТОР В ГОРОДСКОЙ АТМОСФЕРЕ ВО ВРЕМЯ ЖАРКОЙ ПОГОДЫ.**

### **ДОЛГОСРОЧНАЯ ПЕРСПЕКТИВА**

**4.У ВЛАСТИ ДОЛЖЕН БЫТЬ ИНСТРУМЕНТ - СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА.**

### **В БЛИЖАЙШЕЕ ВРЕМЯ**

**5.ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОЗДУШНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ НЕОБХОДИМА СИСТЕМА ИНФОРМИРОВАНИЯ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ О ПРЕВЫШЕНИИ ПДК ОПАСНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ВО ВСЕХ ГОРОДАХ СТРАНЫ.**