

# **АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ МЕЗОМАСШТАБНЫХ АНТРОПОГЕННЫХ ЭФФЕКТОВ**

*А.С. Гинзбург*

В докладе представлены результаты, полученные в последнее десятилетие в Лаборатории математической экологии Института физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН в области исследования климата и экологии больших городов. Основное внимание уделено исследованиям взаимосвязи энергопотребления городского хозяйства и локальных климатических изменений.

На примере жаркого лета 2010 года в центральной части европейской территории России и в Европе в 2015 году предложена простая оценка температурных максимумов в условиях устойчивых антициклонов. Когда устойчивая метеорологическая ситуация сохраняется в течение достаточно продолжительного времени, ее можно рассматривать как равновесную. В этом случае для оценки равновесных температур можно использовать уравнения баланса энергии в атмосфере и на поверхности Земли. Простые энергобалансовые оценки показывают, что зафиксированные максимальные дневные температуры воздуха летом 2010 г. в центральной части ЕТР близки к теоретически максимально возможным значениям.

Основным фактором воздействия городов на мезомасштабные атмосферные и климатические процессы являются антропогенные потоки тепла (АПТ), обусловленные всеми видами источников тепловой энергии на урбанизированных территориях – от промышленности до метаболизма жителей. Приводятся эмпирические оценки антропогенных потоков тепла в крупнейших городских агломерациях мира.

На энергопотребление городов влияют наблюдаемые в последние десятилетия изменения погодных характеристик отопительного сезона. В рамках выполнения проекта РНФ «Анализ влияния региональных изменений климата на энергопотребление городского хозяйства мегаполисов России» получены и проанализированы данные о изменении погодных характеристик отопительного сезона в ряде мегаполисов России и затрат энергии в эти сезоны с середины XX века по настоящее время. Этот анализ показывает не только уменьшение энергозатрат в последние десятилетия, но и изменения внутрисезонного распределения потребности в теплоснабжении.

Для описания особенностей динамики городского климата и оценки энергетических потребностей городов необходимо учитывать наличие обратных связей между температурным режимом и энергопотреблением урбанизированных территорий. Эти обратные связи могут быть как отрицательными, так и положительными, а их значимость существенно зависит от климата и рельефа региона, системы тепло- и электроснабжения города и других факторов. Эти обратные связи принципиально отличаются в холодный и теплый периоды года при отоплении и кондиционировании помещений. Очень существенной оказывается роль адвекции в усилении и ослаблении этих обратных связей. В докладе приведены оценки параметра и коэффициента усиления обратной связи при воздействии антропогенных потоков тепла и адвекции на температуру воздуха в городе.

В рамках проекта РНФ для оперативной оценки необходимых энергозатрат городского хозяйства на отопления и/или кондиционирования помещений разработан и зарегистрирован как полезная программа для ЭВМ онлайн калькулятор количества градус-суток на недельный срок.

Расчет влияния энергопотребления урбанизированных территорий на мезомасштабные атмосферные процессы осуществлён с модели COSMO-CLM с блоком TERRA\_URB, для чего осуществлена регистрация в ассоциации COSMO в группах COSMO-CLM и SOILVEG и адаптация модели к вычислительным возможностям ИФА РАН. Расчеты показали, что из всех составляющих баланса энергии на урбанизированных территориях именно антропогенные потоки тепла определяют процессы формирования и трансформации городского острова тепла особенно в холодный период года.

По методике аналогичной оценки АПТ с использованием эмпирических формул получено распределение углеродного следа по территории большого города на примере Москвы. Следует отметить, что аналогичные оценки для других российских городов крайне затруднительны в связи с недоступностью адекватной информации.

В Москве имеется достоверная информация о концентрации основных загрязняющих атмосферу веществ, регулярно измеряемая на более чем 50 станциях ГПБУ «Мосэкомониторинг». Для оценки качества городского воздуха разработан и реализован численный алгоритм AtmoPoll статистического моделирования загрязнения атмосферы в Москве.