

М.И. Варенцов

МГУ имени М.В. Ломоносова, Научно-исследовательский вычислительный центр

МГУ имени М.В. Ломоносова, Географический факультет

Гидрометцентр России

Институт физики атмосферы имени А.М. Обухова РАН

Московский центр фундаментальной и прикладной математики

Университет РУДН, центр смарт-технологий устойчивого развития городских

экосистем в условиях глобальных изменений

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ГОРОДСКОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ И КЛИМАТОЛОГИИ НА ПРИМЕРЕ МОСКОВСКОГО МЕГАПОЛИСА И ГОРОДОВ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ

Современные изменения климата, рост и развитие городов, а также возросшие запросы общества на комфортность и безопасность городской среды определяют все больший научный и общественный интерес к фундаментальным и прикладным исследованиям в области городской метеорологии и климатологии. Это научное направление развивается на стыке различных областей наук о Земле, включая непосредственно метеорологию, физико-математическое моделирование, физику атмосферы, дистанционное зондирование, геоинформатику и т.д. Например, одной из важных и актуальных задач является разработка и внедрение параметризаций, необходимых для описания городской поверхности в численных моделях погоды и климата. Однако ее решение невозможно без определения необходимых для моделирования параметров городской среды и создания соответствующих пространственных баз данных. Практически во всех исследованиях в области городской метеорологии и климатологии особо остро встает вопрос о дефиците данных фактических наблюдений в городской среде, которые необходимы для исследования городского климата и факторов его формирования, для верификации моделей, а также для задач оперативного мониторинга. Многие крупные города России и мира вообще не освещены репрезентативными метео-данными. Это вынуждает обращаться к альтернативным источникам информации – данным дистанционного зондирования и краудсорсинга, или же организовывать экспериментальные измерения.

В докладе будет представлен опыт решения вышеперечисленных научных проблем на примере работ автора, выполненных в соавторстве и тесном сотрудничестве с коллегами с Географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, НИВЦ МГУ, Гидрометцентра России, Института физики атмосферы имени А.М. Обухова РАН и других организаций. На примере Московского мегаполиса будет рассмотрен опыт моделирования погоды и климата урбанизированных территорий в рамках мезомасштабной модели атмосферы COSMO и определения необходимых для модели входных параметров городской среды, а также результаты эмпирических исследований по данным различных систем мониторинга, включая краудсорсинговые данные крупнейшей сети персональных метеостанций Netatmo. Отдельное направление исследований связано с арктическими городами, которые представляют собой уникальные экспериментальные площадки по изучению влияния антропогенной

нагрузки на микроклимат, экосистемы и процессы в пограничном слое атмосферы. Однако, до недавнего времени эти территории оставались *terra incognita* городской климатологии. Чтобы восполнить пробел в знаниях, потребовалось организовывать серию экспериментальных измерительных кампаний с использованием различных средств наблюдений, начиная с автоматических метеостанций и термодатчиков и заканчивая беспилотными летательными аппаратами.

M.I. Varentsov

Lomonosov Moscow State University, Research Computing Center

Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography

Hydrometeorological Research Center of Russian Federation

A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics

Moscow Center of Fundamental and Applied Mathematics

RUDN University, Smart Urban Nature Laboratory

NUMERICAL MODELING AND EXPERIMENTAL RESEARCH IN THE FIELD OF URBAN METEOROLOGY AND CLIMATOLOGY ON THE EXAMPLE OF THE MOSCOW MEGACITY AND RUSSIAN ARCTIC CITIES

Modern climate change, urban growth and development, as well as the increased demands of society for the comfort and safe urban environment, determine an increasing scientific and public interest in fundamental and applied research in the field of urban meteorology and climatology. This scientific direction develops at the junction of various fields of earth sciences, including the meteorology itself, physical and mathematical modeling, atmospheric physics, remote sensing, geoinformatics, etc. For example, one of the important tasks is the development and implementation of parametrizations necessary to describe an urban surface in numerical weather and climate models. However, its solution is impossible without defining the required parameters of the urban environment and creating the corresponding spatial databases. Practically all urban meteorology and climatology studies face the lack of actual observation data in the urban environment, which is necessary for the study of the urban climate and the factors of its formation, for model verification, as well as for operational monitoring tasks. Many large cities are not covered by representative meteorological observations. This motivates the researches to use alternative sources of information, including the remote sensing and crowdsourcing data, or to organize experimental measurements.

The report will present the experience of solving the listed scientific problems on the example of the author's works, performed in co-authorship and close cooperation with colleagues from the Faculty of Geography of Lomonosov Moscow State University, Research Computing Center of Moscow State University, Hydrometeorological Research Center of Russia, A.M. Obukhov Institute of Atmospheric Physics and other organizations. For the Moscow megacity, the experience of modeling the weather and climate of urban areas within the framework of the COSMO mesoscale model and determining the input parameters of the urban environment will be considered, as well as the results of empirical studies based on data from various monitoring systems, including crowdsourcing data from the world's largest network of personal weather stations, Netatmo. A separate area of research is related to the Arctic cities, which are unique experimental sites for studying the influence of anthropogenic load on the microclimate, ecosystems and atmospheric boundary layer processes. However, until recently these areas remained a terra incognita of urban climatology. To fill the knowledge gap, it was necessary to organize a series of experimental campaigns using various observing tools, starting from automatic weather stations and temperature sensors and finishing by the unmanned aerial vehicles.