

А.Р. КАРИМОВ, М.А. СОЛОМАТИН

*Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва, Россия*

## **ВЛИЯНИЕ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ И СТОХАСТИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВИРУСОВ**

В рамках баллистической модели обсуждается влияние аэрозольного транспорта на распространение воздушно-капельных вирусных инфекций. Рассматривается движение отдельных частиц в двухмерной геометрии под действием силы тяжести и трения, а также детерминированных и стохастических электростатических полей. Произведена оценка расстояний, на которые могут распространиться аэрозольные частицы в зависимости от характера и величины амплитуды электрического поля. Полученные результаты были применены к анализу особенностей распространения вирусов в условиях метрополитена.

A.R. KARIMOV<sup>1,2</sup>, M.A. SOLOMATIN<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>*National Research Nuclear University MEPHI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia*

<sup>2</sup>*Joint Institute for High Temperatures RAS, Moscow, Russia*

## **INFLUENCE OF DETERMINISTIC AND STOCHASTIC ELECTRIC FIELDS ON THE SPREAD OF VIRUSES**

In the framework of ballistic model, the present paper discusses the dynamics of aerosols as applied to the spread of airborne viral infections. The movement of individual particles in two-dimensional geometry under the influence of gravity and friction, as well as deterministic and stochastic electrostatic field, is considered. An assessment was made of the distances over which aerosol particles can spread depending on the on the nature and magnitude of the electric fields. The results obtained were applied to the analysis of the characteristics of spread for viruses in metro.

В рамках баллистической модели [1-2] рассматривается влияние переноса заряженных аэрозольных частиц на распространение респираторных вирусных инфекций в условиях городской среды, где существенную роль играют как детерминированные, так и стохастические электрические поля природного и техногенного происхождения. Основой работы служит предположение о том, что вирусные частицы, обладающие собственным дипольным моментом, способны образовывать устойчивые комплексы с заряженными аэрозолями. Образованный таким образом комплекс может представлять собой макроскопическую частицу, обладающую, по крайней мере, дипольным моментом. Причём, в составе такого комплекса может содержаться достаточное для заражения количество вирионов, что превращает его в эффективный инфекционный агент.

Для простоты оценок движение подобных частиц, обладающих только дипольным моментом, исследуется в двумерной геометрии под действием силы тяжести, вязкого трения со стороны воздуха, а также электростатических сил природного и техногенного происхождения. При этом детерминированная и стохастическая компоненты электрического поля рассматриваются в модели раздельно, что позволяет оценить вклад каждого из этих факторов в процесс переноса. В качестве детерминированной компоненты выбрано естественное электрическое поле Земли, пространственная структура которого аппроксимируется классической моделью сферического конденсатора, что позволяет получить аналитическое описание его напряжённости в зависимости от высоты. В качестве стохастической компоненты, отражающей влияние городской инфраструктуры, рассматривается поле техногенного происхождения, задаваемое линейной зависимостью от координаты со случайной амплитудой, меняющейся в пространстве, что моделирует неоднородность и непредсказуемость антропогенных источников, таких как линии электропередач, промышленные установки или транспорт.

Для указанных конфигураций полей проводится численное моделирование и аналитическая оценка характерных расстояний, на которые могут быть перемещены аэрозольные частицы в зависимости от типа электрического поля и величины его амплитуды. Полученные оценки пространственного масштаба переноса являются необходимыми физическими параметрами для последующего определения ключевых эпидемиологических констант, описывающих процесс распространения вируса в компартментарных моделях математической эпидемиологии, что в конечном итоге позволяет уточнить прогноз динамики эпидемии в городских условиях с учётом физико-химических факторов окружающей среды [3].

### *Список литературы*

1. Karimov A.R., Stenflo L., Yu M.Y. Dynamics of charged aerosols relevant to transmission of airborne infections // *Physica Scripta*. – 2022. – Vol. 97. – № 8. – P. 085007.
2. Каримов А.Р., Соломатин М.А. Особенности распространения аэрозольных частиц в техногенных условиях. *Вестник Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ"*, 2024, 13, № 1, 30-39
3. Karimov A.R., Solomatin M.A., Bocharov A.N. Influence of Transfer Epidemiological Processes on the Formation of Endemic Equilibria in the Extended SEIS Model. *Mathematics*, 2024, 12, 3585