

Стохастическая модель эволюции вирусов в условиях вакцинации

Махмутова Полина Викторовна

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра теории вероятностей, Москва, Россия
E-mail: noctuam9@gmail.com

Ветвящиеся процессы широко используются при моделировании эволюции эпидемий вирусов, см., например, [1],[2]. В [3] выдвинута идея описания распространения эпидемий с использованием ветвящихся случайных блужданий, позволяющая учитывать не только размножение и гибель частиц (инфицированных индивидуумов), но и их предельное пространственное распределение. Также в [3] получены уравнения для моментов численностей популяций и субпопуляций частиц в моделях с конечным и бесконечным числом начальных частиц. Установлена дуальность этих моделей, выявляющая связь между средними численностями популяций и субпопуляций частиц при различных начальных условиях. Модели с конечным числом центров генерации частиц, называемых источниками ветвления, позволяют более естественно описать действие некоторых вирусов, в особенности, обладающих латентной фазой развития (см., например, [4]). В такой модели источники ветвления представляют собой места, благоприятные для развития инфекции, в которых возможно заражение, т.е. рост численности инфицированных индивидуумов.

Цель работы — изучить модель эпидемии вирусов, в которой генерация и транспорт инфицированных индивидуумов описывается ветвящимся случайным блужданием по многомерной решетке с одним источником ветвления, с учетом процесса вакцинации. Предполагается, что размножение и гибель частиц в источнике ветвления генерируются ветвящимся процессом Гальтона-Ватсона с непрерывным временем. Вакцинация в модели определяется параметром, изменяющим коэффициенты производящей функции ветвления, так, чтобы снизить вероятность появления зараженных индивидуумов. Получены уравнения для старших моментов численностей субпопуляций частиц в моделях с конечным и бесконечным числом начальных частиц с учетом измененных коэффициентов производящей функции ветвления. Изучено предельное по времени поведение численностей частиц (зараженных индивидуумов) и их моментов в зависимости от параметра вакцинации. Для изучения моделей использовались методы спектральной теории, общие схемы исследования операторов типа свертки развитые в работах Е. Яровой, см., например, [5].

Источники и литература

- 1) Antonelly, F., Bosco, F., Castro, D., Janini, L. Viral evolution and adaptation as a multivariate branching process. BIOMAT 2012, 217–243.
- 2) Ball, F., González, M., Martínez, R. and Slavtchova-Bojkova, M. Stochastic monotonicity and continuity properties of functions defined on Crump-Mode-Jagers branching processes, with application to vaccination in epidemic modelling. Bernoulli, 2014, 20(4), 2076–2101.
- 3) Elizaveta Ermakova, Polina Makhmutova, Elena Yarovaya. Branching Random Walks and their Applications for Epidemic Modelling. Stochastic Models, 2019 (in print)
- 4) Randall, R., Griffin, D. Within host RNA virus persistence: Mechanisms and consequences. Curr. Opin. Virol., 2017, 23, 35-42.
- 5) Yarovaya, E. B. Operators satisfying the Schur condition and their applications to the branching random walks. Comm. Statist. Theory Methods 43 (2014), no. 7, 1523–1532.