

Вероятностное прогнозирование динамики туберкулеза в регионах Российской Федерации

Криворотко О.И.^{1,2}, Неверов А.В.¹, Каминский Г.Д.^{2,3}, Шварц Я.Ш.⁴

¹НТУ «Сириус», Сочи, Россия

²ИМ СО РАН, Новосибирск, Россия

³ГУЗ «ТОКЦ по профилактике и борьбе со СПИД и ИЗ», Тула, Россия

⁴ФГБУ «Новосибирский НИИ туберкулеза» Минздрава России, Новосибирск, Россия
krivorotko.oi@talantiuspeh.ru

Несмотря на положительную динамику лечения туберкулеза (ТБ), возникновение устойчивых к лечению форм, а также ко-инфекции с другими социально-значимыми заболеваниями в последнее время растет. Для построения сценариев развития ТБ в регионах РФ требуется учитывать гетерогенность его распространения [1], а также большой процент множественно-лекарственно устойчивых форм ТБ (МЛУ-ТБ) в регионах РФ среди впервые выявленных.

На основе принципов передачи и выявления инфекции, отраженных в моделях Марчука Г.И. [2] и Романюхи А.А. [3] докладе предложена новая модель динамики туберкулеза с учетом МЛУ, учитывающая выявление инфицированных лиц с бактериовыделением (БК+) и без него (БК-). Модель является расширением модели 2018 года [4] и описывается системой девяти нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений, объединенных законом действующих масс и контролируемых десятью эпидемиологическими параметрами (Рис. 1).

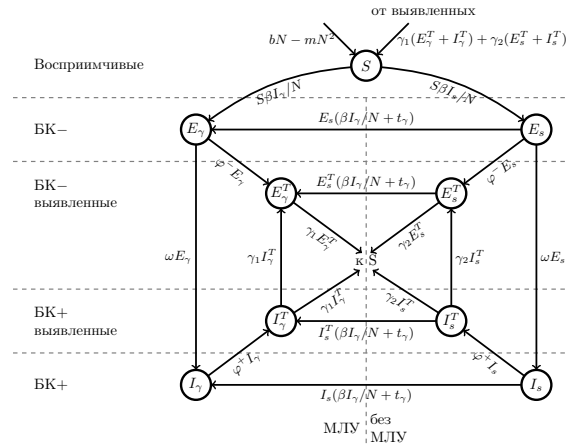


Рис. 1: Схема модели динамики туберкулеза, основанная на законе баланса масс.

Получены условия устойчивости равновесных состояний системы и проведен анализ идентифицируемости модели на основе чувствительности с использованием метода Соболя. Для получения распределения параметров модели, а также построения вероятностного прогноза с учетом неопределенности используется байесовский подход MCMC (Markov Chain Monte Carlo). Проведена валидация решений на исторических данных и получены сценарии распространения эпидемии ТБ в Новосибирской области и республике Тыва.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института математики им. С.Л. Соболева СО РАН, проект FWNF-2024-0002.

Список литературы

1. I. Meshkov, T. Petrenko, O. Keiser et al. Variations in tuberculosis prevalence, Russian Federation: a multivariate approach // Bull. World Health Organ. 2019, **97**(11):737-745.
 2. M. Perelman, G. Marchuk, S. Borisov et al. Tuberculosis epidemiology in Russia: the mathematical model and data analysis // Rus. J. Numer. Anal. Math. Model. 2004, **19**:305–314.
 3. K. Avilov, A. Romanukha, E. Belilovsky, S. Borisov. Mathematical modelling of the progression of active tuberculosis: Insights from fluorography data // Infect. Dis. Model. 2022, **7**:374–386.
 4. Y. Yu, Y. Shi, W. Yao. Dynamic model of tuberculosis considering multi-drug resistance and their applications // Infect. Dis. Model. 2018, **3**:362–372.
-