

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ SEIR-ПОДОБНЫХ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Кокурин М.М., Гаврилова А.В.

Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

kokurin@nextmail.ru, anst-val@yandex.ru

Изучаются несколько SEIR-подобных моделей распространения эпидемии. Рассматриваемые модели учитывают такие факторы, как наличие бессимптомного периода заболевания, нестойкость приобретаемого к инфекции иммунитета, а также проведение массовой вакцинации. Разработан подход к восстановлению неизвестных коэффициентов, входящих в соответствующие системы дифференциальных уравнений, по данным эпидемиологической статистики. В основе предлагаемого подхода лежит представление задачи восстановления коэффициентов в виде нелинейного операторного уравнения и его приближённое решение с помощью итеративно регуляризованных методов типа Гаусса-Ньютона. При этом учитываются различные виды погрешностей в эпидемиологической статистике, в частности, малые случайные погрешности, систематическое занижение статистики из-за ограниченных возможностей здравоохранительной системы, а также временные сдвиги статистических данных относительно реальных значений количества заражённых, выздоровевших и погибших.

Построен комплекс программ в среде Maple, реализующий предлагаемый подход к решению задачи восстановления коэффициентов SEIR-подобных моделей. Комплекс программ позволяет строить прогнозы распространения эпидемии, а также изучать динамику показателей её заразности и опасности, в т.ч. под воздействием принимаемых государствами мер по борьбе с эпидемией. Комплекс программ успешно тестировался на реальных данных по распространению эпидемии COVID-19 в России и ряде зарубежных стран в 2020 — 2022 годах, а также эпидемии лихорадки Эбола в Западной Африке в 2014 — 2015 годах. Результаты численных экспериментов показывают практическую применимость предлагаемого подхода к анализу и прогнозированию распространения эпидемий. Некоторые из этих результатов представлены в [1].

Работа проводилась при поддержке Российского научного фонда (проект 20-11-20085).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kokurin M.M., Kokurin M.Yu., Semenova A.V. Iteratively regularized Gauss-Newton type methods for approximating quasi-solutions of irregular nonlinear operator equations in Hilbert space with an application to COVID-19 epidemic dynamics // Applied Mathematics and Computation. 2022. V. 431. doi: 10.1016/j.amc.2022.127312