

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВАКЦИНАЦИИ И КАРАНТИННЫХ МЕР НА ДИНАМИКУ РАЗВИТИЯ ПАНДЕМИИ COVID-19 МУЛЬТИАГЕНТНОЙ МОДЕЛЬЮ С ИЗБИРАТЕЛЬНЫМИ НЕЙРОННЫМИ СЕТЯМИ

Мазуров М. Е.

РЭУ им. Г.В. Плеханова, Россия, 117997, Москва, Стремянный пер., 36,  
8 916 190 25 15 mazurov37@mail.ru

На основе гибридной мультиагентной модели в сочетании с избирательными нейронными сетями рассмотрено в двумерной области моделирование динамики формирования коллективного иммунитета и влияния карантинных мер при коронавирусной пандемии [1]. Агенты наделены свойствами избирательных нейронов, а связи между агентами–нейронами рассматриваются как связи в виде весовых коэффициентов, принадлежащих избирательным кластерам. Использована математическая модель итерационного типа по времени, позволяющая исследовать автоволновые процессы в двумерных неоднородных областях со сложными границами. Введена функция  $\Phi = \Phi(x, y, t, S)$ , характеризующая преобразование здорового агента мультиагентной системы в больного.  $\Phi^1(S)$  - функция осуществляет преобразование здорового агента в больного в начальный момент времени. Принято, что выздоровление больного происходит в среднем через  $q$  дней после начала заболевания, а смерть больного, если она происходит, то в среднем через  $r$  дней после начала заболевания. Вводится параметр  $\gamma$ , характеризующий длительность иммунитета после выздоровления больного.

$$\Phi^{n+1} = \Phi^n + \Phi(S^n); S_{(ij \in R)(kl \in R)}^{(n)} = \sum_{ij \in R} \sum_{kl \in R} \lambda_{(ij)(kl)}^{(n-1)} u_{ij}^{(n-1)}; \Phi^1 = \Phi(S^1); S_{(ij \in R)(kl \in R)}^{(1)} = \sum_{ij \in R} \sum_{kl \in R} \lambda_{(ij)(kl)}^{(1)} u_{ij}^{(1)}.$$

Использованная математическая модель позволила качественно исследовать следующие задачи: влияние карантинных мер на динамику развития пандемии; влияние вакцинации, совместное влияние карантинных мер и вакцинации. Предлагаемую гибридную мультиагентную модель можно рассматривать как клеточный автомат с большим возможным набором состояний, как в известной игре «Жизнь» Конвея. Такой клеточный автомат допускает естественное усовершенствование путем увеличения числа возможных состояний. В качестве новых дополнительных состояний можно рассматривать модификации заболевания в виде новых штаммов вируса, неоднородных областей со сложной формой границы, при увеличении числа существенных параметров, характеризующих пандемию.

## Литература

1. Мазуров М.Е. Идентификация математических моделей нелинейных динамических систем: монография/ М.: ЛЕНАНД, 2019, 284 с.