

УДК 004.83

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУРРОГАТНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ COVID-19 С УЧЕТОМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Матвеева А.С. (Университет ИТМО),

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Леоненко В.Н.
(Университет ИТМО)

В работе представлен анализ применения методов суррогатного моделирования для оценки динамики распространения COVID-19 с учетом неопределенности. В результате исследования предлагается заменить мультиагентную модель суррогатом, что позволит значительно ускорить процесс моделирования, а также предоставит возможность для проведения анализа неопределенности и чувствительности модели.

Введение. Математическое моделирование широко применяется для описания поведения процессов реального мира. Эпидемиология не является исключением. В настоящее время существуют различные виды моделей оценки динамики распространения болезней, некоторые из них активно применяются для моделирования COVID-19. Как правило, такие системы имеют сложную структуру вычислений, выполнение которых требует больших временных затрат. Еще одним важным показателем качества системы является точность моделирования. Для получения наиболее корректных результатов необходимо настроить входные параметры модели, а именно оценить допустимые интервалы данных величин. В качестве метода оценки применяется анализ неопределенности и чувствительности модели. Чтобы минимизировать трудоемкие вычислительные процессы, необходимые для проведения анализа, предлагается применить методы суррогатного моделирования.

Основная часть. В работе проанализированы различные методы моделирования динамики распространения COVID-19. Одним из самых распространенных является популяционный подход. Модели, построенные с использованием данного подхода, имеют упрощенную структуру, что дает возможность быстрой настройки на реальные данные. Но в случае учета дополнительных параметров, таких как неоднородность популяции или индивидуальные характеристики каждого агента, происходит значительное усложнение математического описания модели.

Для более детального описания процессов передачи вируса в популяции, а также для возможности учета индивидуальных параметров агентов была разработана мультиагентная модель распространения вирусов, которая также может быть применена для моделирования динамики процесса передачи COVID-19. Многопараметрическое описание индивидов требует использования детальных данных для калибровки модели, а также значительных вычислительных ресурсов. В силу наличия стохастических процессов для калибровки модели необходимо проводить многократные запуски, что значительно сказывается на времени выполнения моделирования. Распараллеливание вычислений приводит к незначительному ускорению работы модели. В данной работе предлагается использовать методы суррогатного моделирования для минимизации времени работы модели распространения COVID-19.

Алгоритм использования методов суррогатного моделирования заключается в следующем: исходная модель (или ее часть) заменяется на суррогат и представляется в виде «чёрного ящика», в котором главной проблемой является нахождение функции зависимости выходных данных от параметров, подающихся на вход модели. На первом этапе было предложено заменить на суррогат микромасштабные вычисления (передача вируса в рамках дома) распространения COVID-19. После первичного анализа данных было принято решение, что данный подход не позволит ускорить модель, так как в данном случае суррогат будет вычислять только один шаг моделирования (в нашем случае — один день). Следующим этапом предлагается использовать суррогат для замены всей модели. Данное решение

позволит моделировать весь цикл распространения COVID-19. В качестве суррогата рассмотрена регрессия гауссовского процесса.

Выводы. Применение методов суррогатного моделирования при оценке динамики распространения COVID-19 позволяет значительно упростить и ускорить процесс моделирования, а также позволяет провести анализ неопределенности и чувствительности мультиагентной модели.

Матвеева А.С. (автор)

Подпись

Леоненко В.Н. (научный руководитель)

Подпись