

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В МЕДИЦИНЕ: МНОГОАГЕНТНАЯ МОДЕЛЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДЫ ANYLOGIC

Кошман В.Д.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Алехина А. Э. – к. э. н., доцент

Сохранение и укрепление здоровья населения – важная социальная и экономическая проблема, одной из важных аспектов которой является снижение заболеваний. В решении поставленной проблемы предупредительные меры имеют ключевое значение. Своевременное прогнозирование интенсивности развития и распространения заболевания, может позволить разработать и применить адекватные меры противодействия, сможет обеспечить доступное использование материальных и человеческих ресурсов. Достаточно точного прогноза распространения заболевания можно достигнуть только на основе качественных моделей.

Имитационное моделирование, становится основополагающим средством поддержки принятия решений, касающихся сложных систем. Преимуществом имитационной модели является то, что в ходе моделирования возможно "сжатие" времени: годы реальной системы можно промоделировать в течение нескольких секунд или минут. Имитационные модели носят намного более общий характер, чем математические модели; их можно использовать в тех случаях, когда для проведения стандартного математического анализа нет надлежащих условий. Имитационная модель, в отличие от классических моделей, может включать в себя не только систему уравнений, но и некоторые правила (алгоритмы, которые могут быть представлены в различной форме - например, карт состояний), определяющие поведение исследуемой системы во времени (в какое состояние система перейдет в будущем из заданного текущего).

Модель распространения заболевания – стохастическая модель. Стохастическая модель – такая экономико-математическая модель, в которой параметры, условия функционирования и характеристики состояния моделируемого объекта представлены случайными величинами и связаны стохастическими (т.е. случайными, нерегулярными) зависимостями, либо исходная информация также представлена случайными величинами. Следовательно, характеристики состояния в модели определяются не однозначно, а через законы распределения их вероятностей, что позволяет наилучшим образом учесть вероятностную природу эпидемических процессов. На динамику развития этих процессов влияет множество случайных факторов, приводящих к тому, что в общем случае мы наблюдаем случайный процесс распространения заболевания. Пренебрегая этим, можно получить грубые или ошибочные оценки ресурсов, необходимых для проведения противоэпидемических мероприятий.

Целью данной работы является создание в среде Anylogic многоагентной модели распространения заболевания, которая позволит выполнить прогноз изменения уровня заболеваемости на основе текущих статистических данных.

Для достижения этой цели необходимо решить определенный ряд задач:
собрать, проанализировать и структурировать информацию о процессе заражения;
выбрать среду моделирования для реализации модели;
реализовать базовую модель и внутреннее состояние агентов;

На первом шаге, при создании модели, использовались следующие входные параметры:
количество людей – 10000 человек;
горизонт моделирование – 1 год;
латентный период – 3-14 дней;
инкубационный период заболевания – 1-14 дней;
количество резистентных людей – 0.2;
вероятность заражения – 0.1;
количество контактов за день – 5 чел. в день.

Также на этом шаге была построена модель состояний, приведённая на рисунке 1, которая отражает протекания заболевания у агента. Он поступательно проходит все стадии развития заболевания и в конце у него 3 возможных варианта: смерть, выздоровление, приобретение иммунитета к данному заболеванию.

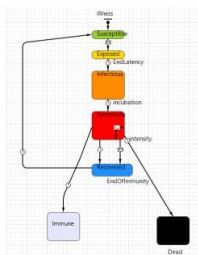


Рис. 1 – Модель протекание заболевания у агента

В каждый момент времени любой агент находится в одном из следующих состояний:

- «Susceptible» – агент здоров и восприимчив к заболеванию;
- «Exposed» – заболевание у агента находится в инкубационном периоде;
- «Infectious» – агент болен и может заразить других агентов;
- «Symptoms» – у агента ярко выраженные симптомы заболевания;
- «Recovered» – агент переболел.
- «Immune» – агент более не восприимчив к заболеванию.
- «Dead» – агент погиб.

На втором шаге была создана визуальная 2D модель распространения заболевания, наглядно отображающая распространение заболевания, на основе заданных параметров (рис.2).

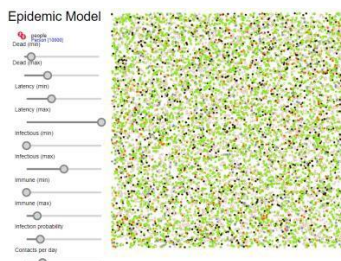


Рис. 2 – Модель распространения заболевания

На третьем этапе был добавлен динамический график, отображённый на рисунке 3. Он показывает динамику распространения заболевания во времени. Как видно из графика, характер распространения заболевания – экспоненциальный. При заданных начальных условиях пик заболеваемости достигается на 125-130 день. Далее количество заражённых начнёт убывать, а процент людей с иммунитетом значительно возрастать. В итоге прогнозируется, что 3/4 населения все-таки переболеет, а процент смертности составит от 5 до 10 %.

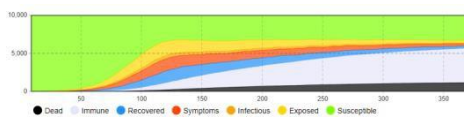


Рис. 3 – Графики динамики изменения состояния агентов во времени

Приведенная выше модель – один из примеров возможного применения многоагентного имитационного моделирования в медицине. Она доказывает, что имитационное моделирование является удобным механизмом для анализа сложных процессов в целом. Модель может быть легко

скорректирована для моделирования распространения практически любого заболевания. Ценностью этой работы будет то, что данная модель позволит дать прогноз развития заболевания во времени. За счет того, что мы используем многоагентный подход моделирования в данной модели могут быть учтены практически любые детали. Будущая система позволит нам оценить эффективность разных характеристик, исходя из возможностей системы.

Список использованных источников:

1. AnyLogic [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.anylogic.com/>