

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ

Серовайский С.Я.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, 050078, Алматы, пр. аль-Фараби 71, механико-математический факультет

Эпидемия COVID-19 в значительной степени стимулировала бурное развитие математической эпидемиологии. В настоящее время известны сотни математических моделей распространения эпидемий, существенно различающихся по своим свойствам. Наиболее употребительны модели, относящиеся к классу compartmental models. Они подразумевают разбиение всей популяции на группы людей (compartments), существенно различающихся по своему эпидемиологическому состоянию. Эти модели описывают изменение со временем численности соответствующих групп населения и различаются выбором групп и межгрупповых переходов, а также способом описания межгрупповых взаимодействий.

Следует отметить, что эпидемия представляет собой достаточно сложный процесс, состоящей из нескольких стадий. Каждая из них связана с конкретной эпидемиологической ситуацией. В этой связи представляется более эффективным описывать не эпидемию в целом, а систему эпидемиологических ситуаций, каждая из которых характеризуется собственной математической моделью.

На ранней стадии эпидемии предполагается, что вакцина для борьбы с эпидемией еще не разработана, а переболевшие люди обладают устойчивым иммунитетом. При этом вся популяция разбивается на группы чувствительных (здоровые, которые могут заболеть), контактных (здоровые, бывшие в контакте с больными), невыявленных больных (они не отражены в официальной статистике, а значит, информация о них не используется при идентификации модели, хотя именно они являются серьезными источниками заражения), легко больных (зарегистрированные больные, проходящие лечение на дому), госпитализированных (они находятся под контролем врачей и не вносят существенного вклада в распространение эпидемии), выздоровевших (они иммунизированы и уже не заболеют) и умерших.

Вторая стадия характеризуется появлением вакцины. В этих условиях добавляются группы вакцинированных, а также контактные и больные, прошедшие вакцинацию. На последующих стадиях эпидемии учитываются дополнительные межгрупповые переходы, описывающие возможность повторного заболевания у переболевших и ограниченность срока действия вакцины, вследствие чего допускается ревакцинация.

Каждая эпидемиологическая ситуация представлена двумя типами моделей – непрерывной (система дифференциальных уравнений) и дискретной (система рекуррентных соотношений), в которых по-разному учитывается ограниченность времени нахождения в группах. Модели протестированы на основе официальной статистической информации о распространении эпидемии COVID-19 в Казахстане.