

УДК 51-7

## ПРОБЛЕМА ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЛИЯНИЯ ПАНДЕМИИ НА ЭКОНОМИКУ

**Рыбина М.С.** (Ульяновский государственный университет)  
**Научный руководитель – доцент, к. ф.-м. н. Лутошкин И.В.**  
(Ульяновский государственный университет)

*Доклад посвящён оценке параметров математической модели влияния пандемии на экономику, представленной авторами в предшествующих работах. Предлагается методология расчётов для оценки численных значений либо функциональных зависимостей параметров. Приводятся результаты расчётов, полученные с использованием статистических данных и экспертных оценок различных показателей. Обсуждаются проблемы подбора данных для оценки параметров в соответствии с заданной методологией.*

Одной из центральных тем социально-экономического дискурса сегодня является влияние, оказываемое на экономику пандемией новой коронавирусной инфекции. Оно проявляется в различных аспектах. Во-первых, пандемия затрагивает социальную сферу, поскольку заболеваемость коронавирусом сказывается на общей численности населения и количестве трудоспособных лиц. Во-вторых, введение ограничительных мер с целью предотвращения роста заболеваемости отразилось на деловой активности экономических субъектов. Для эффективного разрешения возникающих при этом проблем необходимо иметь инструмент (соответствующую математическую модель), позволяющий количественно оценить указанное влияние и определить стратегию управления социально-экономической ситуацией в условиях пандемии.

При анализе публикаций, посвященных моделированию динамики пандемии коронавируса, было отмечено, что в основном в них используются модели типа SIR (не учитывающие возможный длительный инкубационный период заболевания) или SEIR (описывающие развитие заболеваний с инкубационным периодом). Такой подход учитывает только социально-биологический аспект развития эпидемии, однако не менее важным является также сопутствующий анализ экономических показателей, которые, как отмечалось выше, находятся в тесной взаимосвязи с социально-биологическими факторами. По мнению авторов, существующие модели не позволяют в полной мере оценивать влияние пандемии на экономику, что приводит к необходимости создания новой математической модели, которая позволит не только прогнозировать саму динамику эпидемии, но также учитывать её взаимосвязь с состоянием сферы здравоохранения и социально-экономической ситуацией и рассчитывать стратегии сдерживания эпидемии через управление социально-экономической сферой.

В предыдущих наших исследованиях была предложена математическая модель, отвечающая указанным критериям. В данной модели популяция с учётом специфики пандемии коронавируса разбивается на следующие группы: соблюдающие ограничительные меры, потенциально подверженные заражению, носители заболевания, заболевшие с проявлением характерной симптоматики, госпитализированные, выздоровевшие, умершие. Вводятся дифференциальные уравнения, описывающие динамику численности этих групп и их взаимовлияние с учётом управляющих воздействий со стороны органов власти (введение ограничительных мер или их смягчение), а также изменение количества койко-мест для размещения заболевших, в зависимости от социально-экономических управляющих воздействий: инвестиций в материальную базу учреждений здравоохранения, инвестиций в увеличение числа койко-мест, затрат на информирование населения об эпидемии и мерах борьбы с её распространением. Объём валового выпуска описывается функцией от объёма трудовых ресурсов и капитала. Объём трудовых ресурсов определяется вложениями труда (произведениями коэффициентов эффективности труда на долю трудоспособного населения

от общей численности населения) лиц: работающих дистанционно, подверженных риску заражения, заболевших, выздоровевших. Прибыль экономического субъекта рассматривается как разность валового выпуска в денежном выражении и затрат на осуществление экономических управляющих воздействий.

Предлагаемая нами модель позволит выбирать оптимальные управленческие воздействия в условиях пандемии. Для поиска оптимального решения был введен интегральный «критерий качества», представляющий задачу максимизации кумулятивной относительной прибыли на множестве управляющих воздействий за некоторый период от начала пандемии.

Изначально модель задана в общем виде. На практике предлагается использовать частный случай данной модели с заданными значениями параметров в дифференциальных уравнениях и алгебраических связях.

Для каждого из указанных параметров в соответствии с его содержательным смыслом была определена методология расчёта численного значения либо функциональной зависимости. Информационной базой для оценки параметров были открытые источники в сети Интернет. При этом был выявлен ряд проблем, обусловленных отсутствием в открытом доступе официальной статистики по некоторым показателям. Так, для оценки значений некоторых параметров, (например, параметра, определяющего долю лиц, перенесших бессимптомную форму заболевания, от общего числа подтверждённых носителей) приходилось пользоваться приближенными оценками экспертов, приводимыми в СМИ. Некоторые экспертные оценки по России являлись устаревшими, в силу чего возникала необходимость пользоваться аналогичными оценками по зарубежным странам, актуальными на момент проведения расчётов (например, для параметра, характеризующего частоту случаев повторной заболеваемости). По некоторым показателям (например, по затратам государства на официальную кампанию по информированию населения об эпидемии и мерах борьбы с её распространением) экспертные оценки по России, как и статистические данные, отсутствовали. В таких случаях расчёт производился на основе имеющихся данных по зарубежным странам. Наконец, по некоторым показателям (например, смертность не госпитализированных лиц) отсутствовали и статистические данные, и экспертные оценки как по России, так и по зарубежным странам. Это приводило к необходимости делать некоторые упрощающие предположения относительно параметров модели.

Таким образом, нами были получены численные значения либо функциональные зависимости параметров в дифференциальных уравнениях и алгебраических связях математической модели влияния пандемии на экономику. Перспектива развития данного частного случая модели состоит в написании программного продукта, позволяющего на основе заданных параметров выбирать оптимальные управленческие воздействия в условиях пандемии с использованием интегрального «критерия качества».