МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ РАЗЛИЧНЫХ СЦЕНАРИЕВ ПРЕКРАЩЕНИЯ КАРАНТИННЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ НА УРОВЕНЬ СМЕРТНОСТИ ОТ COVID-19 В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Дооронбекова А.[1], Жумалиева Ч.[2], Мукамбетов А.[3], Кубатова А.[4], Эстебесова А.[5], Ибрагимов Ш.[6], Молдокматова А.[7] Email: Dooronbekova17158@scientifictext.ru

[1]Дооронбекова Айжан – директор,
Общественный фонд «Институт социального развития»;
[2]Жумалиева Чынаркул – исследователь,
Общественный фонд «Институт социального развития»,
врач-эпидемиолог,
Научно-производственное объединение «Профилактическая медицина»;
[3]Мукамбетов Айбек - кандидат медицинских наук, директор,
программа «Общественное здравоохранение»
Фонд Сороса в Кыргызской Республике;
[4]Кубатова Айсулуу – исследователь,
Общественный фонд «Институт социального развития»,
аспирант,
Научно-производственное объединение «Профилактическая медицина»;
[5]Эстебесова Аида - специалист по управлению проектами,
миссия ЮСАИД в Кыргызской Республике;
[6]Ибрагимов Шамиль - исполнительный директор,
Фонд Сороса в Кыргызской Республике,
г. Бишкек, Кыргызская Республика
[7]Молдокматова Айнура - младший научный сотрудник,
Оксфордский университет, г. Оксфорд, Великобритания

Аннотация: *в статье отражены результаты моделирования влияния различных вариантов вмешательств на уровень смертности от SARS-CoV-2 в Кыргызстане. В ходе моделирования были рассмотрены пять гипотетических сценариев с различной комбинацией вмешательств по снятию ограничений, с учетом существующих неопределенностей в отношении природы вируса и его эпидемиологии. Для исследования был использован веб-интерфейс динамической модели SEIR, разработанной Консорциумом по моделированию эпидемии COVID-19 (CoMo) в сотрудничестве с Группой моделирования по вопросам глобального здоровья Оксфордского университета.*
Согласно результатам исследования, снятие всех ограничений без последующих вмешательств могло бы стать причиной высокого роста новых случаев COVID-19. Данная ситуация повлекла бы с собой перегруженность системы здравоохранения и, как следствие, высокий рост уровня смертности. Самое высокое пропорциональное количество смертельных случаев, связанных с COVID-19, прогнозировалось среди пациентов, нуждающихся в лечении с применением концентраторов кислорода/аппаратов ИВЛ ввиду ограниченного доступа к соответствующему лечению и необходимым ресурсам.
Ключевые слова: *COVID-19, пандемия, Кыргызская Республика, карантин, изоляция, моделирование, вмешательства, сценарий.*

MODELLING OF THE POTENTIAL EFFECTS OF LOCKDOWN RELEASE INTERVENTION STRATEGIES ON THE CUMULATIVE DEATHS ATTRIBUTABLE TO COVID-19 IN KYRGYZSTAN

Dooronbekova A.[1], Zhumalieva Ch.[2], Mukambetov A.[3], Kubatova A.[4], Estebesova A.[5], Ibragimov Sh.[6], Moldokmatova A.[7]

[1]Dooronbekova Aizhan - Director,
PUBLIC FOUNDATION "INSTITUTE OF SOCIAL DEVELOPMENT";
[2]Zhumalieva Chynarkul - Researcher,
PUBLIC FOUNDATION "INSTITUTE FOR SOCIAL DEVELOPMENT",
Epidemiologist,
SCIENTIFIC AND PRODUCTION CENTRE FOR «PREVENTIVE MEDICINE»;
[3]Mukambetov Aibek - PhD, Director,
PUBLIC HEALTH PROGRAM, SOROS- FOUNDATION KYRGYZSTAN;
[4]Kubatova Aisuluu - Researcher,
PUBLIC FOUNDATION "INSTITUTE OF SOCIAL DEVELOPMENT",
PhD Student,
SCIENTIFIC AND PRODUCTION CENTRE FOR «PREVENTIVE MEDICINE;
[5]Estebesova Aida - Project Management Specialist,

USAID MISSION IN THE KYRGYZ REPUBLIC;
[6]Ibragimov Shamil, - Executive Director,
SOROS-FOUNDATION KYRGYZSTAN,
BISHKEK, REPUBLIC OF KYRGYZSTAN;
[7]Moldokmatova Ainura - Research Assistant,
OXFORD UNIVERSITY, OXFORD, GREAT BRITAIN

Abstract: *the current paper explores the effect of various intervention scenarios on the level of mortality, attributable to SARS-Cov-2 infection in Kyrgyzstan, through the application of the mathematical modelling. The model considers five hypothetical scenarios with various combination of lockdown release interventions by taking into account the existing uncertainties and assumptions related to the nature of infection and epidemiology. The model was based on the on-line application of the SEIR dynamic model, which was developed by the COVID-19 Modelling (CoMo) Consortium in collaboration with Oxford Modelling of Global Health (OMGH) Group.*
According to the model outcomes, the full lockdown release would result in a high growth of new infection cases and, as a consequence, an overwhelming of the health system and increase of death cases. The model projected that the highest proportion of deaths, attributable to SARS-Cov-2, would be observed among those who required ICU and oxygen treatment but had limited access to related treatment and resources.
Keywords: *COVID-19, pandemic, Kyrgyz Republic, quarantine, isolation, modeling, interventions, scenario.*

УДК 614.46

Краткий обзор

В связи с тем, что имеющиеся данные о природе текущей эпидемии COVID-19 в КР носят ограниченный характер, метод математического моделирования был использован в качестве дополнительного инструмента с целью оказания поддержки лиц, принимающих решения. Данная модель позволила провести оценку потенциального воздействия двух подходов и составить прогноз дальнейшего развития эпидемии и возможных последствий на имеющиеся мощности системы здравоохранения:

1) полное снятие ограничений по изоляции и

2) применение управляемого подхода с постепенным снятием ограничений с помощью различных вмешательств разной интенсивности и продолжительности. Для проведения анализа мы использовали веб-интерфейс динамической модели SEIR с учетом возрастной структуры, разработанной Консорциумом по моделированию эпидемии COVID-19 (CoMo) в сотрудничестве с Группой моделирования по вопросам глобального здоровья Оксфордского университета.

Результаты данной математической модели показали, что введение режима строгого ограничения передвижения населения без проведения дополнительных вмешательств не гарантирует эффективных результатов, и должно сопровождаться надлежащими и тщательно продуманными стратегическими мероприятиями по стабилизации эпидемиологической ситуации. Предполагается, что отслеживание контактов, меры по защите групп риска, включая пациентов с COVID-19 и их контакты, а также физическое дистанцирование, являются наиболее эффективными мерами реагирования для Кыргызстана в отношении стабилизации эпидемиологической кривой и снижения уровня смертности.

Введение

Первые завозные случаи COVID-19 были зарегистрированы в Кыргызстане 16 марта 2020 года, после чего был введен режим чрезвычайного положения с 25 марта 2020 года до середины апреля с последующим продлением до 10 мая 2020 года. В связи с отсутствием вакцины, ответные меры системы общественного здравоохранения в стране были сосредоточены на общепринятых во всем мире нефармацевтических подходах, включая отслеживание контактов, тестирование, изоляцию инфицированных людей и карантинизацию контактных лиц, гигиену рук, физическое дистанцирование, закрытие общественных мест и ограничения в отношении передвижения и поездок.

Двухмесячный режим изоляции, введенный на территории всей страны, помог установить эффективный контроль над эпидемиологической ситуацией. За данный период совокупное количество подтвержденных случаев заболевания составило 1,038, из них было зарегистрировано 13 случаев смерти [1]. Однако строгие ограничительные меры были сопряжены с серьезными социальными и экономическими вызовами, что потребовало тщательного изучения ситуации в целях достижения баланса между эффективным сокращением случаев передачи COVID-19 и смягчением последствий эпидемии на социальные и экономические аспекты жизни людей.

На фоне сложившейся ситуации, когда отсутствовали какие-либо фактические знания или информация об эффективных способах профилактики и лечения в контексте страны, подход, предполагавший изучение потенциальных сценариев с помощью математического моделирования, мог стать вспомогательным инструментом для лиц, принимающих решения в области общественного здравоохранения. Учитывая данные обстоятельства, мы провели оценку ситуации, используя веб-

интерфейс динамической модели с учетом возрастной структуры, разработанной Консорциумом по моделированию эпидемии COVID-19 (CoMo) в сотрудничестве с Группой моделирования по вопросам глобального здоровья Оксфордского университета с целью изучения потенциального воздействия различных пакетов вмешательств на эпидемиологическую кривую в более чем 150 странах [2].

Целью нашей работы являлся поиск эффективных и осуществимых стратегических вмешательств в период, последовавший после снятия режима карантина, чтобы помочь стране в борьбе с эпидемией и контроле количества тяжелых случаев и числа смертей, а также для предотвращения потенциальной перегрузки системы здравоохранения в период резкого роста заболеваемости.

Методы

Для моделирования ситуации была использована динамическая модель CoMo SEIR для COVID-19 с учетом возрастной структуры, в которой случаи стратифицированы по симптомам, степени тяжести, способам обращения за лечением и доступом к медицинским услугам, [2]. Параметры модели по заболеванию и вмешательствам были основаны на имеющихся доказательных данных, включая матрицу социальных контактов для 152 стран, разработанной К. Премом и коллегами [3], отчет ООН по оценочным показателям рождаемости и смертности населения [4], национальный онлайн-ресурс по COVID-19 [1], отчет Google о мобильности населения Кыргызстана [5] и других ресурсов.

Визуальная калибровка данных проводилась с учетом факторов, связанных с заболеванием и госпитализацией, а также параметров базовых вмешательств, вероятности распространения случаев инфекции с учетом контактных лиц, соотношении зарегистрированных случаев, протекающих в симптоматической и бессимптомной форме, зарегистрированных случаев госпитализации и даты начала работы по моделированию.

Гипотетические сценарии развития ситуации в зависимости от характера проводимых вмешательств

В ходе моделирования были рассмотрены пять гипотетических сценариев с различной комбинацией вмешательств по снятию ограничений:

1) Базовый сценарий с полным снятием ограничительных мер, без каких-либо последующих вмешательств, кроме соблюдения гигиены рук и ношения масок.

2) Управляемый вариант: с более умеренным послаблением ограничений.

3) Управляемый вариант: с более активным послаблением ограничений. Оба варианта управляемых сценариев включали снятие ограничений с различной степенью интенсивности, включая работу с подтвержденными/симптоматическими случаями COVID-19 и их потенциальными контактами, а также работу с общим населением.

4) Продление режима полного карантина с последующим полным снятием ограничений.

5) Длительный режим карантина с постепенным управляемым снятием ограничительных мер. Изоляция пожилых людей не рассматривалась в качестве активной меры реагирования, подлежащей строгому соблюдению, в связи с культуральными и социальными особенностями Кыргызстана (расширенный состав семей в домохозяйствах), хотя некоторые семьи (в основном в городской местности) все-таки старались изолировать своих пожилых членов семьи. Подробная информация о параметрах вмешательства представлены в таблицах ниже.

Таблица 1. Базовый сценарий: Полное снятие ограничений

Категория	**Дата начала**	**Дата завершения**	**Значение (%)**
Гигиена рук	17/02/2020	01/05/2020	80
Гигиена рук	02/05/2020	31/12/2020	60
Ношение масок	25/03/2020	10/05/2020	50
Ношение масок	11/05/2020	31/12/2020	20
Самоизоляция при симптомах	25/03/2020	10/05/2020	80
Скрининг	25/03/2020	01/04/2020	40*
Скрининг	02/04/2020	15/04/2020	10*
Скрининг	16/04/2020	10/05/2020	50*
Изоляция домохозяйства при выявлении случая	25/03/2020	10/05/2020	60
Физическое дистанцирование	25/03/2020	30/04/2020	80
Физическое дистанцирование	01/05/2020	10/05/2020	60
Удаленный режим работы	25/03/2020	31/03/2020	30
Удаленный режим работы	01/04/2020	01/05/2020	70
Удаленный режим работы	02/05/2020	10/05/2020	60
Закрытие школ	25/03/2020	10/05/2020	100
Закрытие школ	01/06/2020	31/08/2020	80
Изоляция пожилых	25/03/2020	10/05/2020	30
Закрытие границ	25/03/2020	10/05/2020	90

** кол-во контактов*

Таблица 2. Сценарий 1: Управляемое постепенное снятие ограничений

Категория	Дата начала	Дата завершения	Значение (%)
Гигиена рук	17/02/2020	01/05/2020	80
Гигиена рук	02/05/2020	31/12/2020	60
Ношение масок	25/03/2020	10/05/2020	50
Ношение масок	11/05/2020	31/12/2020	20
Самоизоляция при симптомах	25/03/2020	10/05/2020	80
Самоизоляция при симптомах	11/05/2020	30/07/2020	40
Скрининг	25/03/2020	01/04/2020	40*
Скрининг	02/04/2020	15/04/2020	10*
Скрининг	16/04/2020	10/05/2020	50*
Скрининг	11/05/2020	30/07/2020	20
Изоляция домохозяйства при выявлении случая	25/03/2020	10/05/2020	60
Изоляция домохозяйства при выявлении случая	11/05/2020	30/07/2020	30
Физическое дистанцирование	25/03/2020	30/04/2020	80
Физическое дистанцирование	01/05/2020	10/05/2020	60
Удаленный режим работы	25/03/2020	31/03/2020	30
Удаленный режим работы	01/04/2020	01/05/2020	70
Удаленный режим работы	02/05/2020	10/05/2020	60
Закрытие школ	25/03/2020	10/05/2020	100
Закрытие школ	01/06/2020	31/08/2020	80
Изоляция пожилых	25/03/2020	10/05/2020	30
Закрытие границ	25/03/2020	10/05/2020	90

**Кол-во контактов.*

Таблица 3. Сценарий 2: Управляемое ускоренное снятие ограничений

Категория	Дата начала	Дата завершения	Значение (%)
Гигиена рук	17/02/2020	01/05/2020	80
Гигиена рук	02/05/2020	31/12/2020	60
Ношение масок	25/03/2020	10/05/2020	50
Ношение масок	11/05/2020	31/12/2020	20
Самоизоляция при симптомах	25/03/2020	10/05/2020	80
Самоизоляция при симптомах	11/05/2020	30/08/2020	60
Скрининг	25/03/2020	01/04/2020	40*
Скрининг	02/04/2020	15/04/2020	10*
Скрининг	16/04/2020	10/05/2020	50*
Скрининг	11/05/2020	30/08/2020	20
Изоляция домохозяйства при выявлении случая	25/03/2020	10/05/2020	60
Изоляция домохозяйства при выявлении случая	11/05/2020	30/08/2020	30
Физическое дистанцирование	25/03/2020	30/04/2020	80
Физическое дистанцирование	01/05/2020	10/05/2020	60
Физическое дистанцирование	11/05/2020	30/08/2020	30
Удаленный режим работы	25/03/2020	31/03/2020	30
Удаленный режим работы	01/04/2020	01/05/2020	70
Удаленный режим работы	02/05/2020	10/05/2020	60
Закрытие школ	25/03/2020	10/05/2020	100
Изоляция пожилых	25/03/2020	10/05/2020	30
Закрытие границ	25/03/2020	10/05/2020	90

** кол-во контактов.*

Таблица 4. Сценарий 3: Продление карантина (на 1 месяц) с последующей полной отменой ограничений

Категория	Дата начала	Дата завершения	Значение (%)
Гигиена рук	17/02/2020	01/05/2020	80
Гигиена рук	02/05/2020	31/12/2020	60
Ношение масок	25/03/2020	10/05/2020	50
Ношение масок	11/05/2020	31/12/2020	20
Самоизоляция при симптомах	25/03/2020	15/06/2020	80
Скрининг	25/03/2020	01/04/2020	40*

Скрининг	02/04/2020	15/04/2020	10*
Скрининг	16/04/2020	15/06/2020	50*
Изоляция домохозяйства при выявлении случая	25/03/2020	15/06/2020	60
Физическое дистанцирование	25/03/2020	30/04/2020	80
Физическое дистанцирование	01/05/2020	15/06/2020	60
Удаленный режим работы	25/03/2020	31/03/2020	30
Удаленный режим работы	01/04/2020	01/05/2020	70
Удаленный режим работы	02/05/2020	15/06/2020	60
Закрытие школ	25/03/2020	10/05/2020	100
Закрытие школ	11/05/2020	15/06/2020	100
Закрытие школ	16/06/2020	31/08/2020	80
Изоляция пожилых	25/03/2020	15/06/2020	30
Закрытие границ	25/03/2020	15/06/2020	90

** кол-во контактов.*

Таблица 5. Сценарий 4: Продление карантина (2 месяца) с управляемым снятием ограничений

Категория	**Дата начала**	**Дата завершения**	**Значение (%)**
Гигиена рук	17/02/2020	01/05/2020	80
Гигиена рук	02/05/2020	31/12/2020	60
Ношение масок	25/03/2020	10/05/2020	50
Ношение масок	11/05/2020	31/12/2020	20
Самоизоляция при симптомах	25/03/2020	15/07/2020	80
Самоизоляция при симптомах	16/07/2020	30/12/2020	60
Скрининг	25/03/2020	01/04/2020	40*
Скрининг	02/04/2020	15/04/2020	10*
Скрининг	16/04/2020	15/07/2020	50*
Скрининг	16/07/2020	30/12/2020	40*
Изоляция домохозяйства при выявлении случая	25/03/2020	15/07/2020	60
Изоляция домохозяйства при выявлении случая	16/07/2020	30/12/2020	40
Физическое дистанцирование	25/03/2020	30/04/2020	80
Физическое дистанцирование	01/05/2020	15/07/2020	80
Физическое дистанцирование	16/07/2020	30/12/2020	40
Удаленный режим работы	25/03/2020	31/03/2020	30
Удаленный режим работы	01/04/2020	01/05/2020	70
Удаленный режим работы	02/05/2020	15/07/2020	60
Удаленный режим работы	16/07/2020	30/10/2020	30
Закрытие школ	25/03/2020	10/05/2020	100
Закрытие школ	11/05/2020	15/07/2020	100
Закрытие школ	16/07/2020	31/08/2020	80
Закрытие школ	01/09/2020	30/10/2020	80
Изоляция пожилых	25/03/2020	15/07/2020	30
Изоляция пожилых	16/07/2020	30/12/2020	30
Закрытие границ	25/03/2020	15/07/2020	90
Закрытие границ	16/07/2020	30/09/2020	50

**Кол-во контактов*

Результаты

Фактическое и прогнозируемое кумулятивное количество смертей, связанных с COVID-19

Согласно прогнозам, тенденция, аналогичная развитию ситуации по случаям, должна была наблюдаться и в отношении кумулятивных случаев смерти. На диаграмме 1 показано, что наибольшее количество смертей наблюдалось бы при развитии сценария с полным снятием ограничений (базовый сценарий и сценарий 3). Уровень смертности мог снизиться, при условии применения подхода с постепенным послаблением ограничений, и темпы снижения зависели от интенсивности пост-карантинных вмешательств.

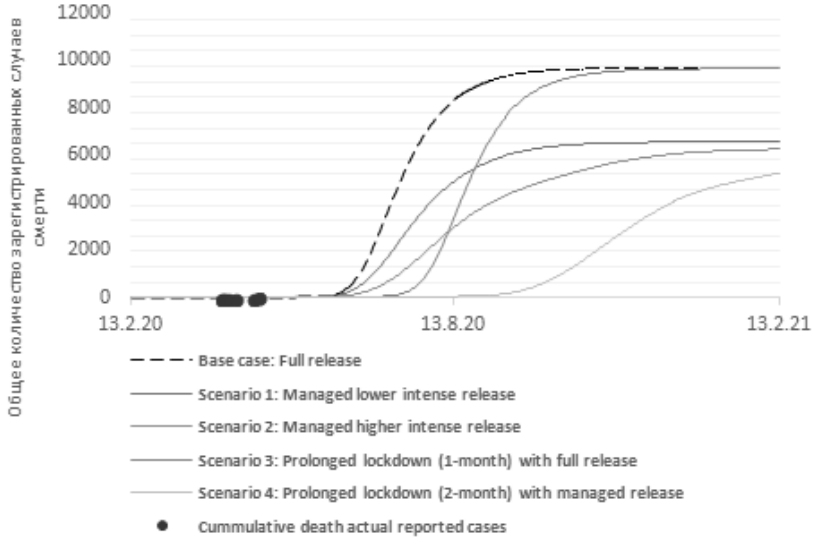

Рис. 1. Диаграмма. Совокупное количество фактических и прогнозируемых зарегистрированных случаев смерти от COVID-19 в разбивке по сценариям

Таблица 6. Общее количество смертей и предотвращенных случаев смерти

Сценарии	**Общее # смертей (n)**	**% предотвращенных смертей**
Базовый сценарий	9654	Исходные данные
Сценарий 1	6576	+31.8
Сценарий 2	6257	+35.2
Сценарий 3	9656	-0.02
Сценарий 4	5245	+45.7

Как показано в таблице 6, управляемое постепенное снятие ограничений могло бы способствовать предотвращению на 31%-35% больше смертных случаев по сравнению с базовым сценарием. Продление карантина с постепенных снятием ограничений могло снизить смертность еще на 45%. Однако, как упоминалось выше, данный вариант являлся наименее предпочтительным из-за его потенциальных разрушительных последствий на другие аспекты жизни людей.

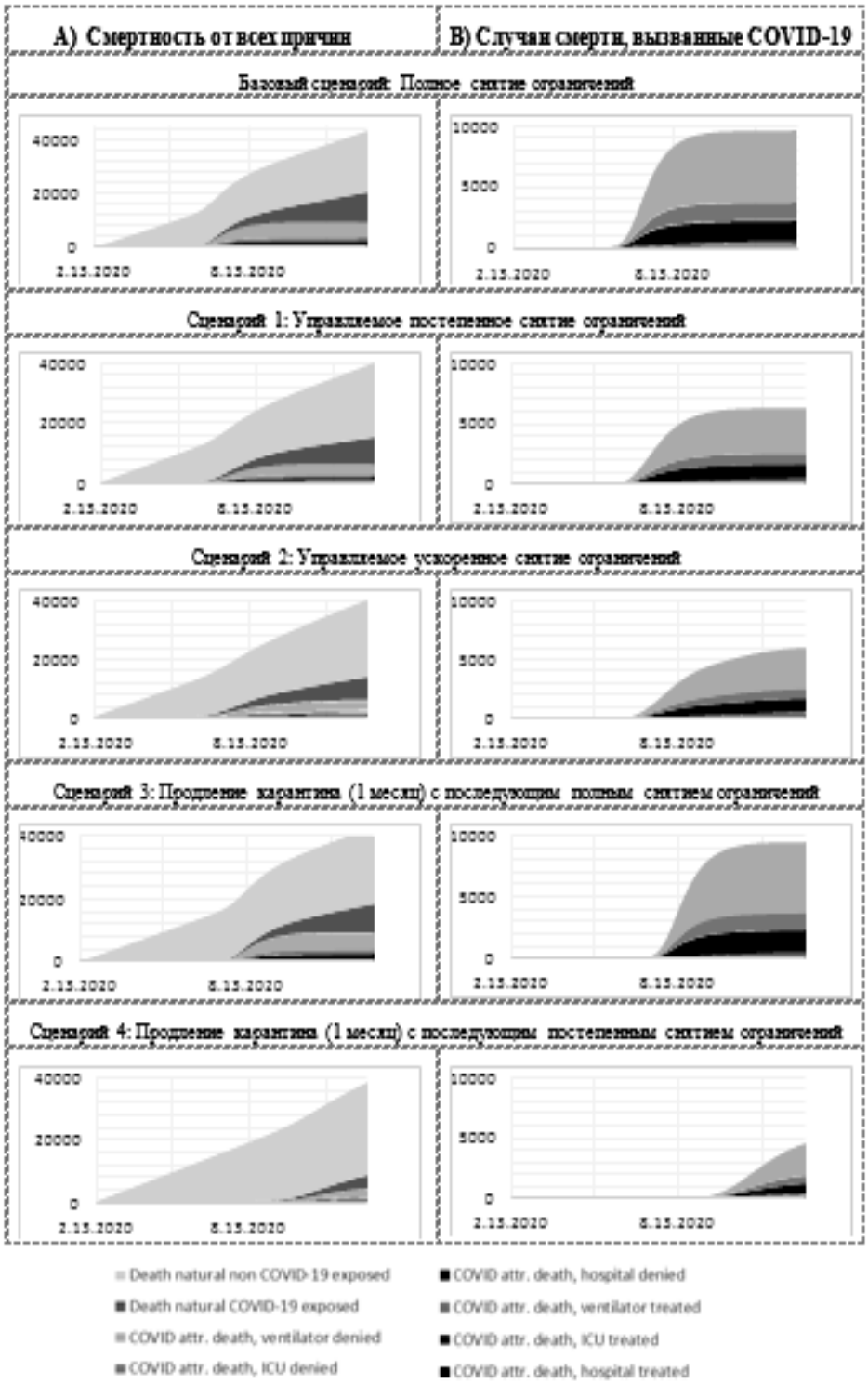

Рис. 2. Диаграмма: Прогнозируемое кумулятивное количество смертей в Кыргызстане после отмены карантинного режима 10 мая 2020 г. (в разбивке по сценариям)

В вышеприведенной диаграмме 1 мы произвели стратификацию ожидаемой смертности, то есть разбили ее по категориям для того, чтобы отразить влияние случаев в связи с COVID-19 на уровень смертности по всем причинам, а также для того, чтобы проанализировать уровень смертности среди пациентов с тяжелыми формами заболевания COVID-19, включая как тех, кто получил лечение, так и тех, кто не получил доступ к необходимому лечению и ресурсам. Модель прогнозировала, что наиболее высокая смертность должна была наблюдаться среди тех, кто не смог бы получить доступ к ИВЛ аппаратам, а также тех, кому отказали бы в госпитализации и оказании реанимационной помощи во

время пика эпидемии. Как упоминалось ранее, количество случаев смерти в каждой категории можно было бы сократить путем улучшения профилактических мероприятий.

Другим важным аспектом, заслуживающим внимания, являлся тот факт, что потенциальный вклад летальных случаев, связанных с COVID-19, в общие показатели смертности по всем причинам, согласно прогнозу не ожидался на чрезвычайно высоком уровне, составляя от 15.2% (Сценарий 4) до 22.7% (Базовый сценарий). Это могло быть связано с целым рядом причин, одной из которых является пирамидальная структура населения, в которой наибольшая доля приходится на молодежь и детей.

Однако, при этом важно отметить, что прогнозы модели не учитывали взаимодействие COVID-19 с другими заболеваниями и факторами, соответственно влияние эпидемии на смертность, не связанную с COVID-19, не принималось во внимание. Так, на диаграмме 2А показано, что уровень смертности по причинам, не связанным с COVID-19, был примерно одинаковым во всех сценариях, хотя имеющиеся данные давали основания предполагать, что данная кривая может расти в результате сокращения доступа к лечению в силу повышенного спроса на имеющиеся ресурсы, необходимые для лечения пациентов с COVID-19.

Обсуждение

Используя математическую модель, мы сравнили потенциальное воздействие полного и управляемого снятия карантинных ограничений на ход пандемии COVID-19 в Кыргызстане. На основе результатов прогнозирования мы пришли к выводу, что полное снятие ограничений без последующих вмешательств могло вызвать значительный рост количества новых случаев заболевания, что привело бы к перегруженности системы здравоохранения, и как следствие, к высокому росту уровня смертности.

Тем не менее, согласно модели, уровень смертности мог оставаться довольно высоким практически при любом сценарии развития событий вследствие чрезмерного спроса на госпитализацию, значительно превышающего предельные возможности имеющейся системы здравоохранения. Самое высокое пропорциональное количество смертельных случаев, связанных с COVID-19, прогнозировалось среди пациентов, нуждающихся в лечении с применением концентраторов кислорода/аппаратов ИВЛ ввиду ограниченного доступа к соответствующему лечению и необходимым ресурсам.

На основе вышесказанного, исследователями предполагалось, что эпидемическая ситуация в Кыргызстане в июне-июле развивалась в соответствии со сценарием, который предусматривал полное снятие ограничений, что требовало принятия чрезвычайных мер как со стороны правительства, так и со стороны населения с целью недопущения дальнейшего обострения эпидемической ситуации и предотвращения ее трагических последствий. Учитывая проблему ограниченности данных об этой новой эпидемии, и принимая во внимание текущее положение дел, дальнейшее моделирование может оказаться полезным при разработке стратегий и планировании интервенций.

Ограничения и допущения

Любые результаты моделирования следует использовать с осторожностью ввиду ограниченности имеющихся данных относительно распространения вируса COVID-19 и его эпидемиологии. Кроме того, нам необходимо принимать во внимание ограничения связанные с существующей неопределенностью и допущениями касательно охвата и эффективности текущих интервенций, на которые оказывают воздействие социальные, культурные и экономические факторы. Результаты моделирования будут меняться по мере того, как мы будем все больше узнавать о заболевании и влиянии вмешательств на характер заболевания, а также получать более надежные данные относительно интенсивности интервенций и охвата ими населения. Соответственно, модель и прогнозы необходимо постоянно обновлять, по мере получения новых данных и знаний.

Также важно осознавать, что модель отражает среднесрочный прогноз развития эпидемиологической ситуации. При долгосрочном прогнозировании, кривая будет выглядеть иначе. Например, продление карантина с постепенным снятием ограничений демонстрирует наиболее благоприятные результаты в рамках периода, охваченного симуляцией (до 13 февраля 2021 года). Однако, мы допускаем что отмена всех посткарантинных вмешательств без постепенного управляемого снятия ограничений может вызвать новую волну заболеваний. Таким образом, в свете отсутствия более эффективных мер, таких как вакцинирование, мы считаем, что управляемое и постепенное снятие строгих ограничений на передвижение граждан потребует дальнейших усилий в сфере контролируемого управления ситуацией.

В этой связи, результаты моделирования необходимо интерпретировать исключительно в свете выше обозначенных допущений и ограничений.

Признательность

Авторы статьи выражают признательность Министерству Здравоохранения Кыргызской Республики и Департаменту профилактики заболеваний и государственного санитарно-эпидемиологического надзора за предоставление данных для моделирования. Отдельная благодарность профессору Оксфордского университета Лизе Уайт за координацию работы и техническую помощь, оказанную кыргызской группе моделирования, а также доктору Рикардо Агуас (Оксфордский

университет) и Оливеру Келхай (Оксфордский университет) за компьютерное программирование модели и разработку веб-интерфейса.

Список литературы / References

1. Stop COVID KG. (2020). COVID-19 Kyrgyzstan. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://covid.kg/ (дата обращения: 30.12.2020).
2. *Aguas R., Hupert N., Shretta R., Celhay O., Moldokmatova A., Arifi F., Mirzazadeh A., Sharifi H., Adib K., Pan-ngum W., White L.J.*, and the CoMo Consortium*. COVID-19 Pandemic Modelling in Context: Uniting People and Technology Across Nations. July 2020. Pre-print. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33488.53769/ (дата обращения: 30.12.2020).
3. *Prem K., Cook A.R. & Jit M.* (2017). Projecting social contact matrices in 152 countries using contact surveys and demographic data. PLoS Computational Biology, 13(9), e1005697. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1005697/ (дата обращения: 30.12.2020).
4. UN. (2019). World Population Prospects: Population Division. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/ (дата обращения: 30.12.2020).
5. Google. (2020). COVID-19 Community Mobility Reports. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.google.com/covid19/mobility/ (дата обращения: 30.12.2020).