

СИМУЛЯЦИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ COVID-19 ПО МОДЕЛИ UNIVERSITY OF LONDON В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Афанасьев В.В., Кизименко Т.Г.*

Витебский государственный медицинский университет, г. Витебск

Ключевые слова: COVID-19, University of London, эффективность изоляции.

Резюме: с 31 декабря 2019 года, когда власти Китая объявили об обнаружении вспышки неизвестного вируса, прошло 13 месяцев. За это время (на конец января) во всём мире было выявлено около 103 миллионов подтверждённых случаев заболевания, 2 миллиона 230 тысяч смертей, вызванных вирусом SARS-CoV-2. По всему миру ежедневно обновляются рекорды по суточному приросту, страны заявляют о приходе второй волны пандемии. [2,3]

Resume: 13 months have passed since December 31, 2019, when the Chinese authorities announced the detection of an outbreak of an unknown virus. During this time (at the end of January), about 103 million confirmed cases of the disease were detected worldwide, 2 million 230 thousand deaths caused by the SARS-CoV-2 virus. Records for daily growth are updated every day around the world; countries announce the arrival of the second wave of the pandemic. [2,3]

Актуальность. Вспышка COVID-19, ставшая очередной глобальной проблемой мирового сообщества (вслед за тяжёлым острым респираторным синдромом, пандемией гриппа H1N1, ближневосточным острым синдромом), указала человечеству на необходимость коренных безотлагательных изменений в подходе к идентификации и локализации респираторных инфекций.

Воздушно-капельный и воздушно-пылевой пути являются самыми вирулентными способами передачи инфекционного агента: если для передачи ВИЧ-инфекции и гепатита С необходим сексуальный контакт (и то риск передачи ВИЧ-инфекции для одиночного полового акта составляет не более 2–3 %) или использование общего шприца с непосредственно свежей кровью внутривенно, то есть необходимо создание специальных условий, то для респираторных дыхательных инфекций будет достаточно недлительного (15–20 минут) пребывания в одном помещении.

Это обуславливает высокий индекс репродукции, стремительный рост числа заболевших людей, а также огромную нагрузку на систему здравоохранения страны, которая в пиковые моменты эпидемии становится неспособной оказывать помощь всем нуждающимся, что приводит к возникновению смертей из-за невозможности оказать квалифицированную помощь (использование ИВЛ, реанимационные мероприятия).

Напротив, для локализации данных инфекций не требуется проведения дорогих санитарно-противоэпидемических мероприятий — соблюдение правил личной гигиены, ношение медицинских масок в общественных местах, исключение необязательных тесных контактов с окружающими людьми, немедленная самоизоляция при появлении первых симптомов — все эти несложные меры спасают жизни многих тысяч людей.

Цель: анализ возможного распространения COVID-19 в Республике Беларусь при различном уровне изоляции клинических случаев с помощью компьютерной симуляции по модели University of London.

Задачи: 1. Создание симуляционной среды на основе разработки City University of Hong Kong и University of London «Epidemix»; 2. Моделирование распространения COVID-19 для Республики Беларусь по параметрам University of Hong Kong и University of London; 3. Анализ полученных данных, нахождение корреляций.

Материал и методы. В качестве среды компьютерного моделирования была выбрана разработка City University of Hong Kong и University of London «Epidemix», позволяющая использовать 11 базовых шаблонов болезней с пошаговым выбором параметров, мгновенной визуализацией данных и их просмотром в таблицах с возможностью экспорта. [1]

Для моделирования выбран режим Disease-specific COVID-19 со следующим набором предустановленных статических параметров.

Особенности популяции: страна / регион — Республика Беларусь; численность населения — 9449000 человек; учёт возрастной демографической структуры — да; смешение по возрасту — да.

Особенности инфекции и передачи: количество нулевых пациентов (количество заражённых человек в начале симуляции) — 1; ввоз новых случаев — да; доля субклинических случаев зависит от возраста — да; помощь: тяжесть клинического случая зависит от возраста — да.

Стратегия управления: тип вмешательства — изоляция клинических случаев; дней до начала изоляции — 14; продолжительность изоляции — 14 дней.

Эффективность изоляции выбрана в качестве динамического параметра.

Продолжительность эпидемии — 365 дней.

Было проведено 110 симуляционных запусков (по 10 на один шаг; один шаг — 10 запусков с одним уровнем эффективности изоляции от 0 до 1 (увеличение на 0,1)). Для статистического анализа брались медианы симуляционных запусков.

Результаты и их обсуждение. Результаты симуляционных запусков представлены в таблицах 1,2.

Таблица 1 — медианные значения 60 симуляционных запусков моделирования пандемии COVID-19 с эффективностью изоляции от 0 до 50 %

Изоляция	Кол-во людей в латентном периоде на пике	Кол-во людей с симптомами на пике	Кол-во коек на пике	Кол-во коек ОИТ на пике	Кол-во умерших людей
0	1038913	475699	42779	7175	24595
10 %	978201	449412	40165	6654	23346
20 %	916416	421691	37493	6125	22075
30 %	852001	393040	34718	5594	20782
40 %	784708	362769	31840	5056	19461
50 %	689440	331737	28870	4517	18109

Таблица 2 — медианные значения 50 симуляционных запусков моделирования пандемии COVID-19 с эффективностью изоляции от 60 до 100 %

Изоляция	Кол-во людей в латентном периоде на пике	Кол-во людей с симптомами на пике	Кол-во коек на пике	Кол-во коек ОИТ на пике	Кол-во умерших людей
60 %	642950	299035	25812	3979	16721
70 %	568656	265414	22674	3394	15291
80 %	492153	230390	19476	2906	13813
90 %	414344	194463	16240	2380	12278
100 %	335472	157800	13005	1870	10676

Абсолютно все исследуемые параметры (количество людей в латентном периоде, с симптомами, количество занятых коек, коек отделения интенсивной терапии, количество умерших людей) подтверждают то, что увеличение эффективности изоляции обратно пропорционально негативным последствиям пандемии.

Также доказывается предположение о преимущественно бессимптомном или клинически слабовыраженном течении COVID-19: пиковые значения использования коечного фонда и койко-мест в отделениях интенсивной терапии составляют не более 8–12 % от количества людей с симптомным течением в пиковые дни.

В дополнение к этому, пиковые значения количества людей в латентном периоде и с симптоматическим течением соотносятся как 2 к 1 (с ростом эффективности это соотношение растёт и при уровне в 100 % составляет уже 2,12 к 1).

Кроме того, общая смертность за весь период пандемии не превышает количество использованного коечного фонда в дни пиковой заболеваемости, а с ростом эффективности изоляции практически приближается к значениям использования койко-мест.

Таблица 3 — медианные значения дней максимальных значений исследуемых показателей

Изоляция	День пика латентного периода	День пика симптомного периода	День пика занятых коек	День пика занятых коек ОИТ	День пика смертности
0 %	63	65	76	83	82
10 %	65	67	78	85	84
20 %	67	69	80	87	86
30 %	70	73	83	90	88
40 %	73	76	86	93	91
50 %	76	79	89	96	94
60 %	79	82	92	99	97
70 %	83	87	96	103	100
80 %	87	91	100	107	104
90 %	91	95	104	111	108
100 %	95	99	108	115	112

Из данных таблицы следует, что пиковые значения различных параметров COVID-19 взаимосвязаны между собой и имеют строго определённую последовательность. Например, при низком уровне эффективности изоляции (0–20 %), день пика симптомного периода наступает через 2 дня после дня пика латентного периода. При среднем уровне (30–60 %) эффективности изоляции разница между днями максимальных значений составляет уже 3 суток, а при высоком (70–100 %) — 4 дня.

Дни пика занятого коечного фонда при низком уровне наступают на 11 сутки, при среднем на 10 сутки, при высоком уровне на 9 сутки.

День с максимальным количеством умерших людей располагается между днями с пиковым значением использования коечного фонда и койко-мест отделений интенсивной терапии, причём разница между последним параметром и пиком смертности составляет от одного до трёх дней.

Выводы: анализ возможного распространения COVID-19 в Республике Беларусь по модели University of London выявил обратную пропорциональную зависимость между эффективностью изоляции и количеством людей в пиковые дни в латентном периоде болезни, в симптомной стадии заболевания, а также с загруженностью коечного фонда и фонда койко-мест в отделениях интенсивной терапии. Также выявлена корреляция между пиковыми значениями вышеперечисленных параметров, например, при низкой эффективности изоляции (0–20 %), день пика занятого коечного фонда наступает на 11 сутки после дня пика выявления людей с симптомами COVID-19, а пик смертности наступает на сутки раньше пика использования коечного фонда отделения интенсивной терапии.

Полученные данные могут быть использованы для построения оптимальной стратегии борьбы с пандемией COVID-19 с целью грамотного распределения имеющихся медицинских ресурсов. 1. Текст, текст, текст, текст; 2. Текст, текст, текст.

Литература

1. Программа «Epidemix». [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://models.epidemix.app/#>. Дата доступа — 31.12.2020.

2. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/index.html>. Дата доступа — 31.12.2020.

3. https://www.tvr.by/news/v_mire/iz_za_pandemii_mirovaya_ekonomika_poteryaet_7_trln/. Дата доступа — 31.12.2020.