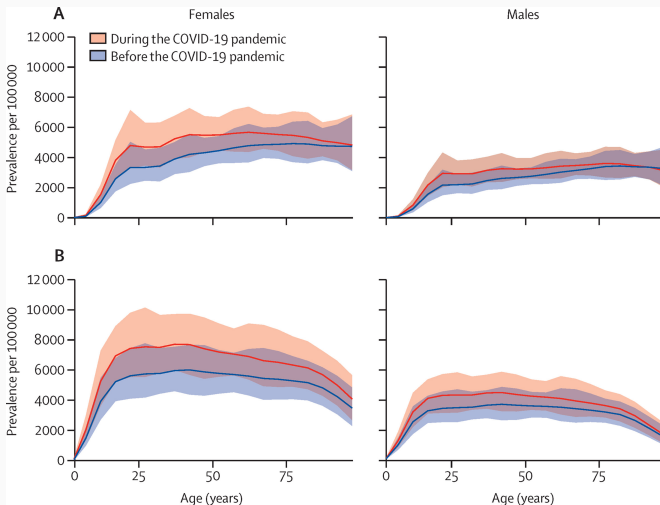


Влияние стресса и карантинных мер на психическое здоровье населения во время пандемии COVID-19: агентно-ориентированный подход

Татьяна Евгеньевна САННИКОВА

Институт вычислительной математики им. Г.И. Марчука РАН
t.sannikova@inm.ras.ru

Влияние пандемии COVID-19 на распространенность психических расстройств



A) MDD
B) AD

**Большое депрессивное
расстройство (MDD)**
(код F33 по МКБ 10)

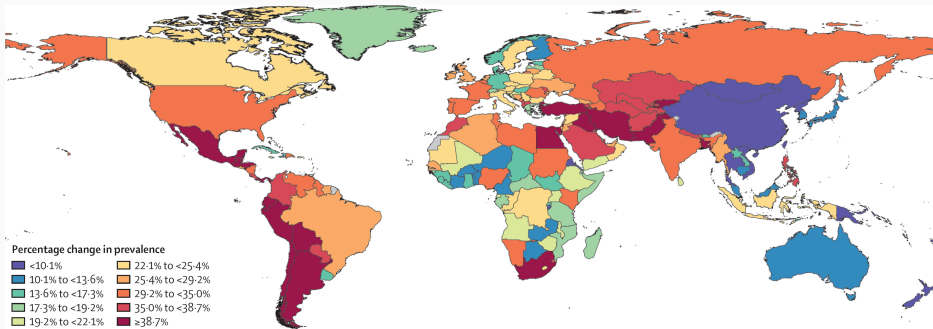
Тревожные расстройства (AD)
(код F33 по МКБ 10)

- комплекс симптомов, которые
отмечаются как самим
больным, так и окружающими
- ежедневно
- большую часть дня
- 2 недели и больше



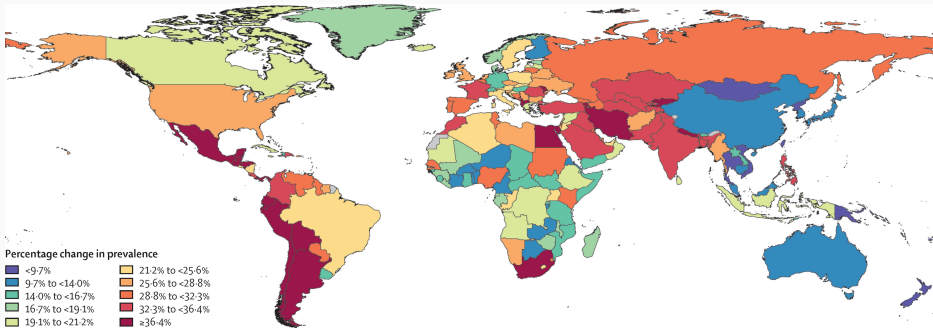
Ван Гог "На пороге вечности"

Изменения в распространенности большого депрессивного расстройства в результате COVID-19, 2020



Santomauro D.F. et al. (2021). Global prevalence and burden of depressive and anxiety disorders in 204 countries and territories in 2020 due to the COVID-19 pandemic. *The Lancet*, 398

Изменения в распространенности тревожного расстройства в результате COVID-19, 2020



Santomauro D.F. et al. (2021). Global prevalence and burden of depressive and anxiety disorders in 204 countries and territories in 2020 due to the COVID-19 pandemic. *The Lancet*, 398

Авторы (*) выделяют два показателя, которые определяют рост распространённости большого депрессивного и тревожного расстройств:

- количество новых случаев инфекции SARS-CoV-2 в день
- ограничения на перемещение

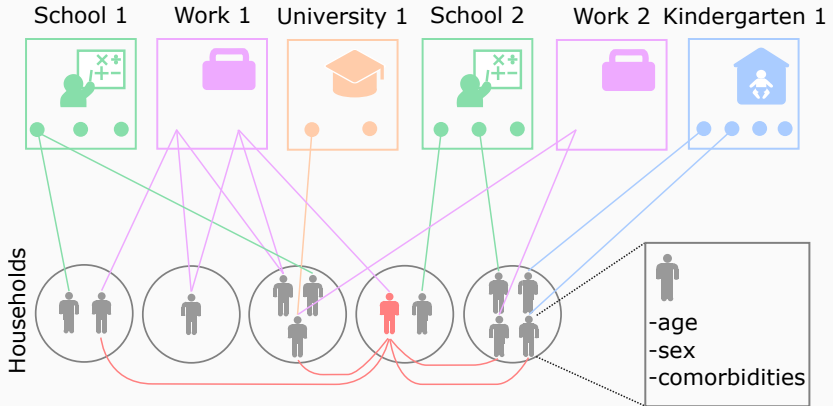
При этом женщины более уязвимы, чем мужчины и в средних возрастных группах люди более уязвимы, чем в старшем возрасте *Santomauro D.F. et al. (2021). Global prevalence and burden of depressive and anxiety disorders in 204 countries and territories in 2020 due to the COVID-19 pandemic. *The Lancet*, 398

Цель работы – при помощи агентной модели эпидемиологии COVID-19 исследовать влияние стресса, вызванного эпидемией, на распространенность психических расстройств.

Виртуальная популяция

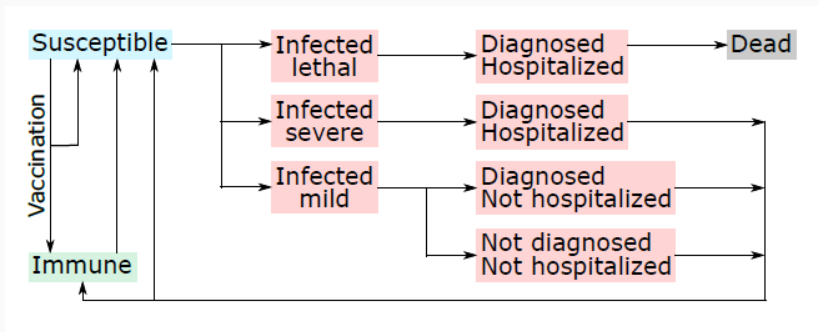
- 11 920 000 агентов
- на основе данных о половозрастном составе домохозяйств строится популяция
- каждого агента определяется
 - пол
 - возраст
 - **хронические заболевания (коморбидности)**
 - координаты дома
- среда задается
 - местом обучения (1925 детских садов, 592 школ, 239 университетов)
 - местом проживания
 - местом работы

Эпидемически значимые контакты внутри виртуальной популяции



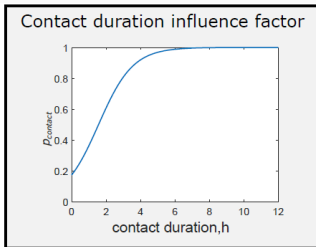
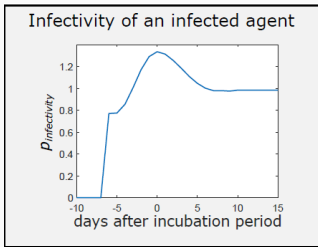
Предполагается, что в популяции есть **суперраспространители** – взрослые работающие агенты, которые имеют большое число случайных контактов

Диаграмма переходов между состояниями здоровья агентов



Для инфицированных агентов вычисляется вероятность госпитализации, которая зависит от возраста, числа коморбидностей и варианта (штамма) вируса SARS-CoV-2.

Вероятность заражения при контакте с инфицированным



$$p = p_{infectivity} \times p_{variant} \times (1 - p_{immunity}) \times p_{contact}$$

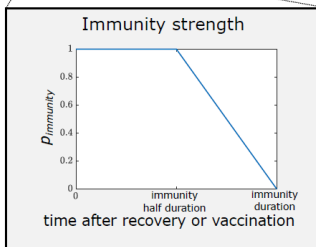
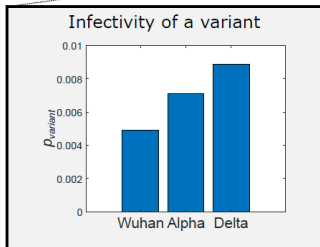
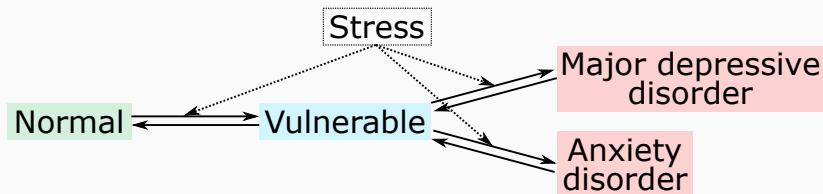


Диаграмма переходов между состояниями психического здоровья



Состояние психического здоровья агента может принимать одно из значений:

- нормальное
- уязвимое
- большое депрессивное расстройство (MDD)
- тревожное расстройство (AD)

Модель психического здоровья

- для каждого агента определен уровень восприимчивости к стрессу S_i
- каждый агент испытывает психическую нагрузку L_i :

$$L_i = \alpha \frac{M_i - M^*}{\delta_M} + \beta \frac{I_i - I^*}{\delta_I} + L^*,$$

где M_i – уровень мобильности, I_i – количество инфицированных родственников i -ого агента, α, β – весовые коэффициенты, δ_M, δ_I – нормировочные коэффициенты, L^* – базовый уровень стресса (не зависящий от COVID-19)

Модель психического здоровья

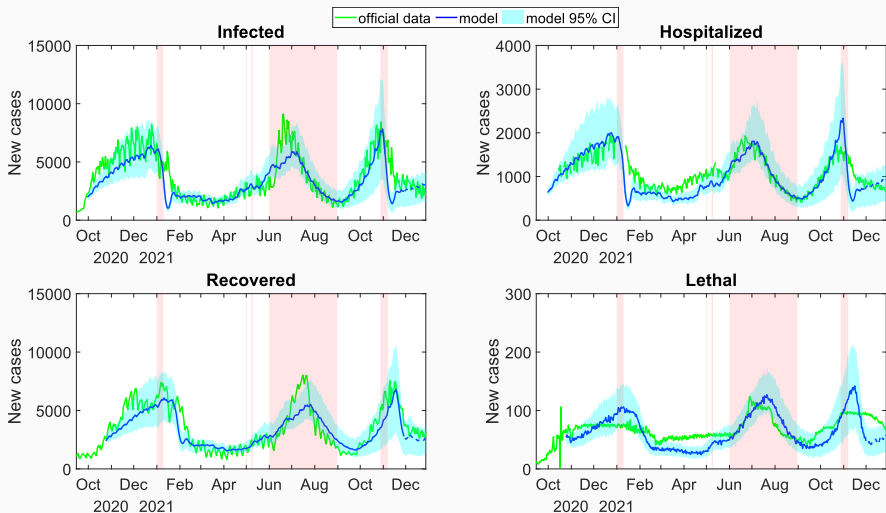
- вероятность прогрессирования из состояния нормы в состояние уязвимости и из состояния уязвимости в состояние психического нарушения вычисляется по формуле:

$$P_{mental} = S_i L_i$$

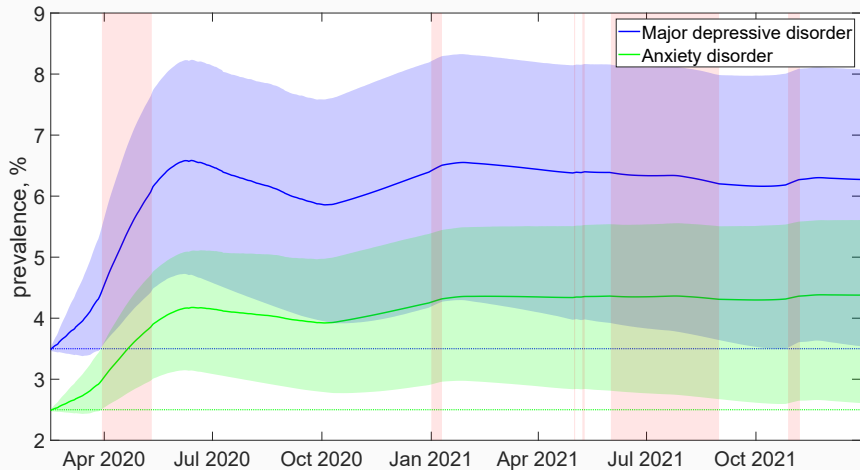
- для тех агентов, которые прогрессируют из уязвимого состояния в состояние психического нарушения, большое депрессивное расстройство выбирается с вероятностью P_{MDD} , тревожное расстройство – с вероятностью $1 - P_{MDD}$
- время пребывания в уязвимости и болезни зависит от индивидуального уровня восприимчивости к стрессу

$$T = GS_i$$

Сопоставление результатов моделирования и данных по динамике COVID-19 (Москва, 01.09.20–31.12.21)



Моделирование распространённости психических расстройств (Москва, 01.03.20–31.12.21)

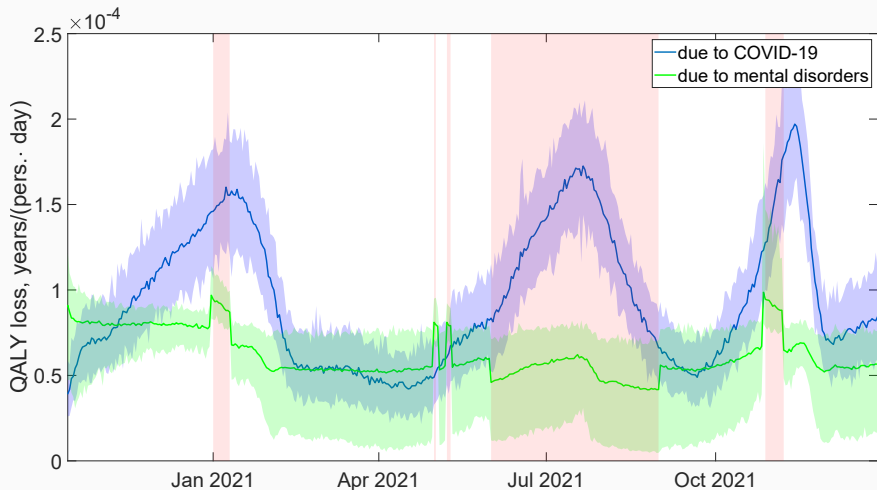


Потери здоровых лет жизни (QALY) во время эпидемии COVID-19

parameter	value
MDD utility weight (dimensionless)	0.219
AD utility weight (dimensionless)	0.105
mild disease QALY loss (per case of the disease)	0.008
non-lethal non-ICU hospitalization QALY loss (per case of the disease)	0.0201
non-lethal ICU hospitalization QALY loss (per case of the disease)	0.15
mean QALY loss due to adverse effects following immunization (per immunization)	0.00027
fraction of ICU hospitalizations among non-lethal hospitalizations (dimensionless)	0.25

GBD 2019 Mental Disorders Collaborators. (2022). *The Lancet Psychiatry*,
Sandmann F. et al. (2021) *Lancet Infectious Diseases*

Потери здоровых лет жизни (QALY) во время эпидемии COVID-19 (Москва, 01.09.20–31.12.21)

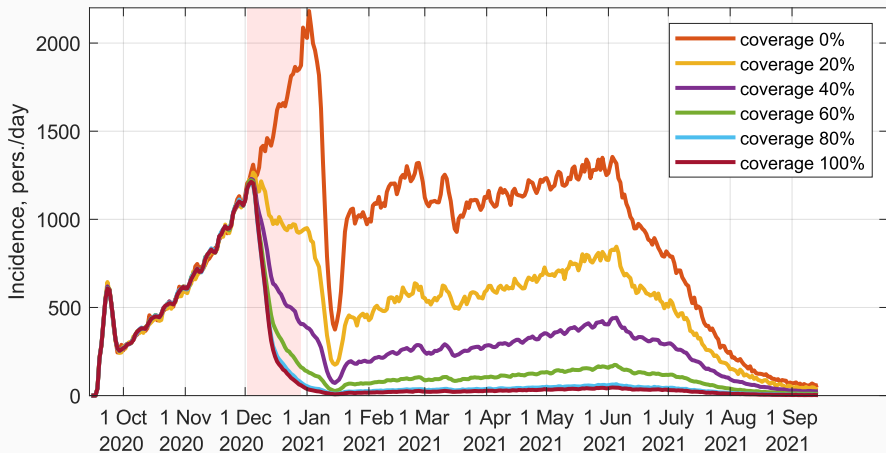


Вычислительные эксперименты

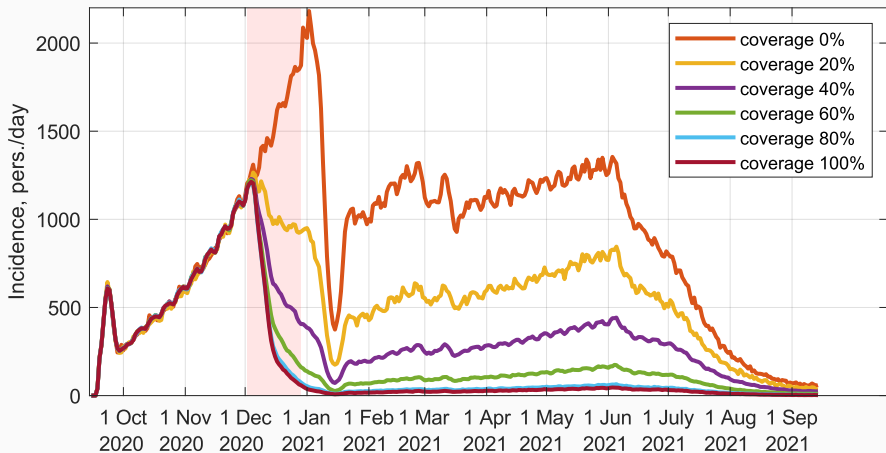
- время начала эксперимента в модели: 15 сентября 2023 года
- количество инфицированных COVID-19: 10 000
- условие введения локдауна: > 1000 новых случаев в день
- продолжительность локдауна: 28 дней
- доля населения, ограниченная в передвижении: 0%; 20%; 40%; 60%; 80%; 100%.



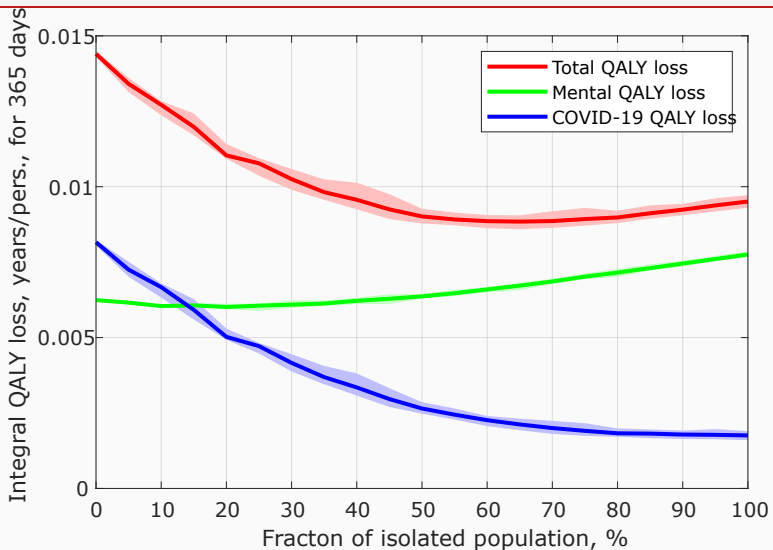
Заболееваемость COVID-19 при локдаунах различной строгости



Заболееваемость COVID-19 при локдаунах различной строгости



Потери здоровья в зависимости от строгости локдауна



- Промоделирована динамика заболеваемости COVID-19 и связанных психологических нарушений в период с 1 сентября 2020 года по 31 декабря 2021.
- Показано, что введение локдауна увеличивает вероятность развития большого депрессивного расстройства и тревожного расстройства у уязвимой группы населения на 16,79% (95% CI [12,36; 21,23])
- Потери здоровья, связанные с психологическими расстройствами в период пандемии, составляют около 19% от общих потерь здоровых лет жизни, вызванных COVID-19 на рассматриваемом интервале времени.

Благодарности

Романюха Алексей Алексеевич
Новиков Константин Александрович
Авилов Константин Константинович
Влад Андрей Иванович

Работа была выполнена в ИВМ РАН
при финансовой поддержке Минобрнауки
России: грант № 075-11-2020-011
(13.1902.21.0040)

