

## **Ученые НГУ разрабатывают модель для прогнозирования развития осложнений инфекционных заболеваний**

*Применяя методы искусственного интеллекта и математического моделирования, они намерены выявить отсроченные последствия пандемии ковида и ее влияние на заболеваемость туберкулезом и ВИЧ-инфекцией. Готовая математическая модель позволит строить прогнозы на 3 года вперед.*

**Новосибирск, 04 июля 2024 года:** Ученые Новосибирского государственного университета совместно с коллегами из Лаборатории ИИ-технологий математического моделирования биологических, социально-экономических и экологических процессов Института математики им. С.Л. Соболева методами искусственного интеллекта и математического моделирования изучают влияние прошедшей эпидемии ковида на течение туберкулеза и ВИЧ в различных регионах России. Исследования проводятся в рамках запроса нескольких учреждений, подведомственных Министерству здравоохранения РФ: Национального медицинского исследовательского центра фтизиопульмонологии и инфекционных заболеваний (г. Москва), Тульского областного центра по профилактике и борьбе со СПИД и инфекционными заболеваниями (г. Тула) и Новосибирского научно-исследовательского института туберкулеза (г. Новосибирск). Согласно этому запросу, научным сотрудникам лаборатории предлагалось выяснить, какие социально-экономические и эпидемиологические факторы влияют на распространенность туберкулеза и ВИЧ-инфекции.

— У медицинских работников было подозрение, что пандемия ковид-19 повлияла на возникновение будущих осложнений при заболевании туберкулезом, поскольку ковид — это быстро развивающееся заболевание, инкубационный период и развитие которого по времени исчисляется в днях, а туберкулез может скрытно развиваться в организме годами и протекать длительное время. Наложившись на латентный период туберкулеза, вирус ковида может привести к осложнениям его протекания и, соответственно, лечения ввиду возникновения лекарственной резистентности. Возможно и сокращение длительности инкубационного периода туберкулеза. Однако пока это еще только теория, которой требуются подтверждения, а их привычными методами получить затруднительно, поскольку для оценки ситуации с момента окончания эпидемии ковида прошло недостаточно времени, — объясняет заведующая Лабораторией, доцент кафедры высшей математики Физического факультета НГУ и кафедры математических методов геофизики Механико-математического факультета НГУ Ольга Криворотько.

Перед учеными была поставлена данная задача, выполнять которую они решили в два этапа. Сначала им предстояло построить математическую модель и разработать алгоритм, позволяющие выявить в каждом регионе страны ключевые социально-экономические факторы, влияющие на заболеваемость туберкулезом и его распространенность. Учитывались средняя площадь помещений, в которых жители различных регионов живут и работают, уровень безработицы, средняя зарплата, уровень образования, миграция, количество заболевших в учреждениях Федеральной службы исполнения наказания и др.

На втором этапе было решено построить математическую модель распространения туберкулеза и ВИЧ-инфекции, учитывающую помимо социально-экономических факторов еще и эпидемиологические: количество людей, переболевших ковидом и получивших естественный иммунитет, число умерших с этим диагнозом (как основным, так и сопутствующим другим заболеваниям).

Первый этап исследования уже пройден, ключевые факторы распространения туберкулеза выявлены. Не во всех регионах России они одинаковы.

— Все 86 регионов страны мы условно с помощью методов машинного обучения и нейросетей разделили на три больших блока. Первый — развитые регионы, которые характеризуются меньшей плотностью населения и более благополучной ситуацией по заболеваемости туберкулезом. Во второй блок вошли их противоположности — регионы с высокой заболеваемостью и большей плотностью населения. Третий блок составили регионы со средними показателями. В каждой группе регионов разные показатели влияют на распространенность туберкулеза, например, Москва, Санкт-Петербург и Тюменская область относятся к первой группе, республика Тыва, Курганская область и Алтайский край — ко второй группе. По обеим группам (развитые и менее развитые) общий показатель, влияющий на распространение туберкулеза, — количество ВИЧ-инфицированных. В первой группе влияет еще показатель площади помещений на человека и среднедушевой доход, а во второй — доля постоянного населения и доля населения ниже прожиточного минимума, — рассказала Ольга Криворотько.

Для каждой группы регионов были разработаны математические модели с учетом их специфики, а также преобладающих ключевых факторов и социально-экономических показателей. Затем с помощью данных математических моделей построили прогнозы на минувшие годы и сравнили их с реальными историческими данными. Прогнозы, где были учтены социально-экономические факторы, совпали с реальными данными в большей степени, чем те, в которых они не учитывались, особенно в регионах с повышенной заболеваемостью в последние 3 года. Также с реальными показателями совпал и прогноз на 2021 год — он оказался в доверительном интервале. Но прогноз на 2022 год отличался от реальной ситуации. По мнению экспертов-эпидемиологов Минздрава России, такое расхождение произошло по причине того, что мы не учитывали при составлении прогнозов заболеваемости туберкулезом эпидемию ковида, влияние которой проявилось в 2022 году, Исследователи добавили в модель дополнительную зависимость от количества переболевших ковидом и приступили к составлению сценариев распространения туберкулеза на 2022-2024 годы. Прогнозы на 2022 и 2023 годы оказались достаточно близки к историческим данным, проверить прогноз на 2024 год пока не представляется возможным по причине недостатка статистических данных.

Завершить работу по модели прогнозирования заболеваемости туберкулезом на три года вперед с учетом ковида ученые планируют к сентябрю этого года. Программой, создающей прогнозы на год, уже пользуются специалисты Минздрава России, выданные ею прогнозные данные на сегодняшний день совпадают с реальными. Прогнозы были использованы для расчетов нагрузок на лечебные учреждения в этом году и пока существенных расхождений между ними и настоящей ситуацией не отмечено.

У ученых лаборатории накоплен большой опыт работы с прогнозами заболеваемости ковидом в период пандемии коронавируса. В апреле 2020 году они с помощью своей модели прогнозирования предсказали пик заболеваемости уханьским штаммом коронавируса в Москве 11 мая того же года и выдали данные по предположительному количеству заболевших в сутки. Доклад об этом Ольга Криворотько представила 17 апреля на Интернет-семинаре «Актуальные проблемы прикладной математики», который проводился под руководством академика РАН И.А. Тайманова, чл.-корр. РАН С.И. Кабанихина, чл.-корр. РАН А.Е. Миронова, д.ф.-м.н. М.А. Шишленина. <https://www.nsu.ru/n/mca/researchgroups/nauchno-obrazovatelnye-seminary/>

— Данный прогноз был сделан на основе базовой модели, которая опиралась на закон действующих масс и функционировала без применения машинного обучения. В ней учитывалась только информация о самом заболевании — его инкубационный период, степень заразности, течение заболевания и т.п. Затем начался период ограничительных мероприятий: обязательное ношение защитных масок, закрытие общественных мест, временное прекращение работы учреждений и организаций, локдауны, а потом и вакцинация. Следует отметить, что с введением превентивных мер меняется сценарий

**\*НАСТОЯЩАЯ НАУКА**

распространения любого инфекционного заболевания, и классические математические модели расчетов здесь уже не работают. И мы создали новую модель прогнозов, учитывающую множество факторов, включая перечисленные. Причем для всех регионов прогнозы были разными – в зависимости от того, какие превентивные меры в них вводились и когда именно, выдавались прогнозы на 7, 30, 45 дней с учетом текущих социально-экономических изменений, — сказала Ольга Криворотько.