

COVID-19 И ТЕМПЕРАТУРА

На 22.03.2020 COVID-19 (далее просто «вирус») получил широкое распространение в мире. Что говорят по этому поводу популярные порталы? Почему в одних странах он получил широчайшее распространение, а в других – остался на уровне первых случаев на миллион человек, и не демонстрирует внятной динамики?



Рис. 1. <https://www.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6> (Университет Джона Хопкинса): активные сейчас случаи заболевания

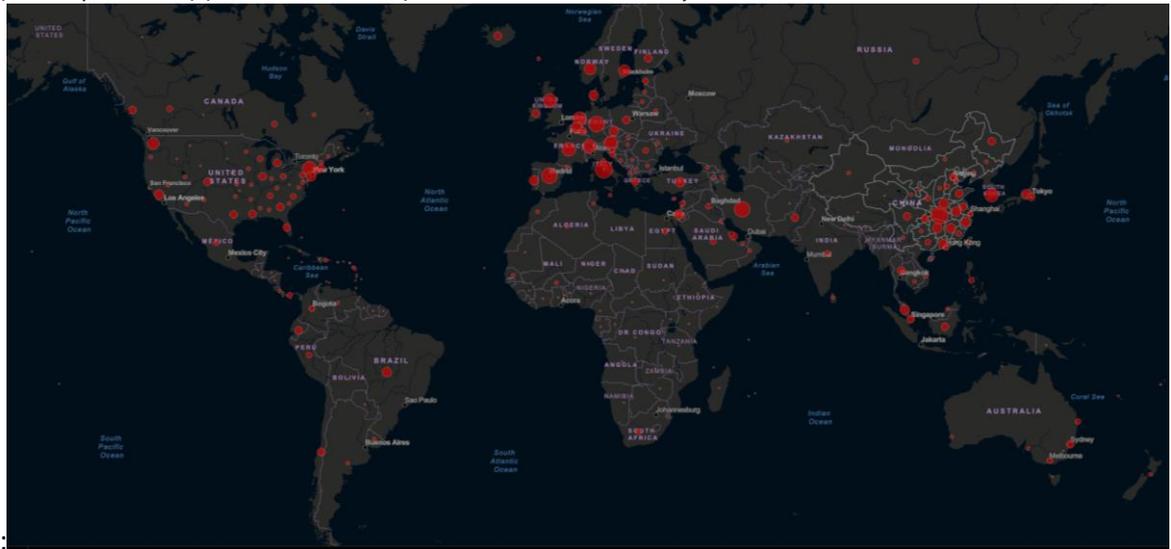
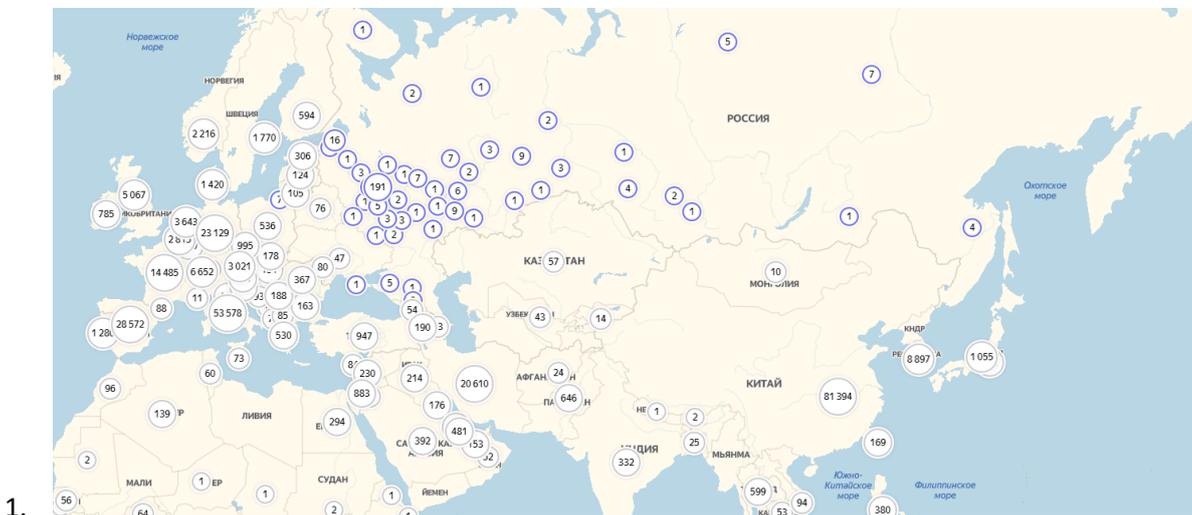


Рис. 2. Общее количество болевших+переболевших+умерших:



1.

Рис. 3. Карта Яндекс (на 22.03).

Вполне очевидно наличие нескольких центров распространения вируса – в прошлом (Китай), настоящем (Европа) и ближайшем будущем (США). Аналитики и государства наперебой обсуждают причины и меры санитарно-эпидемиологического характера, однако в данном тексте хотелось бы обратить внимание на нечто другое: **климат, температуру и общую «комфортность» внешней среды для распространения вируса.**

Заранее отметим, что мы не являемся сторонниками теорий заговора («В России тысячи/миллионы заболевших, но власти скрывают»), идей о клинической неполноценности врачей за пределами стран «Золотого миллиарда» (когда в Африке несколько лет назад начали умирать первые больные Эболой, это стало известно мировому сообществу задолго до того, как их количество достигло 50 человек). В век тотального распространения мобильных телефонов, соцсетей и интернета отсутствие где-либо видео с десятками/сотнями/тысячами умирающих невозможно ни скрыть, ни отключит. Отсутствие подобных свидетельств при малом количестве выявленных случаев мы приравниваем к признанию того, что официальная статистика ВОЗ для данной страны является более-менее адекватной. С официальной статистикой можно ознакомиться тут: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports>

Конечно, нет речи о том, что температура – единственный фактор, отвечающий за распространение вируса. Но, **по нашему мнению, температура поверхности Земли – один из решающих факторов, без которого взрывного распространения вируса не происходит.** Ряд моментов наводит на подобные мысли.

Основная мысль текста: при дневных температурах в диапазоне +23-26 градусов вирус не может распространяться быстро, его способность к передаче от человека человеку снижается в несколько раз. При температурах выше +26 - +27 вирус не способен распространяться и вспышки заболевания не происходит. При этом речь идет о температуре воздуха при пасмурной погоде, или о температуре на солнце – при солнечной.

Аномалии. Традиционно принято относить плотность населения к решающим факторам распространения эпидемий. Однако распределение случаев заболевания не слишком коррелирует с плотностью:

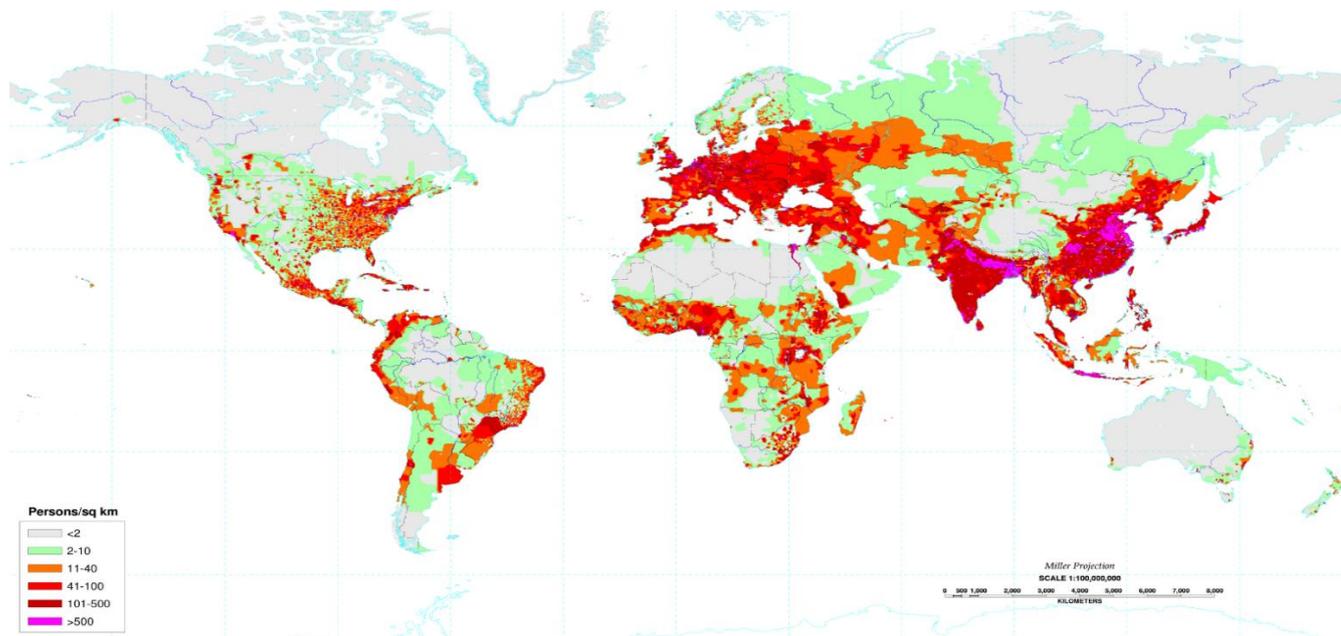


Рис. 4. Плотность населения земного шара.

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:World_population_density_1994.png

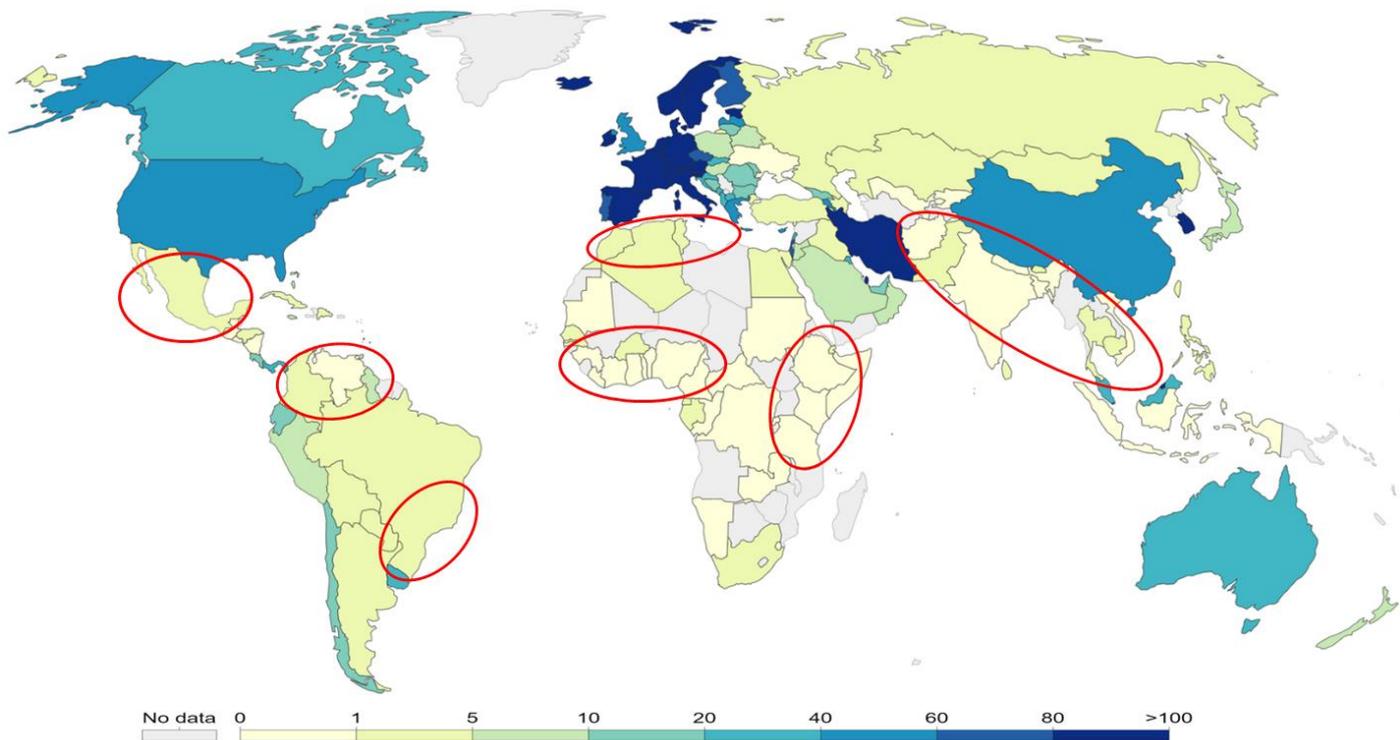


Рис. 5. Количество заболевших в пересчете на 1 миллион человек населения и зоны аномально низких значений заболеваемости: https://en.wikipedia.org/wiki/2019%E2%80%9320 coronavirus_pandemic

Как видим, несмотря на плотность населения, такие регионы, как Индия+Пакистан+Бангладеш (страны с суммарным населением, превосходящим Китай на десятки процентов, огромная плотность и скученность населения), Индокитай+Индонезия, Западная и Восточная Африка – все они должны сейчас испытывать чудовищные последствия массовых заболеваний COVID-19 и иметь по крайней мере несколько десятков тысяч случаев заболевания (если не сотен тысяч). Китай – рядом, огромное количество людей движется во все стороны, но ничего не происходит. В Мексике и Северной Африке почему-то тоже ничего особенного не происходит, несмотря на очень большую плотность населения. Ничего особенного не происходит на территории граничащих с Китаем России, Монголии, Казахстана, Таджикистана, Киргизии.

В то же время, столь отдаленные страны как Чили, Эквадор, Уругвай, Австралия – имеют гораздо более высокую (в десятки раз) заболеваемость на 1 миллион человек.

С начала вспышки COVID-19 прошло три месяца. Массовое закрытие границ имело место лишь в последние недели. За это время все страны мира, вне всякого сомнения, были посещены существенным количеством больных, и регистрация случаев заболевания на территории 171 страны (на 22.03.2020) говорит о том, что как минимум две недели назад первые больные появились в буквальном смысле слова в самых отдаленных регионах мира. Но «выстрелило» не везде.

Температура в мире. Предлагаем проследить ход событий на примере сличения данных о температуре по регионам мира с темпами и сроками распространения заболевания. Сведения о температуре взяты из источника: <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>

Использовались данные об осредненной температуре поверхности с ячейкой 45 км/пиксел. При наличии разрывов в данных они заполнялись проходами предыдущего дня.

Surface Skin Temperature (L2, Day | Night)

Temporal coverage: 30 August 2002 - Present

Description

Temperature of the solid or liquid surface of the Earth in units of Kelvin (K). Skin temperature refers to the temperature of the surface layer of the Earth, in contrast to the air temperature above the ground. Unlike temperatures in the atmosphere at higher altitudes, surface skin temperature can experience large changes between day and night due to solar heating.

Image Resolution

Nominal equatorial image resolution 31.25 km/pixel

Data Product

Image initially produced with NRT data. Science quality image replaces NRT when available.

Near Real-Time Product: AIRS2RET_NRT (AIRS-Only Level 2 Near Real-Time Product)

Science Quality Product: AIRS2RET (AIRS-Only Level 2 Standard Product)

Field name: TSurfStd

Resolution: 45 km/pixel at nadir

Coverage

Spatial Coverage: Global

Overpasses: Twice daily (day and night)

Orbit: Sun-synchronous polar; Equatorial crossing local time: Daytime 1:30 pm, Nighttime 1:30 am

References

Data Product: [AIRS2RET_V006](#)

About AIRS

AIRS, in conjunction with the Advanced Microwave Sounding Unit (AMSU), senses emitted infrared and microwave radiation from Earth to provide a three-dimensional look at Earth's weather and climate. Working in tandem, the two instruments make simultaneous observations down to Earth's surface. With more than 2,000 channels sensing different regions of the atmosphere, the system creates a global, three-dimensional map of atmospheric temperature and humidity, cloud amounts and heights, greenhouse gas concentrations and many other atmospheric phenomena. Launched into Earth orbit in 2002, the AIRS and AMSU instruments fly onboard NASA's Aqua spacecraft and are managed by NASA's Jet Propulsion Laboratory in Pasadena, California.

More information about AIRS can be found at <https://airs.jpl.nasa.gov>.

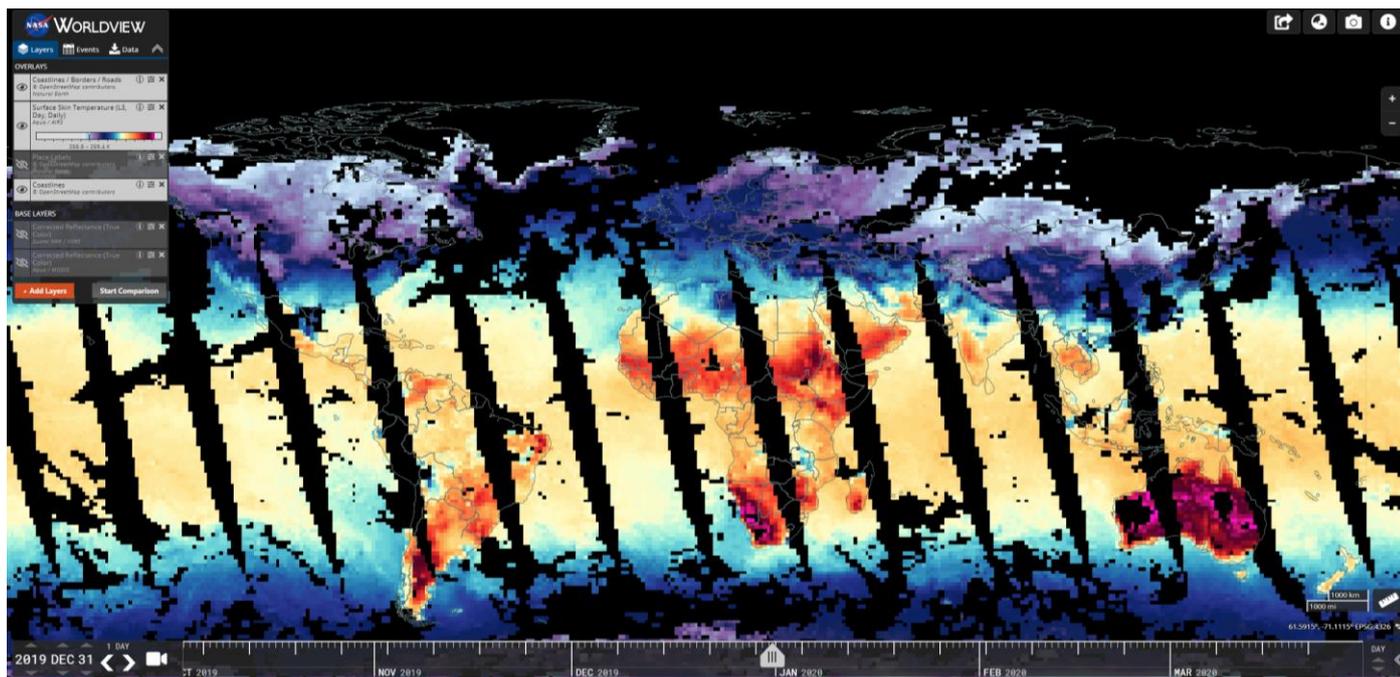


Рис. 6. Внешний вид слоя данных «Температура земной поверхности»

Отметим, что температура поверхности земли (грунт, здания) не тождественна метеорологическим измерениям температуры воздуха – в метеорологии она измеряется на высоте 2 м от земли в тени, при этом на солнце температура поверхности может быть существенно выше, но практически никогда она не бывает ниже метеорологической температуры. Однако для условий существования вируса, один из основных факторов передачи которого – инфицирование через контакт с поверхностью – именно температура поверхности имеет большее значение.

На каждые 7 дней строились карты распределения температуры поверхности, охват – вся территория земного шара. Все изображения построены с единой легендой (в градусах Цельсия):

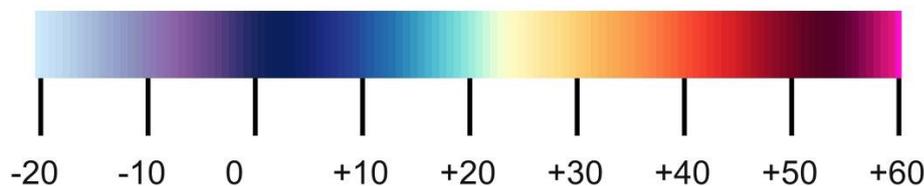


Рис. 7. Легенда карты температур

Наличие черных областей на изображениях говорит о том, что в этом районе в течение 7 дней была непрерывная облачность (нет наблюдений), либо о том, что температура выходит за пределы температурной шкалы (холоднее -20, или жарче +60).

В общем случае, будем считать, что задержка между фактическим заражением и его регистрацией в среднем составляет 14 дней. Таким образом, видя картину случаев заражения, скажем, на 14 февраля, мы понимаем, что фактическое заражение происходило около 1 февраля, и именно на эту дату следует рассматривать температуру местности.

Рассмотрим ситуацию по регионам с наиболее яркими эпизодами:

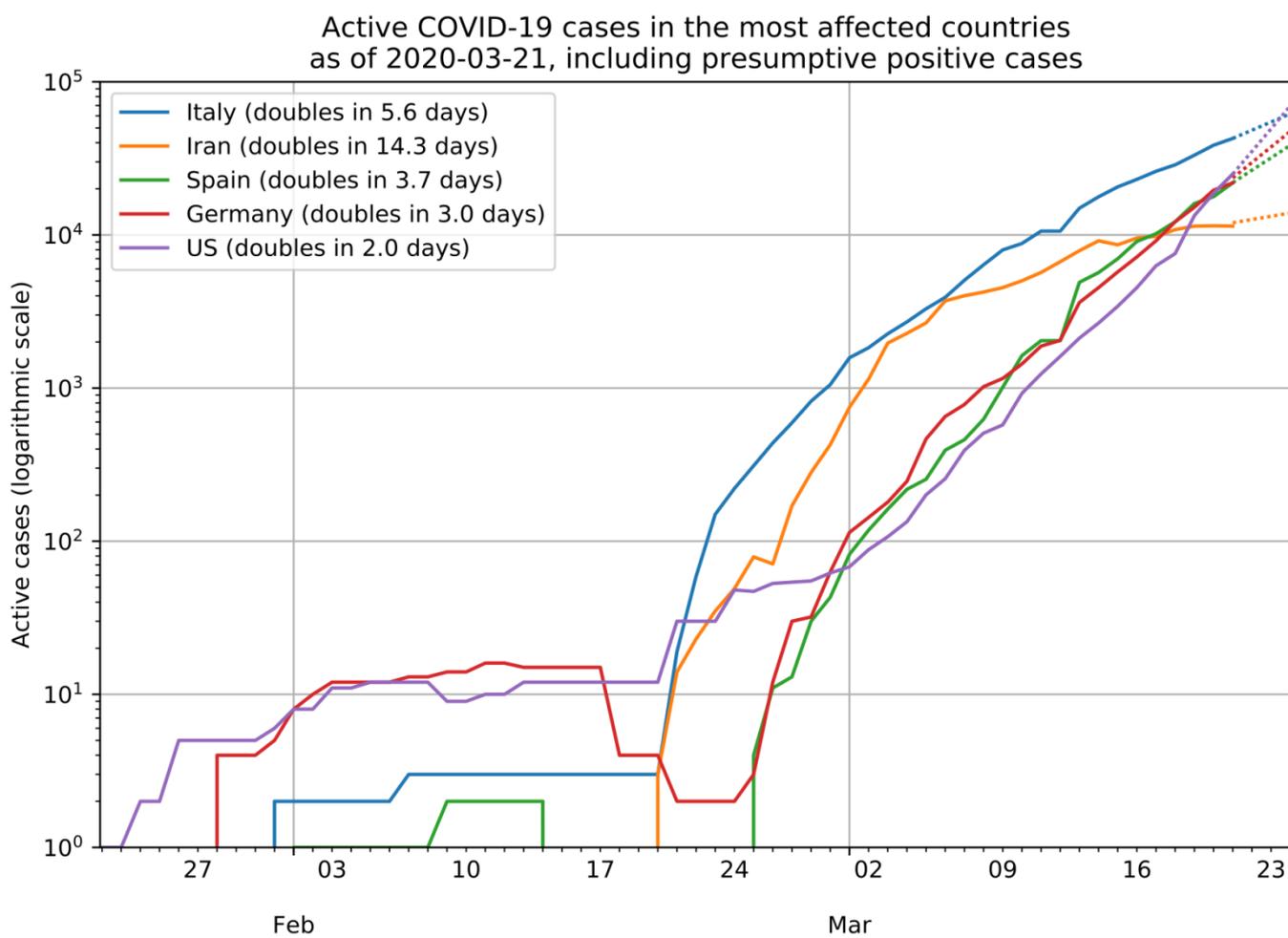


Рис. 8. Темпы роста числа заболевших по пятерке наиболее зараженных стран

1. Китай с 31.12.2019 по 20.03.2020

COVID-19 total cases and deaths by region

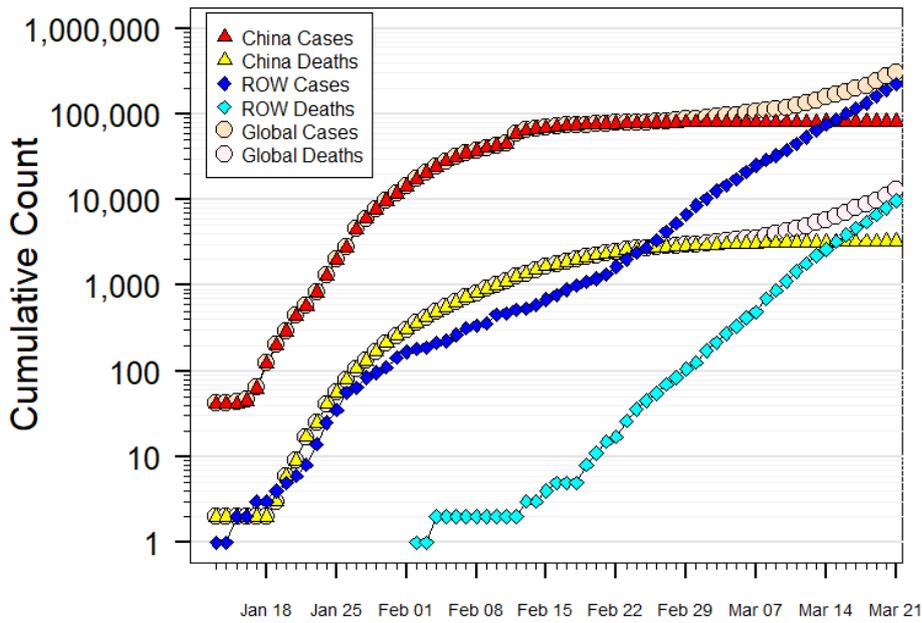
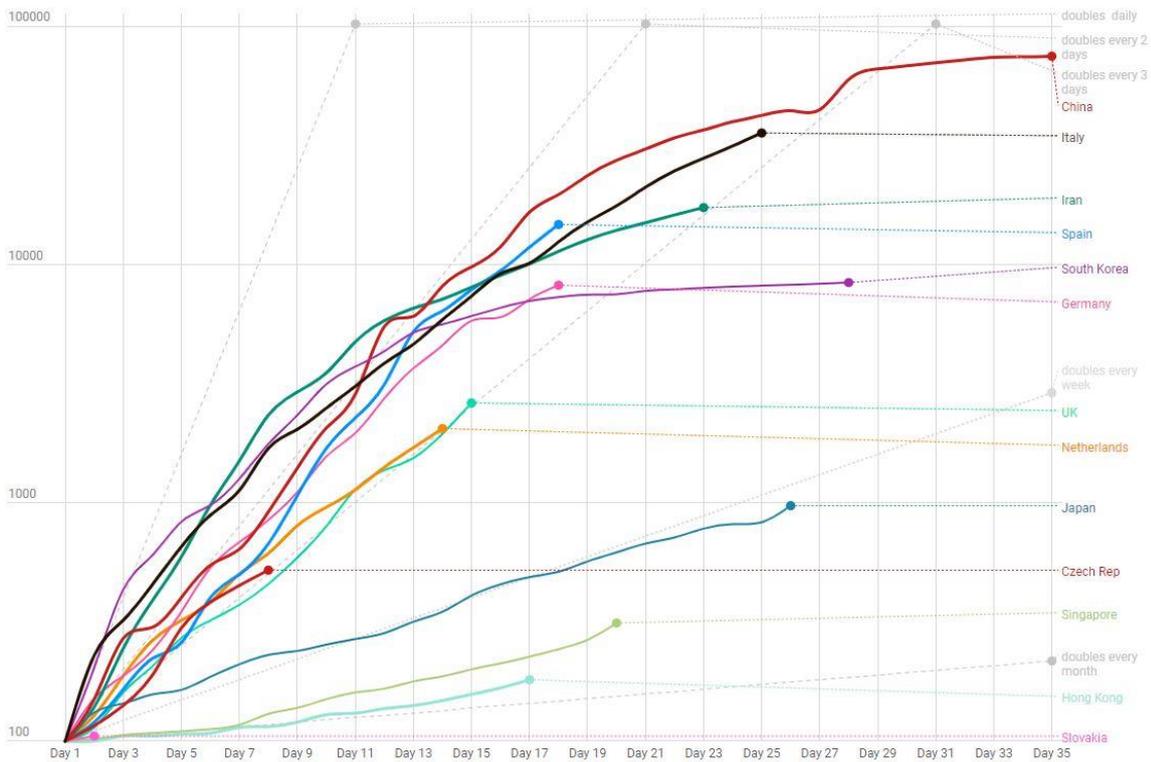


Рис.9. Количество случаев COVID-19 в Китае. Хорошо заметен бурный рост в период с 14.01.2020 по 21.02.2020. По данным https://en.wikipedia.org/wiki/2019%E2%80%9320_coronavirus_pandemic

COVID19 Epidemic curve selected countries (Logarithmic scale / from the 100th case)

Many European countries confirm double COVID19 cases every 2nd to 3rd day. China, South Korea, Japan, Singapore and Hong Kong have flattened the epidemic curve.



These numbers don't say anything about the number of infected people, just about the number of people who got tested positive. - This is not an official chart - just informative
Chart: TedjevanEs • Source: Wikipedia • Created with Datawrapper

Рис. 10. Темпы развития заболеваний по странам (по дням от начала вспышки заболевания)



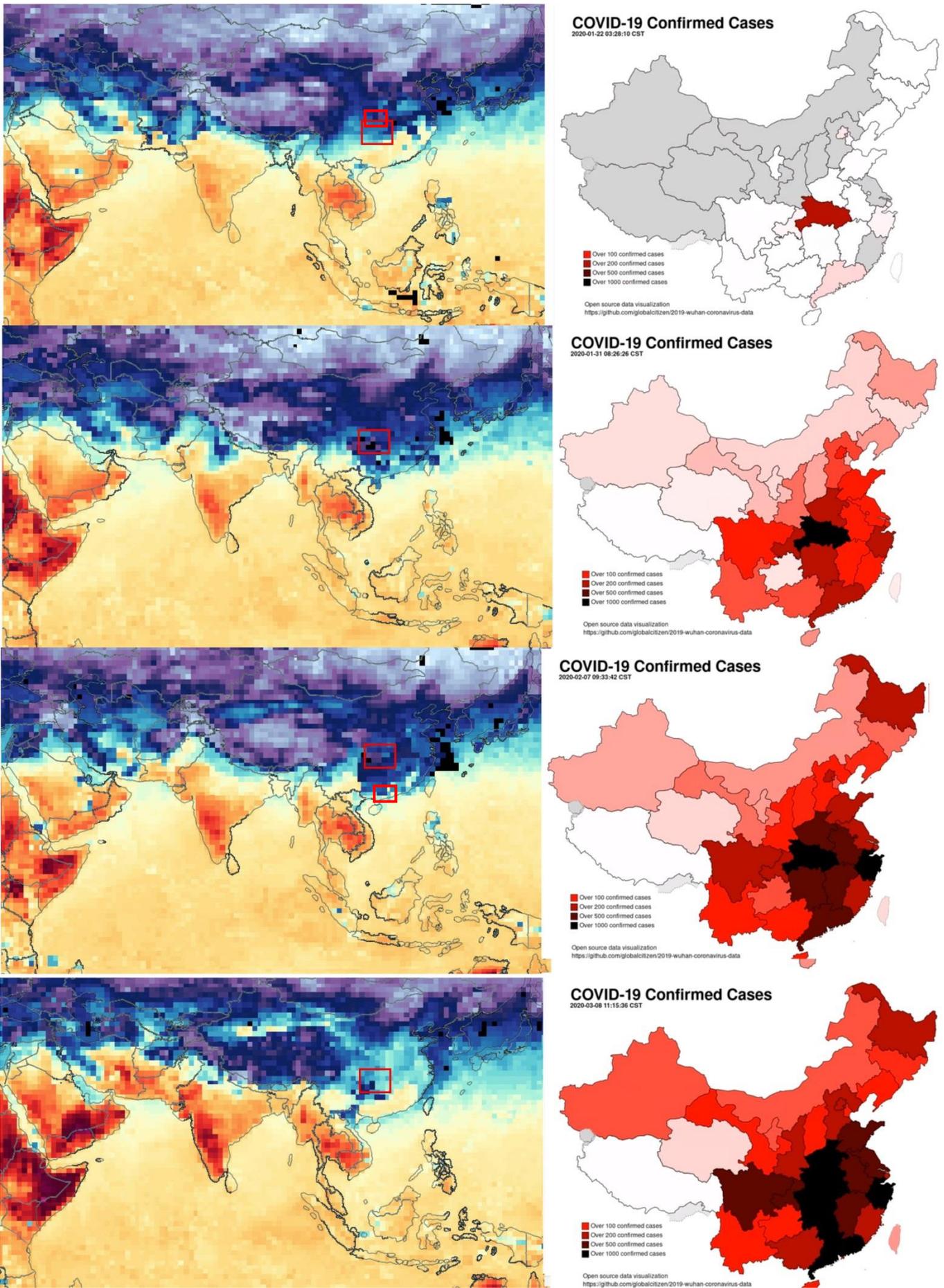


Рис. 11. Красный прямоугольник – провинция Хубэй. На каждом рисунке представлено количество случаев заболевания (справа) и предшествовавшая этому температура поверхности Земли (за 14 дней).

Как видим из серии рисунков 9, на 31.12.2019 в провинции Хубэй стояла довольно низкая для этих мест температура – от +3 до +5 градусов. В то же время в прибрежных районах (весьма густо заселенных) температура стояла на уровне +23-+27 градусов. Однако в период с 1 по 7 января температура на всей части Южного и Центрального Китая опустилась до уровня +5- +17 градусов, что открыло дорогу распространению вируса, и эти значения удерживались до 7 февраля, что дало резкий рост числа заболевших, продолжавшийся до 21 февраля. После этого южные районы Китая постепенно прогрелись до +23-+28 градусов. К этому времени сочетание прогрева и противоэпидемических мероприятий дало свой эффект.

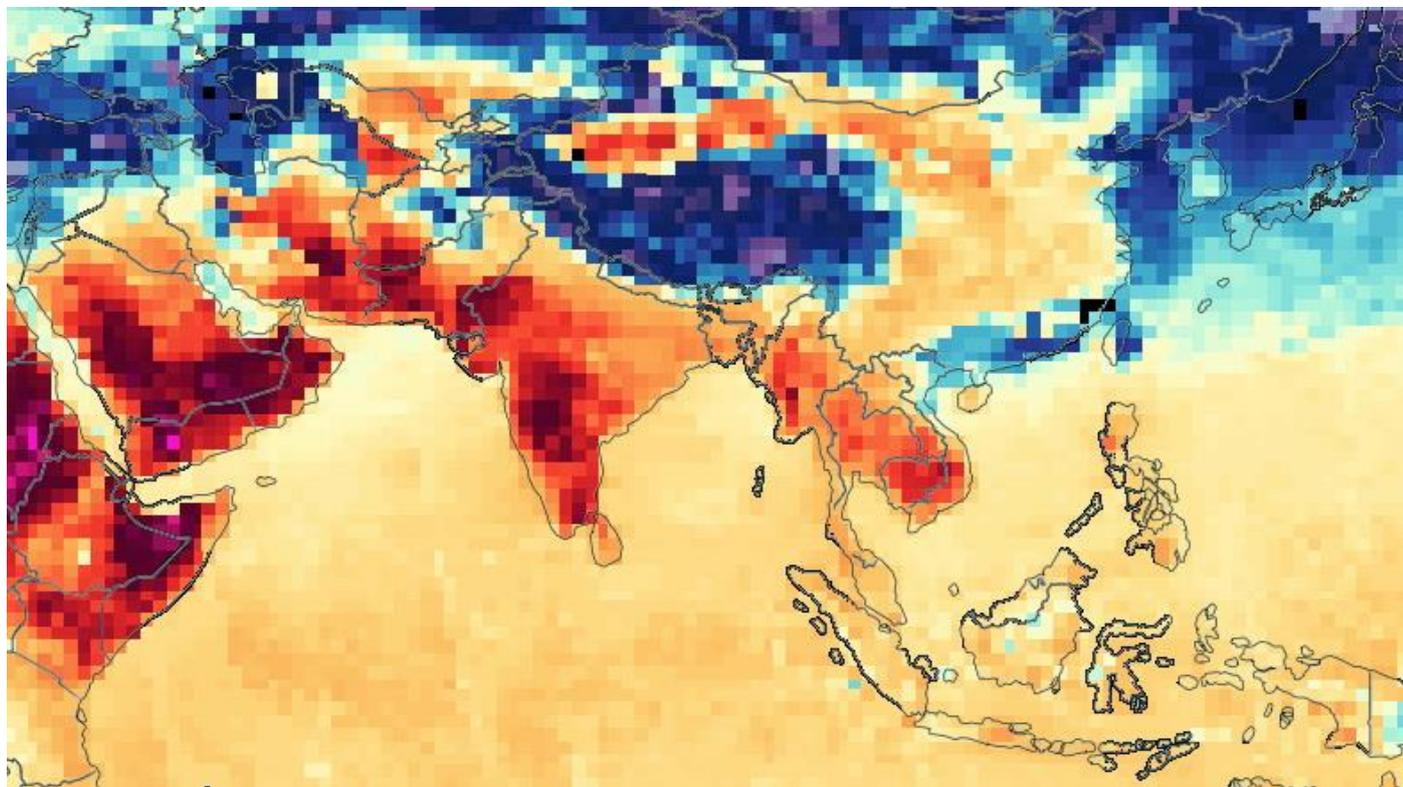


Рис. 12. 22.03.2020. Практически весь Китай «прогрелся». Эпидемия практически остановлена.

2. Корея и Япония и прочие страны.

В течение всего времени вспышки COVID-19 в Корее и Японии сохраняются условия для развития и распространения инфекции. Температура поверхности колеблется с января по конец марта в пределах +3 - +20 градусов. В то же время вполне очевидно, что Индия, Пакистан, Индокитай и Индонезия, прогреты до +33 и выше, что не способствует распространению вируса, что и подтверждает статистика, несмотря на практически полное отсутствие значимых карантинных мер.

3. **Иран.** С 20.02.2020 и по настоящее время распространение вируса в Иране происходит очень быстрыми темпами. В то же время в соседнем Ираке ничего особенного не отмечается. Так, на 22.03.2020 (по данным Яндекс) в Иране было 20610 случаев (при 254 случая на 1 миллион населения) против 214 случаев в Ираке (5,7 случая на 1 миллион населения). Разница без малого в 50 раз!

Рассмотрим сначала карту плотности населения. Отметим, что население Ирана сосредоточено в западных и северо-западных районах страны, а в Ираке – на юге, вдоль русла Тигра и Евфрата, а также частично – на севере страны. Первые заразившиеся в Иране регистрируются 20.02.2020, далее идет экспоненциальный рост.

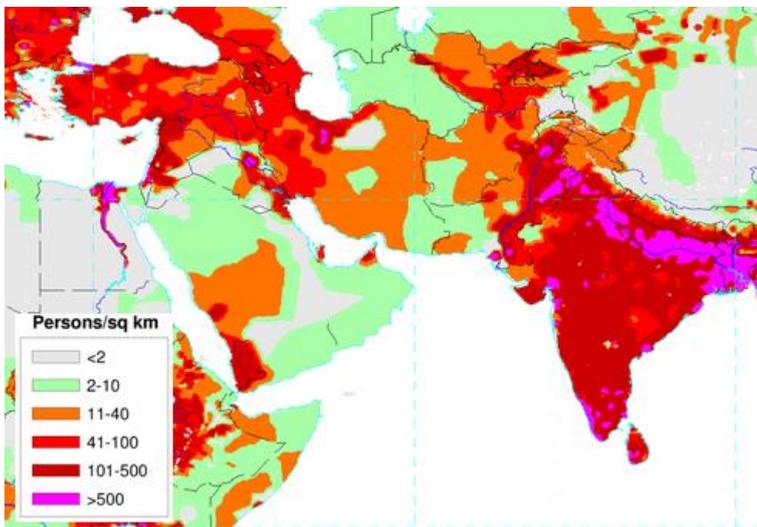


Рис. 13. Плотность населения

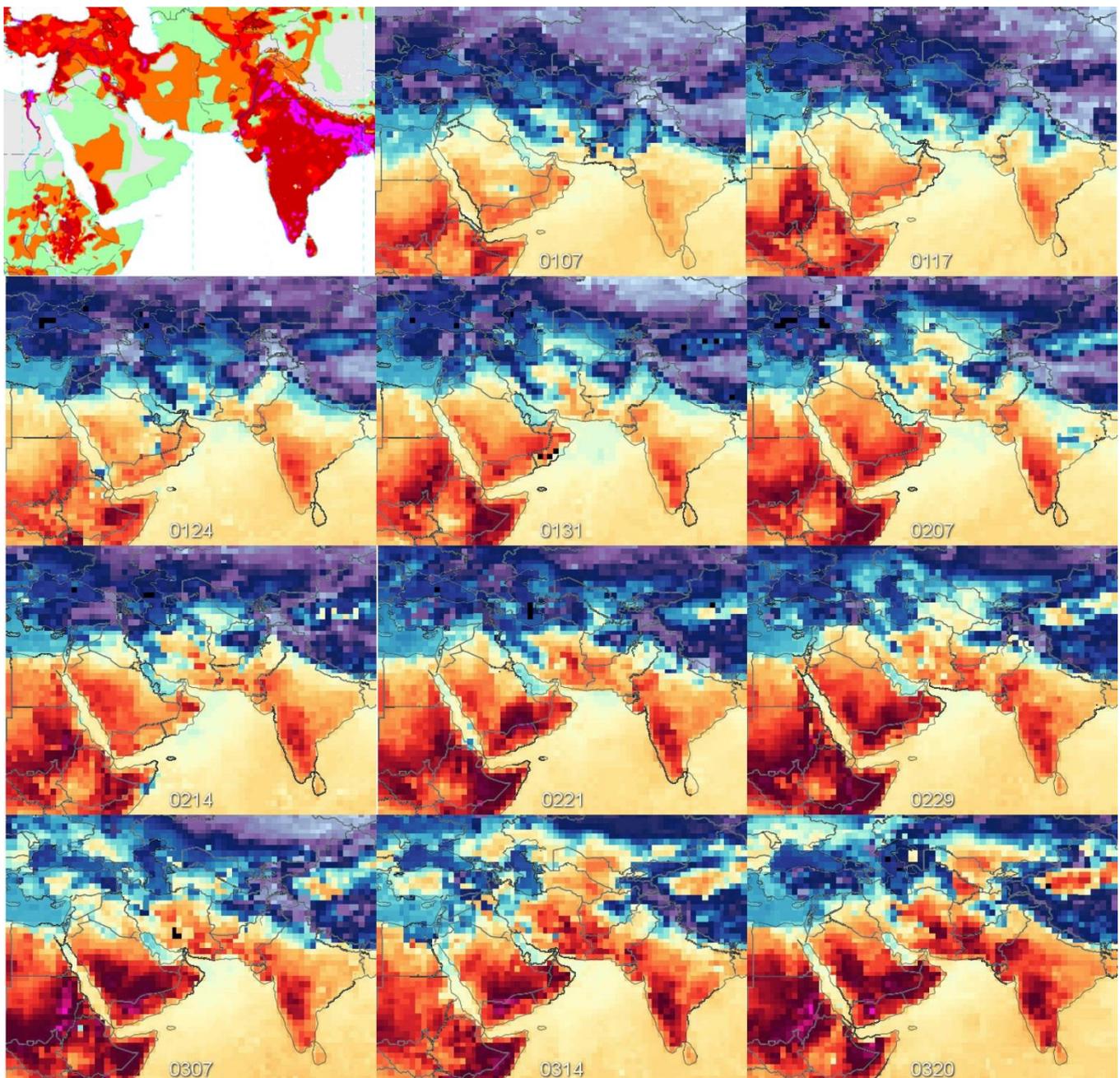


Рис. 14. Плотность населения (слева сверху) и температурное поле региона Ближнего Востока и Индии (внизу изображений – месяц и дата).

Как видим, с 1 января по 7 февраля территория Ирака находится в области хорошего прогрева поверхности (+25 - +30 градусов), особенно тепло в областях с максимальной концентрацией населения. В то же время Иран и его области максимальной плотности населения находятся в зоне температур от +3 до +18 градусов, что создает благоприятные условия для распространения эпидемии. Результат налицо. При этом отметим, что если в западной части Ирана поверхность уже прогрелась до +25 - +30, на севере все равно сохраняются условия для дальнейшего распространения вируса.

4. Италия, Германия, Испания

В Италии график «стреляет» 20.02.2020, в Германии и Испании – 25.02.2020. Это неудивительно, поскольку в течение всего января, февраля и марта на территории всех стран сохраняются благоприятные условия для распространения вируса – температуры от +3 до +20 градусов.

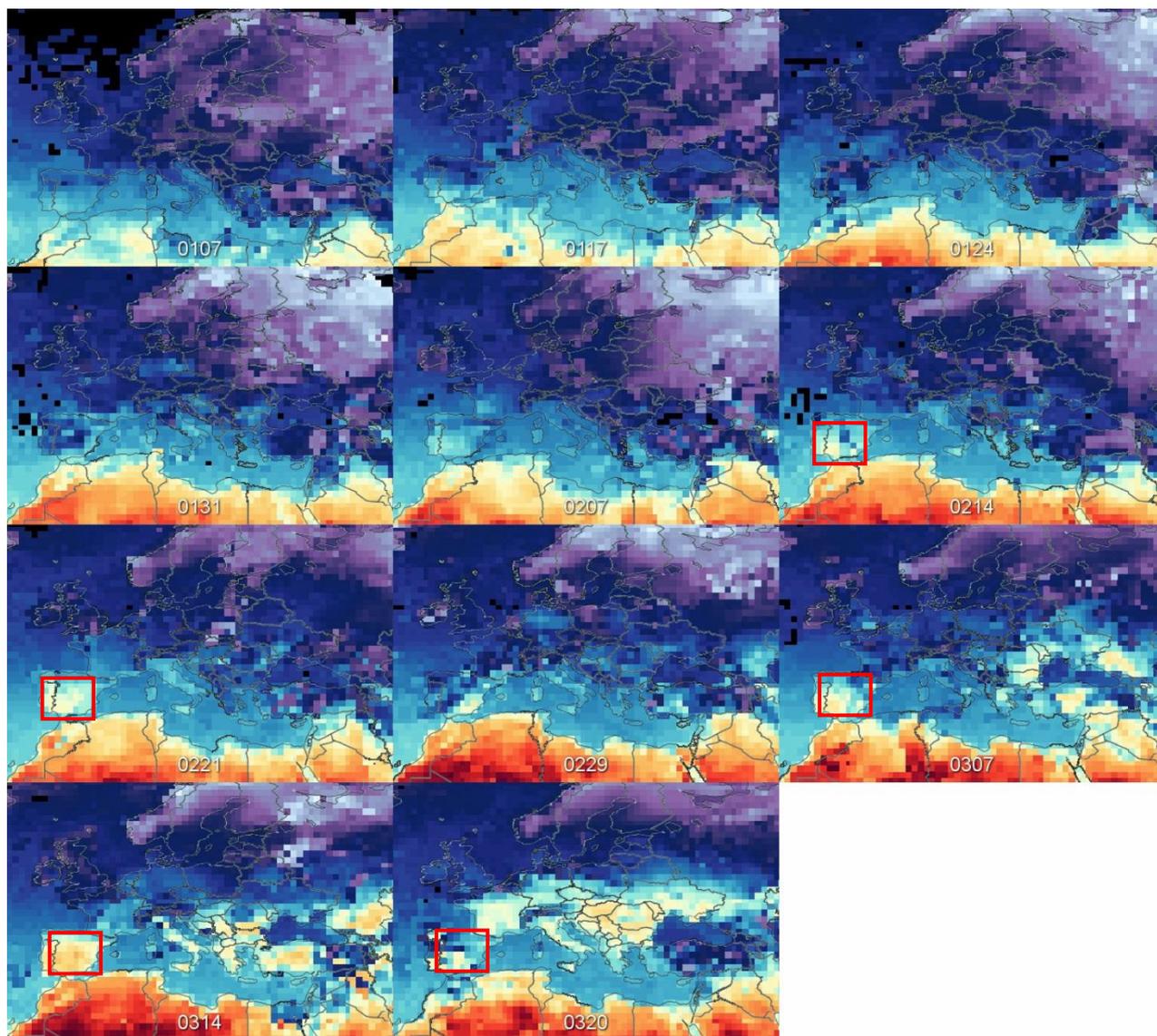


Рис. 15. Температурное поле Европейского региона (внизу изображений – месяц и дата).

Обратите внимание на температурную аномалию, которая появилась в районе Юго-Востока Пиренейского полуострова – если наша логика верна, то в этих регионах должна быть ниже заболеваемость COVID-19. Так ли это? Да, это так – см. рис. 15:

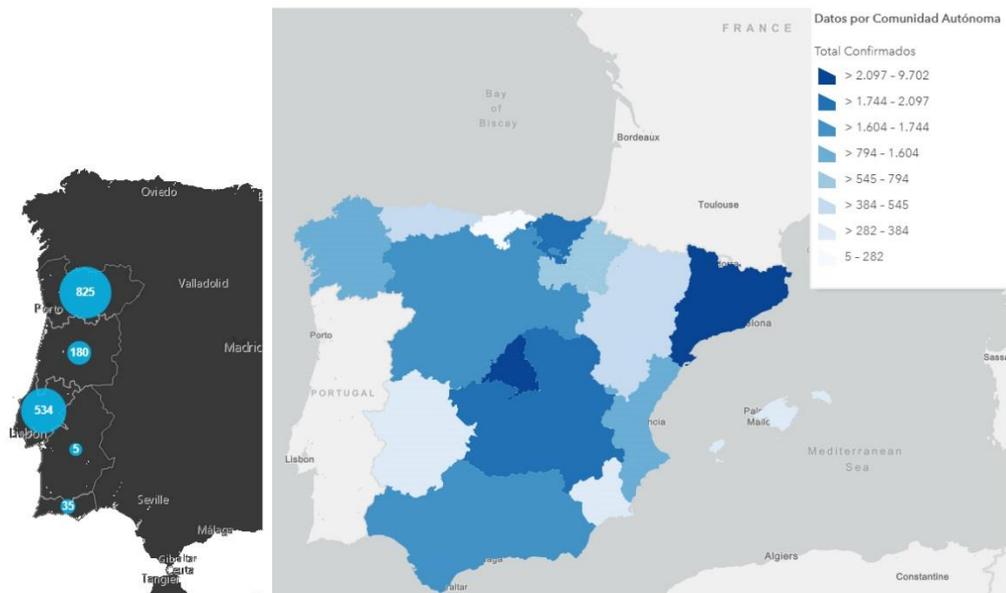


Рис. 16. Заболеваемость COVID-19 по регионам Испании и Португалии (абсолютное количество случаев). Источник: <https://experience.arcgis.com/experience/50d6c4c5599a43f4bebf517daa3a97b6>
<https://esriportugal.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/acf023da9a0b4f9dbb2332c13f635829>

Если говорить не об абсолютных, а об относительных значениях, картина та же:

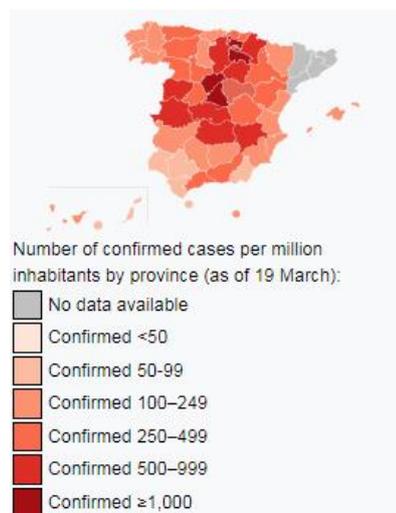


Рис. 17. Заболеваемость COVID-19 по регионам Испании.

Аналогичные условия сохраняются на территории всей Европы, и в ближайшее время они не изменятся. Исключение составляют страны Восточной Европы с более континентальным климатом (Венгрия, Сербия, Хорватия, Болгария, проч.), где прогрев уже начался (аналогично югу Испании).

5. Страны Северной Африки и Израиль

Как следует из рис. 14, в странах Северной Африки с конца января «жарит» по полной программе (до +40 и выше). В то же время, в Израиле и Ливане уже два месяца стоит приятная погода в диапазоне от +10 до +21 градуса (что подтверждает и архив погоды).

Построив таблицу заболеваемости на 1 миллион человек, мы видим, что в странах, где уже началась жара, это значение на порядок ниже, чем в странах, где температура не превышает +20 градусов. Иордания в этом отношении занимает промежуточное положение, так как часть ее территории – пустыни и города в них – имеет высокую температуру, а часть – климат, очень близкий к Израильскому.

	Население, млн. человек (округленно)	Случаев COVID-19, всего	Случаев на 1 млн. населения
Марокко	35	96	2,7
Алжир	41	139	3,4
Тунис	12	60	5,0
Египет	98	294	3,0
Иордания	10	100	10,0
Израиль	9	883	98,1
Ливан	6	230	38,3

Таблица 1. Заболеваемость на 1 млн. человек в странах Юга Средиземноморья

6. США.

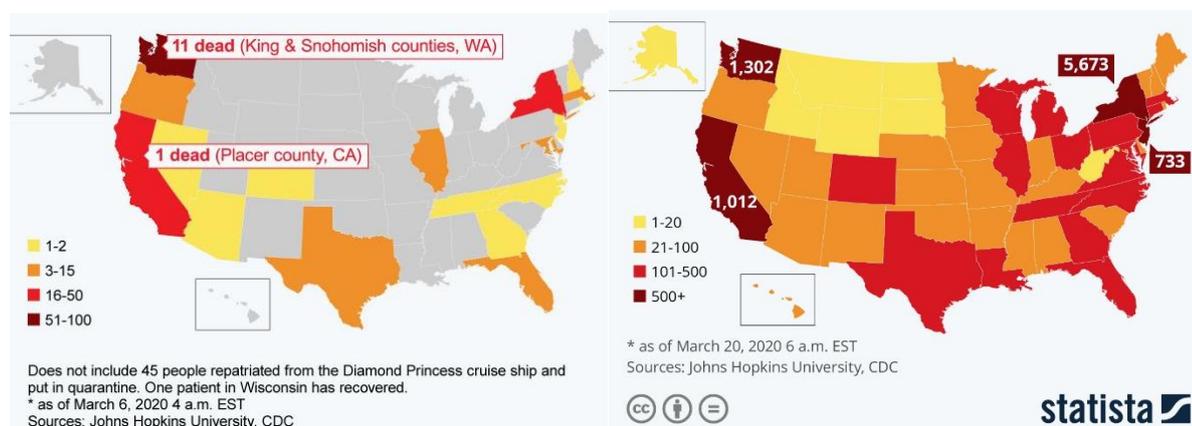


Рис. 18. Заболеваемость COVID-19 по регионам США на 06.03.2020 и на 20.03.2020.

Подъем заболеваемости в США начинается также около 20.02.2020 (см. рис. 8). Таким образом, нас интересует температурная обстановка в США начиная с 01.02.2020. В целом, появление и распространение вируса в штатах Северо-Запада и Северо-Востока полностью вписывается в нашу концепцию – в это время температура там держится на уровне +5 - +15 градусов. Однако Калифорния выбивается из этой последовательности, и вот почему:

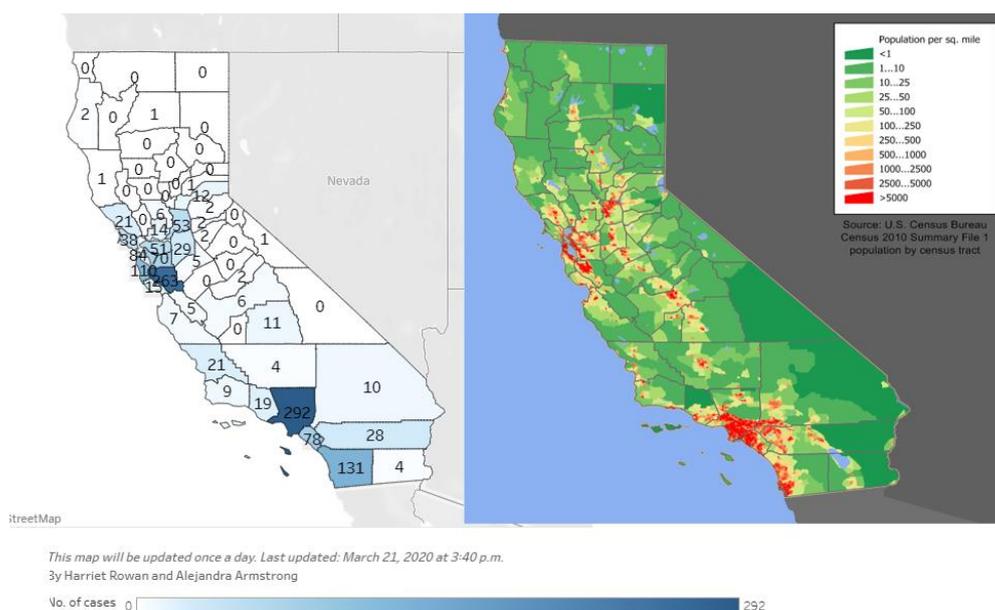


Рис. 19. Заболеваемость COVID-19 в Калифорнии и распределение населения.

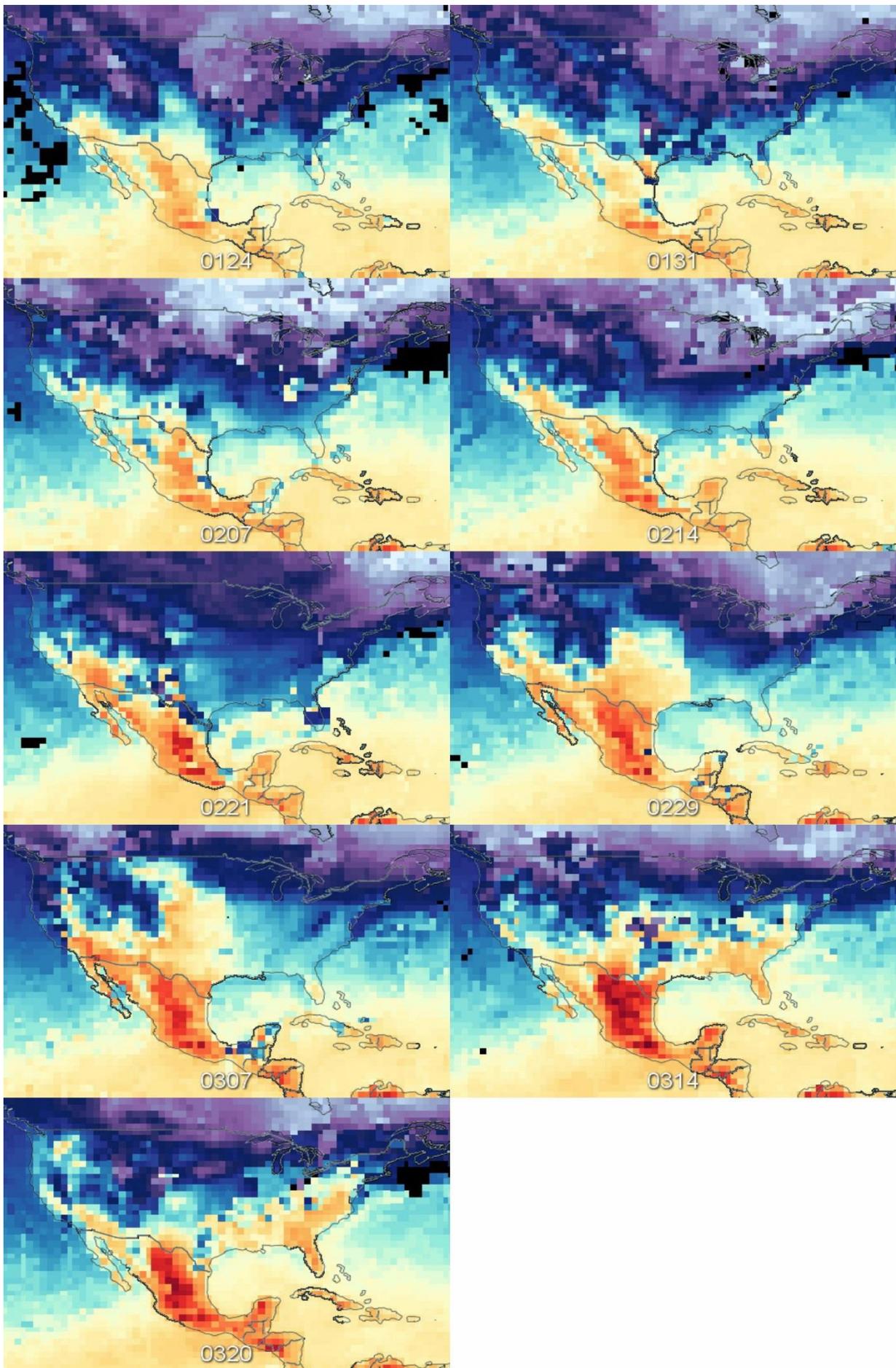


Рис. 20. Изменения температуры поверхности в США и Карибском регионе

Как видно из рисунка 18, основная масса людей живет (и болеет) в районе Сан-Франциско и Лос-Анджелеса. Эти города имеют морской климат, который отличается от всей остальной территории региона.

Климат Лос-Анджелеса													
Показатель	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб.	Дек.	Год
Абсолютный максимум, °С	32,7	35,0	36,6	41,1	38,3	44,4	42,2	40,5	45,0	42,2	37,2	31,1	45,0
Средний максимум, °С	20,3	20,6	20,8	22,8	23,8	25,8	28,6	29,3	28,6	26,0	22,8	20,0	24,2
Средняя температура, °С	15,1	15,6	16,5	17,9	19,4	21,2	23,5	24,0	23,3	20,8	17,4	14,7	19,1
Средний минимум, °С	9,8	10,6	11,6	13,0	15,0	16,6	18,5	18,7	18,2	15,7	12,0	9,5	14,1
Абсолютный минимум, °С	1,6	1,1	3,8	4,4	10,0	9,4	13,8	14,4	12,2	8,8	3,8	0,5	0,5
Норма осадков, мм	79	96	61	23	6	2	0	1	6	16	26	59	379
Температура воды, °С	14	14	15	18	19	21	23	24	23	20	16	15	15

Источник: [NWS](#), [World Climate Guide](#)

Климат Сан-Франциско													
Показатель	Янв.	Фев.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб.	Дек.	Год
Абсолютный максимум, °С	26,1	27,2	30,0	34,4	38,3	39,4	39,4	36,6	38,3	38,8	30,0	24,4	39,4
Средний максимум, °С	14,3	16,2	17,1	17,9	18,6	19,9	20,1	20,7	21,8	21,3	17,8	14,6	18,3
Средняя температура, °С	11,1	12,6	13,3	13,9	14,7	15,8	16,3	16,9	17,5	16,8	14,1	11,3	14,5
Средний минимум, °С	7,8	8,9	9,5	9,9	10,8	11,8	12,5	13,1	13,1	12,3	10,3	8,1	10,7
Абсолютный минимум, °С	-1,6	-0,5	0,5	4,4	5,5	7,7	8,3	7,7	8,3	6,1	3,3	-2,7	-2,7
Норма осадков, мм	114	113	82	37	17	4	0	1	5	28	80	115	600
Температура воды, °С	12	12	12	12	12	12	13	14	14	14	14	13	13

Источник: [NWS](#), [World Climate Guide](#)

Рис. 21. Климат крупнейших городов Калифорнии

Как видим, все это время в обоих городах (Сан-Франциско и Лос-Анджелес) стоит очень комфортная температура для вируса. В то же время, количество случаев в Техасе, Флориде и ряде других штатов, выделяющихся тоном на 06.03.20, не превышает нескольких человек.

К 20.03 основная масса заболевших сосредоточена на восточной трети территории США, и в городах по берегу Тихого океана с их влажным и прохладным климатом. Это полностью вписывается в нашу теорию, так как восточная треть США начала прогреваться только между 7.03 и 14.03, и последствия этого прогрева пока не появились. Северо-Востоку США, держащему первенство по количеству заболевших, прогрев не грозит даже в ближайшее время.

Обратив внимание на графики скоростей распространения инфекции по штатам, легко заметить, что подавляющее количество случаев приходится на штаты: Нью-Йорк, Нью-Джерси, Калифорния, Вашингтон, Мичиган, Иллинойс, Теннесси. Впрочем, на фоне Нью-Йорка все остальные бледнеют.

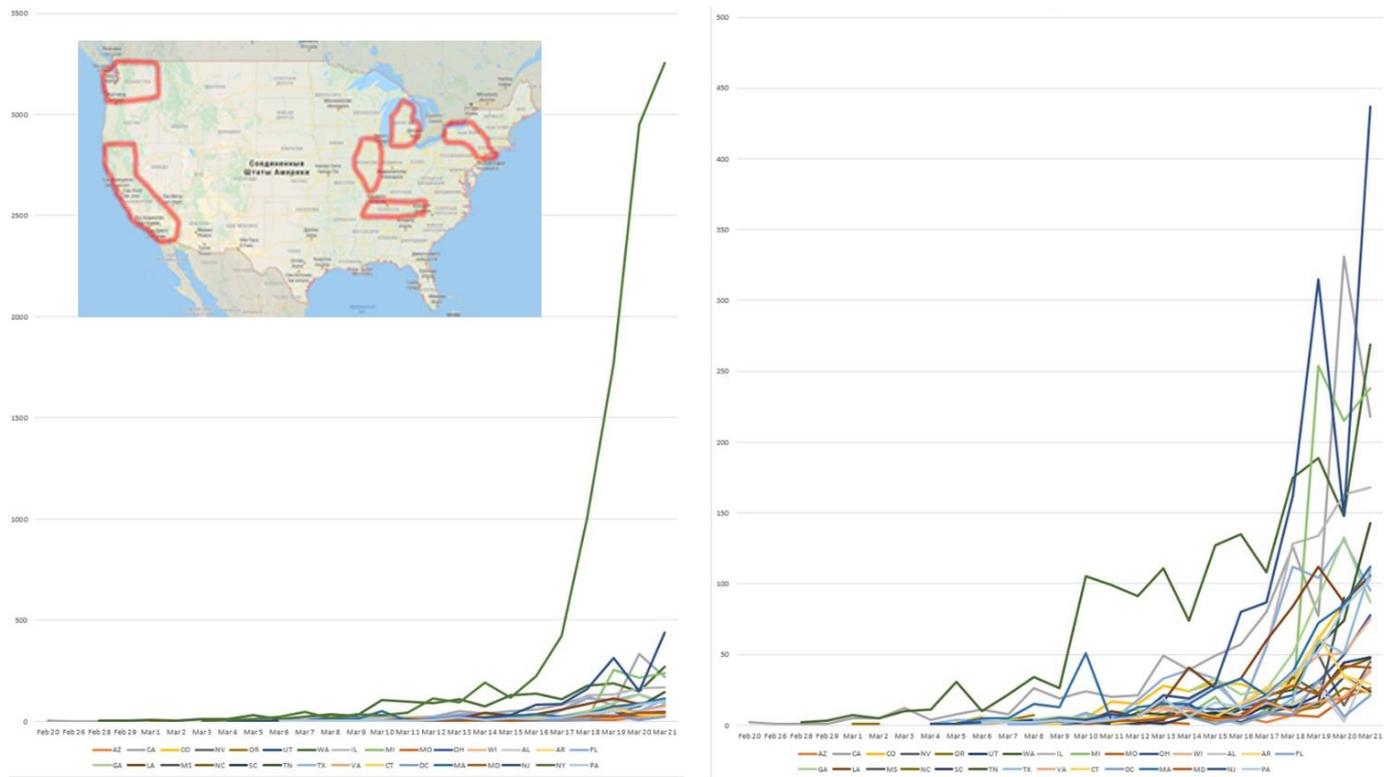


Рис. 22. Графики роста заболеваемости по штатам США. По горизонтали даны дни (1й день – 20.02.2020). Слева – графики включая штат Нью-Йорк, справа – не включая Нью-Йорк).

В отношении прочих регионов рассуждения и измерения температуры приводят нас к аналогичным выводам. Карты температур прилагаются для самостоятельного изучения:

Выводы:

1. Вирус не может эффективно распространяться при температурах земной поверхности выше +27 градусов. Возможное объяснение – вирус не жизнеспособен при таких температурах на поверхностях (контагиозный способ заражения); при воздушно-капельном переносе при подобной температуре микро-капли выделяемые при чихании крайне быстро (за время полета) принимают температуру окружающего воздуха и теряют способность к заражению (или она сильно снижается).
2. При температурах +23 - +26 наблюдается замедление скорости распространения заболевания.
3. При температурах в диапазоне от +3 до +22 происходит очень быстрое распространение инфекции, ускоренное высокой плотностью населения.
4. В странах с массированным и повсеместным использованием кондиционеров (Кувейт, Бахрейн, ОАЭ, Катар, Сингапур, Австралия, прочие) фактическое существование людей идет «в отрыве» от природной температуры, находясь в температурном диапазоне от +17 до +22 градусов, что способствует распространению заболевания несмотря на жаркий климат.

Следствия из выводов:

1. В ближайшие 2-3 недели следует ожидать подъема температур в Испании, Италии (Франция – через 3-4 недели) до уровней, когда распространение вируса станет затруднено, что приведет к спаду новых регистрируемых случаев заболевания, что проявится в медицинской статистике еще через 2 недели. Таким образом, сроки стабилизации эпидемии в Италии и Испании – к 20 апреля, во Франции – к 1 мая, Балканы – к 1 мая, Израиль и Иран – тоже к 1 мая. Юг США – Техас, Флорида, Калифорния, Аризона и прочие штаты – тоже примерно к 1 мая. Япония и Корея – к 1 мая. Германия – вероятно, к 15 мая. Юг России – к середине апреля, Московский регион – к 1 мая, Сибирь и Юг Канады – к середине-концу мая. В вышеуказанных регионах снижение заболеваемости может произойти даже в отсутствие вообще каких-либо противоэпидемиологических мероприятий (что не отменяет их целесообразности).
2. В странах с морским прохладным климатом (Великобритания, Исландия, Норвегия, Швеция, Дания, Новая Зеландия, Чили), а также в Штатах Орегон, Вашингтон, Нью-Йорк (и прочие штаты Северо-востока США), страны Балтии, Финляндия, в РФ – Санкт-Петербург, Карелия, Мурманская область, Новгородская, Вологодская, Псковская области – стабилизации с помощью высоких температур ожидать не стоит, так как воздух в этих регионах крайне редко прогревается до столь высоких значений, на прогреву на солнце мешает облачность. В этих регионах основной способ борьбы – карантинные и противоэпидемиологические меры.

Прочие следствия из выводов:

1. Прогрев помещений с помощью кондиционеров до +30 градусов в течение нескольких десятков минут вероятно способен существенно понизить шансы заразиться в этом помещении;
2. Использование кондиционирования в странах с высоким уровнем заболевания нецелесообразно или целесообразно при снижении температуры воздуха до уровня не ниже +28 - +30 градусов.
3. Возможно, для обеззараживания предметов можно использовать ФЕН

МГУ, Географический факультет, Региональный центр Мировой системы данных
Рыльский Илья Аркадьевич
rilskiy@mail.ru