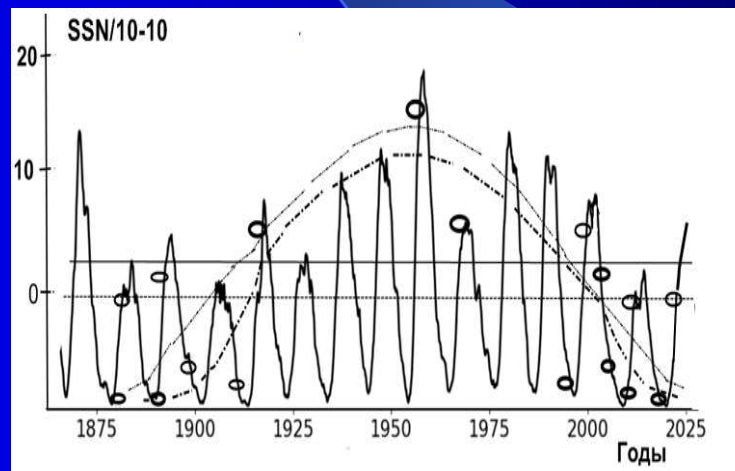


АТМОСФЕРНЫЕ ПЕРЕНОСЫ АЭРОПЛАНКТОНА КАК ВОЗМОЖНЫЕ ПРИЧИНЫ ЭПИДЕМИЙ В ГЛОБАЛЬНЫХ МИНИМУМАХ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ



М.В. Рагульская
ИЗМИРАН, Москва

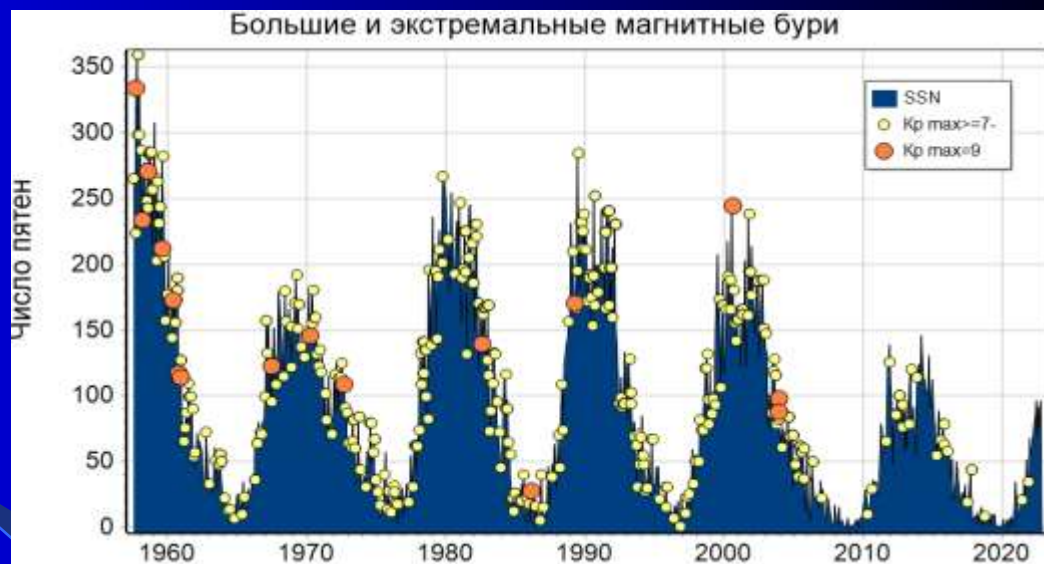
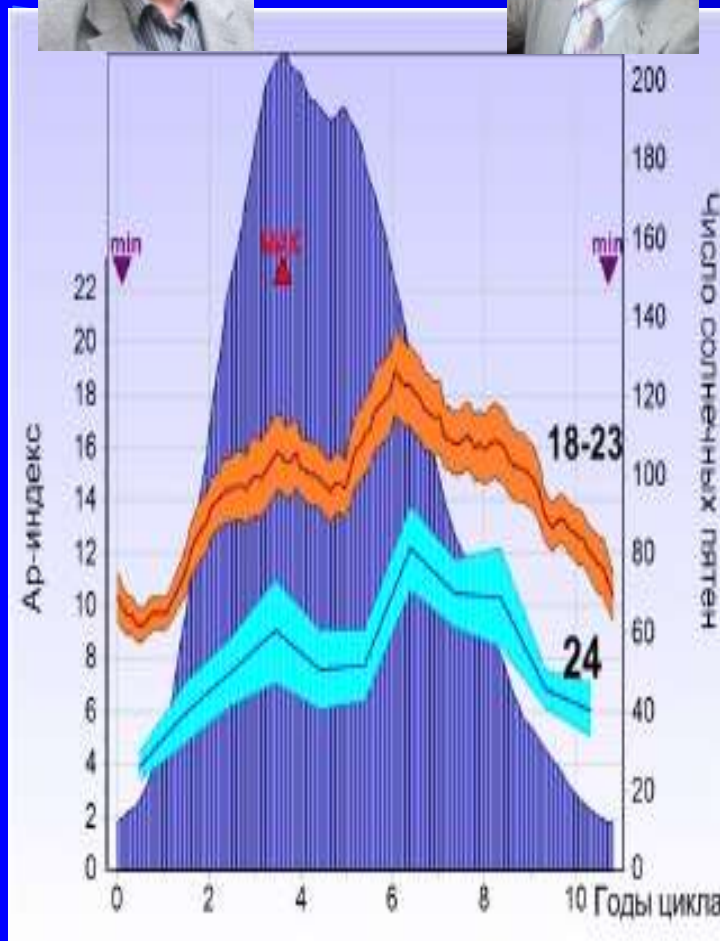
ra_mary@mail.ru



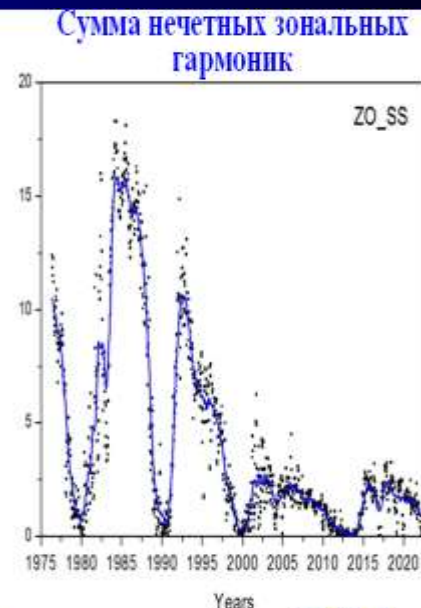
«Физика атмосферы и климата», 8 апреля 2026

21 век. Аномалии солнечной и геофизической активности

Роль глобальных минимумов СА в вирусных пандемиях

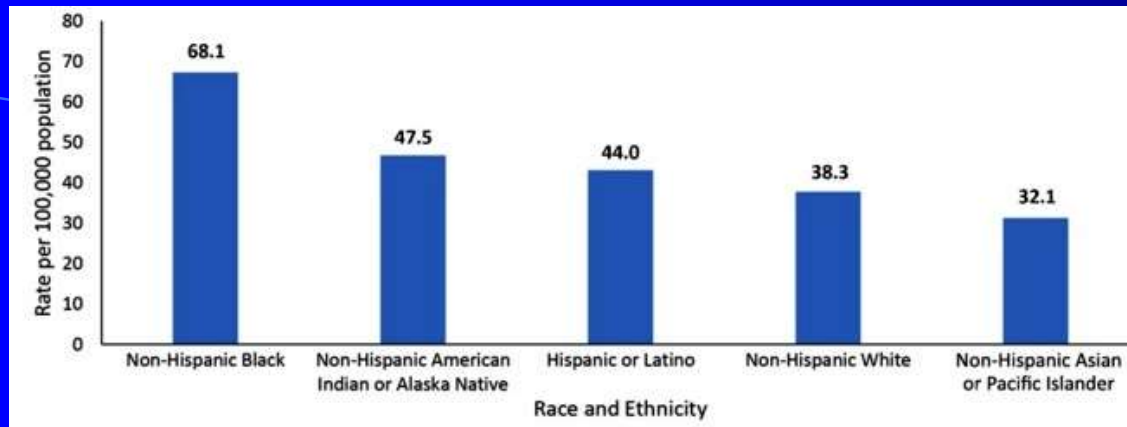


Глобальное магнитное поле Солнца 1975-2022 годы



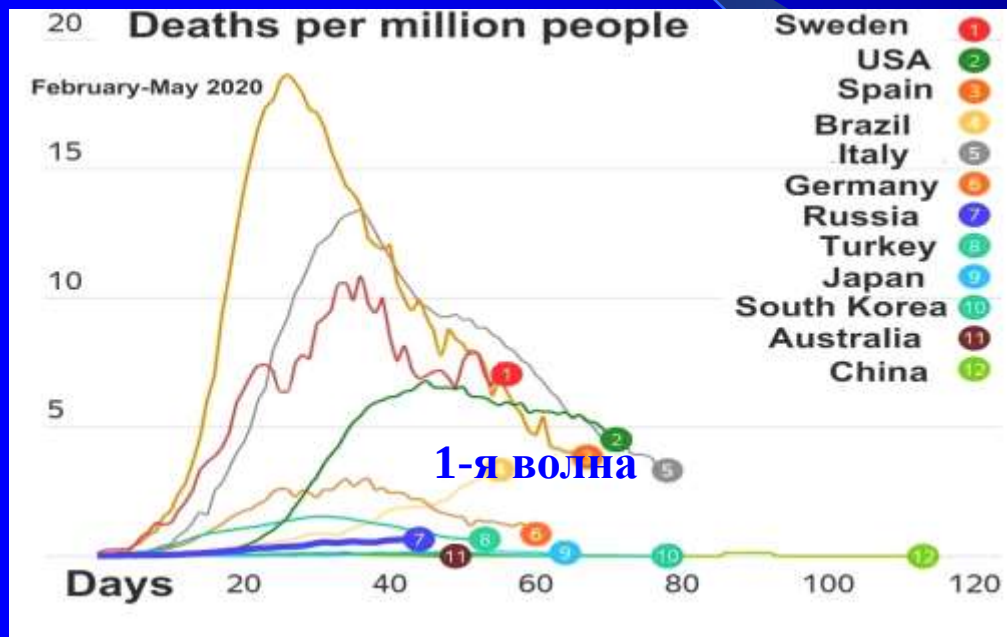
Слева и сверху – А. В. Белов и др, ГА, 2023)
Справа - (М. В. Рагульская, В. Н. Обридо, ГА, 2023)

Пандемия COVID-19, минимум 25 цикла СА

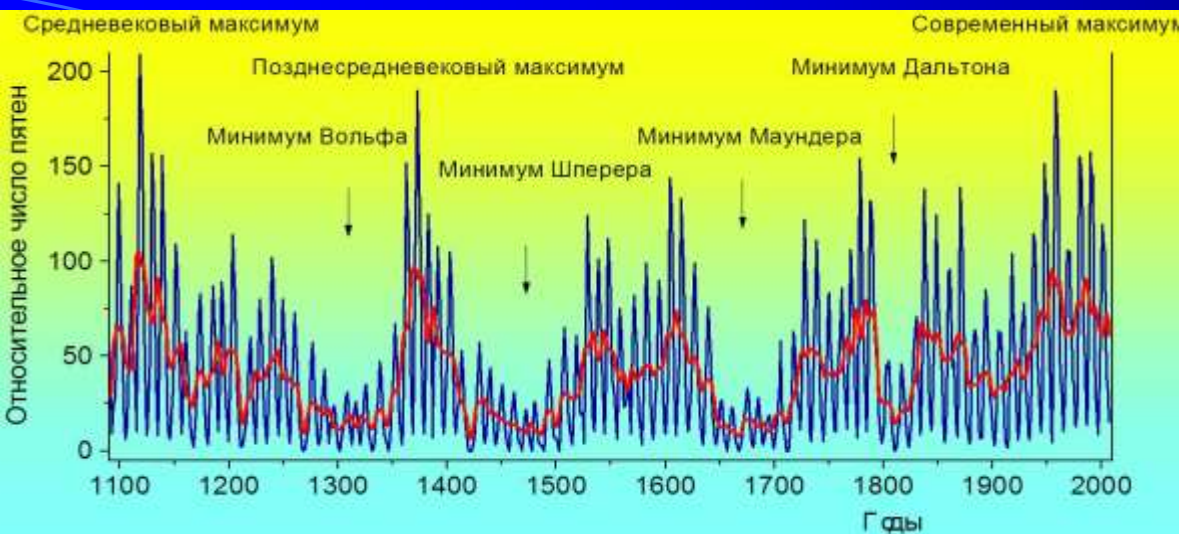
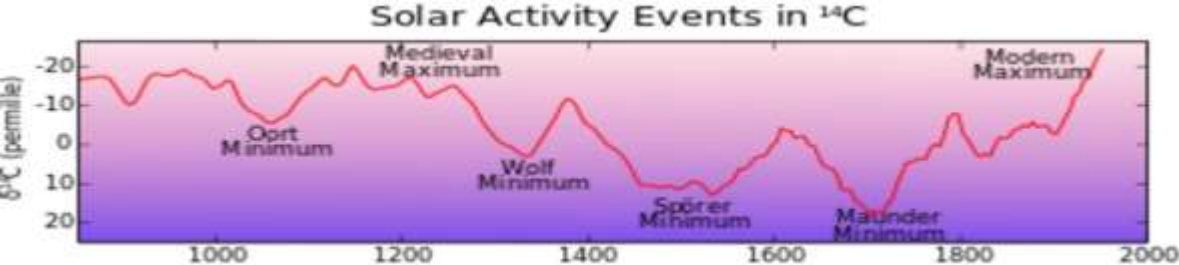


Обычный грипп 20 века, распределение заболеваемости по расам (данные Института гриппа, США)

***2 раза**



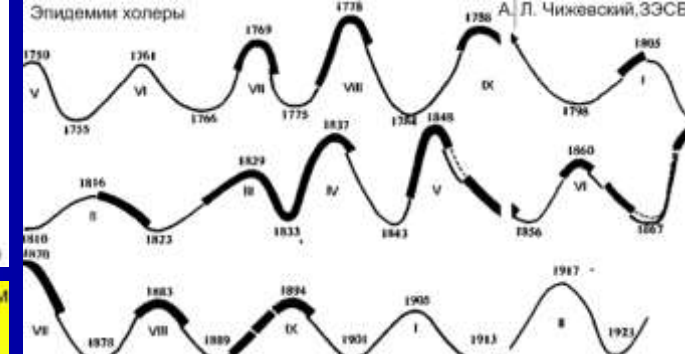
***10 раз
и больше**



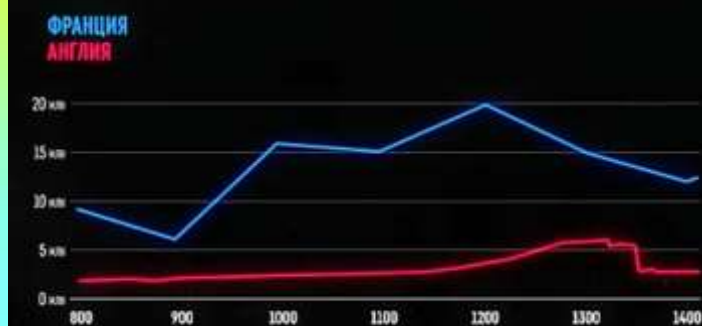
(График из Yu. Nagovitsin, AL, 1997, N6)

Высокая активность - потепление

Низкая активность - похолодание

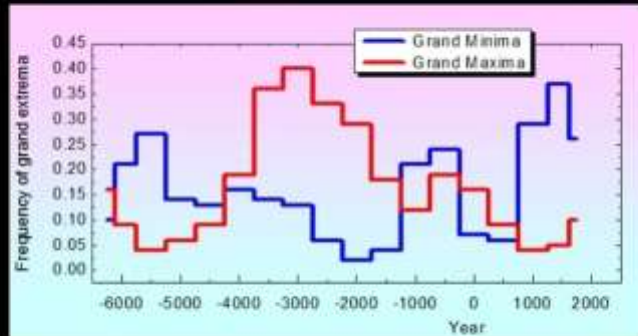


Динамика численности населения, Франция и Англия 900-1300 гг



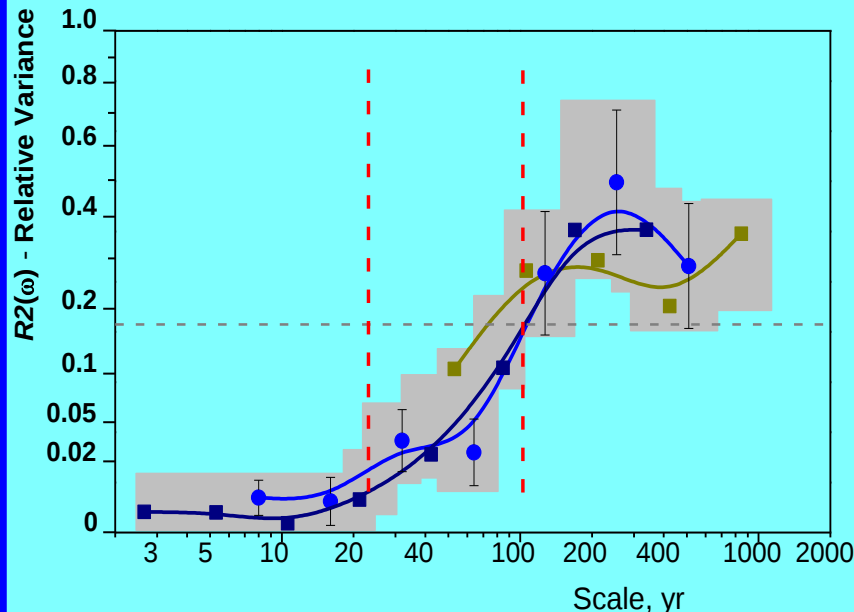
ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКСТРЕМУМЫ: ЧАСТОТНОСТЬ

На интервалах 500 лет показана доля времени пребывания СА в состояниях глобальных экстремумов

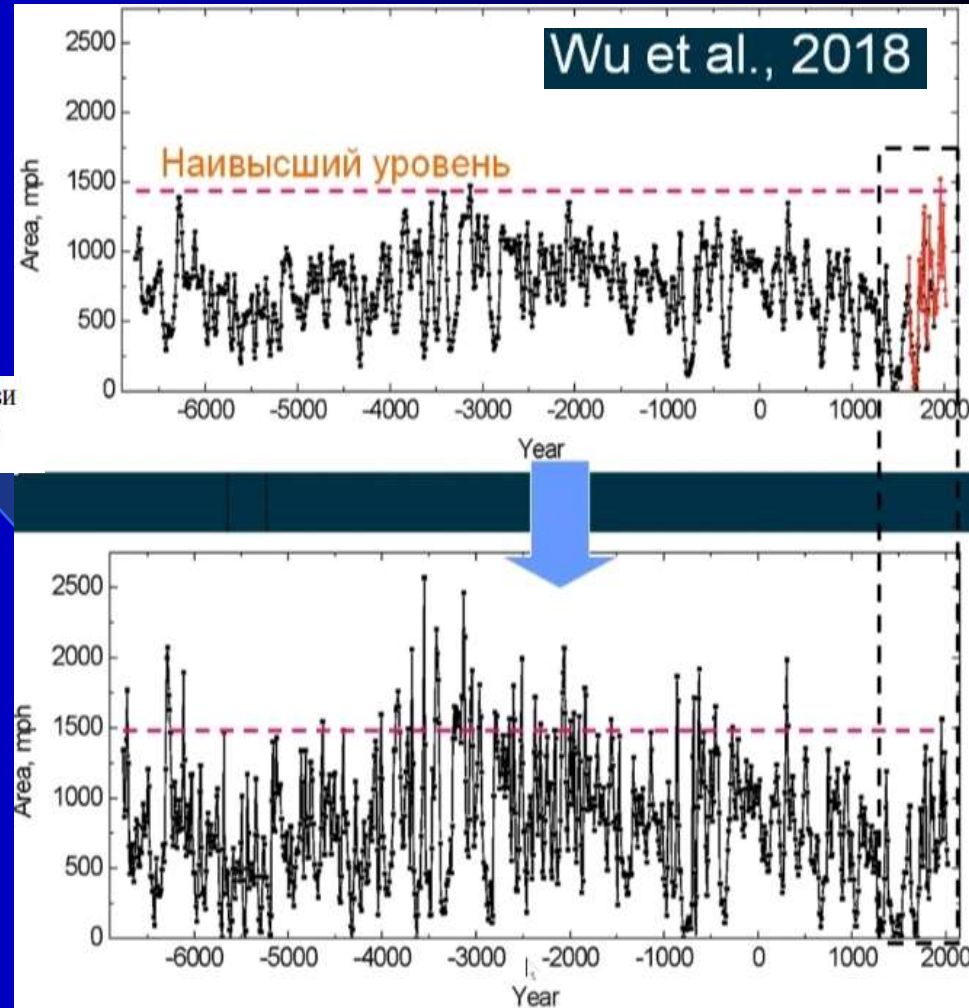


Гранд-максимумы показывают длительную вариацию ~7000 лет. (В скобках: наиболее часто СА находилась в гранд-максимумах в 3-4 тысячелетиях до НЭ – во время максимума температуры в Голоцене). Гранд-минимумы показывают вариации ~2300-2500 лет

Относительный вклад солнечной активности в климат и биосферные связи на различных временных интервалах (величина 0,1 соответствует 10%)



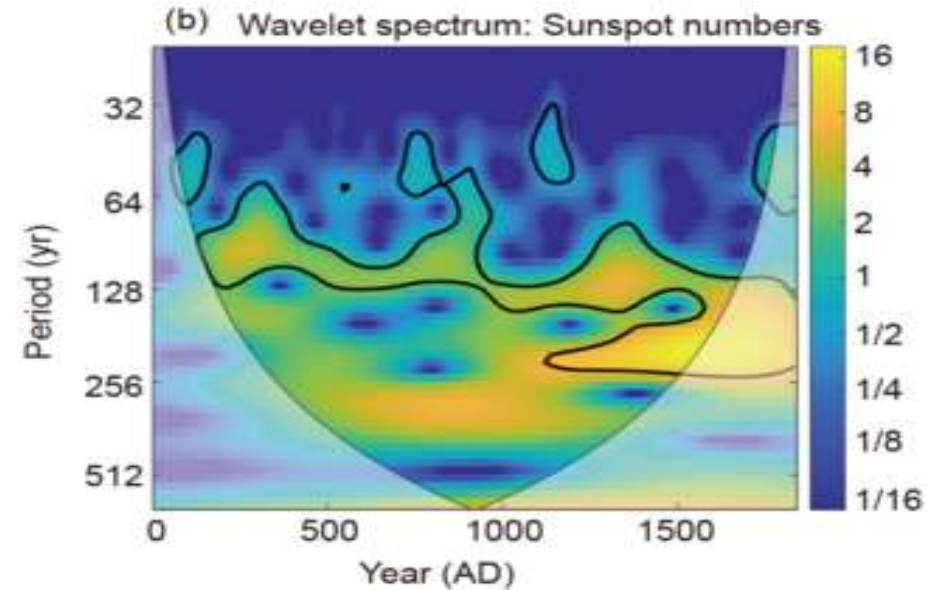
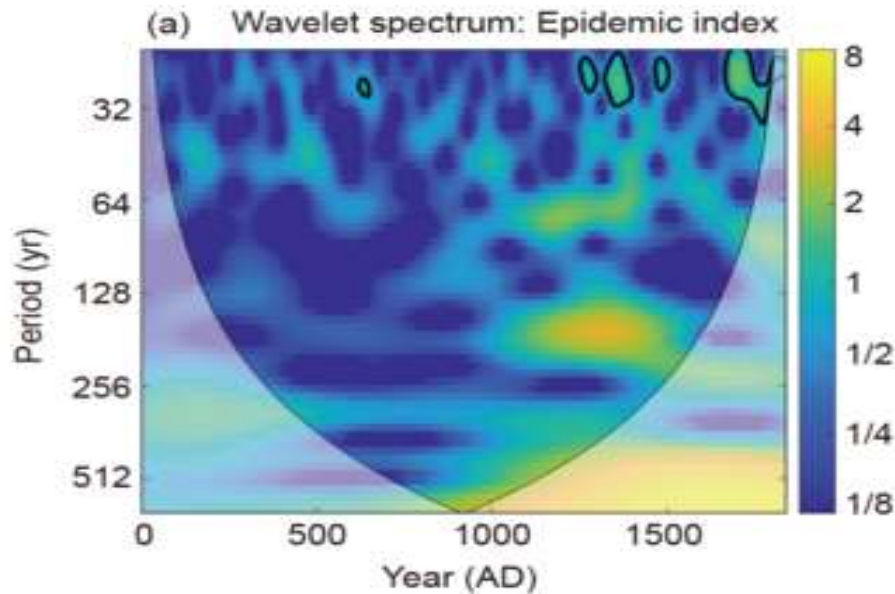
Солнечная активность последние 9 тысяч лет



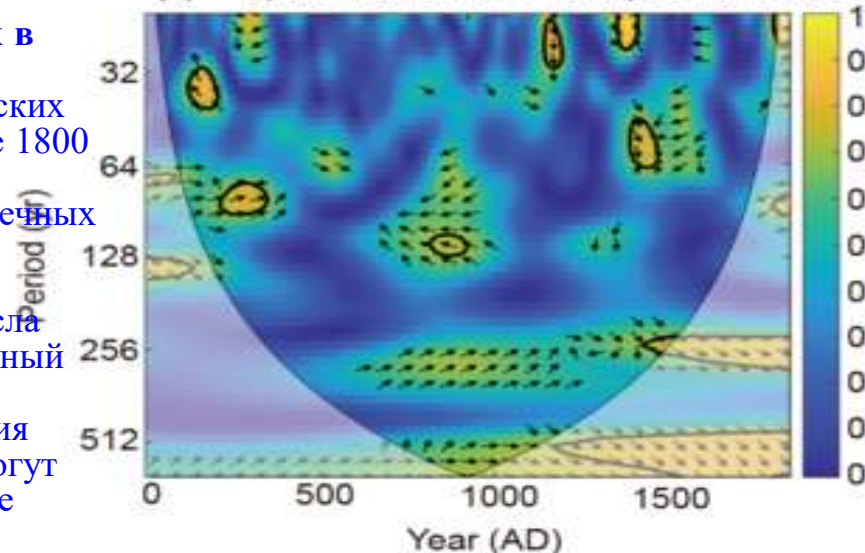
Новая реконструкция с выравниванием дисперсий высоких частот

Наговицин Ю. А., Осипова А.А., ИКИ 2026, ИЗМИРАН, 2025

Биосфера и СА. Китайские летописи 0-1840 год н.э. Вейвлет-анализ числа эпидемий и динамики СА



(c) Epidemic index VS sunspot numbers



*Si CHEN et al,
Correlation analysis
between the occurrence
of epidemic in ancient
China and solar activity.
SCIENCE CHINA Earth
Sciences, Volume 66,
Issue 1: 161 - 168 (2023)*



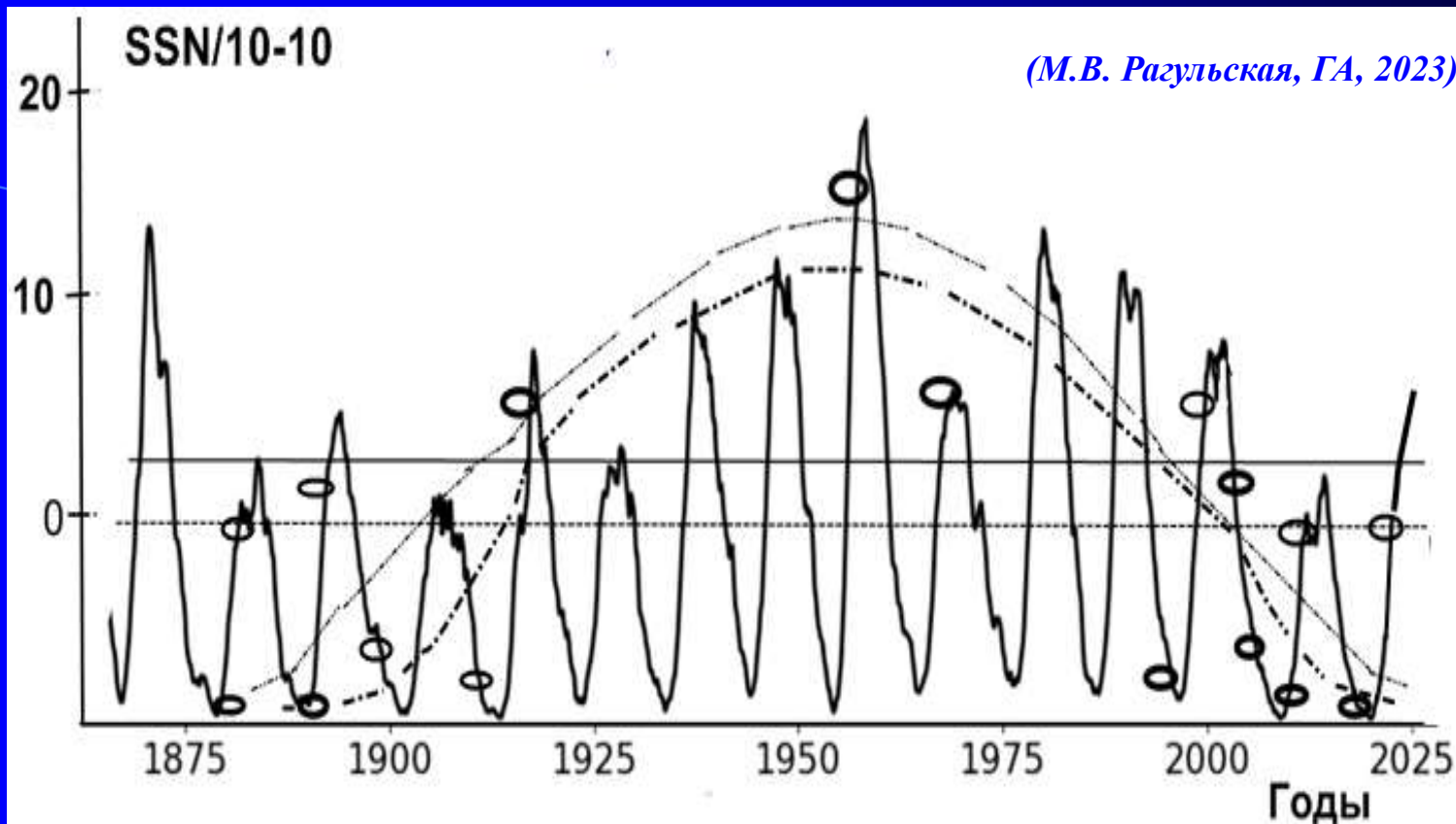
Вейвлет-спектр и анализ вейвлет-когерентности (WTC) для эпидемиологических данных в период 0–1840 г. н.э.

(а) Вейвлет-спектр эпидемических индексов в Китае за последние 1800 лет;

(б) вейвлет-спектр числа солнечных пятен;

(с) кросс-спектр ВТЦ эпидемических индексов и числа солнечных пятен. Толстый черный контур обозначает уровень значимости 5% а конус влияния (COI), где краевые эффекты могут исказить график, показан более светлым оттенком.

Роль минимумов СА в вирусных пандемиях

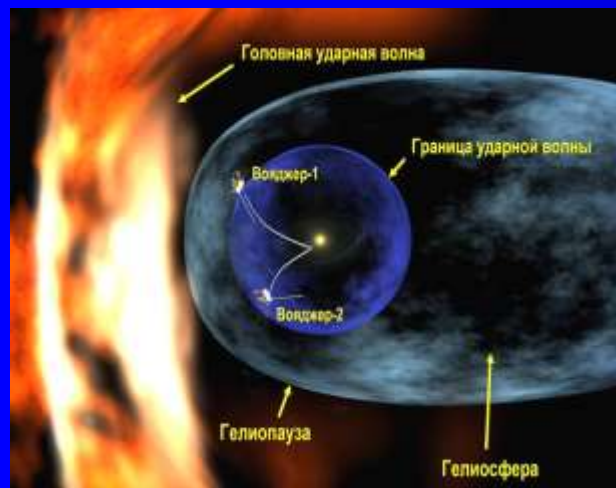


Последний квази - столетний цикл солнечной активности и пандемий, 1889-2020 годы (классический столетний цикл Гляйсберга пришелся на 1900 - 2007 годы). Овалами отмечены вирусные пандемии, существенно участвовавшие после 1995 года, в минимуме квазистолетнего цикла СА.

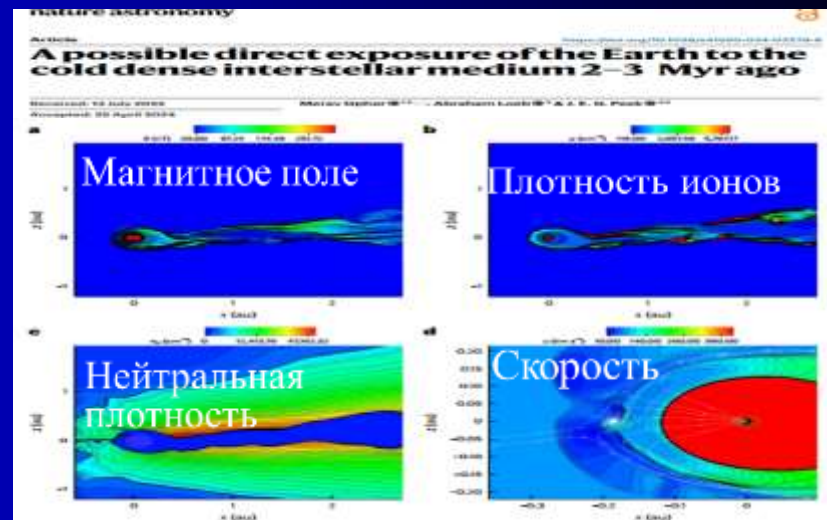
1. Число вирусных пандемий 23-25 циклы СА в 3 раза выше, чем в 16-22 циклах СА.

2. Относительная смертность (число на 100 тыс населения) в пандемии минимума СА имеет географические зависимости

Защитная роль гелиосферы. Галактические космические лучи(ГКЛ)



При прохождении рукавов галактики интенсивность ГКЛ у границ СС может возрасти в 6-10 раз



Гелиосфера 2 мл лет назад – 0,22 ае

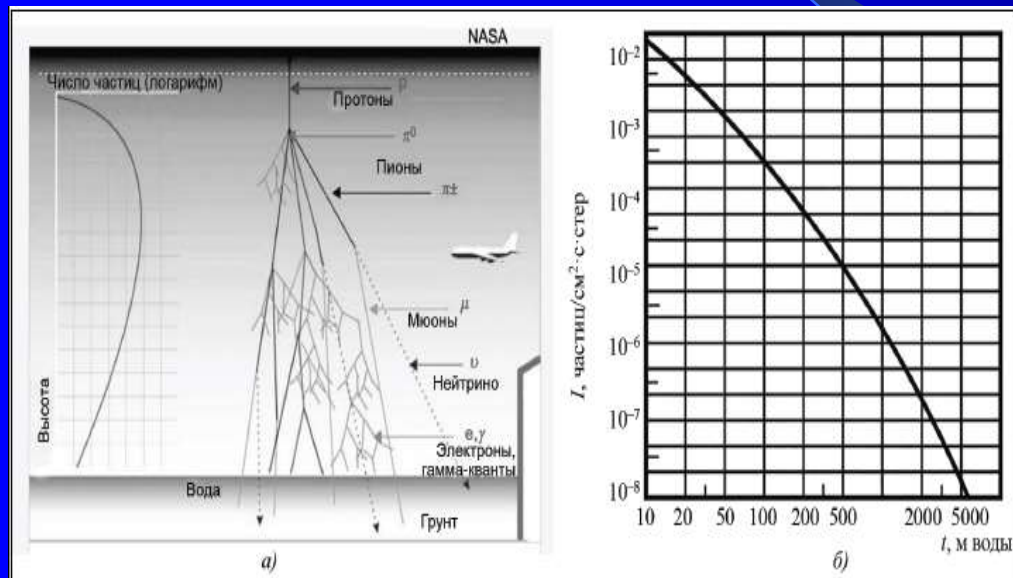
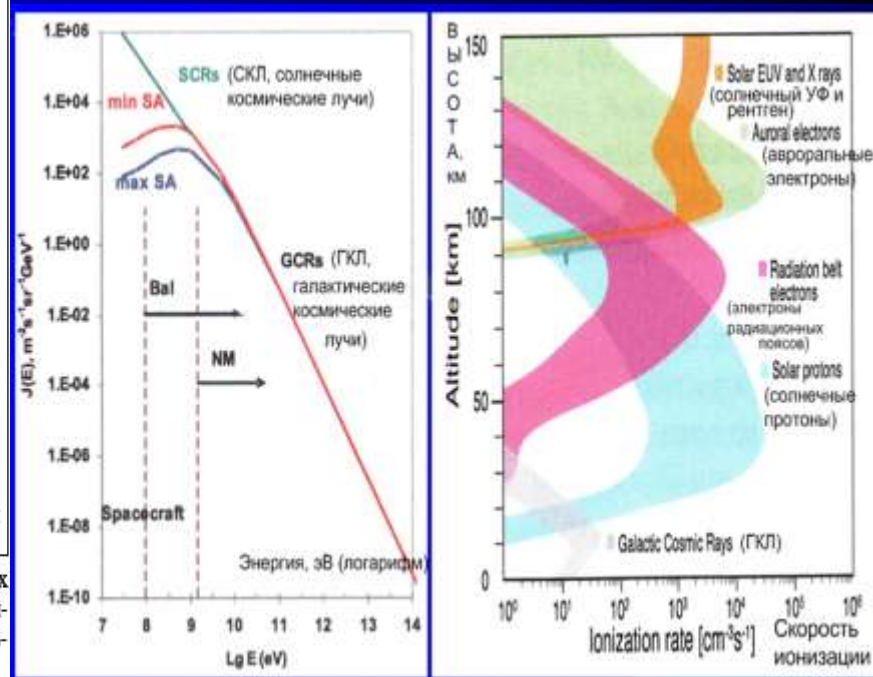
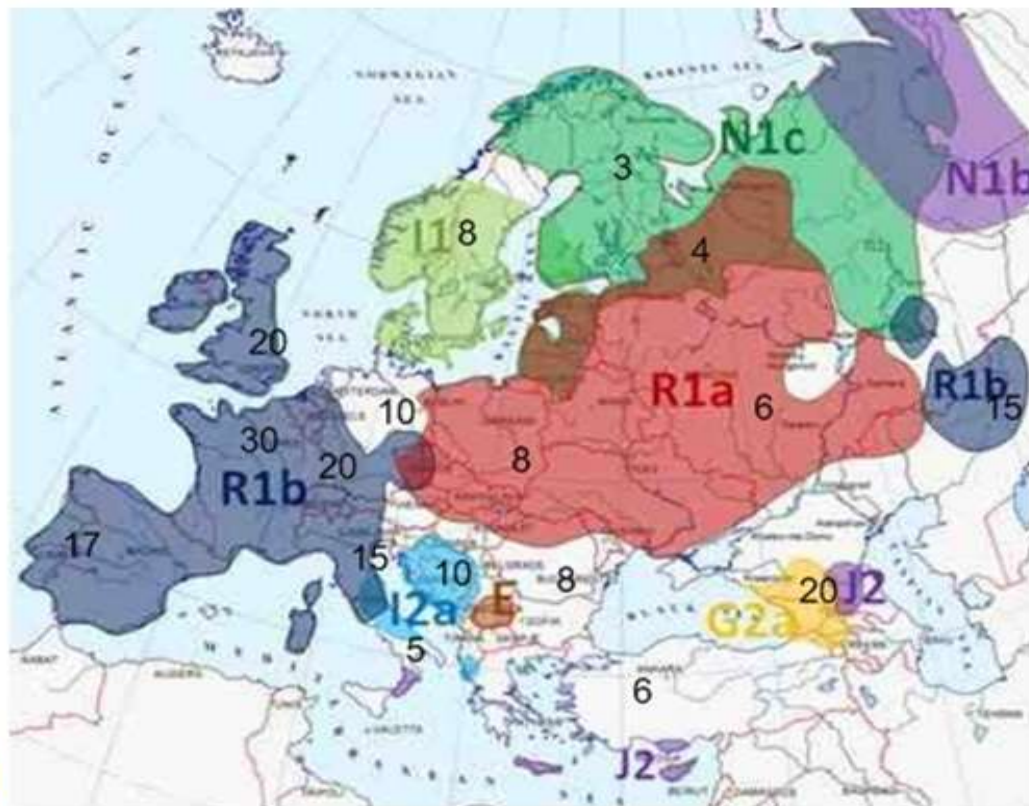
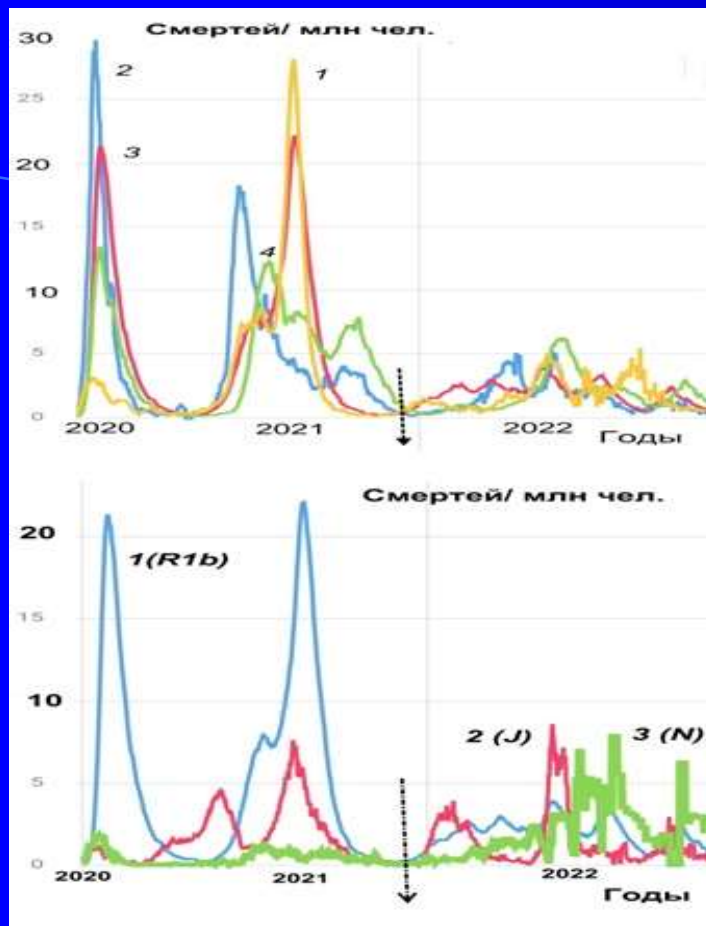


Схема ядерно-каскадного процесса в атмосфере, с образованием трех основных компонент вторичных космических лучей: электронно-фотонной (мягкой), ядерно-активной и мюонной (проникающей) (а); зависимость интенсивности I вертикального потока проникающей (мюонной) компоненты космических лучей от глубины t относительно уровня моря (масштаб логарифмический) (б)



Пандемия COVID-19: глобальный минимум СА, одновременный минимум столетнего и 11-летнего цикла



1. Пандемия COVID -19 наиболее тяжело протекает в странах с доминантной гаплогруппой *R1b*. Вакцинация также наиболее эффективна в *R1b*
2. С резким возрастанием СА в середине 2021 года эффективность вакцинации снижается, а отношение смертности по странам стремится к коэффициенту «2» в 2023 году по мере приближения к максимуму 25 цикла СА.

М. Ragulskaya. Solar activity and COVID-19 pandemic. Open Astronomy. 2021; 30: 149–158

<https://doi.org/10.1515/astro-2021-0020>

Исторические причины геногеографических различий пандемии

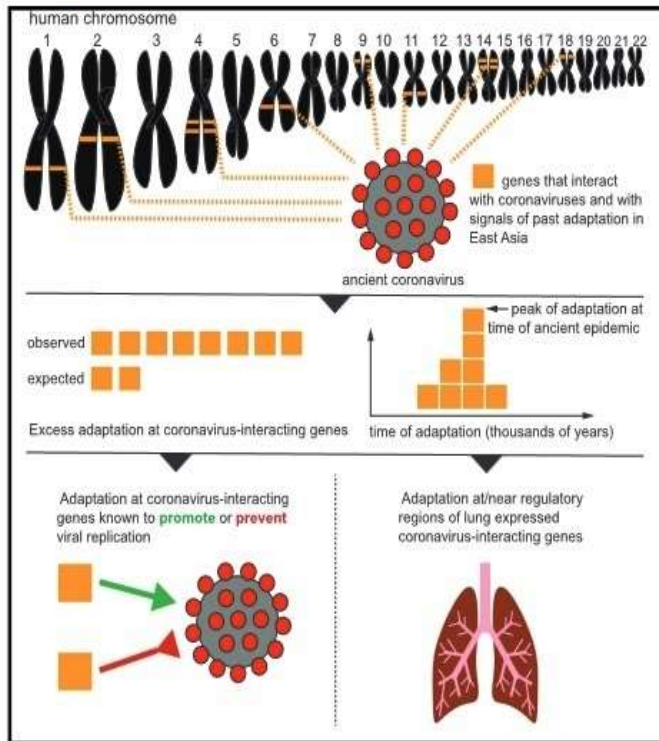
Пандемии коронавируса 20 000-5000 лет назад, Азия

Current Biology

An ancient viral epidemic involving host coronavirus interacting genes more than 20,000 years ago in East Asia

Souilmi et al., 2021, Current Biology 31, 3504–3514
August 23, 2021 © 2021 The Authors. Published by Elsevier Inc.
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.05.067>

Graphical abstract



Authors

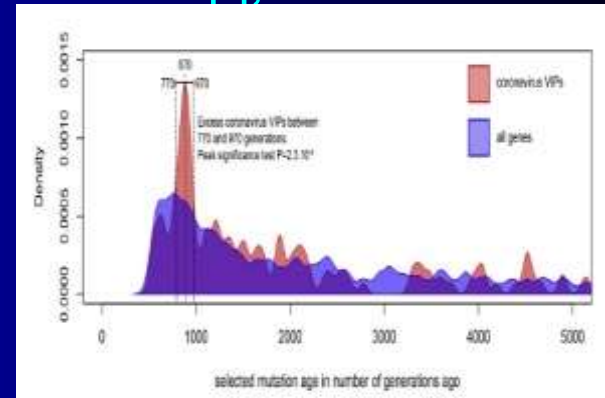
Yassine Souilmi, M. Elise Lauterbur,
Ray Tobler, ..., Nevan J. Krogan,
Kirill Alexandrov, David Enard

Correspondence

kirill.alexandrov@qut.edu.au (K.A.),
denard@email.arizona.edu (D.E.)

In brief

Souilmi et al. find that strong genetic adaptation occurred in human East Asian populations, at multiple genes that interact with coronaviruses, including SARS-CoV-2. The adaptation started 25,000 years ago, and functional analysis of the adapting genes supports the occurrence of a corona- or related virus epidemic around that time in East Asia.



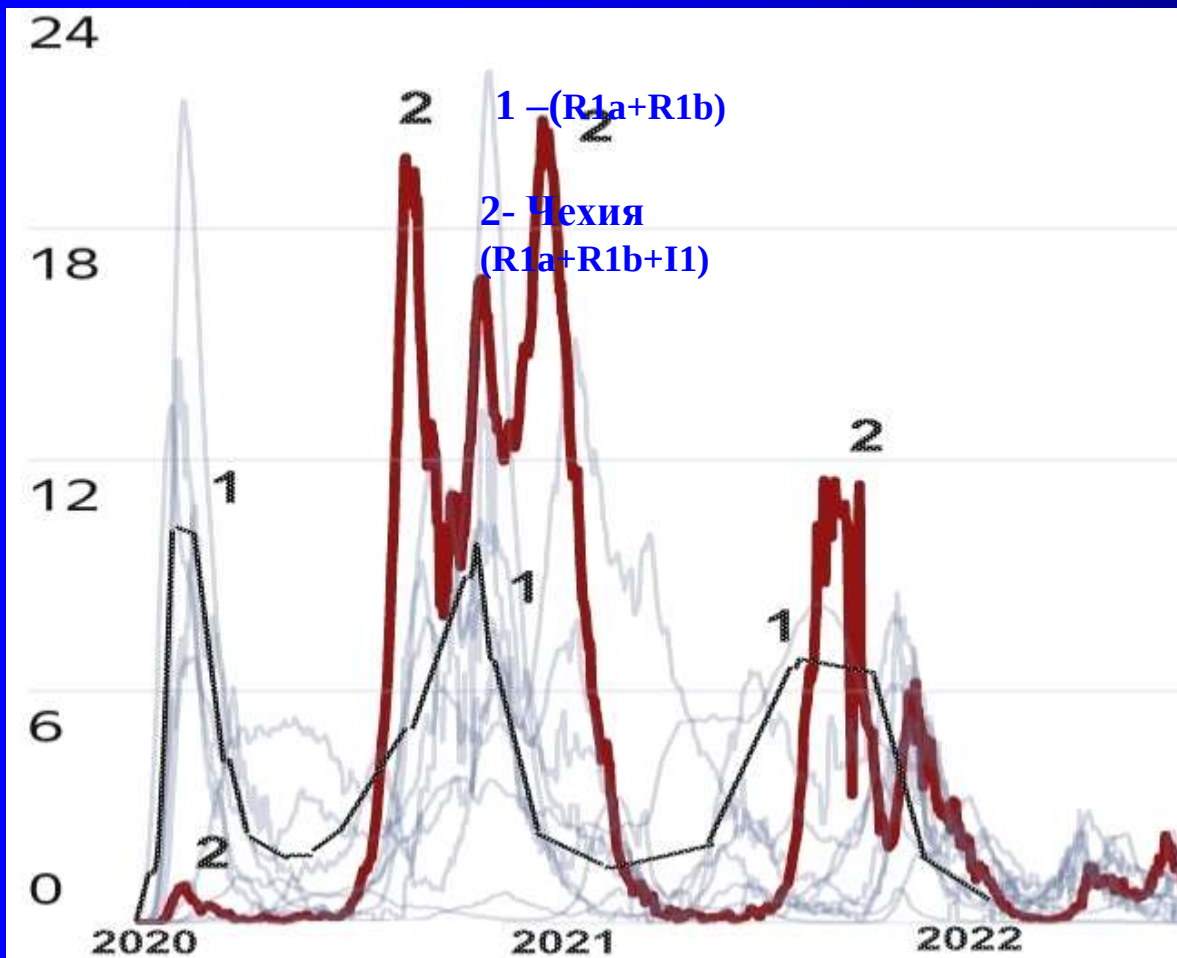
Генетический анализ:
900-200 поколений назад в Азии бушевали пандемии коронавируса, вызвавшие устойчивые мутации у населения в наиболее уязвимых органах (легких, кровеносной системе и кишечнике).
Около 5 тысяч лет назад короновирус был вытеснен гриппом.

Причины:

1. Истощение кормовой базы вируса
2. Климат и СА

В это время в Европе: массовая миграция гаплогруппы R.
Расхождение R1a и R1b около 900 поколений назад

Автоколебания заболеваемости как следствие жесткого локдауна



НЕЭФФЕКТИВНОСТЬ

ЛОКДАУНА

(данные ВОЗ,
эффективность
локдаунов в пандемию
COVID-19 менее 1%)

При небольшой территории стран и жестком локдауне 1-й волны, вместо волн затухания возникают автоколебательные волны заболеваемости и смертности (Чехия, Грузия, Израиль, Португалия).

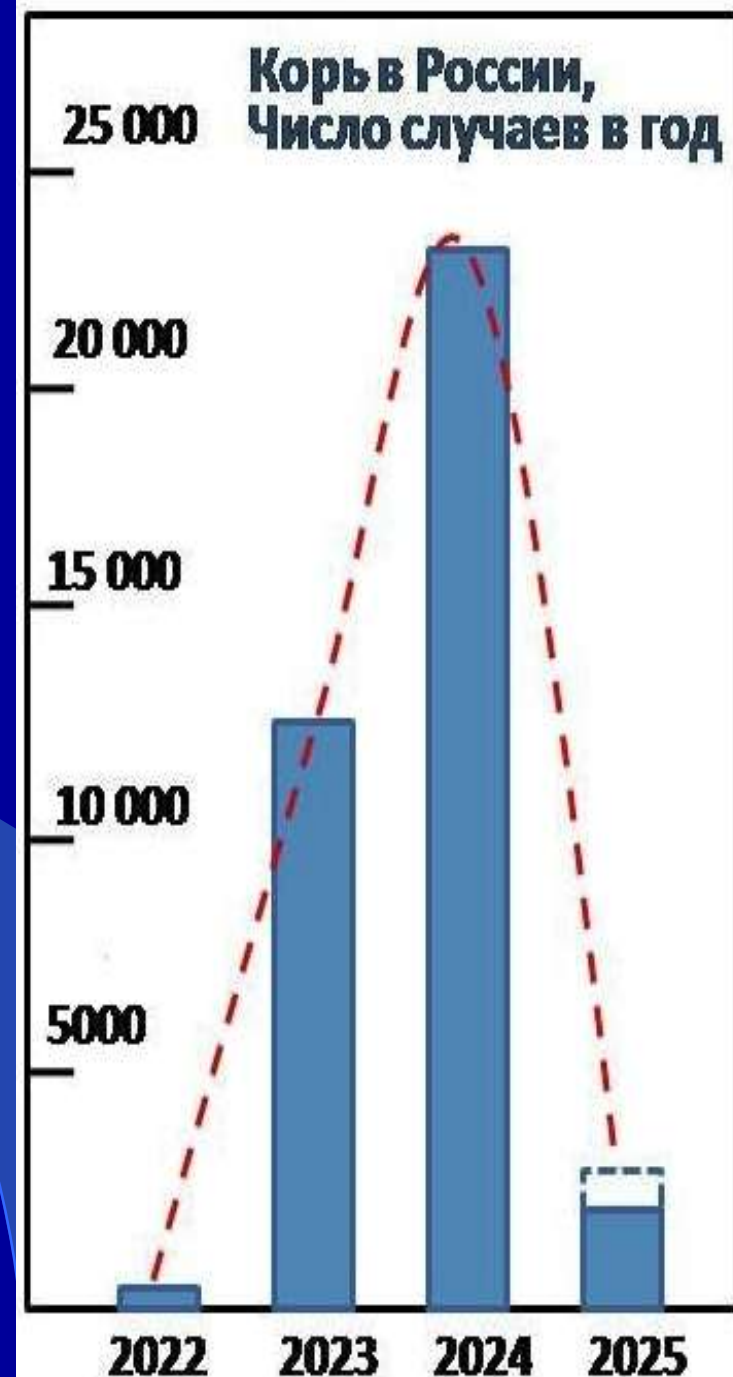
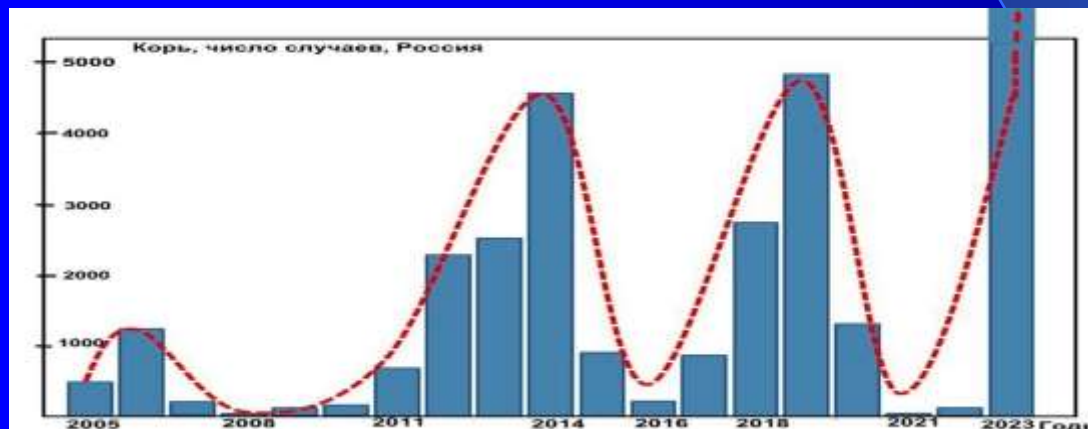
Относительная смертность на 1 млн населения при возникновении автоволн в 2 - 4 раза выше, чем у стран схожего генетического состава

Число заболевших в эпидемии кори в 2018-2019 годах (минимум СА 25 цикла) в 3-7 раз выше, чем в 2013-2014 годах (максимум 24 цикла СА).

25 цикл СА:

2022 год-102 случая (ВОЗ),
2023 – 13 083 (ВОЗ),
2024- 22 455 случаев (Роспотребнадзор)
2025 – в 8 раз меньше, чем в 2024

Экстремумы динамики кори начинаются за 1-1,5 года до экстремумов СА
В марте 2023 - одновременно с
переполюсовкой полярного поля Солнца
КАК??



Вопросы:

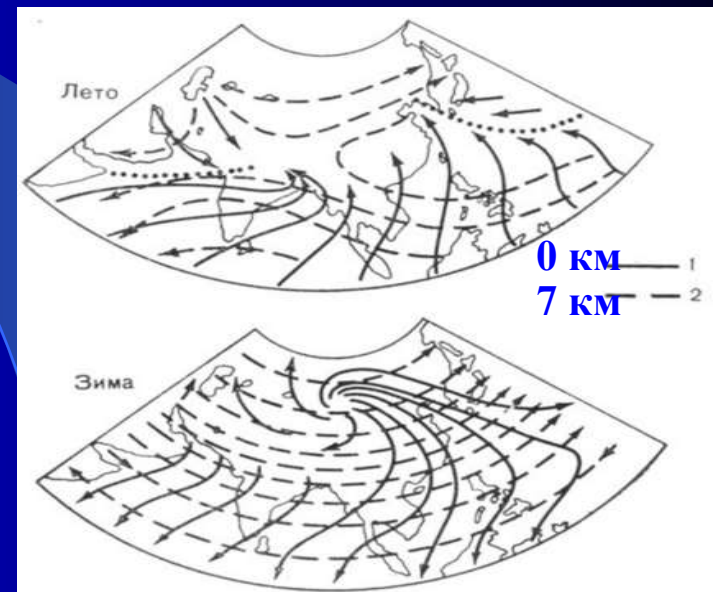
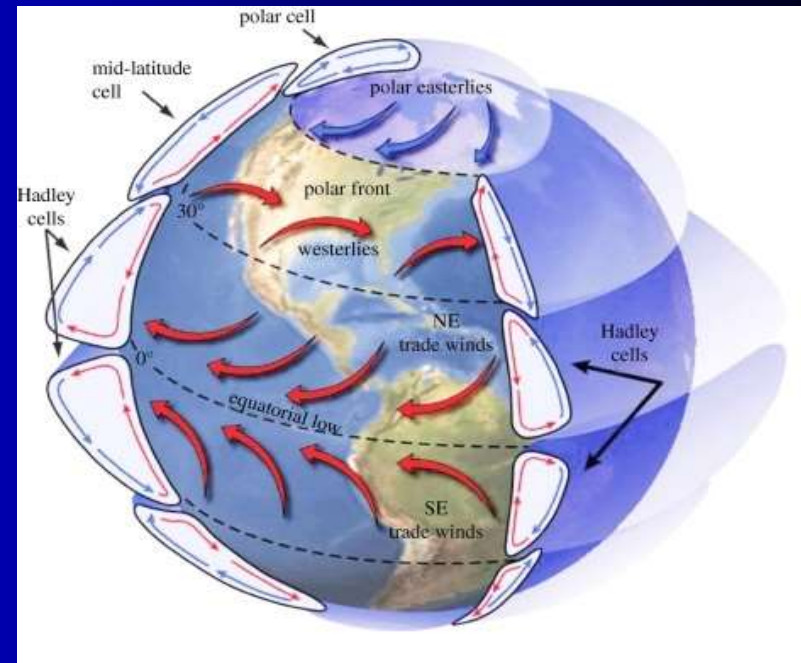
1. Как могут возникать вирусные эпидемии в минимумах солнечной активности?
2. Почему локдауны оказались малоэффективны во время ВИРУСНЫХ пандемий?

Решение: ГКЛ

Надо систему «поднимать вверх»!

Перенос бактерий, вирусов и спор грибов на тысячи километров, высоты до 11 - 15 км - (возможно и выше). На разных высотах и в разное время года направление переносящих ветров разное.

На высоте для биообъектов защитные свойства атмосферы от ГКЛ снижаются на порядки



Роль ГКЛ в вирусных пандемиях минимумов солнечной активности

1. Резкое усиление воздействия ГКЛ с высотой.

Оценка эквивалентной дозы излучения

Высота, км	Эквивалентная доза (R = 0.65 ГВ), мкЗв/час		
	ГКЛ	GLE №69 (PC)	GLE №69 (DC)
0	0,130	0,413	0,155
1	0,192	1,047	0,256
2	0,290	2,897	1,457
3	0,469	6,210	2,384
4	0,764	11,951	9,911
5	1,214	23,327	27,267
6	1,935	42,444	35,366
7	2,940	70,227	65,236
8	4,274	117,558	97,279
9	6,032	179,210	183,526
10	8,166	277,879	298,847
11	10,552	412,100	513,438

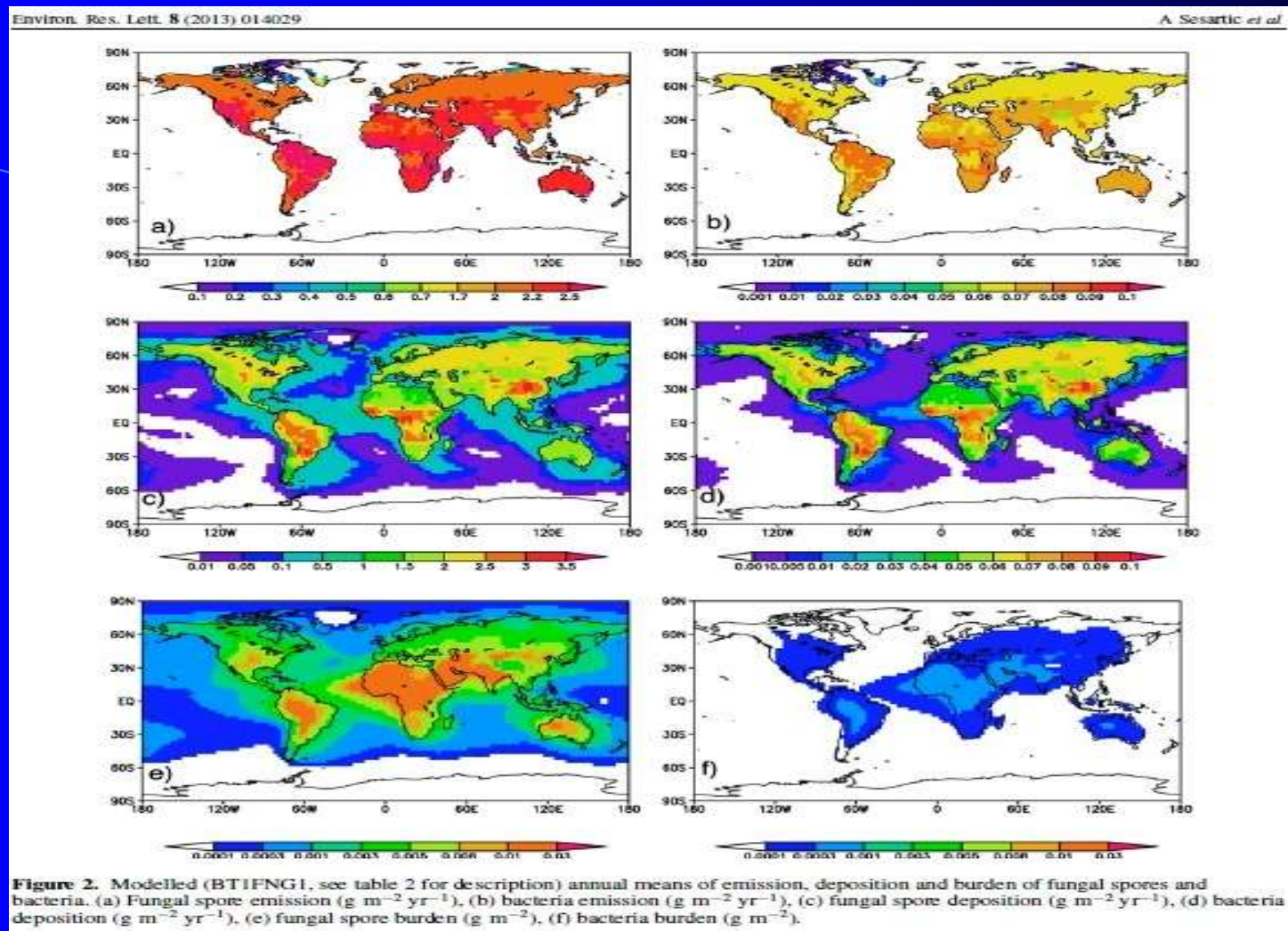
Mishev A.L. et al., 2015: **6,5 мкЗв/час** (11 км, ГКЛ, PLANETOCOSMICS)

Matthia D. et al., 2009: **1000 мкЗв/час** – ЮП, **100 мкЗв/час** – СП (11 км, GLE69, 20.01.2005, PLANETOCOSMICS)

Butikofer et al., 2008: **1500 мкЗв/час** – ЮП, **100 мкЗв/час** – СП (11 км, GLE69, 20.01.2005, PLANETOCOSMICS + FLUKA)

Mishev A.L. et al., 2015: **986 мкЗв/час** – ЮП, **145 мкЗв/час** – СП (11 км, GLE69, 20.01.2005)

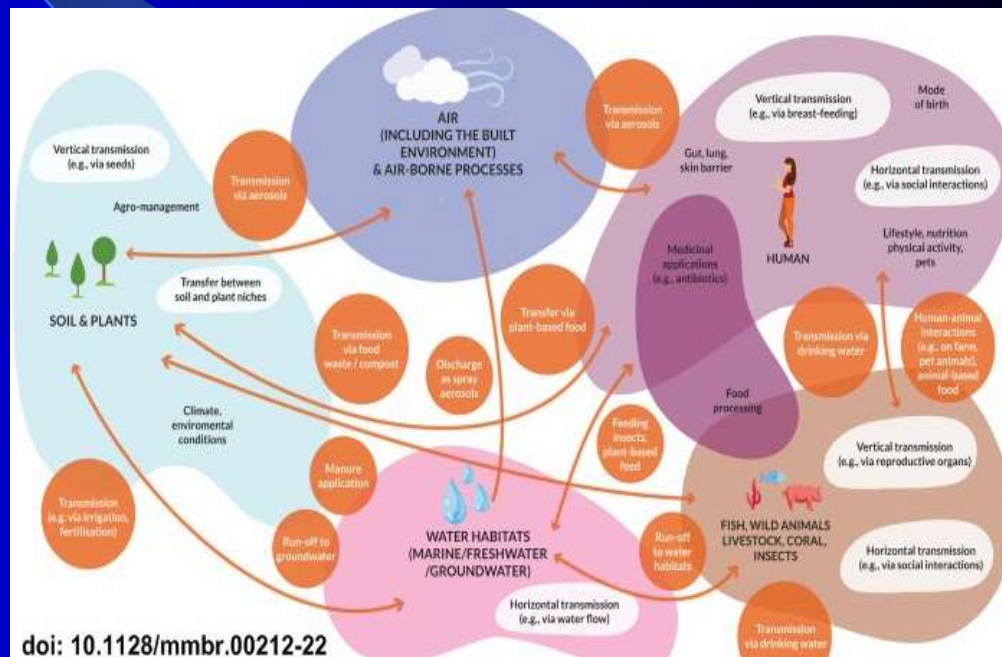
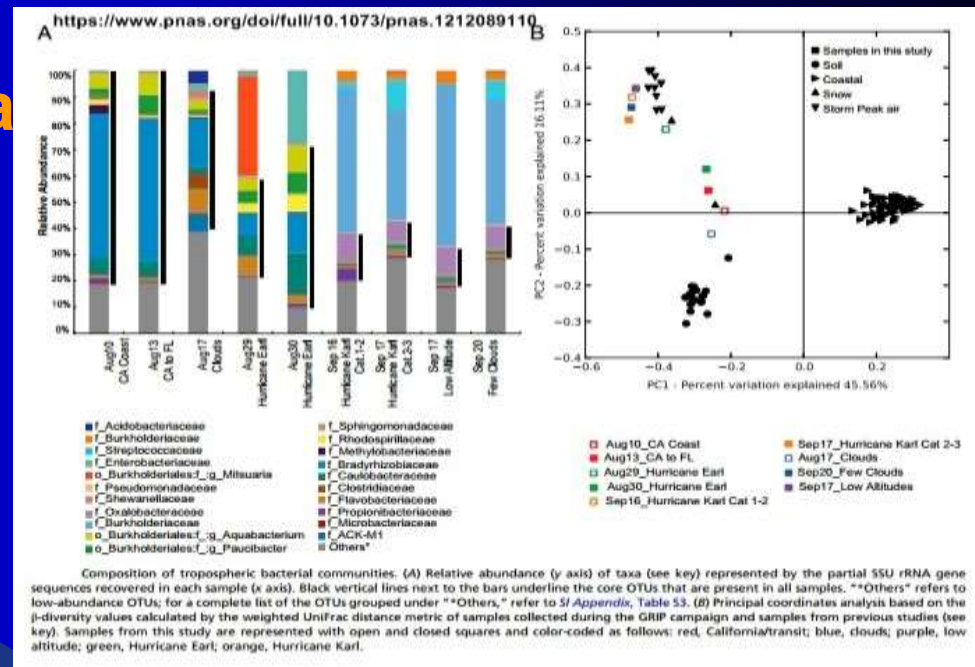
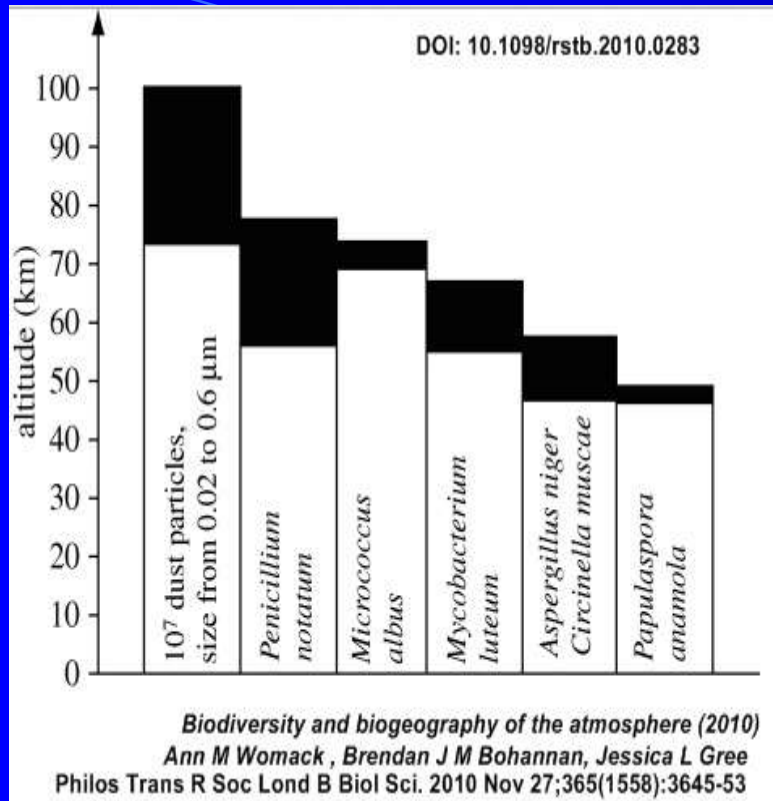
2. Атмосферный перенос аэропланктона: до 2,5 тысячи км по поверхности Земли и до 7-15 км высоты



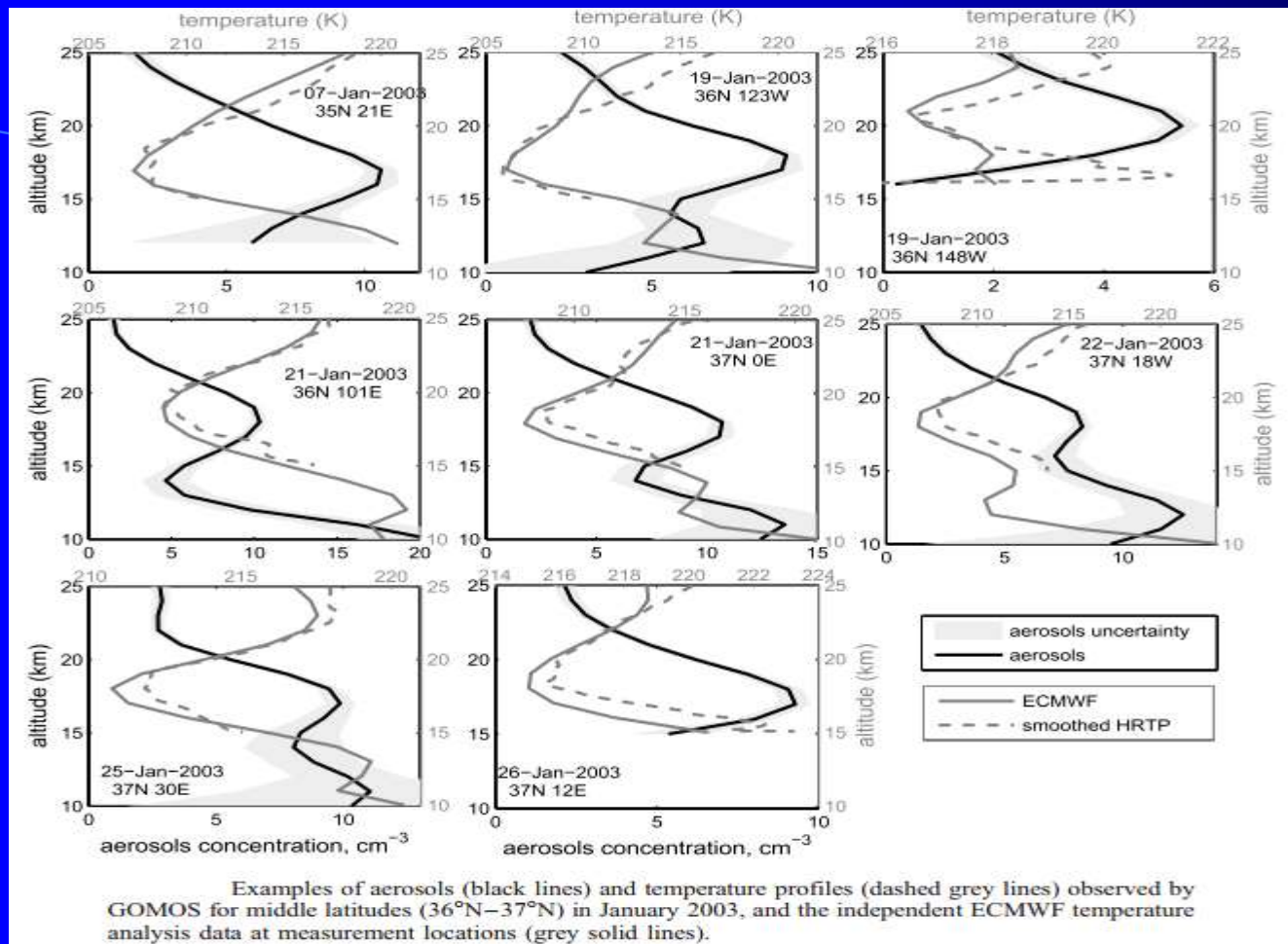
Sesartic, U. Lohmann, T. Storelvmo. Modelling the impact of fungal spore ice nuclei on clouds and precipitation. *Environ. Res. Lett.* 8 (2013) 014029 DOI:10.1088/1748-9326/8/1/014029

Андреева Н. С. и др. Спорообразующие бактерии во время переноса воздушных масс. *Вестник НВГУ*, 2018, н.3, стр 123

3. Атмосферная биосфера Земли, круговорот



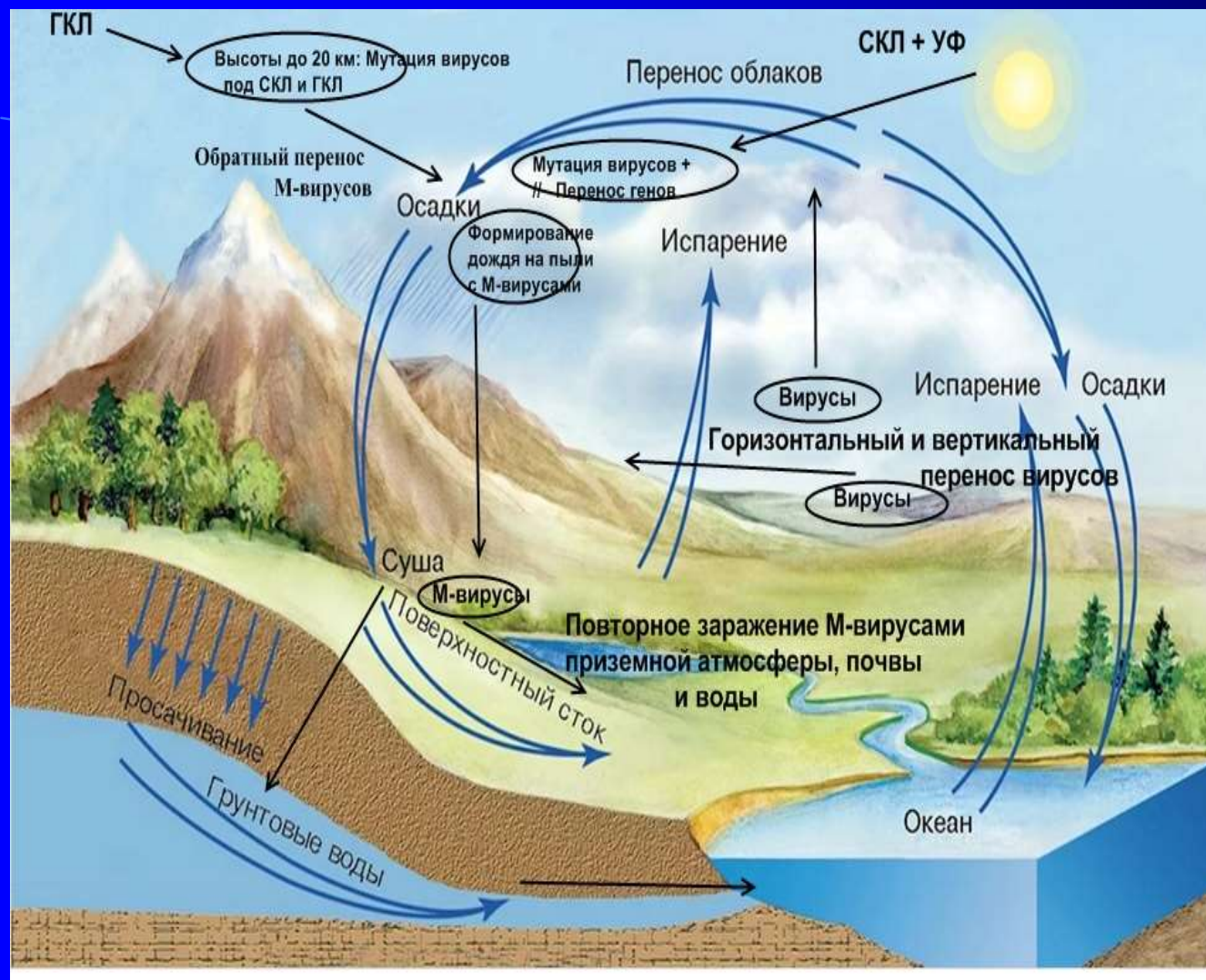
4. Турбулентная тепловая диффузия слоев атмосферы: Устойчивые многолетние потоки с локализациями аэропланктона?



M. Sofiev, V. Sofieva,
T. Elperin, N.
Kleeorin, I.
Rogachevskii, and S.
S. Zilitinkevich.
Turbulent diffusion
and turbulent thermal
diffusion of aerosols
in stratified
atmospheric flows //
JOURNAL OF
GEOPHYSICAL
RESEARCH, VOL.
114, D18209,
doi:10.1029/2009JD0
11765, 2009

Турбулентная тепловая диффузия является единственным эффектом, способным удерживать атмосферные аэрозоли вблизи минимума температуры атмосферы (около 15 км высоты) после их образования на протяжении нескольких лет.
(Elperin et al., 1996, 1997; Eidelman et al., 2004, 2006)

Атмосферный круговорот и мутации вирусов



- Атмосферные биоаэрозоли:

Перенос бактерий, вирусов, спор, грибов и др. аэропланктона вместе с пылью.

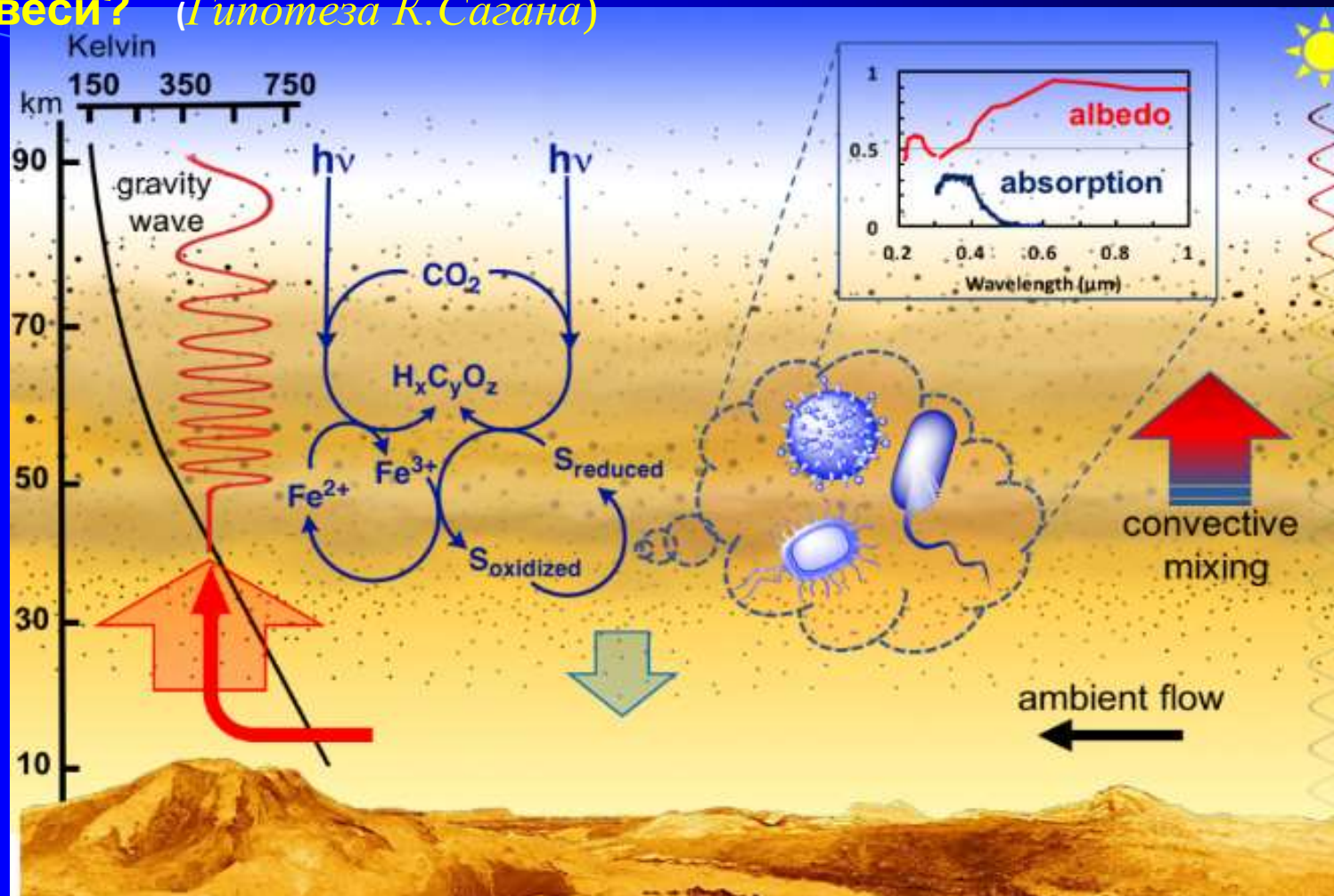
Горизонталь: до 2500 км, Высота: до 20 км

- Обратный процесс:

Споры грибов и бактерии, действующие как биологические ядра льда, ускоряют процессы образования облаков и выпадения дождевых осадков. Преимущественное выпадение осадков и пыли в качестве переносчиков мутировавших вирусов.

Астробиологические аспекты, биоценозы в Солнечной системе: Венера (направления исследований для «Венеры-Д»)

Атмосфера планет – место **развития и мутаций аэропланктонной взвеси?** (*Гипотеза К. Сагана*)

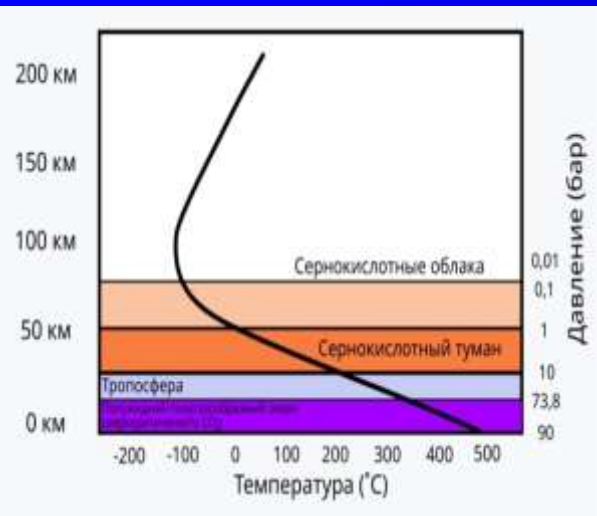


(В. Н. Снытников, 2025, Дубна, Пущино)

Венера

Диапазон жизнедеятельности земных бактерий составляет от -8 до +130 градусов Цельсия (*Methanopyrus kandleri*), у архей до +150 (*Geogemma barosii*), что совпадает с зонами высот атмосферы Венеры от 40 до 60 км. Сохранность земной биоты в виде спор и вирусов простирается от -196 до +170 градусов Цельсия.

Устойчивость земной биосферы к давлению на порядок превышает давление на поверхности Венеры.



Высота (км)	Темп. (°C)	Атмосферное давление (x Земли)
0	462	92,10
5	424	66,65
10	385	47,39
15	348	33,04
20	308	22,52
25	266	14,93
30	224	9,851
35	182	5,917
40	145	3,501
45	112	1,979
50	77	1,066
55	29	0,5314
60	-10	0,2357
65	-30	0,09765
70	-43	0,03690
80	-76	0,004760
90	-104	0,0003736
100	-98	0,00002660

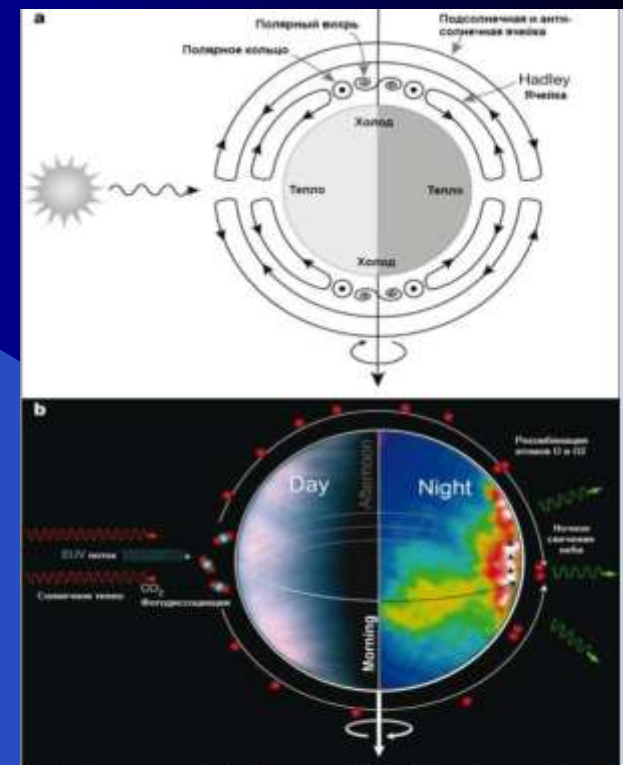
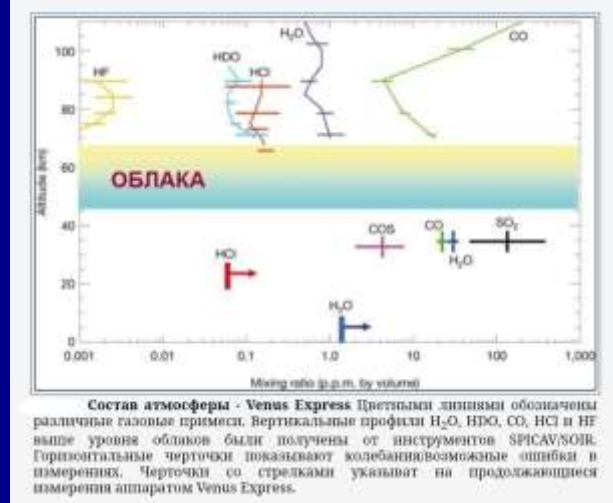
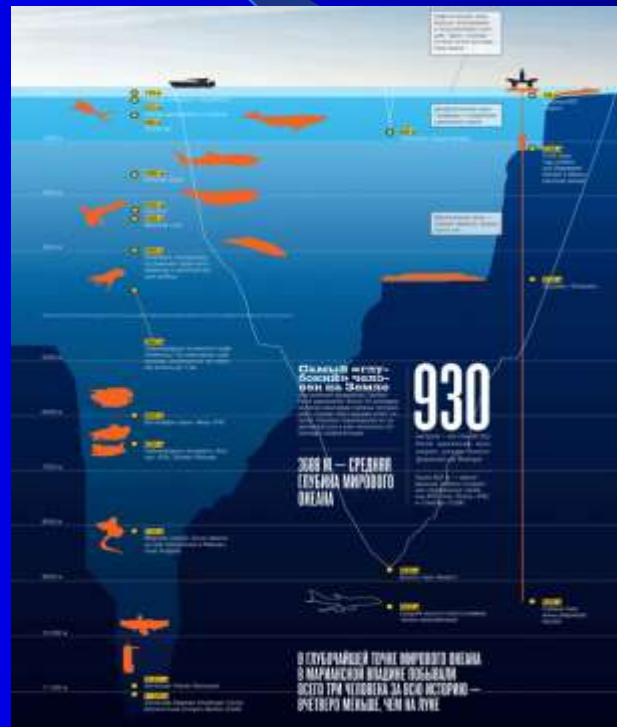
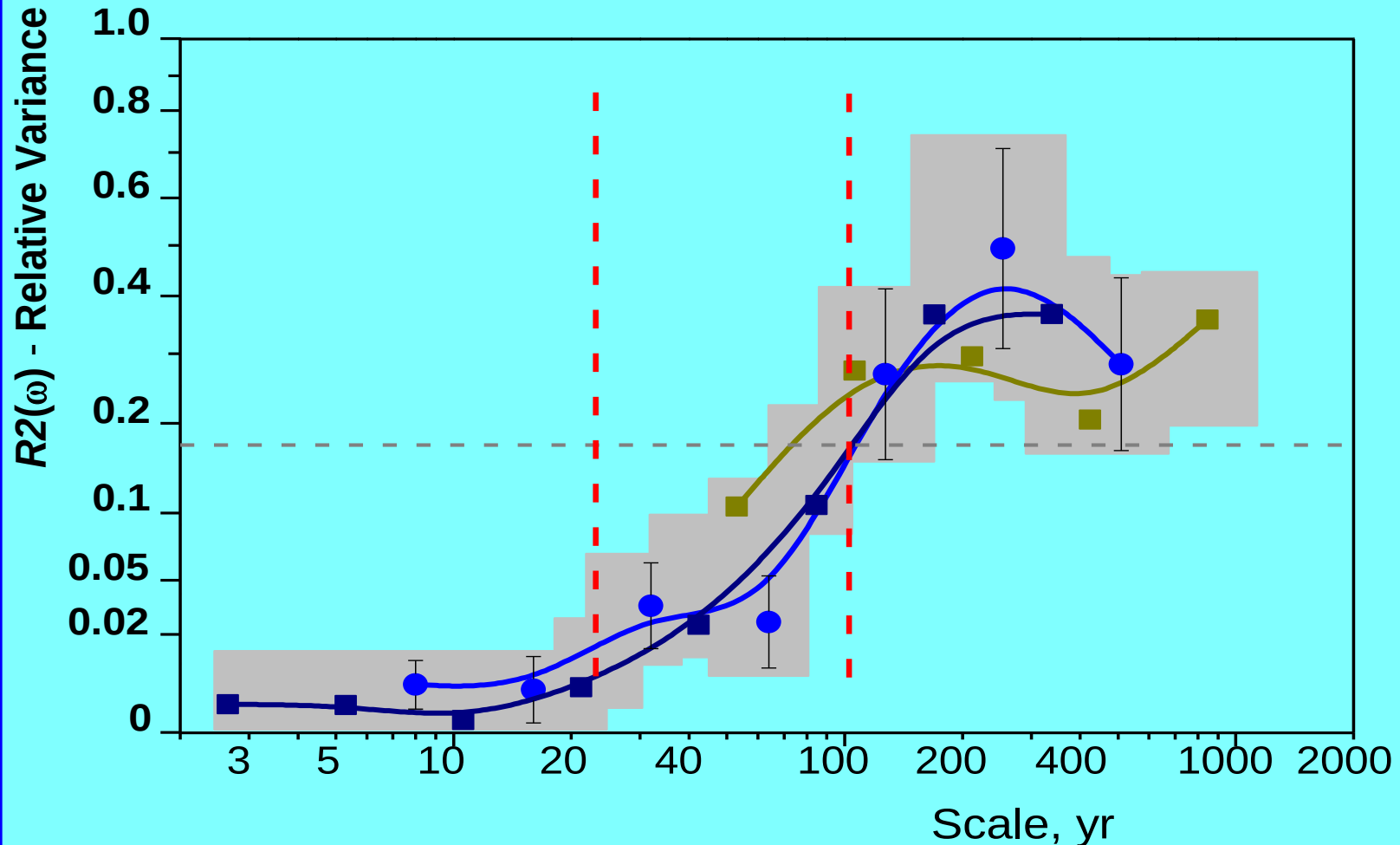


Схема связи с общей циркуляцией атмосферы Венеры. А) Главной особенностью является конвективные ячейки Hadley, которые простираются от экваториального ретрона до 60° широт в каждом полушарии. Эта тенденция присутствует на всех уровнях, которые можно наблюдать с помощью средств отслеживания ветров, а холодное кольцо - "воронка" находится вокруг каждого полюса примерно на 70° широты.

1. Выдвинута гипотеза атмосферного круговорота и мутаций вирусов, связанного с **РАЗНОМАСШТАБНЫМИ** циклами солнечной активности и космических лучей. Составные части гипотезы подтверждены экспериментально высотными измерениями.
2. Рассмотрен механизм подъема и концентрации масс вирусов с аэропланктоном в атмосферу на высоты до 11-15 км, их мутация под воздействием космических лучей и коротковолнового излучения Солнца, и последующее преимущественной выпадение мутировавших вирусов с дождями на поверхность Земли на расстояниях до 3 тыс. километров от первоначального очага вирусной эпидемии, при которых в атмосферных слоях возникают локальные области с повышенной концентрацией вирусов, или устойчивые потоки.
3. Атмосферные концентраторы вирусов могут служить местами ускоренного мутирования патогенных микроорганизмов в условиях практической незащищенности биообъектов от мутационного действия космических лучей и ультрафиолетового излучения Солнца.
4. Усиленное формирование оседания влаги на вирусной и бактериальной пыли при образовании облаков способствует последующему выпадению осадков, несущих мутировавшие на высоте колонии вирусов и бактерий обратно в приповерхностную атмосферу, почву и в водоемы. Это обеспечивает атмосферный круговорот вирусов, и возникновение вирусных пандемий в любых экстремумах солнечной активности, а не только в максимумах.
5. Перспективной для развития внеземной биосферы представляется атмосфера Венеры, обладающая широким диапазоном давлений и температур, и имеющая структурированную и устойчивую макро – циркуляцию.
6. Альтернативная химия биоорганических структур Венеры дополнительно расширяет разнообразие приемлемых для жизни физико-химических условий.

Thank for your attention! ra_mary@mail.ru

Относительный вклад солнечной активности в климат и биосферные связи на различных временных интервалах (величина 0,1 соответствует 10%)



(Наговицин Ю. А., Осипова А.А., ИКИ 2026, ИЗМИРАН, 2025)

Литература по гелиогеофизике 21 века и вирусным пандемиям

1. Nagovitsyn Yu.A., Osipova A.A. Average annual total sunspot area in the last 410 yr: the most probable values and limits of their uncertainties // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 2021, V. 505, I. 1, pp.1206-1212
2. Ишков В. Н. Экстремальные события космической погоды в первые циклы эпох ГА, т.61, №6, 2021, с. 704-711
3. Базилевская Г.А. и др/ Характерные особенности СКП в 21–24 циклах СА. 2021, ГА, т.61, н.1, стр 8-15
4. А. В. Белов и др. Геоэффективность спорадических явлений в 24 цикле СА, ГА, 2023, т.63., №4, с. 534-544
5. Obridko V. et al, Estimates of the height and date of the 25th cycle of solar activity, AC, 2023
6. M. Ragulskaya. Solar activity and COVID-19 pandemic. *Open Astronomy*. 2021; 30: 149–158 <https://doi.org/10.1515/astro-2021-0020>
7. Рагульская М. В. Циклы солнечной активности и парадоксы пандемии Covid-19. 2023, ГА, т.63, №7, с 122
8. Рагульская М. В. ПАНДЕМИЯ SARS-COV-2 КАК СИСТЕМА «ХИЩНИК-ЖЕРТВА»: биофизические, социальные и гелиофизические факторы развития локальных эпидемий. *Биофизика*. 2023. Т. 68. № 4. С. 780-788.
9. M. V. Ragulskaya, and V. N. Obridko. Heliogeophysical Features and Viral Epidemics of the 21st Century. SSN 0016-7932, *Geomagnetism and Aeronomy*, 2024, Vol. 64, No. 8, p. 86

