



Российский открытый
молодежный водный конкурс
с 2003 года

Российский открытый молодежный водный конкурс 2024 года



МОЛОДЕЖНЫЕ
ВОДНЫЕ
СООБЩЕСТВА



ПРИРОДА
И ЛЮДИ

Изменения климата: образование, просвещение и роль молодежи

Москва, «Российский открытый молодежный водный конкурс»,
22 апреля 2024 г.

- ✓ Информация для школьного образования есть, систематизирована и не столь сложна (важно понять соотношение естественных и антропогенных факторов)
- ✓ Ключевая глобальная роль «воды»
- ✓ Важная роль просвещения «снизу» со стороны: молодежи, СМИ, клубов, населения ...

Кокорин Алексей Олегович, эксперт по вопросам климата,
Фонд «Природа и люди»



**ИСТОЧНИКИ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
И НАБЛЮДАЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ**



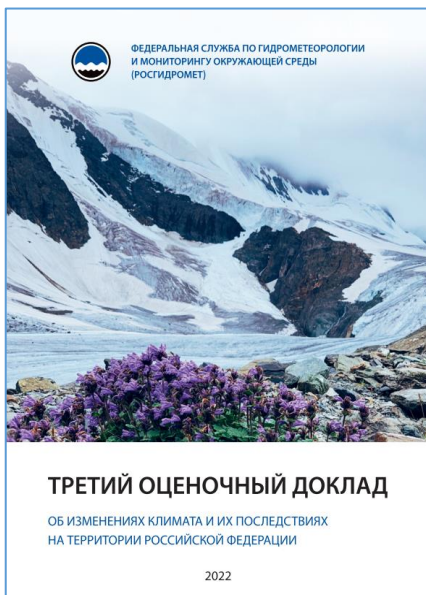
Научная база изменений климата

Ежегодный мониторинг ситуации и тренда

Участники: все
институты
Росгидромета

[http://www.igce.ru/performance/
publishing/reports/](http://www.igce.ru/performance/publishing/reports/)

ВВЕДЕНИЕ	8
INTRODUCTION	
1. ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА	11
SURFACE AIR TEMPERATURE	
2. АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ	19
PRECIPITATION	
3. СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ ЗИМОЙ 2021/2022 гг.	27
SNOWCOVER IN WINTER 2021/2022	
4. ЗАМЕРЗАНИЕ И ВСКРЫТИЕ РЕК	34
RIVER FREEZE-UP AND SPRING BREAK	
5. ГОЛОЛЕДНО-ИЗМОРОЗЕВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ	36
GLAZE-ICE AND RIME DEPOSITION	
6. СЕВЕРНАЯ ПОЛЯРНАЯ ОБЛАСТЬ	41
NORTH POLAR REGION	
7. ВЕЧНАЯ МЕРЗЛОТА	44
PERMAFROST	
8. АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ	48
CLIMATIC AGRICULTURE CONDITIONS	
9. ОПАСНЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ	54
DANGEROUS HYDROMETEOROLOGICAL EVENTS	
10. СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ	57
SOLAR RADIATION	
11. ИЗМЕНЕНИЕ ЛЕДНИКОВО-МОРЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ И ЛЕДНИКОВЫХ ОЗЕР ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА	61
CHANGES IN GLACIAL-MORaine COMPLEXES AND GLACIAL LAKES OF THE CENTRAL CAUCASUS	
12. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ СОЛНЕЧНОГО СИЯНИЯ	63
SUNSHINE DURATION	
13. ТЕМПЕРАТУРА В СВОБОДНОЙ АТМОСФЕРЕ	72
TEMPERATURE IN FREE ATMOSPHERE	
14. РЕЖИМ ПРИЗЕМНОГО ВЕТРА	78
WIND	
15. ВЕТЕР В СВОБОДНОЙ АТМОСФЕРЕ	81
WIND IN FREE ATMOSPHERE	
16. ПАРНИКОВЫЕ ГАЗЫ	86
GREENHOUSE GASES	
17. ТЕМПЕРАТУРА ПОЧВЫ	92
SOIL TEMPERATURE	
18. ОЗОНовый СЛОЙ	95
OZONE LAYER	
19. СТРАТОСФЕРНЫЙ АЭРОЗОЛЬ	98
STRATOSPHERIC AEROSOL	
ВЫВОДЫ	101
CONCLUSIONS	
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ	111
LIST OF ABBREVIATIONS	



Научная база изменений климата и прогноза. Основа для мер адаптации, образования и просвещения

Участники: все профильные институты РАН и Росгидромета

Климатический центр
Росгидромета

<http://cc.voeikovmgo.ru/ru/publikatsii/doklady>

2. ВОЗДЕЙСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ, НАСЕЛЕНИЕ И ЭКОНОМИКУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	137
2.1 Природные системы	138
2.1.1 Природные системы суши	138
2.1.2 Углеродный баланс почв	182
2.1.3 Морские природные системы	192
2.2 Население	239
2.2.1 Демографическая ситуация и миграция	239
2.2.2 Трудовые ресурсы и занятость	258
<i>Климатические риски для здоровья населения</i>	273
2.2.3 Погодные экстремумы и здоровье населения	275
2.2.4 Эпидемическая обстановка	293
2.3 Секторы экономики, виды экономической деятельности и инфраструктура	308
2.3.1 Добывающая промышленность	308
2.3.2 Сельское хозяйство	320
2.3.3 Водное хозяйство	344
2.3.4 Лесное хозяйство	357
2.3.5 Энергетика	368
2.3.6 Транспорт	389
2.3.7 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство	401
2.3.8 Инфраструктура в зоне многолетней мерзлоты	417
2.3.9 Морская деятельность	427
2.3.10 Туризм и рекреация	444

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ПРОИСХОДЯЩИЕ И ОЖИДАЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА	13
1.1 Глобальные изменения климата	14
1.1.1 Наблюдаемые изменения	14
1.1.2 Сценарные прогнозы	37
1.2 Изменения климата на территории Российской Федерации	61
1.2.1 Наблюдаемые изменения	61
1.2.2 Ожидаемые изменения	110



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(РОСГИДРОМЕТ)



ТРЕТИЙ ОЦЕНОЧНЫЙ ДОКЛАД

ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ КЛИМАТА И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯХ
НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

2022

3. РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И НАПРАВЛЕНИЯ АДАПТАЦИИ К НИМ	457
3.1 Федеральные округа	458
3.1.1 Центральный федеральный округ	459
3.1.2 Северо-Западный федеральный округ	472
3.1.3 Приволжский федеральный округ	488
3.1.4 Южный федеральный округ	501
3.1.5 Северо-Кавказский федеральный округ	516
3.1.6 Уральский федеральный округ	529
3.1.7 Сибирский федеральный округ	544
3.1.8 Дальневосточный федеральный округ	561
3.2 Крупные города России	593
3.3 Арктическая зона Российской Федерации	618
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	646
Приложение 1. Глоссарий	653
Приложение 2. Список сокращений	672

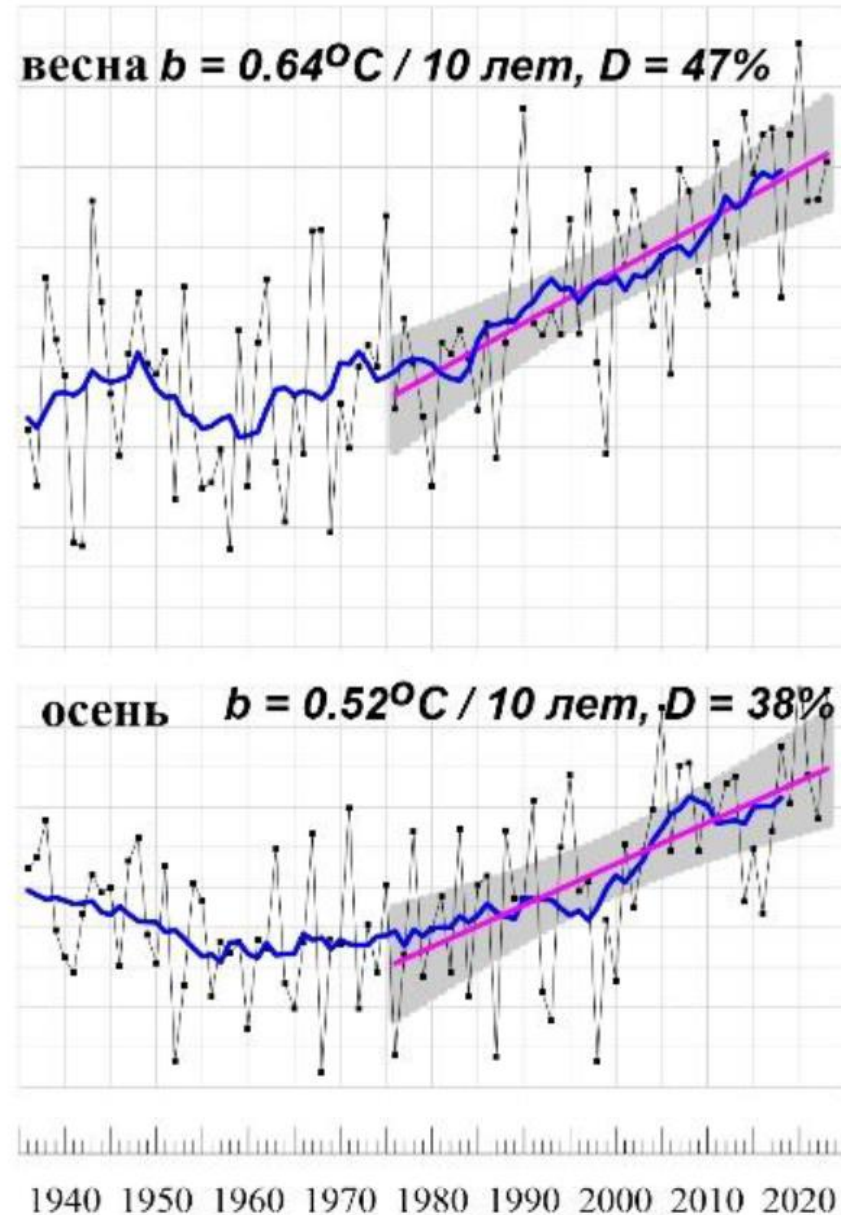
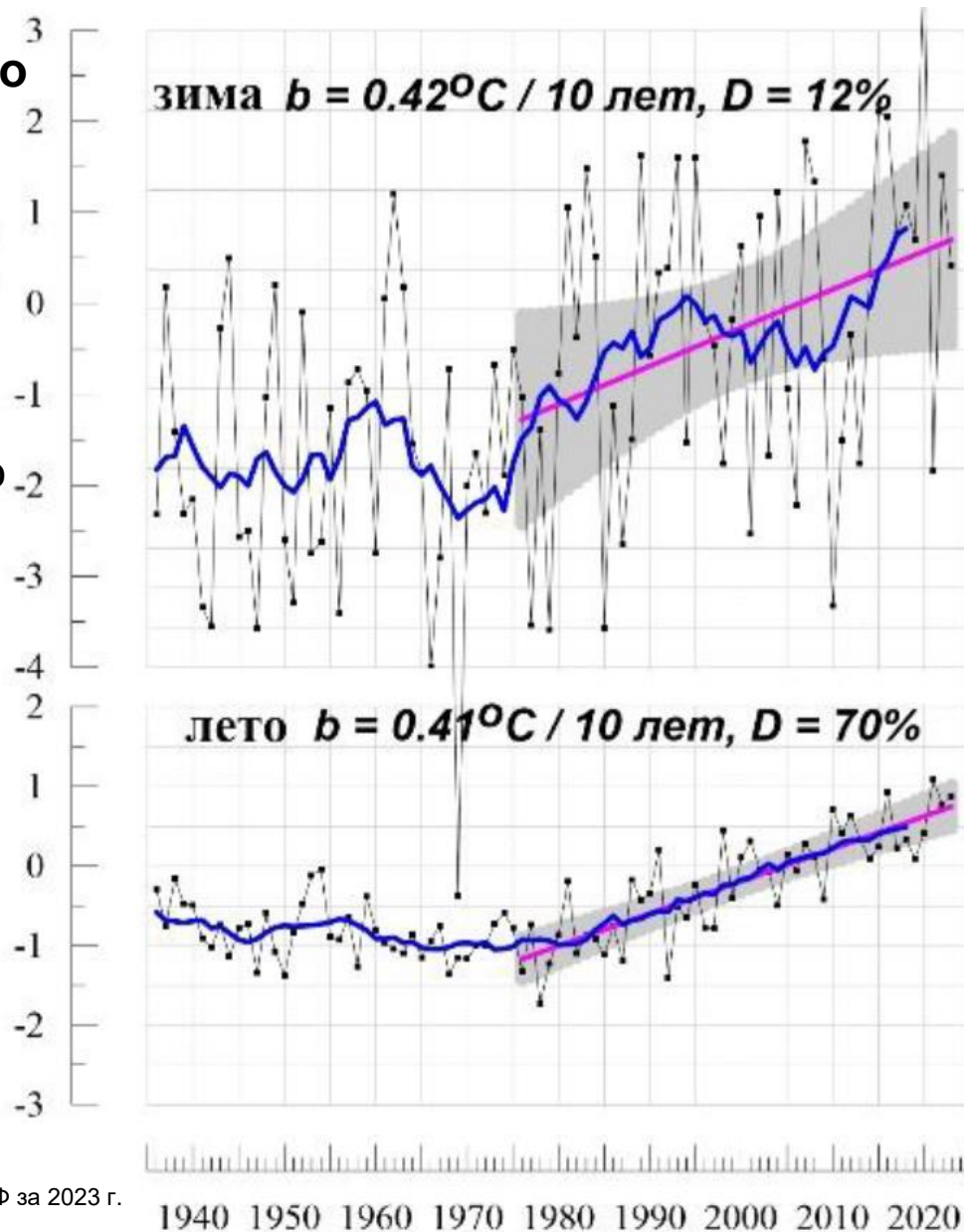
Ежегодный мониторинг тренда

Отклонения от среднего за 1991-2020 гг. °C

Тренд, а не циклы

За 50 лет в РФ потепление примерно в 2 раза выше среднего по планете

Причины: влияние Арктики и ее особенностей, поглощение >90% «лишнего» тепла океанами и большой прогрев над сушей



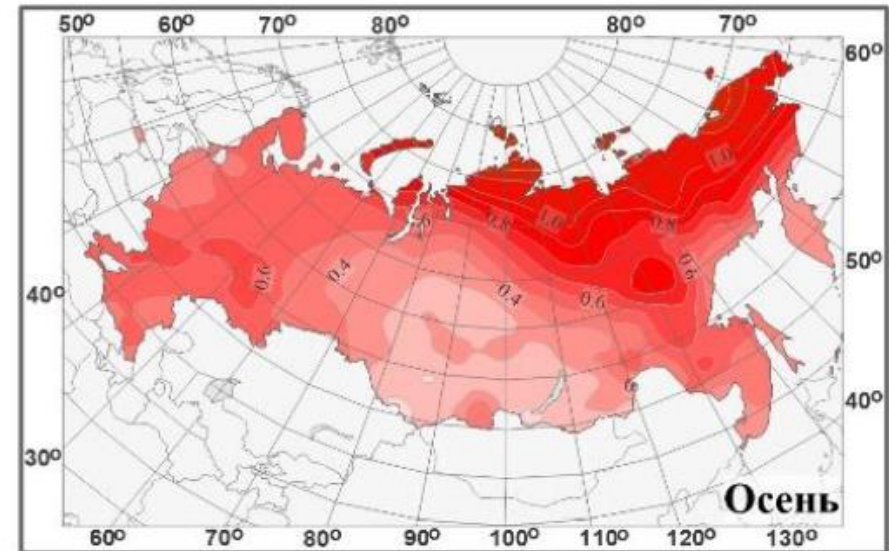
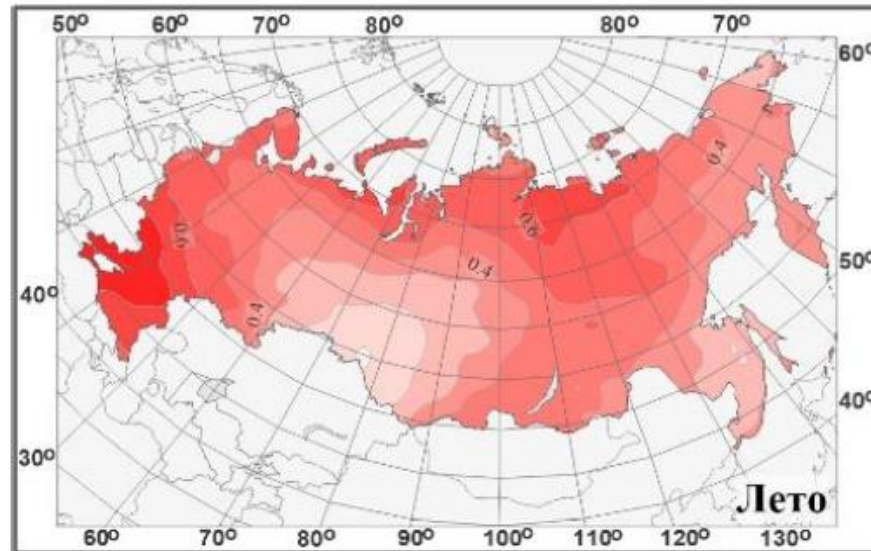
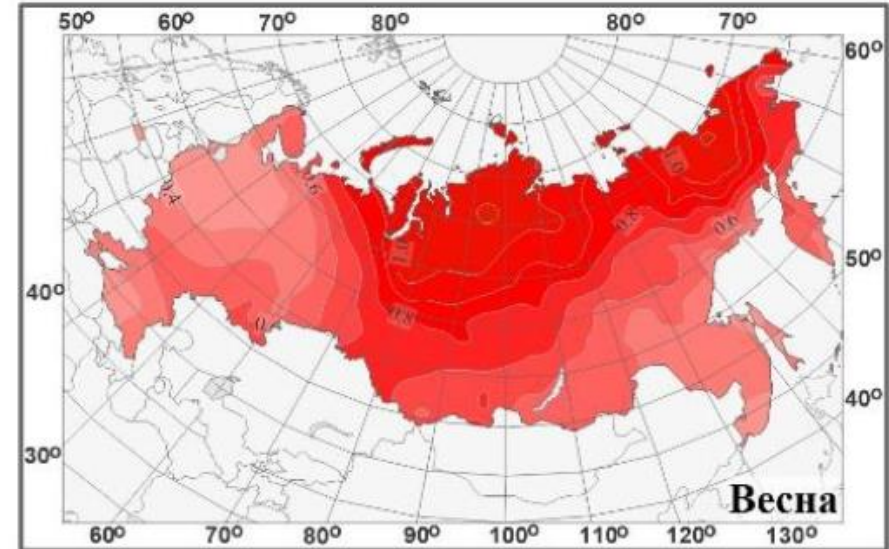
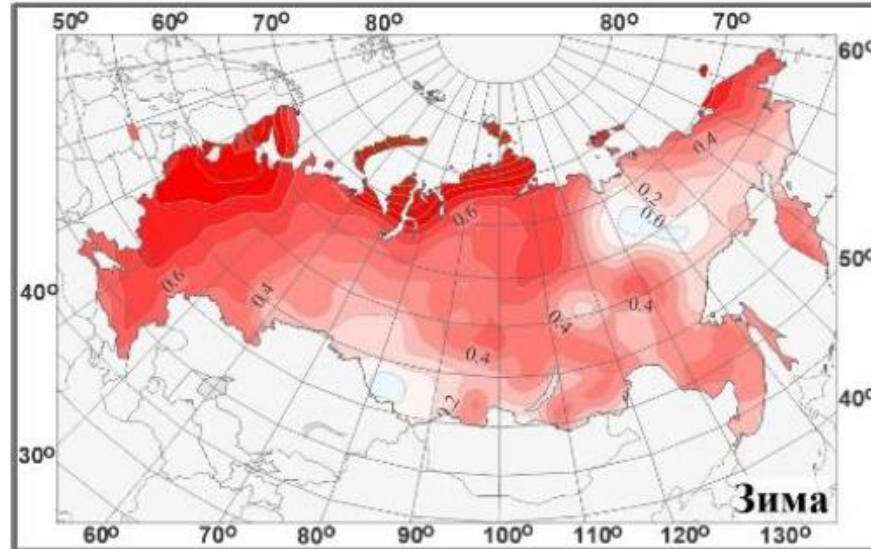
Ежегодный мониторинг тренда

Коэффициент линейного тренда средних сезонных значений температуры приземного воздуха за 1976-2023 гг. ($^{\circ}\text{C}/10$ лет)

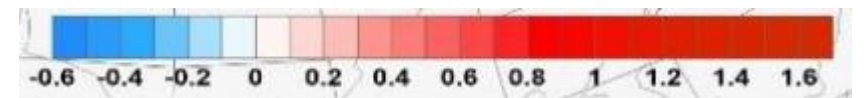
Синие пятна были, но уже нет

Региональные особенности из-за сочетания глобального потепления, вызванного им усиленного потепления Арктики и более интенсивного перемещения воздушных масс в меридиональном направлении

Граница Арктика-умеренные широты менее стабильна, идут «длинные волны» череды областей высокого и низкого давления



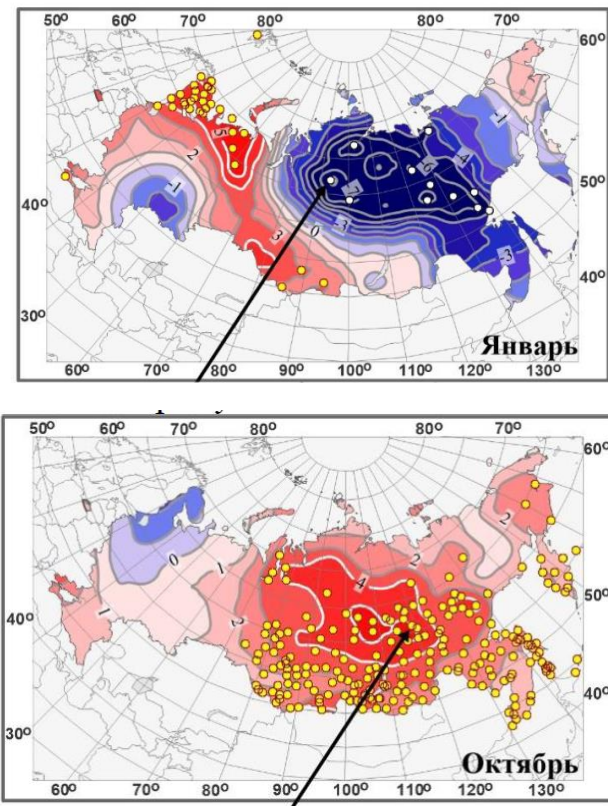
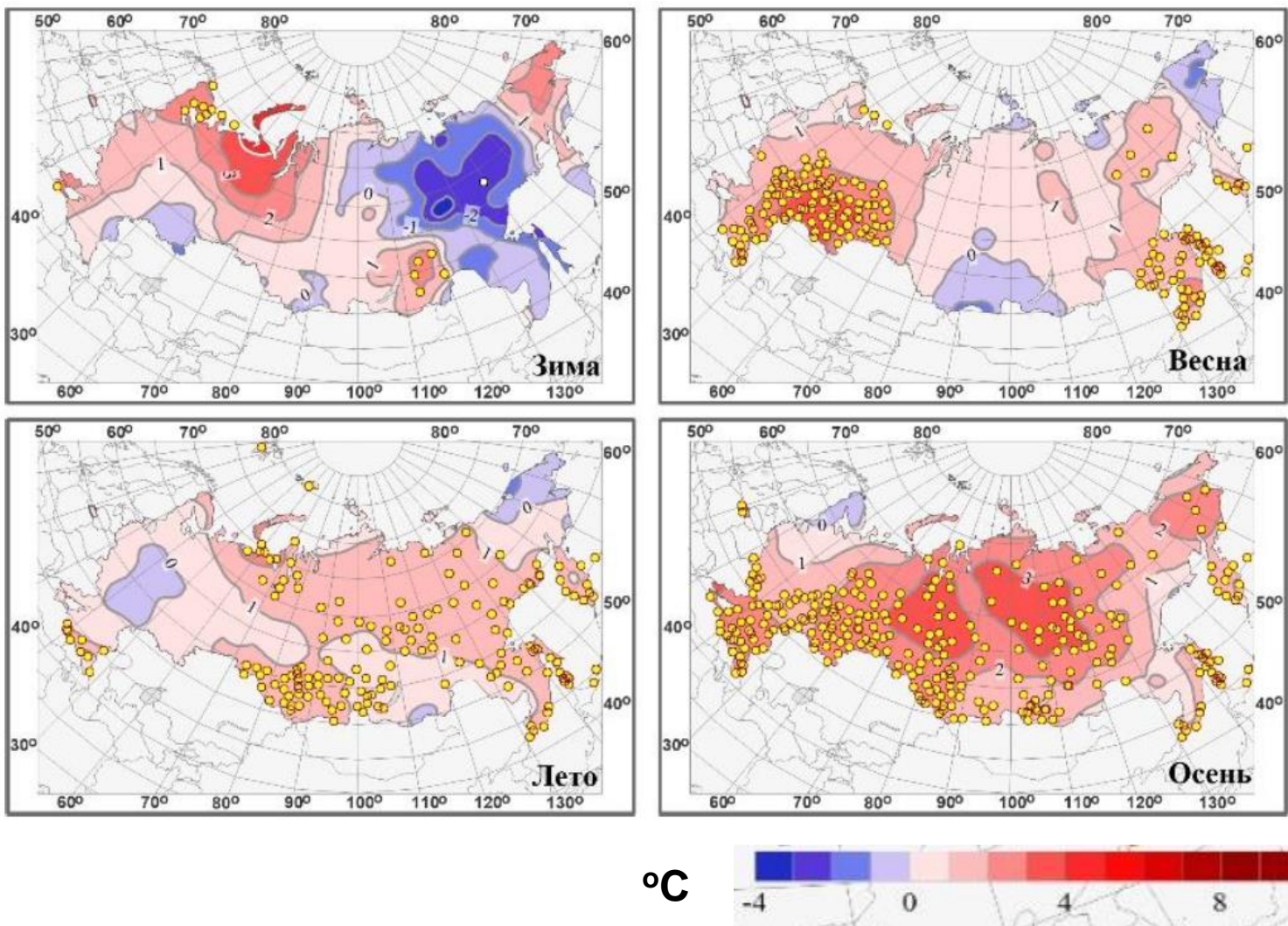
$^{\circ}\text{C}/10$ лет



Каждый год «свои» аномалии и «набор» опасных метеорологических явлений, характерных для того или иного региона.

Сезоны не зависят друг от друга. Холодная зима не означает, что будет жаркое лето и наоборот

Каждый год аномалии температуры: 2023 г.



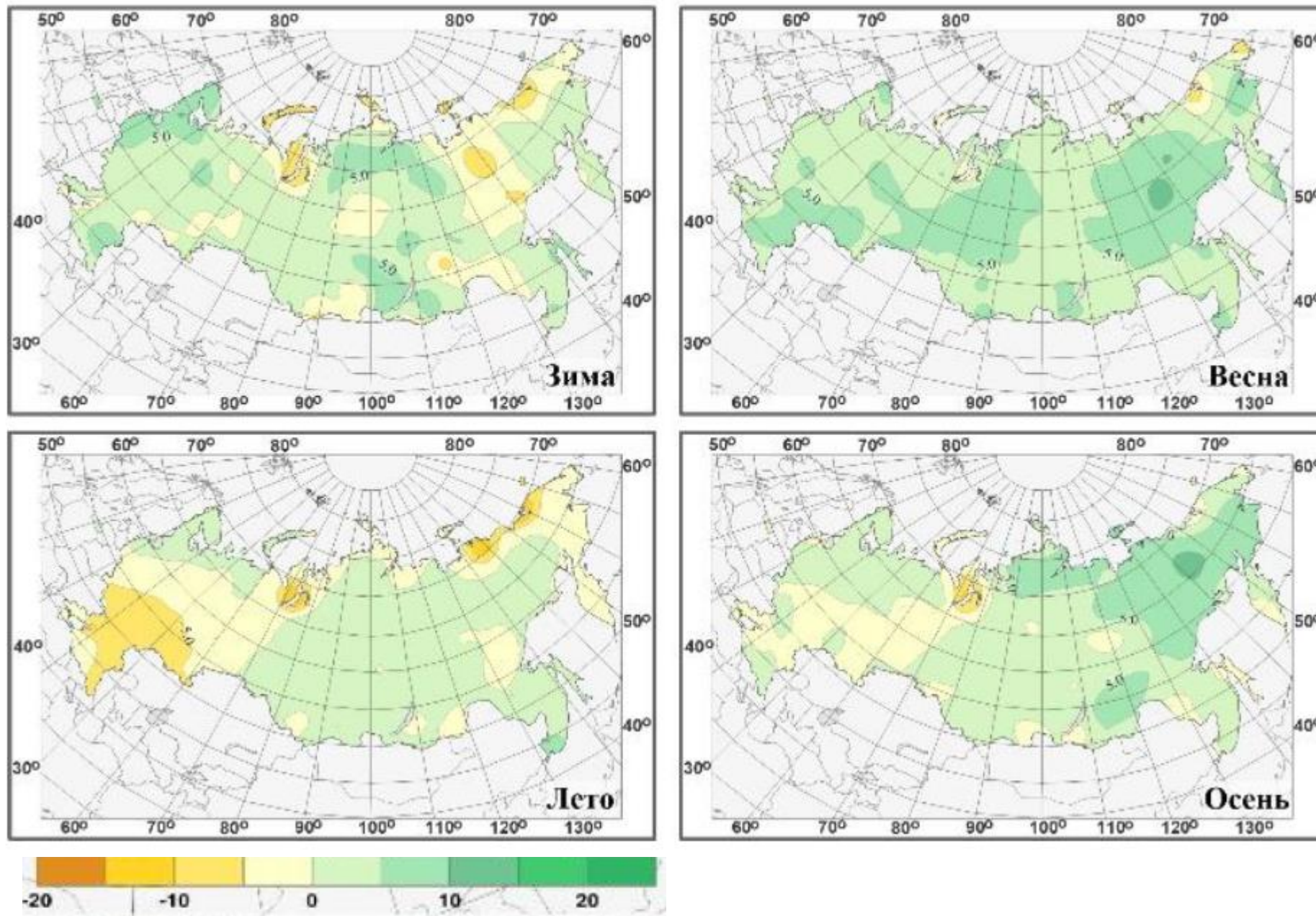
Аномалии средних сезонных температур приземного воздуха на территории России в 2023 г. (отклонения от средних за 1991-2020 гг.) с указанием локализации 95%-х экстремумов

Ежегодный мониторинг тренда

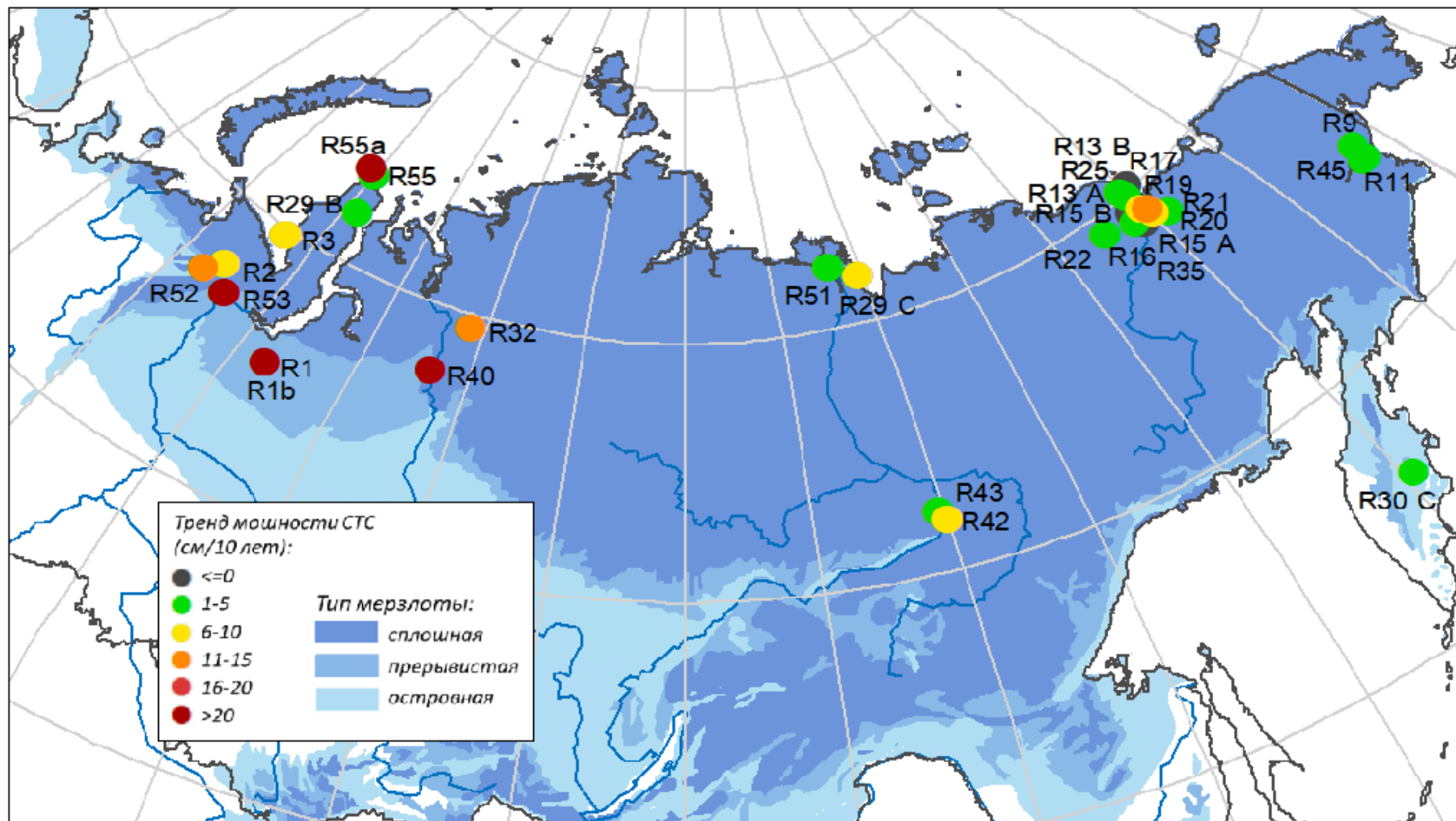
Пространственные
распределения
локальных
коэффициентов
линейного тренда
годовых и сезонных
сумм атмосферных
осадков,

Тренд 1976-2023 гг.

**% от нормы 1991-
2020 гг. /10 лет**



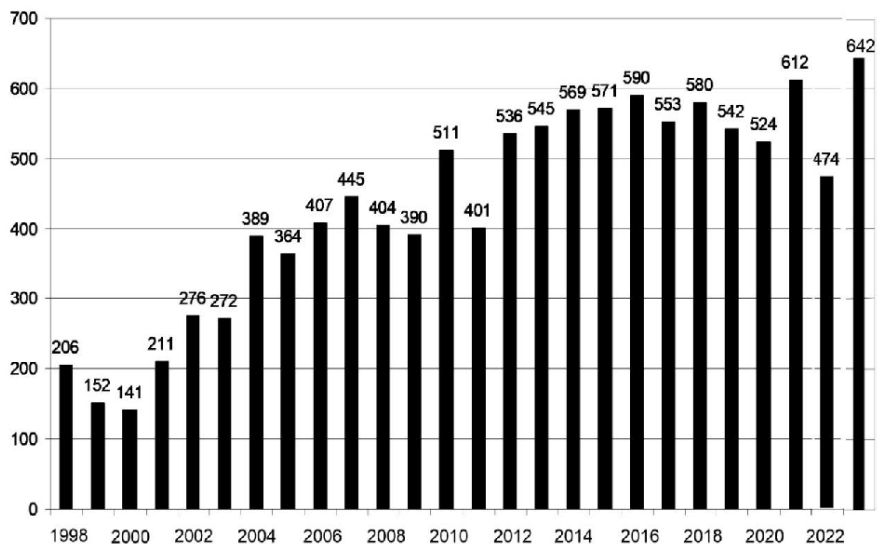
Увеличение сезонно талого слоя многолетнемерзлых грунтов



Карта расположения площадок и их координаты приведены в Докладах Росгидромета, а также на www.permafrost.su.

Тренды мощности СТС (см за 10 лет) на территории криолитозоны РФ на площадках CALM с начала наблюдений до 2023 года

Опасные метеорологические явления



Число метеорологических ОЯ с 1998 по 2023 г.

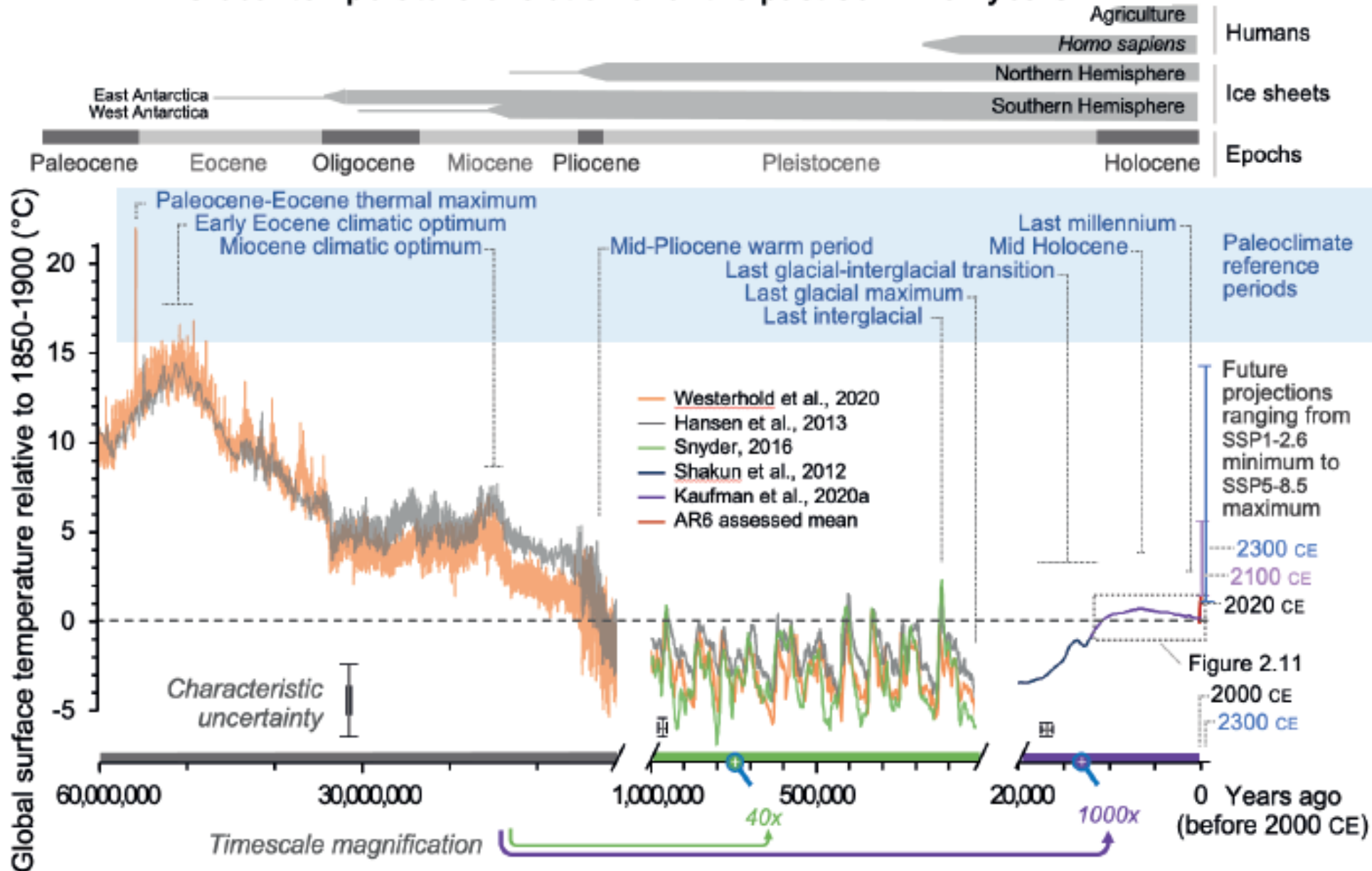
Явления	Месяцы												ГОД 2023	ГОД 2022
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Сильный ветер	11	13	19	8	11	4	12	9	5	14	18	11	135	111
Очень сильные осадки	3	9	6	4	6	25	52	30	14	9	18	7	183	123
Метель и снег	3	1	3	2							1	2	12	12
Смерч							4						4	4
Сильный мороз	6											4	10	1
Аномально холодная погода	9	1	4								1	8	19	11
Сильная жара					1	4	12	10	1				28	28
Аномально жаркая погода				1	4	2	4	2					13	25
Град				3	2	8	9	5	2				29	13
Сильный гололед, налипанье мокрого снега	2	4	1							2	4	8	21	25
Заморозки			2	5	17	20	1	8	21	5			79	58
Туман											2	1	3	1
КМЯ	5	3	8	10	6	13	15	9	8	8	11	10	106	62
Итого за 2023 г.	39	31	39	33	47	76	109	73	51	38	55	51	642	
Итого за 2022 г.	37	16	33	28	43	73	70	57	42	15	25	35		474

В 2023 году наибольший ущерб нанесли очень сильные осадки (снег, дождь, ливень), очень сильный ветер (в т. ч. шквал), град, заморозки и чрезвычайная пожарная опасность, сохранявшаяся в ряде регионов на протяжении нескольких месяцев.



**СООТНОШЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ
И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ**

Global temperature evolution over the past 60 million years



Температура поверхностного слоя воздуха в последние 60 миллионов лет

от уровня 1850-1900 гг.,

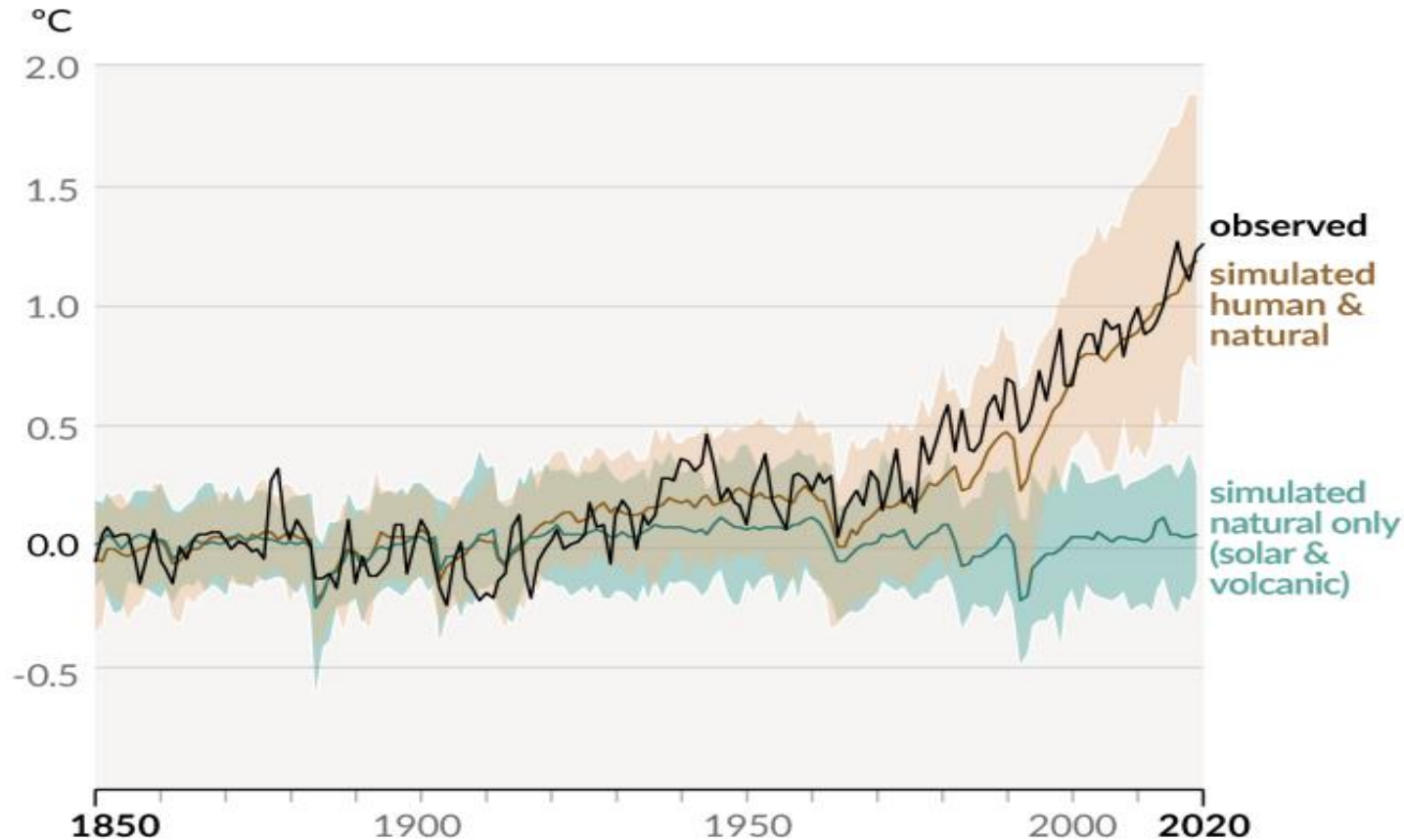
Использовались геохимические и биохимические методы

Изменения температуры Северного полушария за последние 1700 лет

Хорошо объясняются влиянием вулканов, Солнца и океанских вариаций



Суммарное действие естественных факторов



Черная кривая – наблюдаемая температура приповерхностного слоя воздуха, °C (отклонение от средней за 1850-1990 гг.)

Голубая кривая – суммарное действие всех внешних естественных факторов, заштрихованная полоса – диапазон неопределенности.

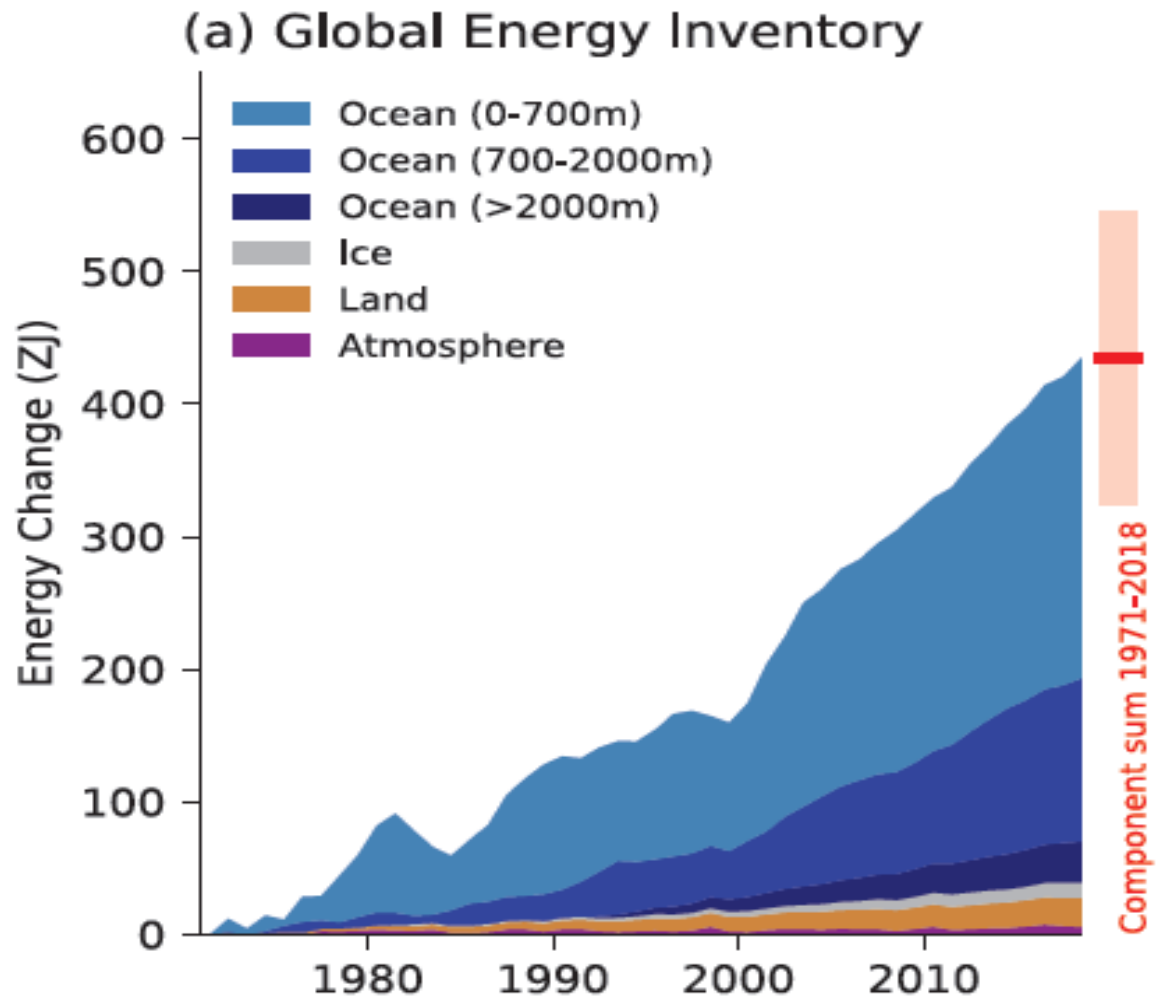
Вулканы, Солнце, орбита Земли, а также внутренняя изменчивость (вариации течений и потоков тепла между океаном и атмосферой) **никак не могут объяснить наблюдения за последние 50 лет** – рост температуры на $\sim 1,0^{\circ}\text{C}$

Другие внешние факторы (космические лучи, внутреннее тепло Земли, магнитное поле и др.) **сейчас** не оказывают сколько-либо существенного воздействия

Три главных факта.

1: глобальное потепление последних 40-50 лет

Увеличение энергии, аккумулированной
в климатической системе Земли
(10^{21} Дж, от уровня 1970 г.)



Локальные воздействия человека на климат хорошо видны: мегаполисы, ГЭС, вырубка лесов... Но глобально они малы

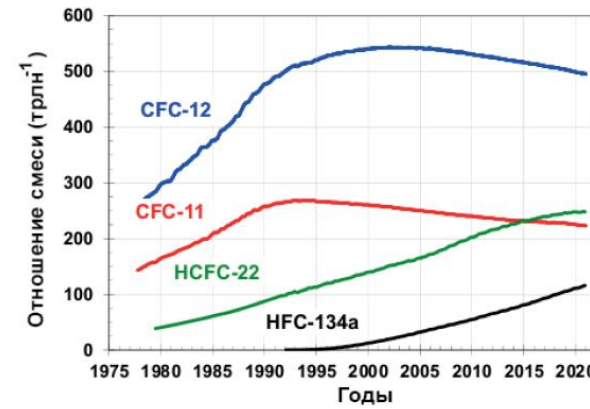
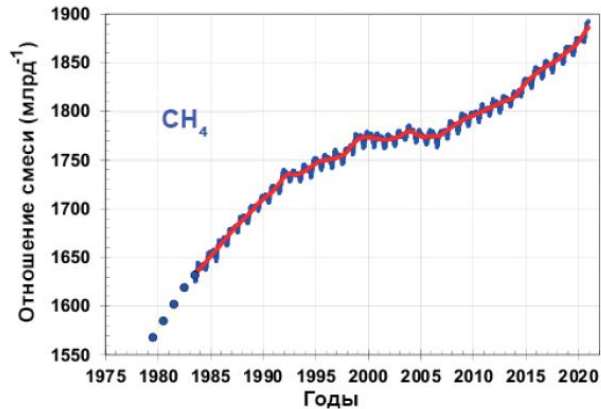
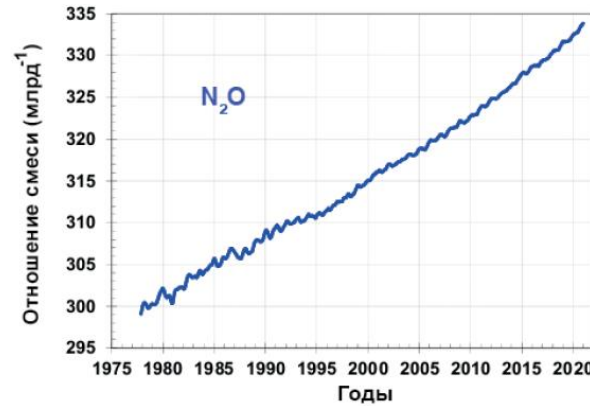
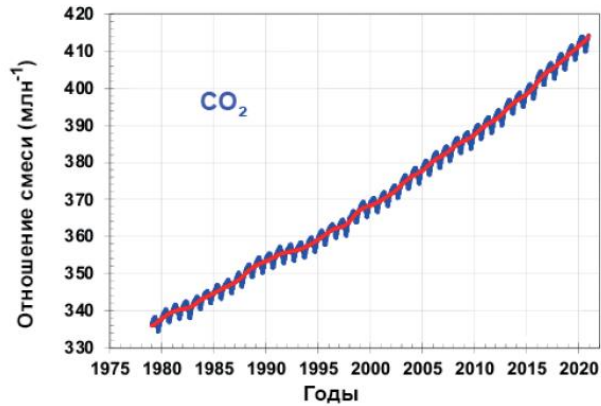
Доминирующая часть климатической системы - Мировой океан, и по энергии и по водяному пару.

Экспериментально доказано, что прогреваются все океаны одновременно.

Значит, это не перетоки энергии, а сильное внешнее глобальное воздействие.

Это и есть глобальное потепление

2: увеличение концентрации CO₂ антропогенного происхождения



Концентрация CO₂ в атмосфере многие сотни лет была стабильна. Начала расти в XIX веке и резко возросла за последние 30-40 лет. Сейчас CO₂ на 50% больше, чем в XIX в.

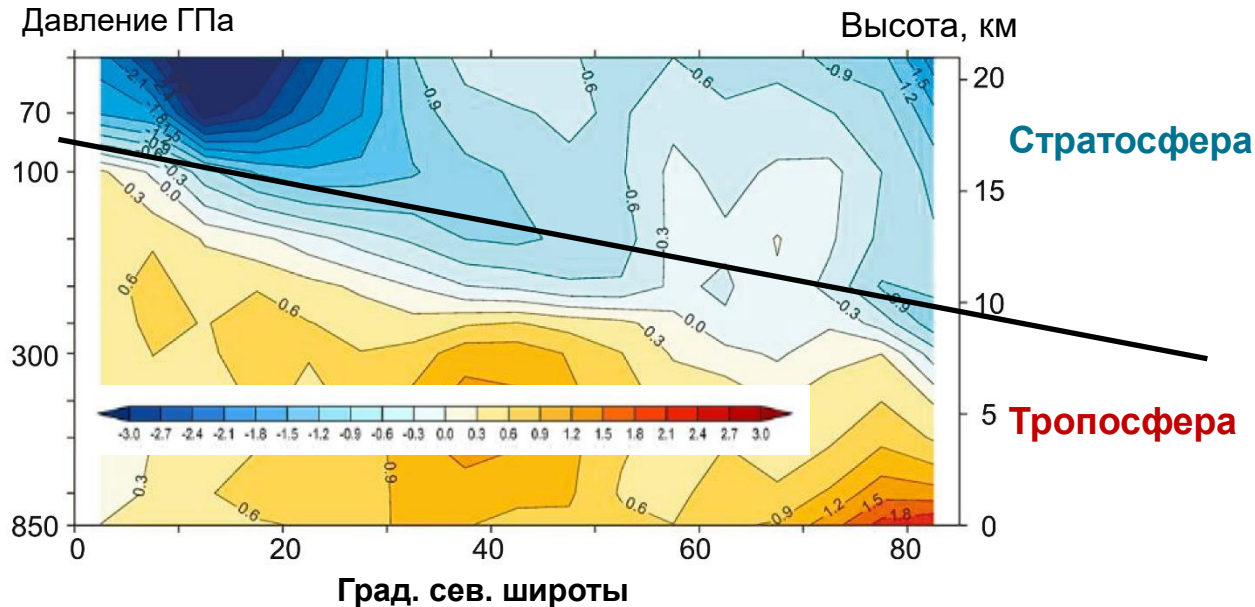
Происхождение «излишка» доказано анализом изотопного состава атомов углерода в атмосферном CO₂, а также другими методами

На 80-90% рост – результат сжигания угля, нефтепродуктов и газа. Остальное – изменения в землепользовании, преимущественно сведение лесов в тропиках

Правильный «синус» без изменений его амплитуды, указывает на то, что биота дышит «по прежнему ровно», а рост CO₂ не вызван глобальными изменениями в экосистемах

Рост концентрации парниковых газов CO₂, CH₄, N₂O и газов синтезированных человеком. Рост и снижение концентрации фреонов, озоновая «дыра» сокращается, но медленно

3: тропосфера теплеет, а стратосфера охлаждается



Отклонение температур от средних за 1981-2010 гг. , °С,
по вертикальному профилю атмосферы и по широтам Северного
полушария (на примере осени 2019 г.)

Источник: Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за
2019 год. Росгидромет, - 2020 meteorf.ru/product/climat

Когда потепление вызвано солнцем, то повышается температура и тропосферы
и стратосферы. Когда потепление вызвано усилением парникового эффекта,
то стратосфера охлаждается – «пленка толще»

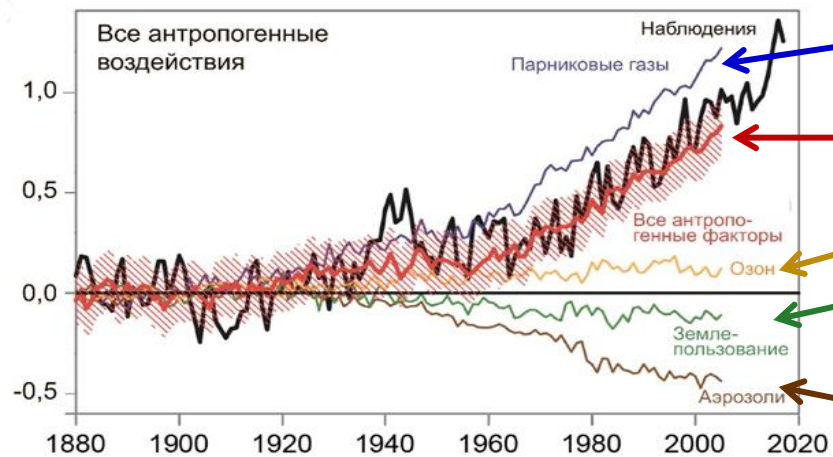
Такого не было в 1930-1940-е годы, когда Арктика тоже была «теплой»

Особенность последних десятилетий – **охлаждение нижней стратосферы**, в то время как тропосфера теплеет

Вероятно усиление озоновой «дыры», она больше при более низких температурах нижней стратосферы

Рост температуры и расчет действия всех факторов

Среднегодовая температура приповерхностного слоя атмосферы (°C, отклонение от средней за 1880-1910 гг.)



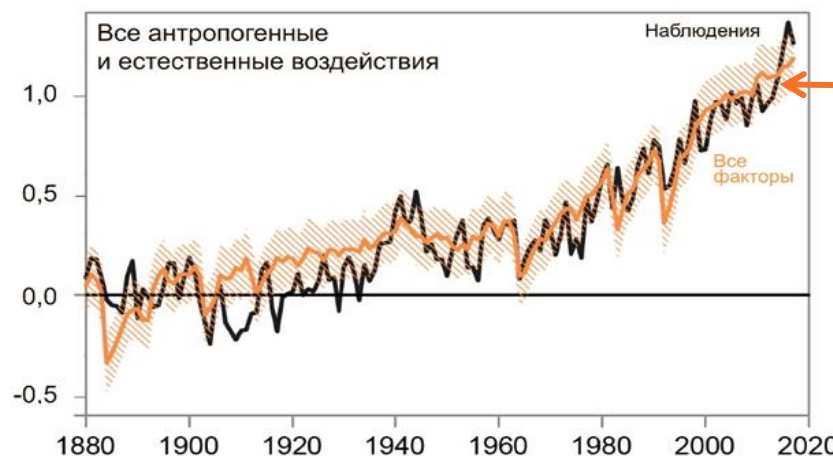
Антропогенные выбросы парниковых газов

Моделирование действия всех антропогенных факторов, заштрихованная область – диапазон неопределенности расчетов

Озон в загрязненном приземном слое воздуха

Увеличение альбедо при сведении лесов и других изменениях в землепользовании

Аэрозольное затенение Земли



Моделирование действия всех внешних факторов, антропогенных и естественных, заштрихованная область – диапазон неопределенности расчетов

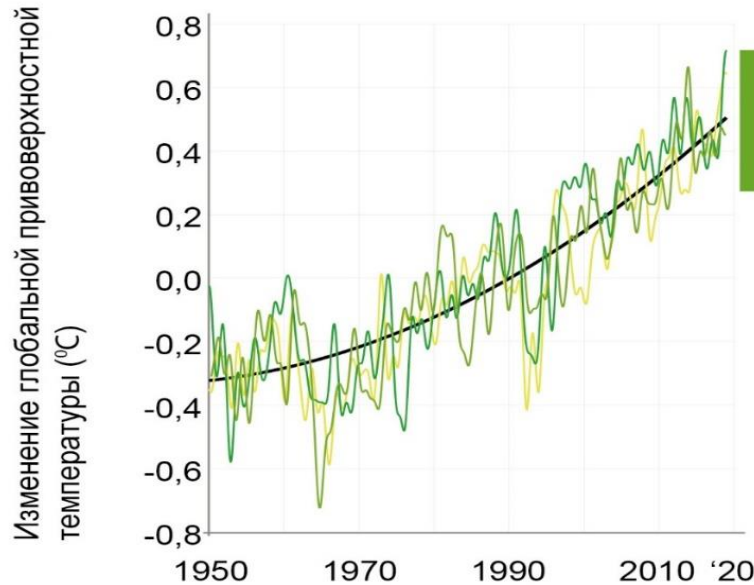
Вне моделирования остается естественная изменчивость, прежде всего, океанских течений. На нее также могут влиять антропогенные факторы, во многом усиливать, что сейчас активно исследуется

Сочетание естественных и антропогенных изменений климата

Что такое естественная изменчивость климата и как она влияет на недавние климатические изменения?

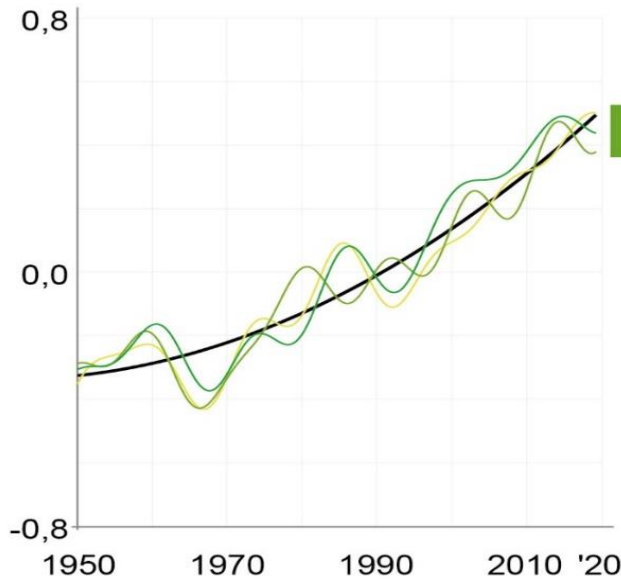
Годовые колебания

Доминирует естественная изменчивость



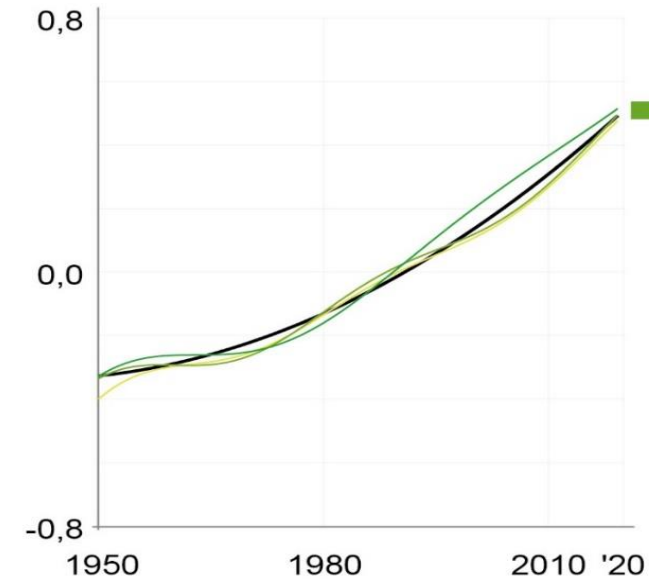
Колебания в пределах 10 лет

В меньшей степени подвержены влиянию естественной изменчивости, но естественное похолодание или более интенсивное потепление все же могут произойти



Колебания в течение 30 лет

Доминирует влияние человека



Все естественные факторы действуют: в прошлом, сейчас и в будущем. На них накладывается антропогенное воздействие, которое доминирует при осреднении эффектов за 50-100 и более лет, а также усиливает естественную изменчивость



ПРОГНОЗЫ ДЛЯ АДАПТАЦИИ РОССИЙСКИХ РЕГИОНОВ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(РОСГИДРОМЕТ)



ТРЕТИЙ ОЦЕНОЧНЫЙ ДОКЛАД

ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ КЛИМАТА И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯХ
НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

2022



Прогноз для РФ

2,5°C

сценарий глобального потепления на конец века
от уровня 1850-1900 гг. (уже пройдено 1,2-1,4°C)

4-5°C

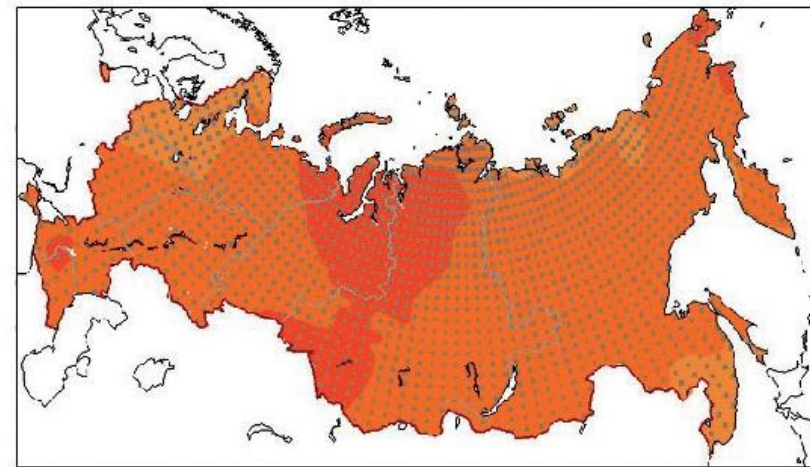
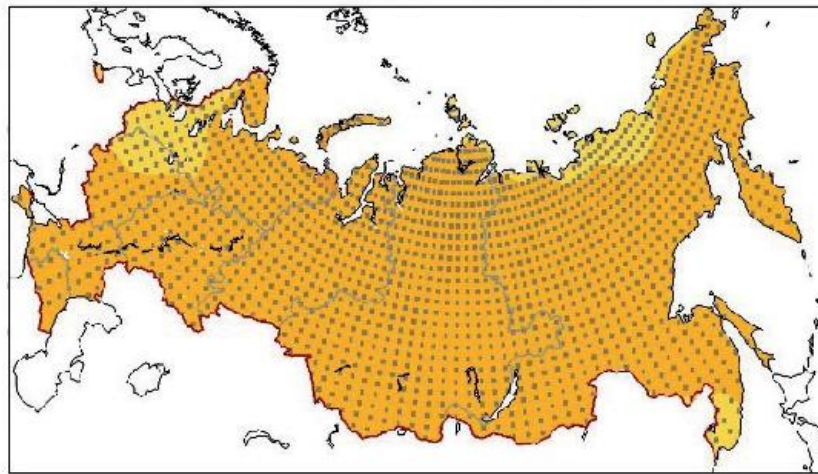
Изменения температуры, °C

2081-2100 гг. по отношению к 1995-2014 гг.

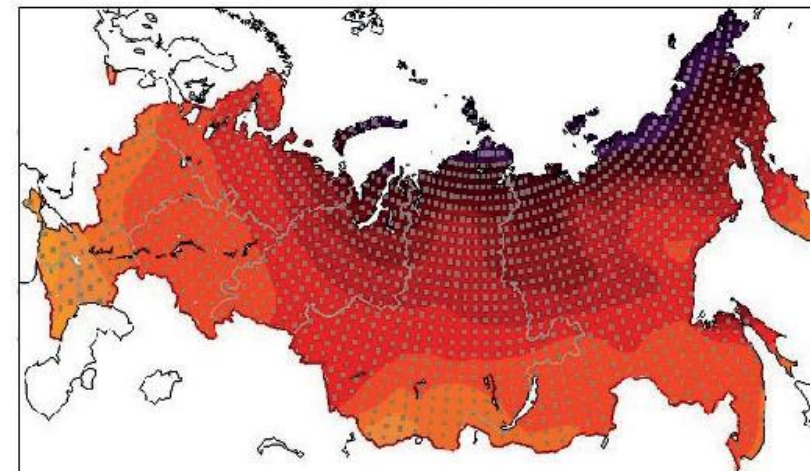
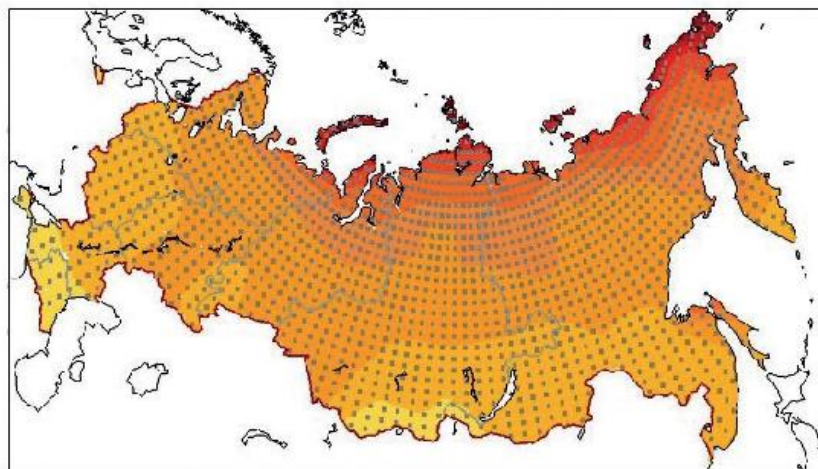
Сценарий «2,5°C» предполагает достижение глобальной углеродной нейтральности во второй половине XXI века.

Россия обещала нейтральность в 2060-ом

Лето



Зима





Прогноз для РФ

2,5°C

сценарий глобального потепления на конец века

4-5°C

от уровня 1850-1900 гг. (уже пройдено 1,2-1,4°C)

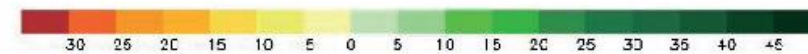
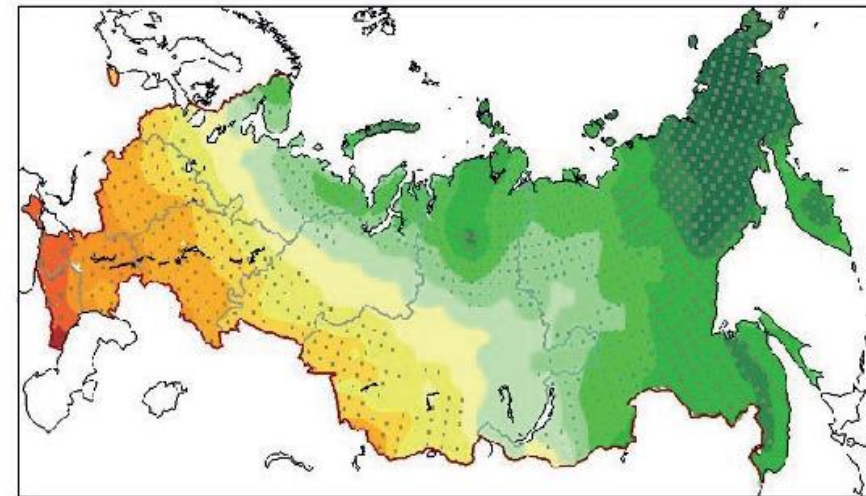
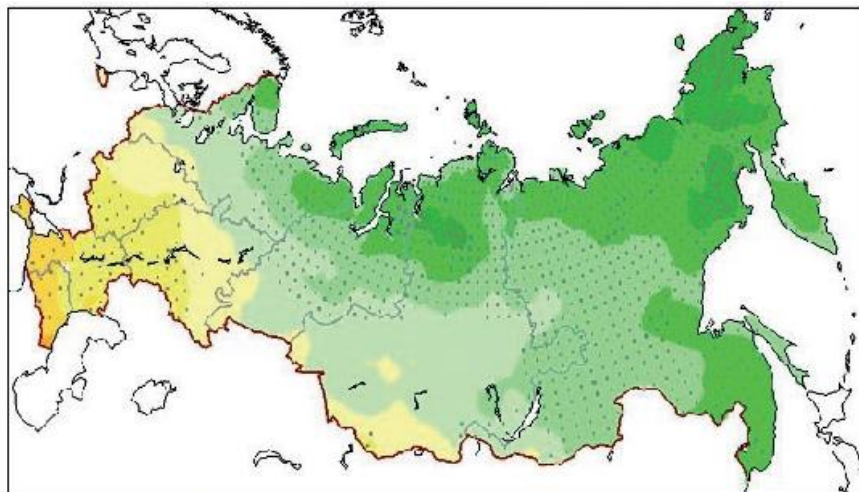
Изменения осадков, %

2081-2100 гг. по отношению к 1995-2014 гг.

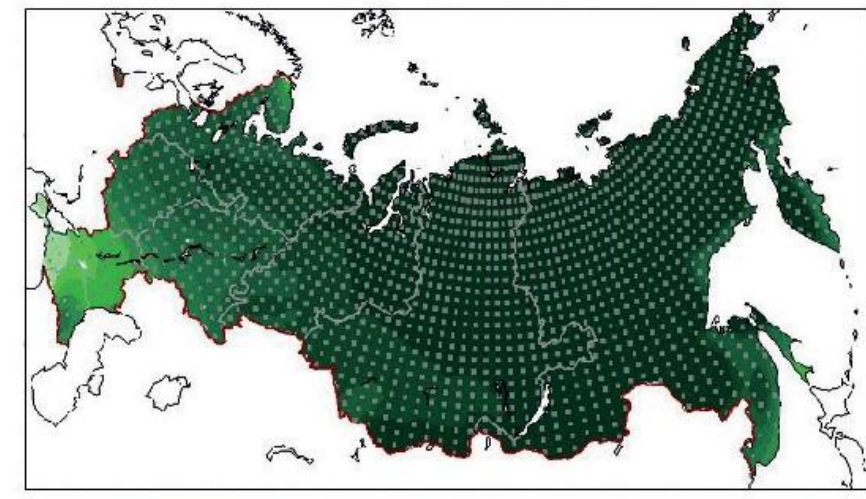
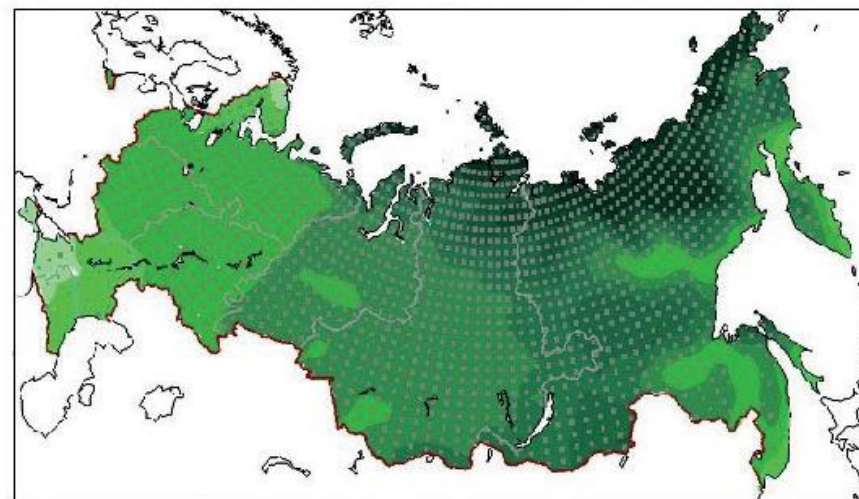
Сценарий «2,5°C» предполагает достижение глобальной углеродной нейтральности во второй половине XXI века.

Россия обещала нейтральность в 2060-ом

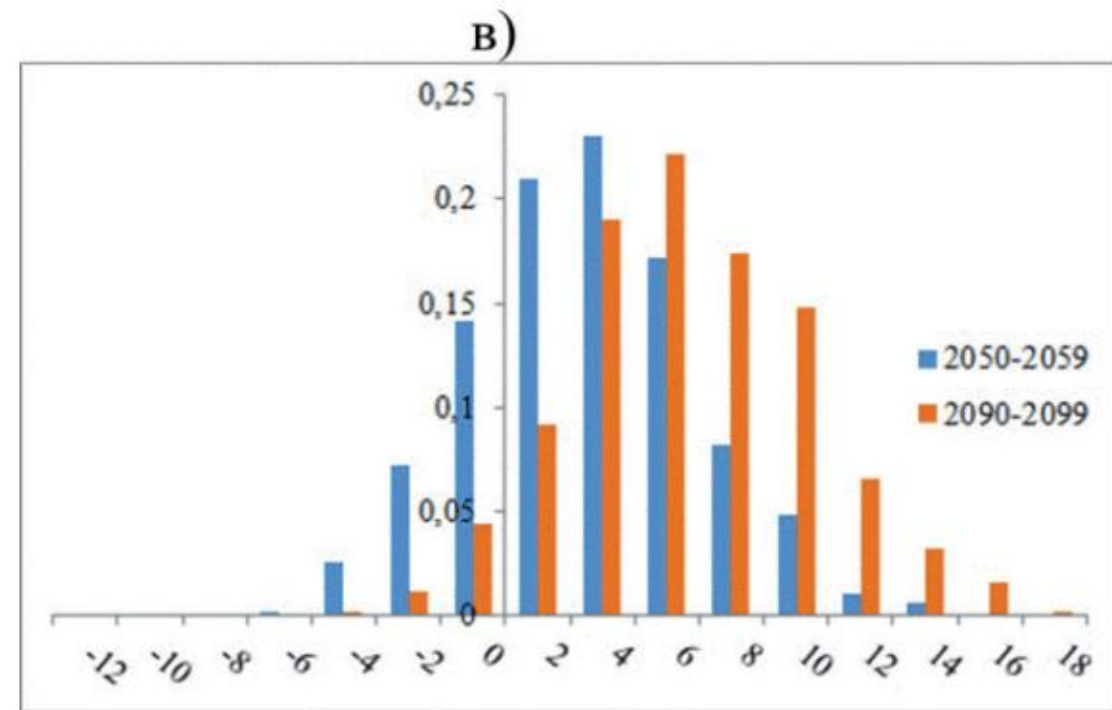
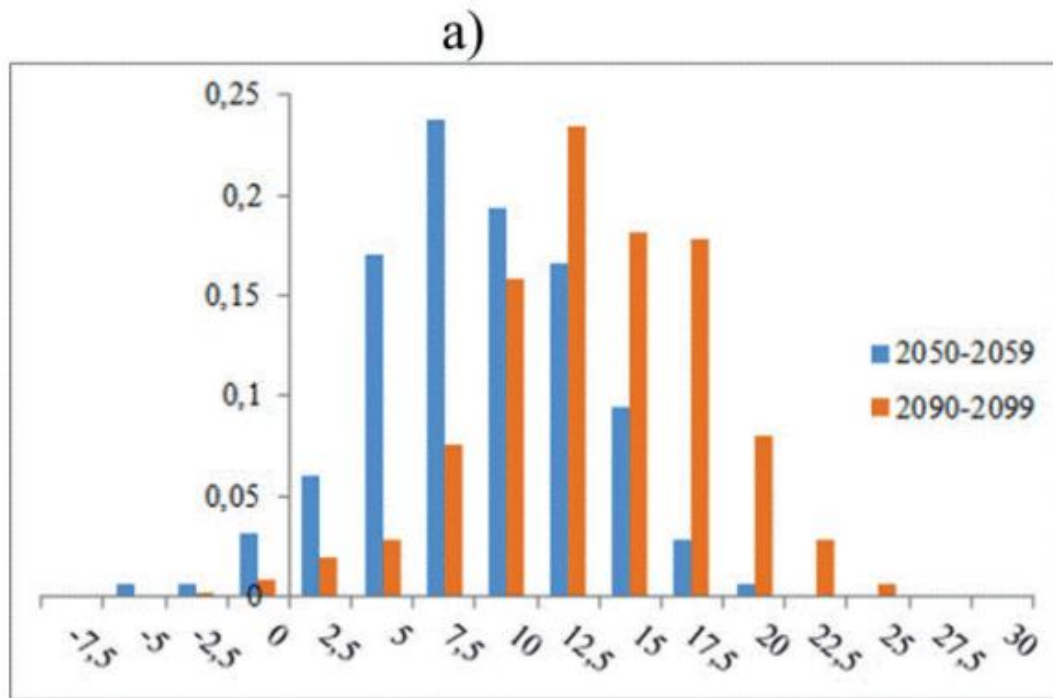
Лето



Зима



Диаграммы вероятности аномальных температур (на примере г. Нарьян-Мар)



Вероятностные распределения годовых минимумов (а) и максимумов (в) средней суточной температуры воздуха в 2050-2059 и в 2090-2099 гг. (в отклонениях (°C) от их средних значений в 1990-1999 гг.) Оценки выполнены с помощью региональной климатической модели ГГО по сценарию RCP8.5

←
NO
POVERTY

ZERO
HUNGER

GOOD HEALTH
AND WELL-BEING

QUALITY
EDUCATION

GENDER
EQUALITY

CLEAN WATER
AND SANITATION

CLIMATE ACTION

LIFE BELOW WATER

TERRESTRIAL ECOSYSTEMS

CONSUMERS AND PRODUCTION

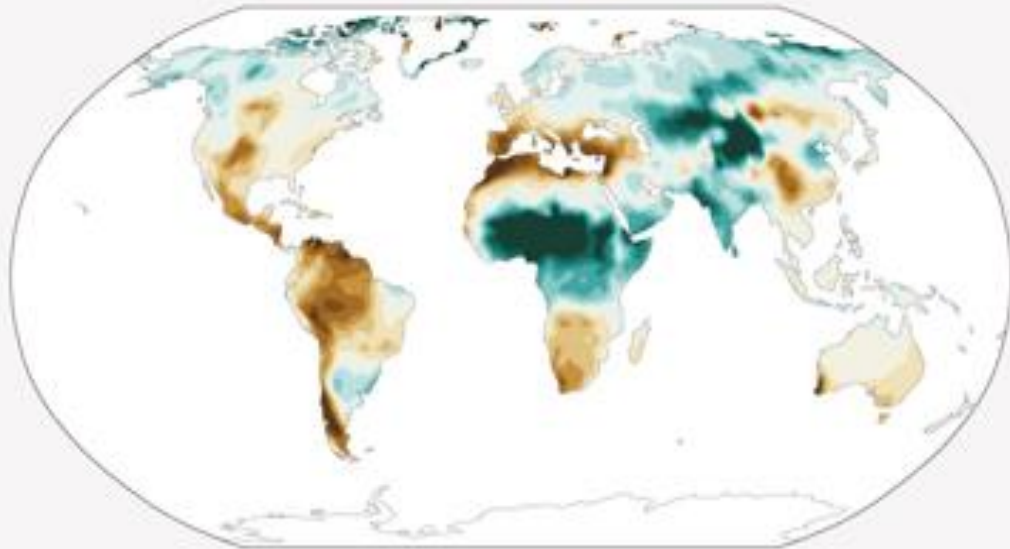
PAACE AND JUSTICE

МЕЖДУНАРОДНЫЕ И РОССИЙСКИЕ УСИЛИЯ

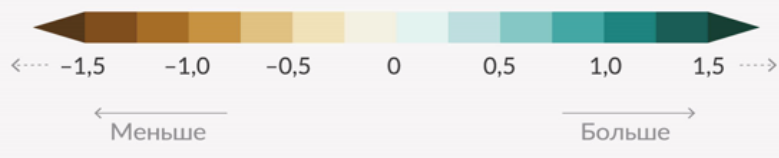
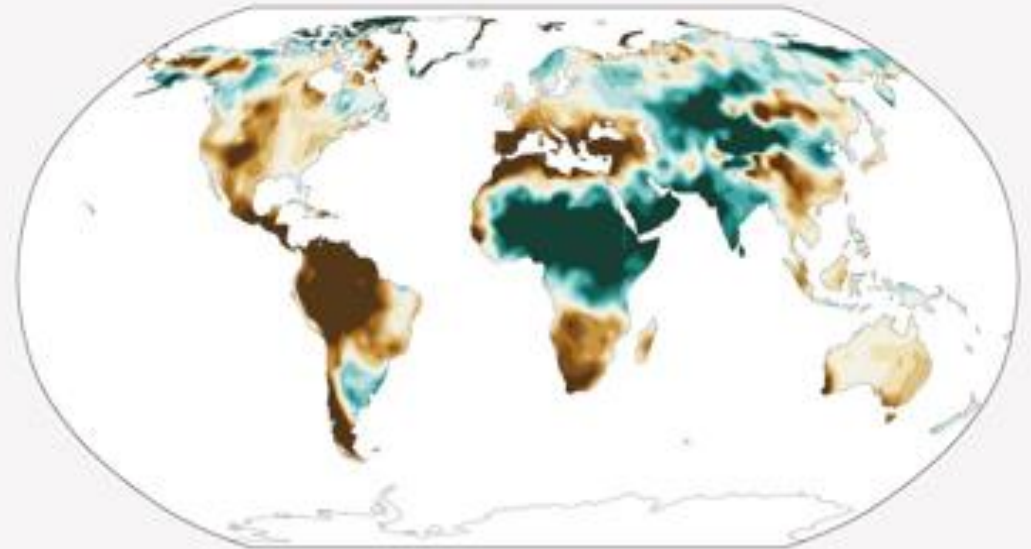
Проблема дефицита воды

Осадки минус испарение, прогноз аномальных засух в различных регионах

Смоделированное изменение влажности почвы при 2°C глобального потепления



Смоделированное изменение влажности почвы при 4°C глобального потепления



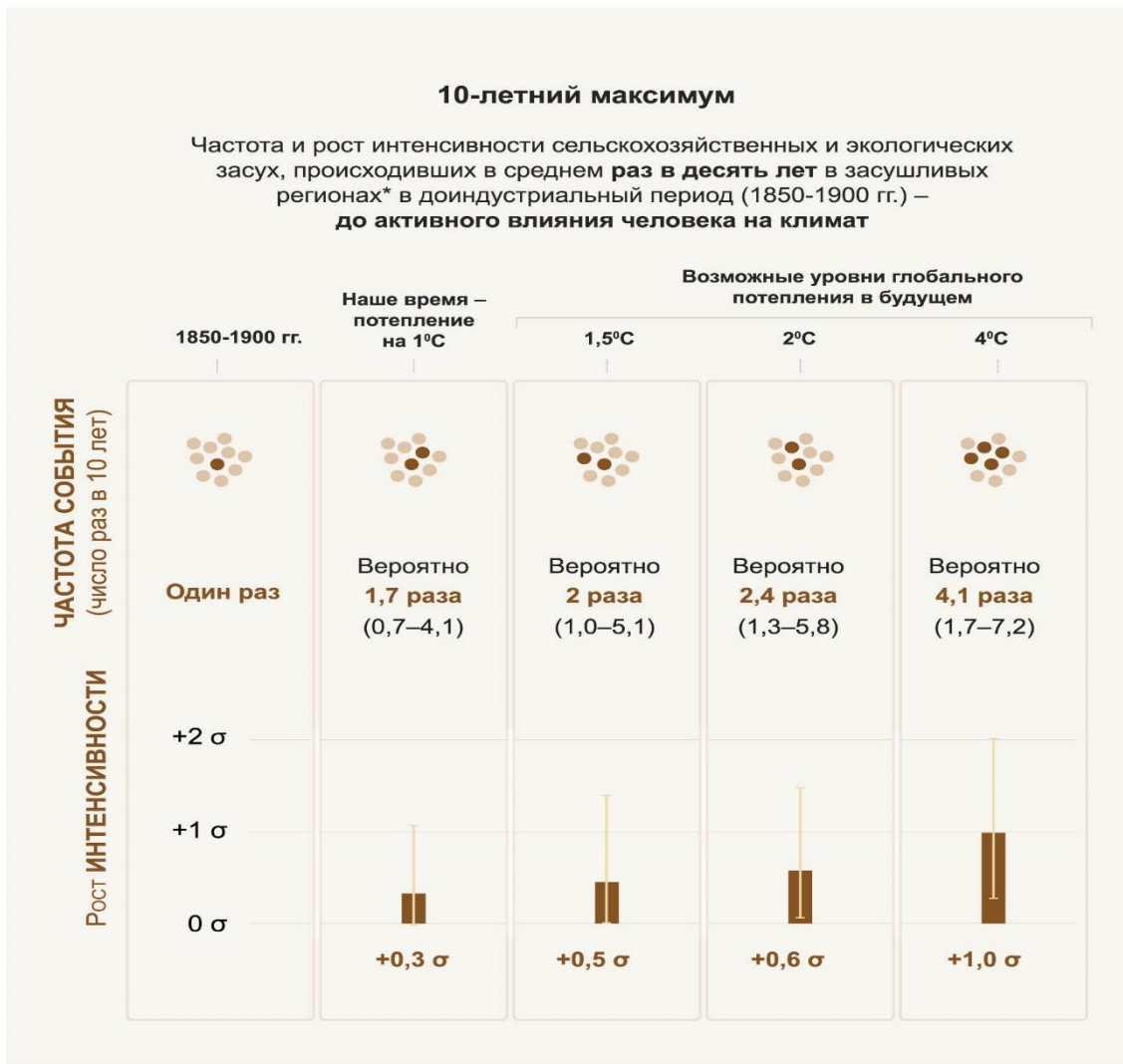
Единицы «стандартного отклонения».

1 = то что было раз в 6 лет, теперь среднее за десять лет,
1,5 = то что раз в 10 лет, теперь в среднем каждый год

Источник: IPCC AR6 vol. 1, 2021, www.ipcc.ch

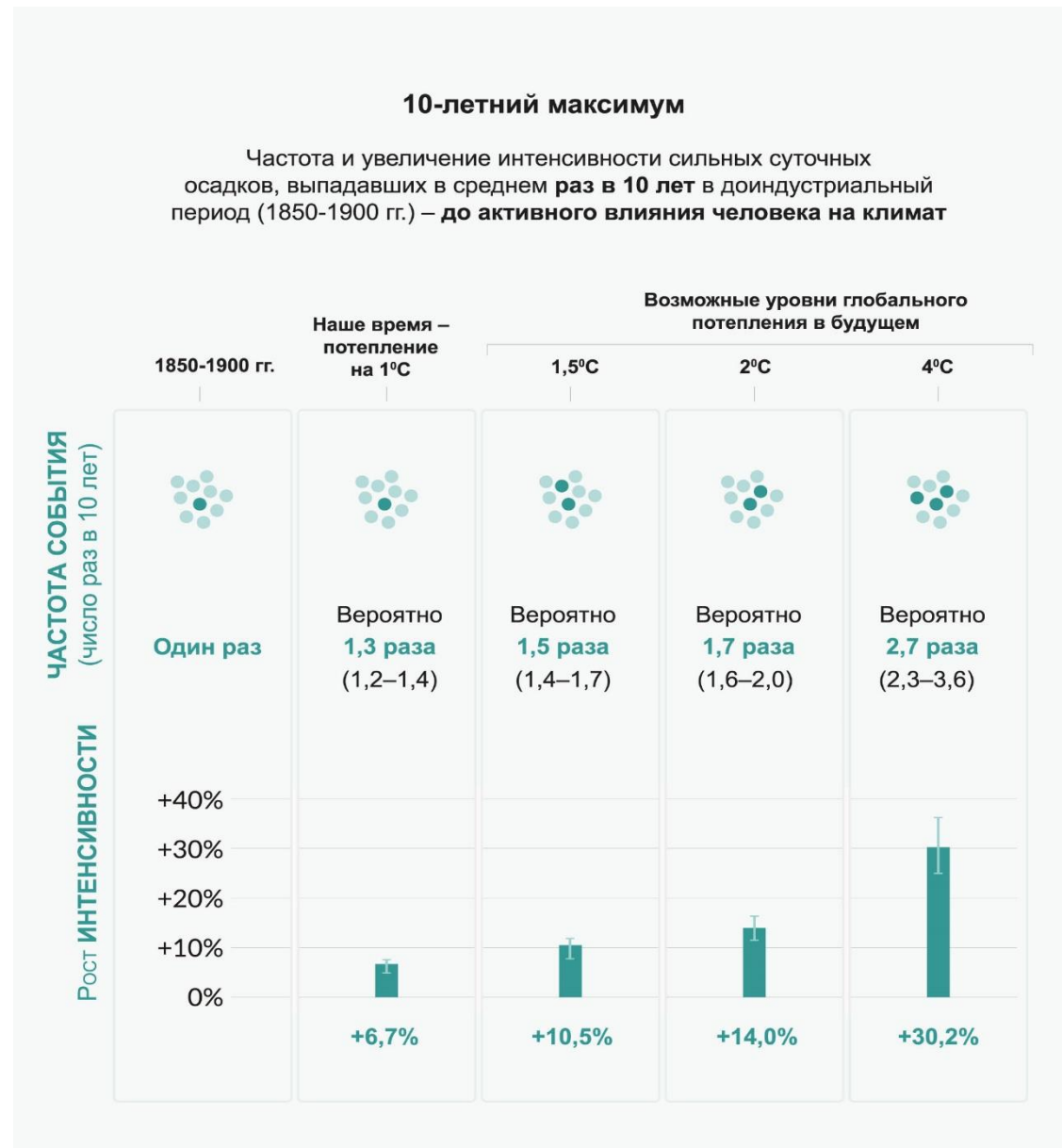
При 4°C дефицит воды угрожает 3 млрд. человек, что вызовет множество проблем

Проблема засух и наводнений



* Изменение интенсивности засух выражено в долях от стандартного отклонения (σ , «сигма») влажности почвы. Стандартное (или среднеквадратичное) отклонение показывает, как распределены значения относительно среднего и часто используется как показатель в гидрометеорологических исследованиях

Все было и в XIX веке, но реже, меньшей длительности и несколько слабее

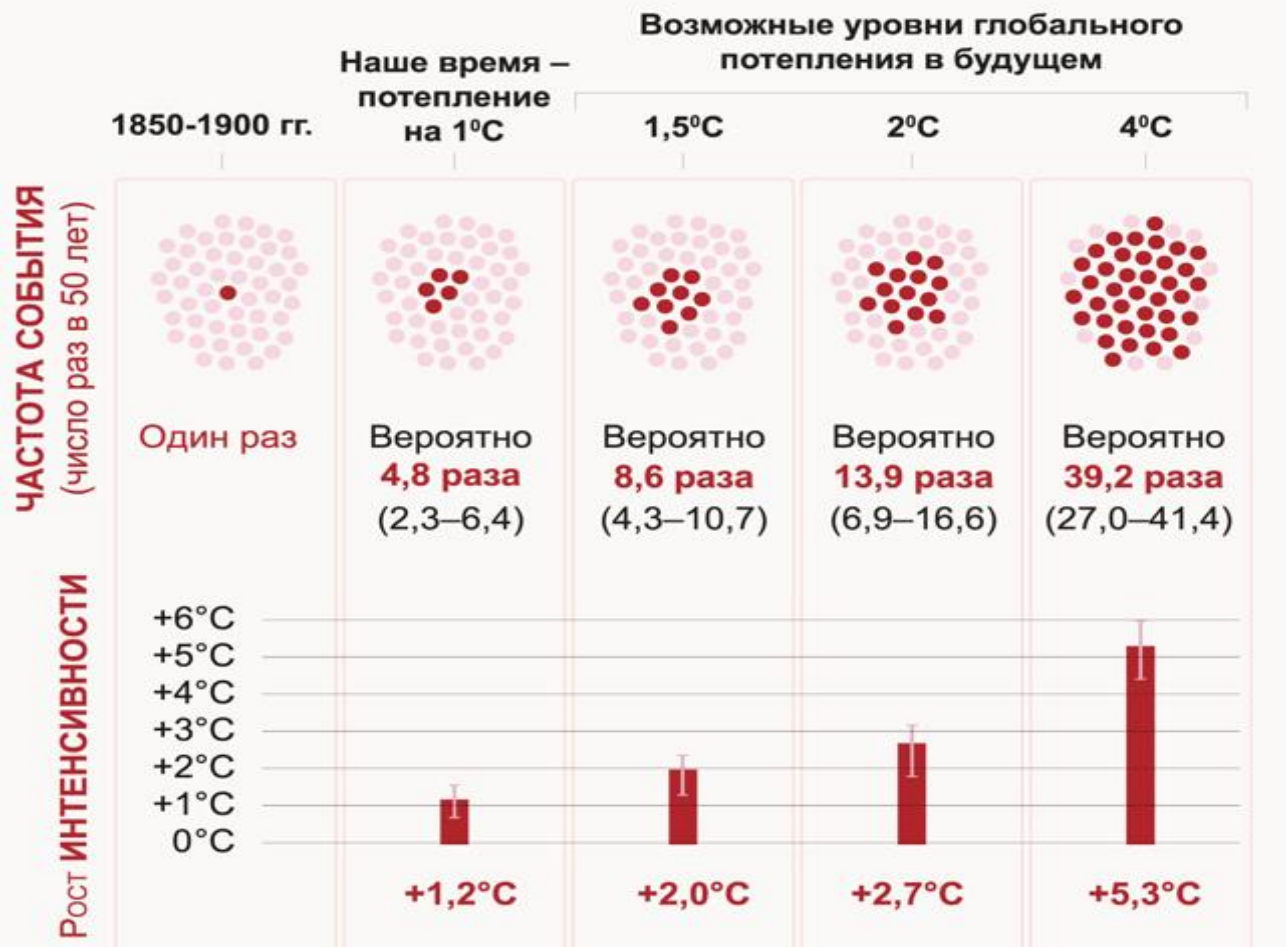


Источник: IPCC AR6 vol. 1, 2021, www.ipcc.ch

Проблема волн жары

50-летние максимумы температуры

Частота и увеличение интенсивности температурных экстремумов – максимальных значений дневной температуры, которые происходили **раз в 50 лет** в доиндустриальный период (1850-1900 гг.) – **до активного влияния человека на климат**



Все было и в XIX веке, но гораздо реже, меньшей длительности и несколько слабее

При «1,5°C» приспособимся (~ 2030-ые),

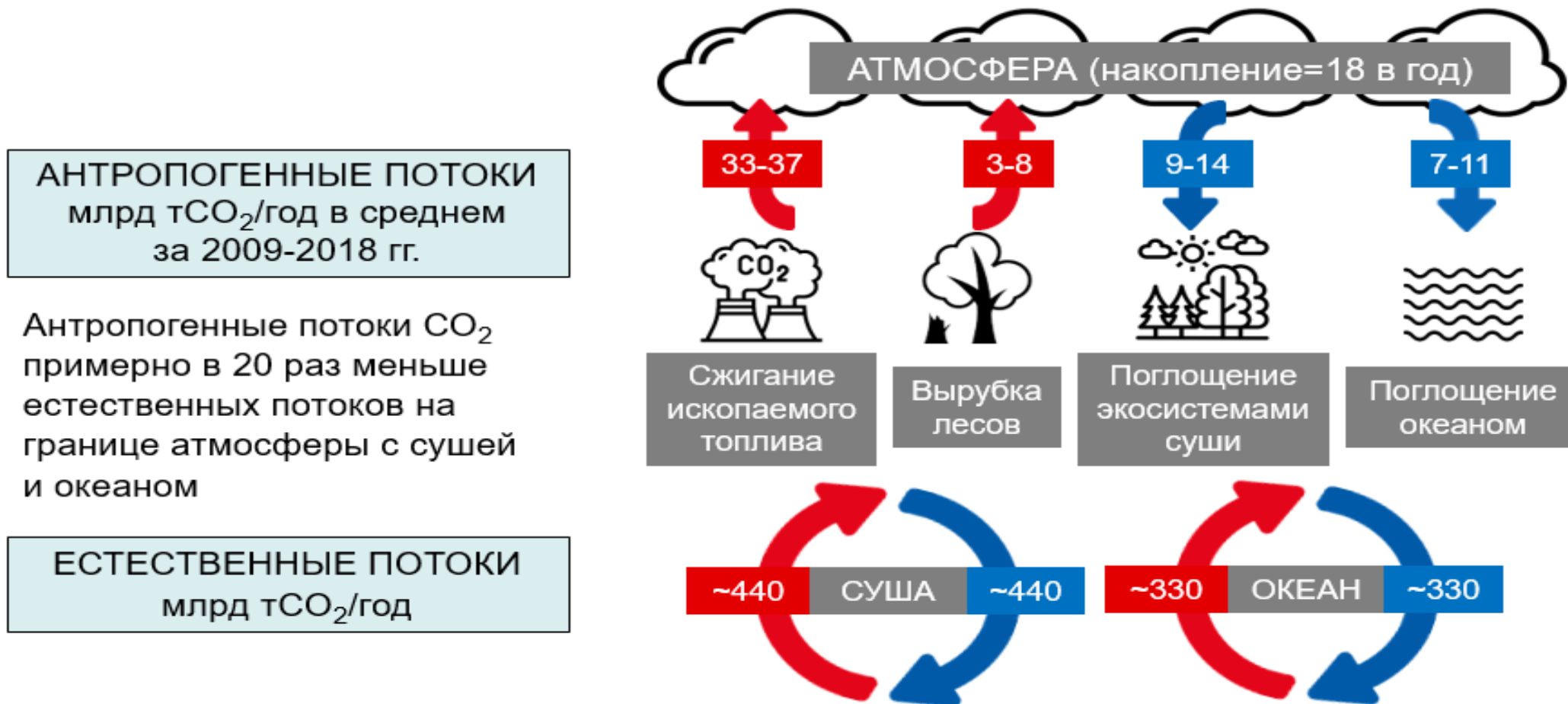
при «2°C» адаптируемся (2050-2070)

при «4°C» уже слишком тяжело – другая, гораздо более тяжелая жизнь, даже для сильных и северных стран

Усилия мирового сообщества направлены на снижение выбросов CO₂, метана и других парниковых газов, на достижение баланса между выбросами и поглощением лесами. Россия, Китай, Бразилия, Казахстан: баланс к 2060 г., ЕС, Япония, США к 2050 г., Индия к 2070

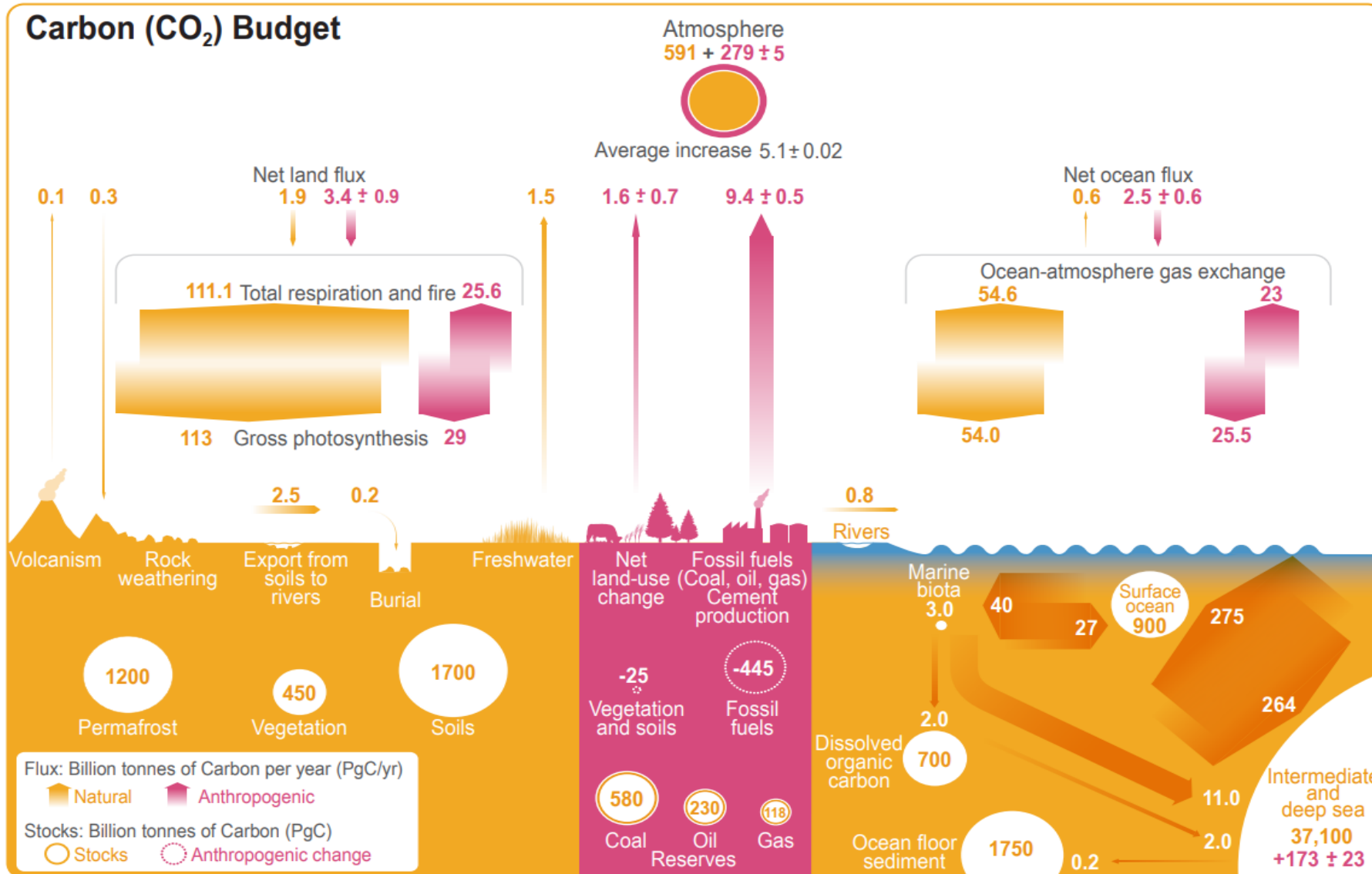
Это путь к стабилизации на 2,5-3°C

Экосистемы и океан успевают поглотить лишь ~55% антропогенных эмиссий CO₂



Диапазоны оценок и небольшое расхождение бюджета (прихода, ухода и накопления) отражают неопределенность имеющейся информации

Россия нетто-поглотитель антропогенного CO₂ из атмосферы?



Сейчас, вероятно, «да», если смотреть *общий поток CO₂* на территории России, а не только результаты каких-либо действий.

В будущем, вероятно, «нет», так как неизбежен сильный рост потока CO₂ и CH₄ из многолетнемерзлых грунтов.

РКИК и Парижское соглашение таковы, что это обстоятельство не имеет никаких финансово-экономических последствий

Глобальный круговорот CO₂ и углеродный бюджет в 2010-2019 гг.

Источник: IPCC AR6, WG I, стр. 700, рис. 5.12 www.ipcc.ch

Приоритетные задачи для населения России

Климатическая доктрина - правовая основа для просвещения о физической сути проблемы и путях ее решения.

Доклады Росгидромета - научная и информационная база

- ❑ Адаптационные действия на региональном и местном уровне
- ❑ Школьное образование и просвещение, велика роль молодежи
- ❑ СМИ, просвещение населения «снизу», понимание проблемы климата
- ❑ Рачительное отношение к всем ресурсам в широком смысле слова, поддержка действий по достижению углеродной нейтральности (снижение выбросов и компенсация за счет большего поглощения лесами, водно-болотными угодьями и др.)

Спасибо за внимание!

**Ситуация сложная,
но решения есть!**

Алексей Олегович Кокорин
+7 916 9774620 (WhatsApp)
akokorin@naturepeople.ru

