



Федеральная служба по гидрометеорологии
и мониторингу окружающей среды



**ГЛАВНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
ИМ. А. И. ВОЕЙКОВА**

Год основания 1849



Фундаментально-научная составляющая климатического обслуживания в условиях меняющегося климата

Е.И. Хлебникова

Восьмой объединенный всероссийский
метеорологический и гидрологический съезд

Санкт-Петербург, 29-31 октября 2024г.



Методологические аспекты климатического обслуживания

Методология климатического обслуживания в XXв.:
обеспечение информацией о состоянии климата,
полученной в предположении стационарности климата
по данным наблюдений на длительных (многолетних)
временных интервалах

В условиях изменения климата круг задач КО
существенно расширился и усложнился

В современных условиях под климатическим обслуживанием понимается
обеспечение разными видами климатической продукции,
включая прогнозы

Актуальные вопросы:

А) Что могут и должны дать производители климатической продукции
для обеспечения традиционных потребностей секторов экономики?

Каковы перспективы развития?

Б) Как должна измениться методология использования климатической
информации в традиционных областях применения?



Изменения климата и климатическое обслуживание: этапы пути

1970-е -1980-е

«Изменение климата» – проблема физической климатологии

1990-е

Оценка последствий изменений климата для с/х и в/х

2000-е

Расширение работ по оценке последствий для различных отраслей

.....

2012

Глобальная Рамочная Основа для Климатического Обслуживания

ГРОКО:

«...Обеспечить поддержку адаптации к изменениям климата на всех уровнях путем разработки и внедрения в практику научно-обоснованных информационных продуктов о современном климате и предсказании его изменений»



Первоочередная задача климатологического обоснования стратегий адаптации к будущим изменениям климата – получение перспективных оценок климатического воздействия на экономику

ИНСТРУМЕНТЫ

Глобальные климатические модели

Региональные климатические модели высокого разрешения

Глобальные тенденции:

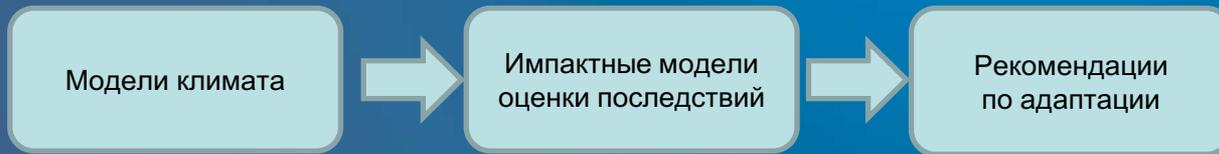
RIfS – «Региональная информация для общества» (проект инициированный ВПИК)

Ориентирован на разработку основополагающих принципов введения научной информации о климате в контекст принятия решений

В ГГО разработана и используется технология сценарного прогнозирования регионального климата, обеспечивающая проведение массовых ансамблевых расчетов с последующей вероятностной интерпретацией результатов для целей адаптации к изменениям климата

Импактные оценки: методология

Интегрированный подход



Оценки на основе специальных индексов влияния





Технология сценарного прогнозирования регионального климата

РКМ ГГО

Горизонтальное разрешение 25 км;

Рабочая область: 381×183 узлов, покрывает РФ

Серии экспериментов:

Этап 1 (2016-2021)

50 десятилетних экспериментов

для исторического (1990-1999) и будущих (2050-2059, 2090-2099) периодов;

Сценарии МГЭИК семейства RCP

Этап 2 (2022 – 2024)

120 экспериментов для периода 1990-2099гг.

Сценарий МГЭИК семейства SSP

Выходная продукция для прикладных целей:

вероятностные ансамблевые оценки изменения ключевых показателей к середине (2050-2059) и концу (2090-2099) XXI в.

Формирование перечня ключевых показателей



Учитывались:

рекомендации ВМО,
региональные климатические особенности,
опыт климатического обслуживания на региональном уровне

Критерии отбора показателей:

возможность определения по данным регулярных
метеорологических наблюдений на сети Росгидромета

универсальное или мульти-секторальное применение
средние значения температуры воздуха и
суммы осадков для различных внутригодовых периодов,

характеристики экстремально холодных/жарких периодов
заданной продолжительности,

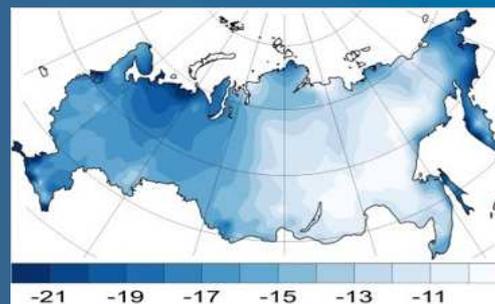
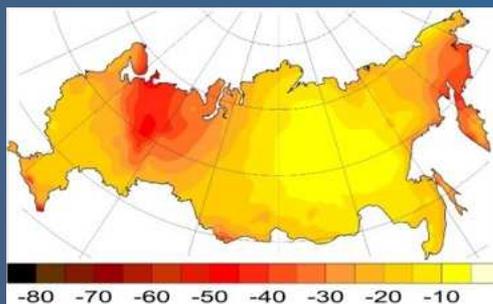
индексы волн тепла и холода

пороговые секторально-ориентированные климатические показатели
(характеристики пересечения уровня)

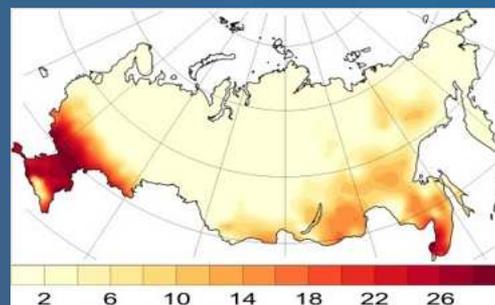
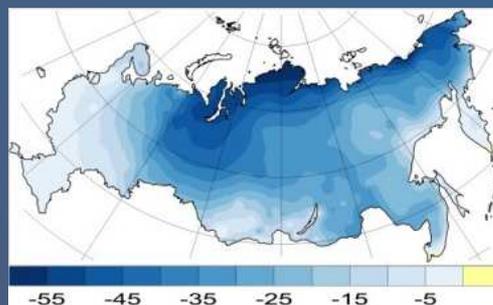
Медианные ансамблевые оценки изменения пороговых характеристик термического режима к середине XXI в.



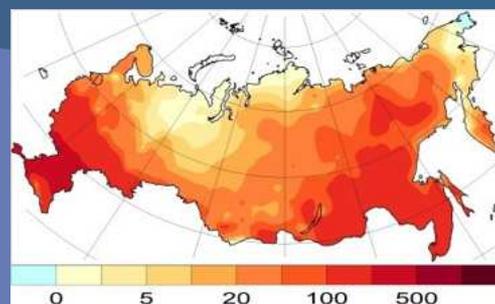
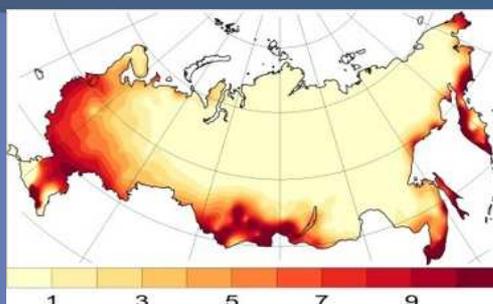
РКМ ГГО, RCP8.5, 50 экспериментов



Продолжительность (дни) и
градусо-сутки отопительного
периода (%)



Число дней с суточной минимальной
температурой ниже $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$
Число дней с суточной максимальной
температурой выше $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$



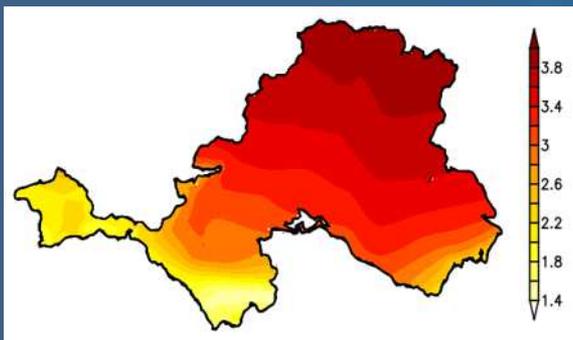
Число дней с переходом температуры
воздуха через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$
Индекс потребления энергии
в летний сезон

Медианные ансамблевые оценки изменения средних сезонных значений температуры воздуха и сумм осадков к середине XXI в.

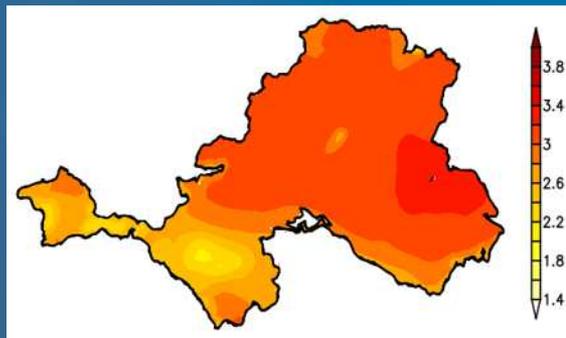


Южный федеральный округ

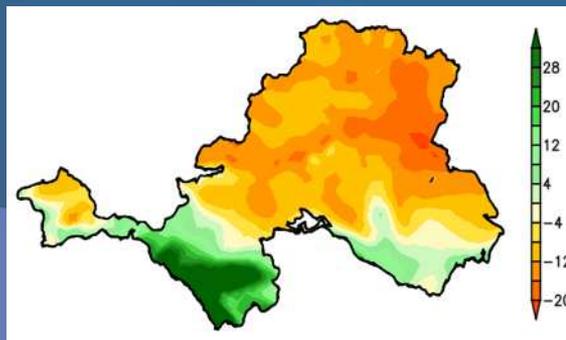
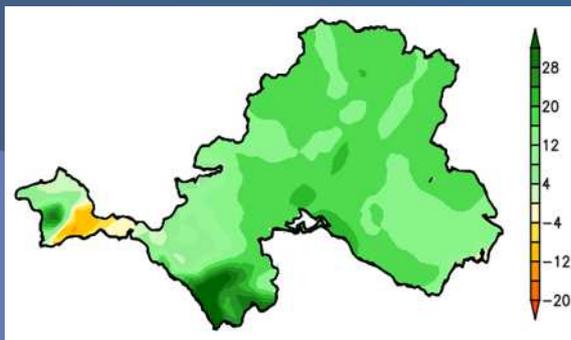
Зима



Лето



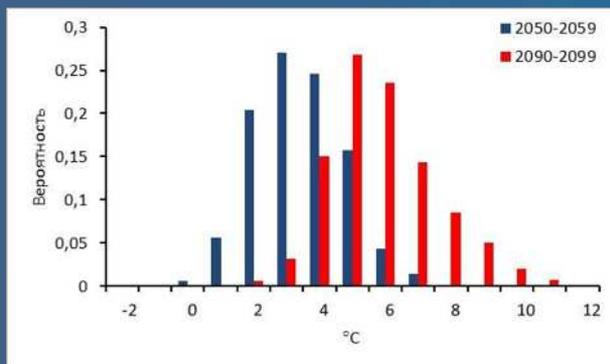
Температура воздуха



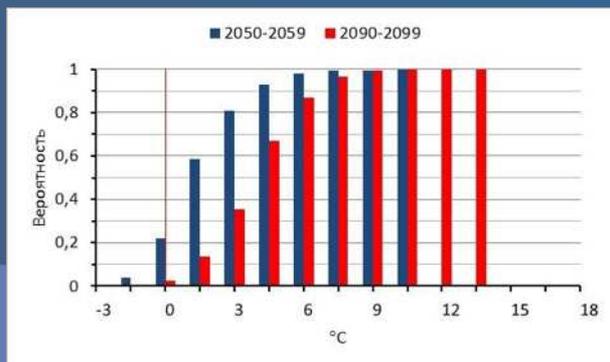
Сумма осадков



Вероятностные ансамблевые оценки изменения годовых экстремумов температуры воздуха к середине и концу ХХIв. (по отношению к базовому периоду)



Температура наиболее жаркой 30-дневки
Ставрополь (СКФО)



Температура наиболее жаркой 5-дневки
Болотное, Новосибирская обл. (СФО)

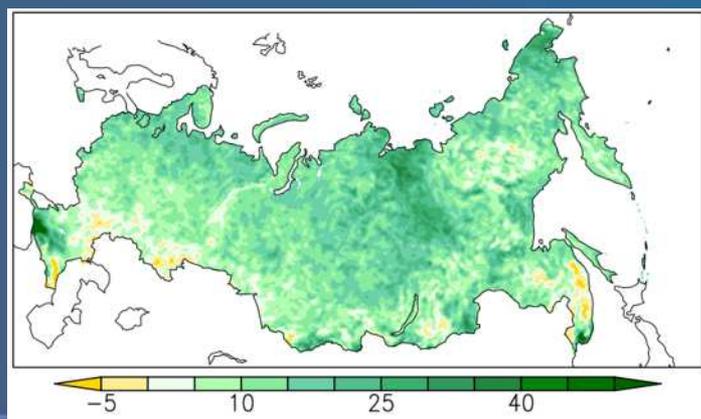
РКМ ГГО, RCP8.5, 50 экспериментов

Хлебникова и др., 2021

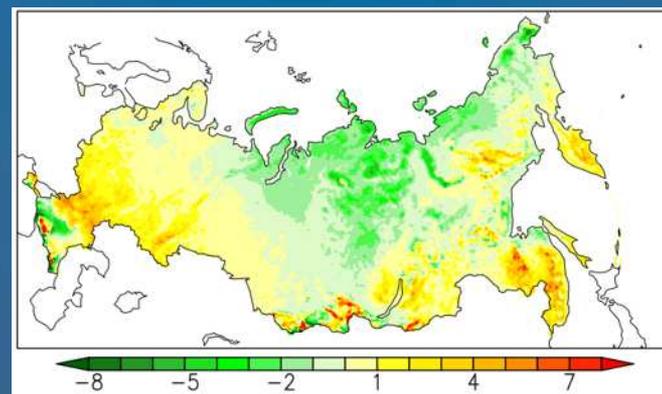
Экстремальность режима увлажнения



Медианные ансамблевые оценки изменения сезонных показателей экстремальности осадков к середине ХХв.



Теплый сезон. Максимум суточных сумм осадков (в % от базовых значений)

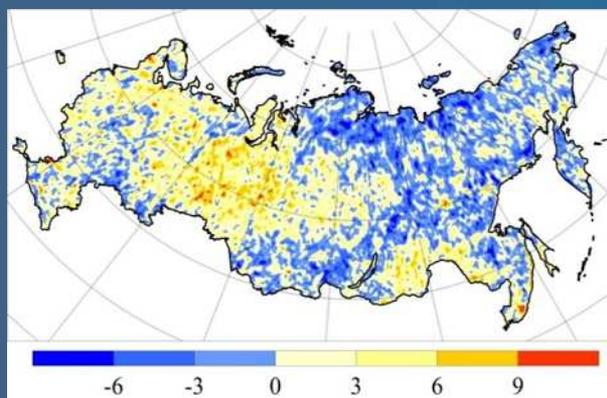


Теплый сезон. Максимальная длительность (дни) периода с $P < 1$ мм/сутки

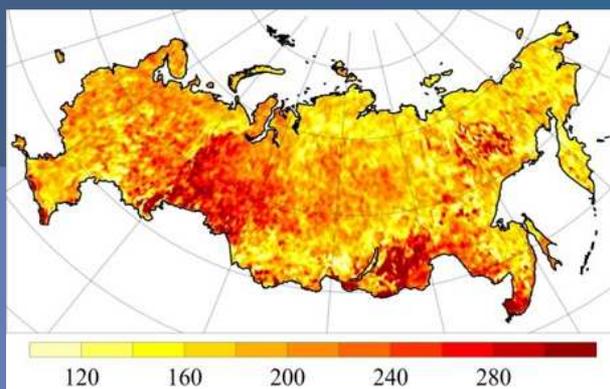


Трансформация распределения годовых максимумов суточных сумм осадков к концу XXI в.

РКМ ГГО, RCP8.5, 50 экспериментов



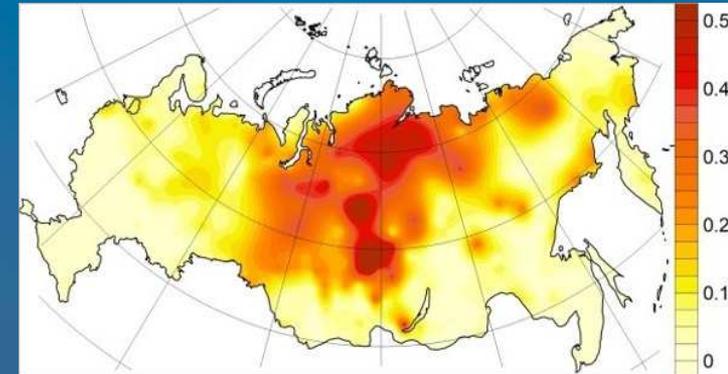
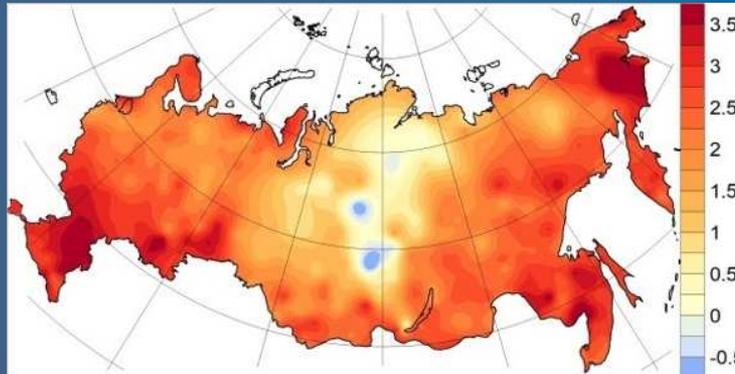
Изменение (%) совокупного вклада параметров
масштаба и формы в оценку квантилей уровня 0.95



Изменение (%) квантилей уровня 0.95 в зависимости
от скорости увеличения средних годовых максимумов



Изменение характеристик редких экстремумов годовых максимумов температуры воздуха к середине ХХIв.



Медианные ансамблевые оценки изменения ($^{\circ}\text{C}$) годовых максимумов средней суточной температуры воздуха повторяемостью 1 раз в 50лет (слева) и вероятность отрицательных изменений в ансамбле (справа)

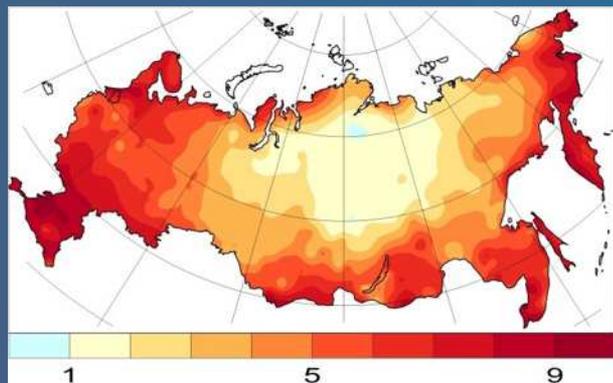
РКМ ГГО, 50 экспериментов, RCP8.5

Хлебникова и др., 2019

Сценарный прогноз и данные наблюдений: сравнение тенденций

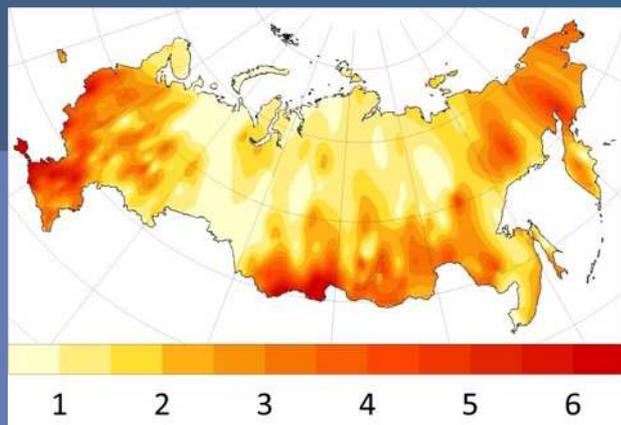


Температура наиболее жаркой 5-дневки



Сценарный прогноз

Изменение в 2050-59гг. частоты превышения
90-го перцентиля периода 1990-99гг.



Данные наблюдений.

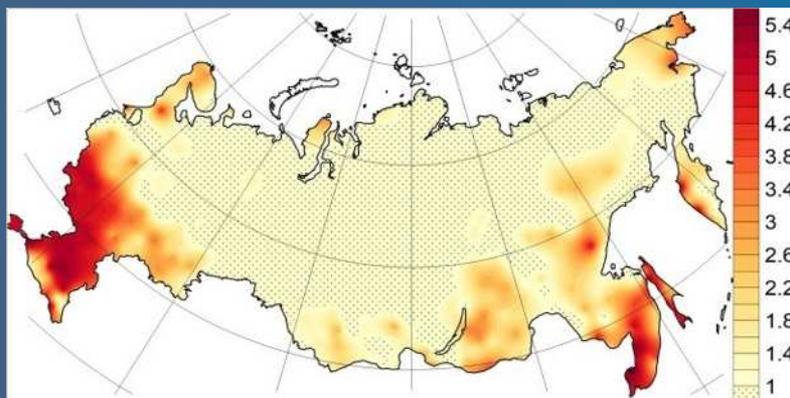
Изменение в 1991-2020гг. частоты превышения
90-го перцентиля периода 1961-90гг.

Риски критических температурных воздействий на объекты инфраструктуры

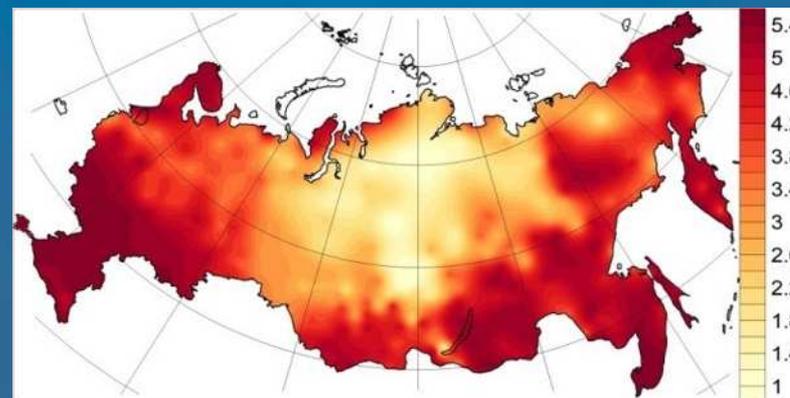


Вероятностные оценки
мультипликатора интервального риска
в 2050-59гг. по отношению к 1990-99гг.

РКМ ГГО, 50 экспериментов, RCP8.5



5-й процентиль



50-й процентиль

Здесь под интервальным риском понимается вероятность наступления угрожающего события хотя бы 1 раз в течение выбранного 10-летнего периода. Оценки получены при задании в качестве критических уровней температуры наиболее жарких суток повторяемостью 1 раз в 50 лет для базового периода



Современное состояние системы КО в части обоснования адаптационных программ (включая меры упреждающей адаптации)

отражает использование высоких технологий, связанных с введением в систему КО сложных физико-математических моделей, а также необходимость вероятностной интерпретации результатов сценарного прогнозирования

свидетельствует об актуальности развития новых подходов к применению климатической информации с целью учета нестационарности климатического режима при принятии климатически обусловленных решений - на основе вероятностного анализа рисков критических воздействий на различных временных интервалах



Дальнейшие перспективы развития методологии КО связаны с достижением прогресса в следующих направлениях:

Развитие физико-математических моделей и технологии сценарного прогнозирования регионального климата для прикладных целей (расширение круга переменных и индексов, повышение достоверности их оценки и пр.)

Разработка инструментов (методов, вероятностных моделей, технологий) для статистической интерпретации результатов моделирования в интересах различных групп потребителей и расширения прикладных возможностей климатических моделей

Важным условием эффективности адаптационного процесса является усиление взаимодействия с потребителями с целью лучшего понимания принимаемых климатически обусловленных решений и их чувствительности к изменениям климата



Спасибо за внимание!