



Климатологическое обеспечение разработки адаптационных программ в РФ: сценарные прогнозы, данные наблюдений, интерпретация

Е.И. Хлебникова, Е.М. Акентьева,
М.В. Ключева, Ю.Л. Рудакова, Д.В. Фасолько

Конференция «Национальная система
мониторинга климатически активных веществ:
проблемы и решения»

Москва, 1-2 ноября 2023 г.



ВИПГЗ «Национальная система мониторинга климатически активных веществ»

Направление

Разработка мер адаптации населения и экономики
России к изменениям климата

Головной исполнитель: ИНП РАН

Задача ФГБУ «ГГО»:

Климатологическое обеспечение разработки
адаптационных программ в РФ

Разработка и реализация мер по адаптации является одной из основных задач
Климатической политики РФ (Климатическая доктрина РФ, 2023)

Неотъемлемой частью адаптационных программ должны быть как оперативные,
Так и долгосрочные меры , обеспечивающие превентивный характер адаптации.

Первоочередная задача климатологического обоснования адаптации –
получение перспективных климатич



Основные задачи 2022/2023гг.

- Сценарный прогноз ключевых климатических характеристик на территории России на основе региональной модели высокого разрешения для обеспечения второго этапа адаптации к изменениям климата
- Оценка и анализ изменения ключевых климатических характеристик по данным метеорологических наблюдений на станциях Росгидромета
- Анализ воздействия наблюдаемых и ожидаемых изменений ключевых климатических характеристик на население и основные сектора экономики (энергетику, строительство, ЖКХ, транспорт, добывающую промышленность, сельское хозяйство, лесное хозяйство, водное хозяйство)
- Разработка принципов и формирование перечня основных категорий климатически уязвимых объектов для отраслей экономики и территорий РФ



Технология

сценарного прогнозирования регионального климата

Модели и эксперименты

РКМ ГГО:

разрешение 25 км;

381×183 сеточных узлов по горизонтали и 25 σ -уровней по вертикали;

единые с глобальной моделью ГГО методы параметризации физических процессов;

Эксперименты:

проведено 50 десятилетних экспериментов с разными (случайными) начальными условиями в атмосфере и на подстилающей поверхности суши

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

Сценарии RCP8.5 и RCP4.5 МГЭИК

Анализируемые модельные данные::а) приземная температура воздуха
суточного разрешения и б) суточные суммы осадков

Выходная продукция для прикладных целей:

вероятностные ансамблевые оценки изменения ключевых показателей к середине (2050-2059) и концу (2090-2099) XXI в. по отношению к концу XX в. (1990-1999)

Далее приводятся медианные оценки изменения показателей

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

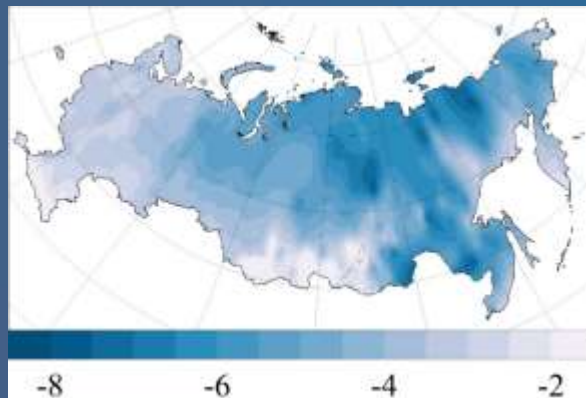
пороговые секторально-ориентированные климатические показатели
(характеристики пересечения уровня)

**Проанализированы изменения более 30 показателей термического режима и
10 показателей режима увлажнения**

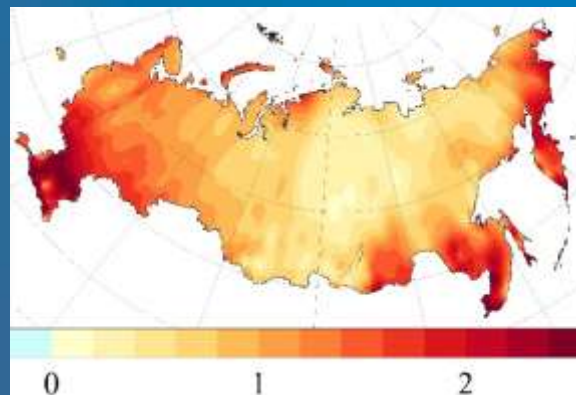
Сценарный прогноз



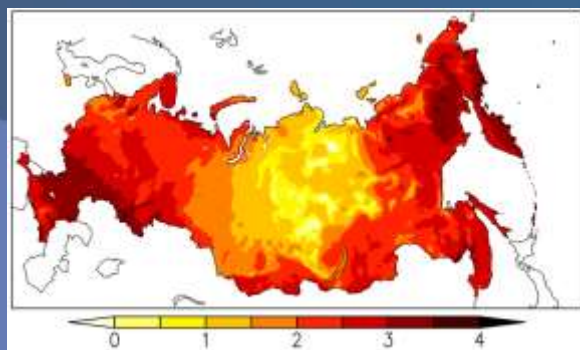
Изменение показателей экстремальности термического режима к середине XXI в. по отношению к концу XX в.



Холодный сезон. Число волн холода



Теплый сезон. Максимальная продолжительность волны тепла



Температура наиболее жаркой 5-дневки

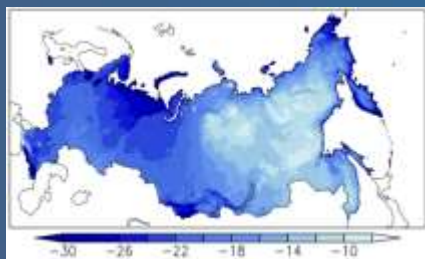
РКМ ГГО, RCP8.5, 50 экспериментов

Сценарный прогноз

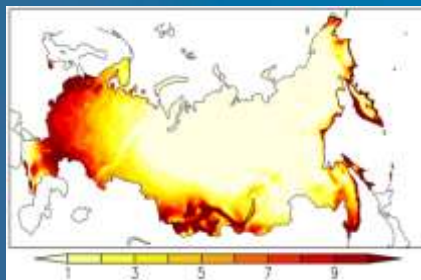


Изменение пороговых климатических характеристик термического режима к середине ХХI в. по отношению к концу ХХ в.

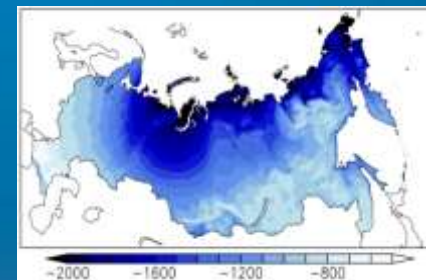
Холодный сезон



Продолжительность периода с $T < 0^{\circ}\text{C}$

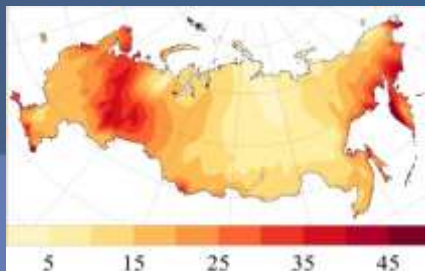


Число дней с переходом T через 0°C

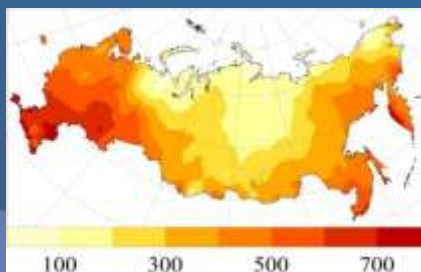


Градусо-сутки отопительного периода

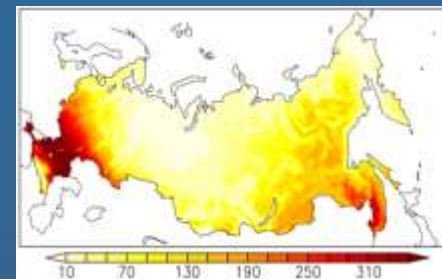
Теплый сезон



Продолжительность вегетационного сезона ($+10^{\circ}\text{C}$)



Сумма активных температур

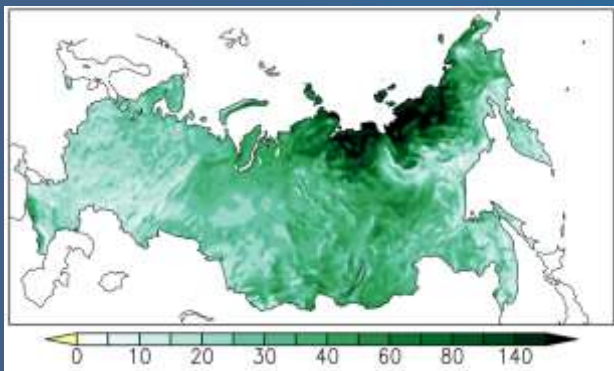


Дефицит холода

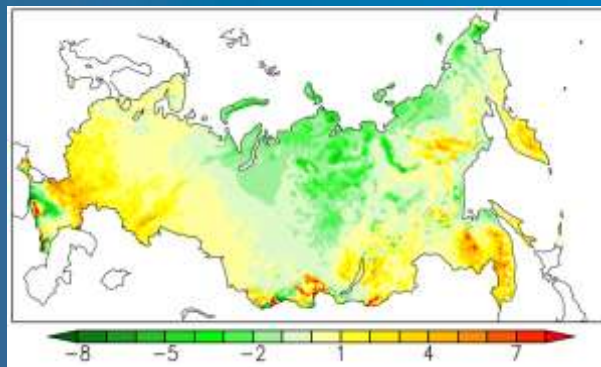
Сценарный прогноз



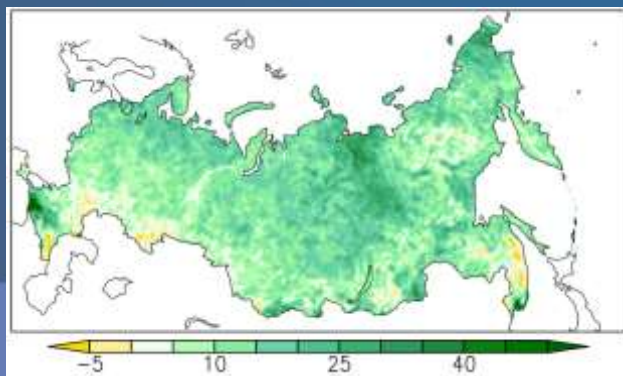
Изменение показателей экстремальности осадков к середине ХХI в. по отношению к концу ХХ в.



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



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



Годовой максимум суточных сумм осадков (в % от базовых значений)

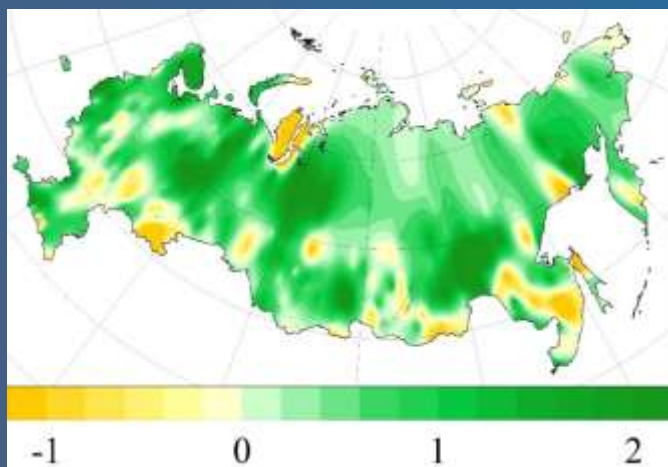
РКМ ГГО, RCP8.5, 50 экспериментов

Наблюдаемые изменения (1961-2020)

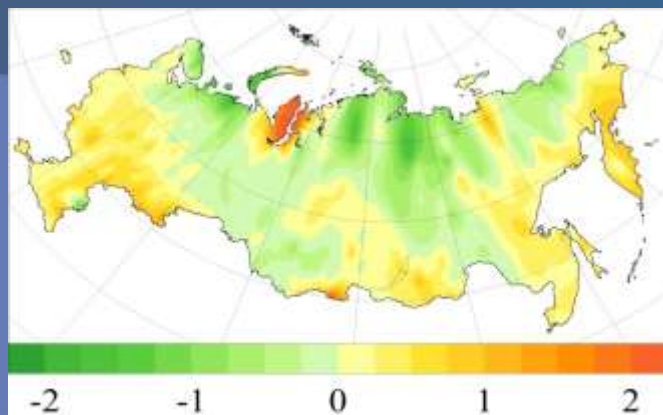


Изменение климатических характеристик атмосферных осадков
в 1991-2020 по отношению к 1961-1990.

Теплый сезон



Число дней с сильными осадками
($P > 10$ мм/сут)



Продолжительность засушливых периодов
($P < 1$ мм/сут)

Сценарный прогноз и данные наблюдений: сравнение тенденций

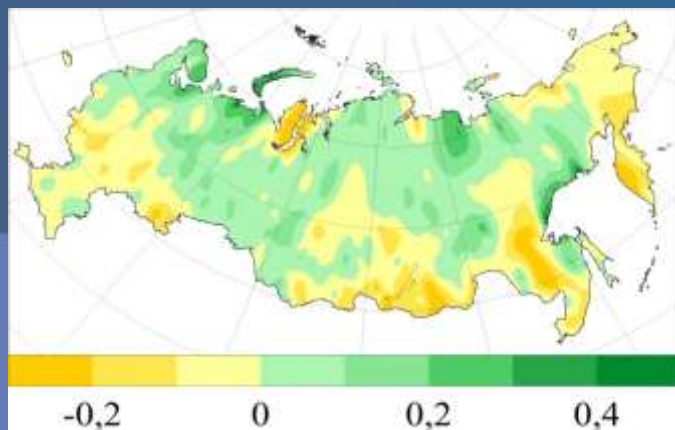


Засушливость.

Изменение гидротермического коэффициента
вегетационного сезона (выше $+10^{\circ}\text{C}$)

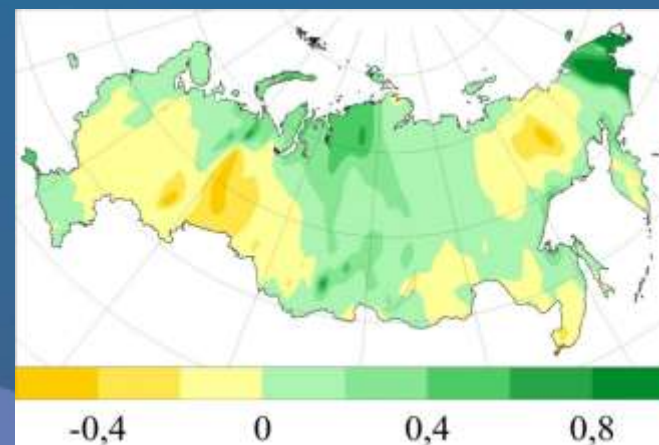
Данные наблюдений

Изменение в 1991-2020гг.
по отношению к 1961-90гг.



Сценарный прогноз

Изменение в 2050-59гг.
по отношению к 1990-99гг.



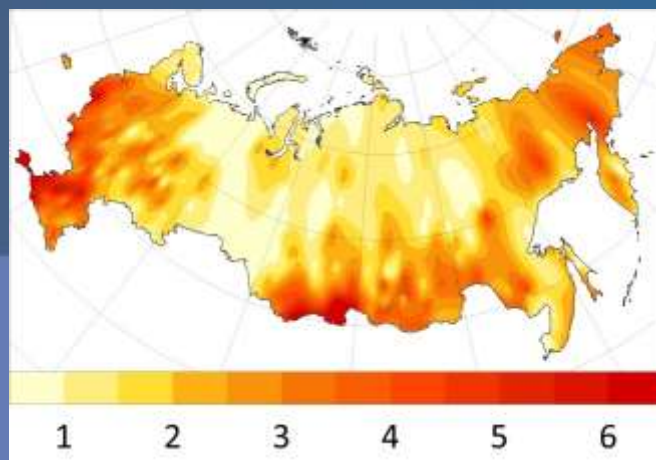
Сценарный прогноз и данные наблюдений: сравнение тенденций



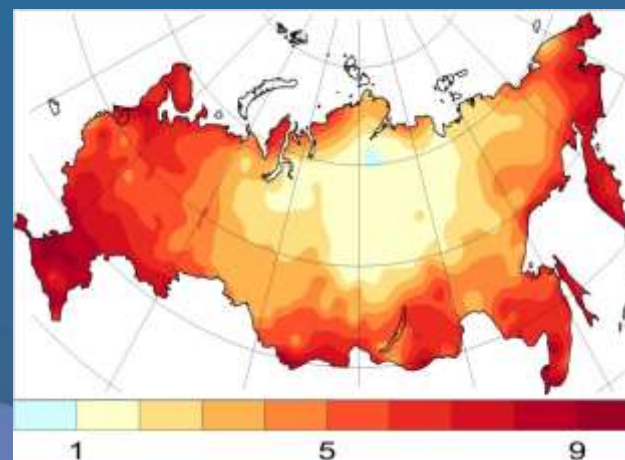
Экстремальность термического режима.
Температура наиболее жаркой 5-дневки.

Изменение частоты превышения 90-го перцентиля
базового периода

Данные наблюдений.
1991-2020гг. / 1961-90гг.



Сценарный прогноз.
2050-59гг. / 1990-99гг.



Опасные проявления изменений климата и связанные с ними риски



Теплый сезон:

увеличение продолжительности волн тепла и дефицита осадков

Засухи и снижение урожаев

Лесные пожары

Ухудшение условий охлаждения энергоблоков.

Снижение генерируемой и передаваемой энергетической мощности

с возможностью полного прекращения подачи электроэнергии

Перегрев зданий и увеличение энергопотребления; критические ситуации

с энергоснабжением и водоснабжением населения городов.

Ухудшение микроклимата зданий. Риски для здоровья населения.

Увеличение числа аварий, связанных с деформацией железнодорожных путей при экстремально высоких температурах

Теплый сезон: увеличение интенсивности осадков

Повышение вероятности речных ливневых наводнений;

риск затопления и разрушения прибрежной инфраструктуры.

Увеличение риска возникновения оползневых и селевых процессов;

аварийные разрушения трубопроводов.

Зимний сезон: повышение температур с ростом числа переходов через 0°C и увеличение осадков

Усиление разрушающего воздействия температурно-влажностных деформаций.

Ускоренное старение зданий, автодорог и других сооружений.



Виды воздействий и объекты воздействий

Для оценки рисков и разработки адаптационных мероприятий важно иметь детализированное представление о видах неблагоприятных климатических воздействий и соответствующих объектах, подвергающихся этим воздействиям и оказывающихся уязвимыми.

С этой целью для различных отраслей экономики и видов деятельности проанализированы виды неблагоприятных климатических воздействий и соответствующих объектах и выделены основные категории (классы) объектов, чувствительных к данным видам воздействий. Таким образом был определен перечень основных категорий климатически уязвимых объектов (КУО).

Последующее формирование перечня КУО для конкретных субъектов и муниципалитетов РФ может быть осуществлено на основе выделенных категорий с учетом наличия соответствующих КУО на территории, а также реальной подверженности этой территории определенным видам негативных воздействий

Перечень основных категорий климатически уязвимых объектов (КУО) для отраслей экономики и территорий РФ

ГЛАВНАЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ
ОБСЕРВАТОРИЯ
им. А.И.ВОЕЙКОВА



Виды климатических воздействий	Категории КУО	Влияние на КУО
Энергетика: производство, передача и распределение электроэнергии		
Увеличение повторяемости и интенсивности волн тепла - продолжительных периодов с аномально высокими температурами воздуха	АЭС, ТЭС, ЛЭП	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Снижение эффективности цикла генерации энергии ➤ Угроза остановки агрегатов из-за перегрева ➤ Увеличение выбросов загрязняющих веществ ➤ Угроза аварий на ЛЭП вследствие растяжения проводов ➤ Угрозы перегрева трансформаторных подстанций и как следствие, возникновение инцидентов, связанных с отключением холодильных установок, систем кондиционирования воздуха, электроэнергии
Увеличение повторяемости и продолжительности засушливых периодов (длительных периодов с суточными суммами осадков менее 1 мм) и маловодий	АЭС, ТЭС, ГЭС	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Недостаток воды нужной температуры для охлаждения энергоблоков АЭС и ТЭС ➤ Снижение выработки энергии на ГЭС
Высокие скорости ветра	АЭС, ТЭС, ВЭУ, ЛЭП	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Угроза повреждения и разрушения конструкций АЭС, ТЭС, ВЭУ ➤ Угроза аварий на ЛЭП
Штили	АЭС, ТЭС, ВЭУ	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Увеличение загрязнения воздуха в районе АЭС и ТЭС ➤ Прекращение выработки энергии на ВЭУ

Примечание: формирование перечня КУО для конкретных субъектов и муниципалитетов РФ осуществляется на основе выделенных категорий с учетом наличия соответствующих КУО на территории и ее реальной подверженности определенным видам негативных воздействий

ВЭУ – ветроэнергетическая установка, СЭУ – солнечная энергетическая установка



Основные результаты

На основе массовых ансамблевых расчетов с региональной климатической моделью высокого разрешения разработан сценарный прогноз ключевых климатических показателей на территории России к середине XXI века для обеспечения второго этапа адаптации к изменениям климата

Получены оценки наблюдаемых климатических изменений для рассматриваемого круга характеристик.

Выполнен анализ воздействия наблюдаемых и возможных будущих изменений на здоровье населения и ключевые отрасли экономики РФ (добывающую промышленность, энергетику, строительство, ЖКХ, транспорт, сельское хозяйство, лесное хозяйство, водное хозяйство)

Разработаны и реализованы принципы формирования перечня климатически уязвимых объектов для отраслей экономики и территорий РФ



Полученные результаты можно рассматривать как климатологическую основу для разработки конкретных мероприятий и реализации политики адаптации в РФ

Разработка приоритетных адаптационных мер

- Технологическая модернизация (выбор проектных решений, специальных материалов и пр.)
- Формирование институциональных механизмов (система страхования и др.)

Обоснование необходимости детальных региональных исследований для поддержки крупных инфраструктурных проектов



Наращивание потенциала

Развитие 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

Усиление взаимодействия с потребителями с целью лучшего понимания принимаемых климатически обусловленных решений и их чувствительности к изменениям климата