

Становится ли погода более нервной?

Is the weather getting more nervous?

Семенов В.А.^{1,2}

(1) Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН

(2) Институт географии РАН

vasemenov@ifaran.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова
Российской академии наук



Российская Академия Наук



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

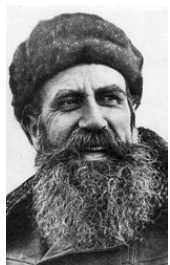
Предисловие
к описи № I дел
постоянного хранения Института
физики атмосферы АН СССР
за 1955-1971 гг.

Институт физики атмосферы АН СССР был организован в соответствии с постановлением Президиума АН СССР от 18 ноября 1955 г. № 614 на базе Геофизического института.

I-я структура института была утверждена постановлением Президиума АН СССР 6 января 1956 г. № 5. Этим же постановлением Президиума АН СССР институт был включен в состав Отделения физико-математических наук. Директором института был назначен чл.-корр. Обухов А.М. (ПАН от 30 марта 1956 г. № 114).

Ученый совет института был утвержден постановлением Президиума АН СССР от 6 июля 1956 г. № 310. Право приема к защите докторских и кандидатских диссертаций имел Объединенный совет институтов физики Земли, физики атмосферы и прикладной геофизики, организованный в 1956 г.

1937-1946
Институт теоретической геофизики
АН СССР



О.Ю. Шмидт
Основатель и первый директор

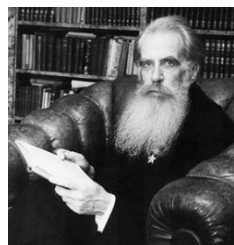
1928-1946
Сейсмологический институт АН СССР
С 1935 в Москве. В 1936 основана
Сейсмологическая станция «Москва»



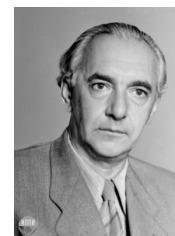
П.М. Никифоров
Основатель и первый директор

Первый в СССР
институт геофизического
профиля

1946-1955
Геофизический институт
АН СССР

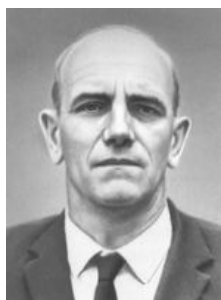


О.Ю. Шмидт
Основатель и первый директор



Г.А Гамбургцев
Директор (1949-1955)

1956
Институт физики атмосферы
АН СССР

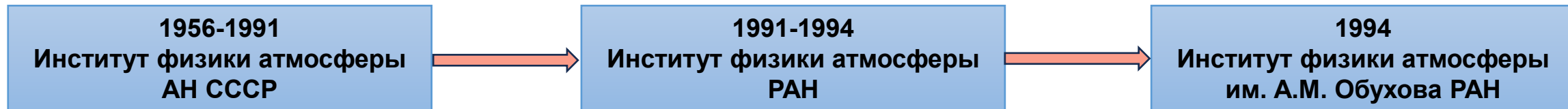


А.М. Обузов
Основатель и директор в 1956-1989

1954 Межведомственный комитет МГГ
1961 МГК, 1992 ГЦ РАН

1956
Институт физики Земли
им. О.Ю. Шмидта АН СССР

1956
Институт прикладной геофизики АН СССР



**Академик АН СССР
Александр
Михайлович
Обухов**
Директор
1956-1989



**Академик АН СССР (РАН)
Георгий Сергеевич
Голицын**
Директор
1990-2008



**Академик РАН
Игорь Иванович
Мохов**
Директор
2008-2018



**Доктор физ.-мат. наук
Сергей Николаевич
Куличков**
Директор
2018-2023



**Академик РАН
Владимир
Анатольевич
Семенов**
Директор
с 2023



♦ **ВСЕГО – 300 сотрудников**

♦ **Научных – 187 (62%)**

♦ **Молодых ученых (до 39 лет) – 88 (29%)**

♦ **Кандидатов наук – 83 (44%)**

♦ **Докторов наук – 40 (21%)**

♦ **Инженеров – 41**

♦ **АХЧ – 72**

♦ **Аспирантов – 5**

♦ **Штатные лаборатории – 12**

♦ **Молодежная лаборатория – 1**

♦ **Лаборатория по Мегагранту – 1**

♦ **Тем государственных заданий – 13**

♦ **Гранты РНФ (2014-2026) – 38**

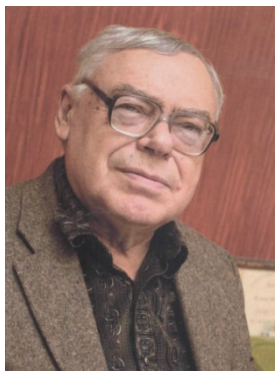
(ОНГ – 18, МНГ – 7, МОЛ – 7, международные – 4, лаборатории – 1, Мегагрант – 1)

♦ **Договора НИР (2021-2025) – 23**

♦ **Публикации (2021-2025) – 1737 (WoS – 667)**

♦ **Индекс Хирша РИНЦ – 93**

Члены Российской академии наук



Голицын Георгий Сергеевич
академик РАН
научный руководитель Института
зав. отделом динамики атмосферы



Еланский Николай Филиппович
член-корреспондент РАН
зав. отделом исследования состава
атмосферы



Семенов Владимир Анатольевич
академик РАН
зам. академика-секретаря ОНЗ
директор Института



Макоско Александр Аркадьевич
член-корреспондент РАН
заместитель президента РАН
зав. лабораторией моделирования
атмосферного переноса

Профессора РАН



Репина Ирина Анатольевна
профессор РАН
зам. директора по научно-техническому
развитию
зав. лабораторий взаимодействия
атмосферы и океана



Елисеев Алексей Викторович
профессор РАН
зав. лабораторий теории климата



Основные направления деятельности

Диагностика и моделирование климата, параметризация климатообразующих процессов, исследование взаимодействия облачности, аэрозоля и радиации, взаимодействие атмосферы с подстилающей поверхностью, изучение региональных проявлений глобальных изменений климата.

Исследование и мониторинг газового состава атмосферы и атмосферных примесей, их долговременных изменений и возможных последствий для окружающей среды и климата Земли.

Динамика и статистика волновых и вихревых движений, теория турбулентности атмосферы, акустические и внутренние гравитационные волны в атмосфере, акустическое зондирование нижней и средней атмосферы.

Развитие методов дистанционного (в т.ч. спутникового) зондирования атмосферы.

Мониторинг и прогноз временных и пространственных изменений характеристик верхней атмосферы.



Приоритетные направления научно-технологического развития РФ должны обеспечить:

- б) переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике;
- е) повышение уровня связанности территории РФ путем ... занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортно-логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики;
- з) объективную оценку выбросов и поглощения климатически активных веществ, снижение их негативного воздействия на окружающую среду и климат, повышение возможности качественной адаптации экосистем, населения и отраслей экономики к климатическим изменениям.

Критические наукоемкие технологии:

- 14. Транспортные технологии, в том числе беспилотные и автономные системы.
- 15. Технологии космического приборостроения для развития современных систем связи, навигации и ДЗЗ.
- 19. Мониторинг и прогнозирование состояния окружающей среды и изменения климата, технологии предупреждения и снижения рисков ЧС природного и техногенного характера, негативных социально-экономических последствий.

Исследования эмиссий, поглощения парниковых газов в различных экосистемах суши, водоемов и морей, а также их дальнего переноса

Оценка климатических рисков для населения, отраслей экономики (в т.ч. транспортной отрасли), компаний, регионов

Беспилотные системы мониторинга, методы ДЗЗА

Исследование механизмов изменений климата Арктики, диагностика ОПЯ

Опустынивание, перенос аэрозолей

Потенциал ветровой и солнечной энергетики

Оценка изменений климата и климатических рисков в целях адаптации



Правительство
Москвы



Оценка эмиссий парниковых газов



Валидация спутниковых данных, обменные процессы, динамика загрязнений воздуха





Отделы, лаборатории, станции

Отдел исследования климатических процессов



Лаборатория теории климата

Лаборатория математической экологии

Лаборатория физики верхней атмосферы

Лаборатория моделирования атмосферного переноса

Лаборатория парниковых газов

Лаборатория предсказуемости климата

Отдел динамики атмосферы



Радио-акустическая лаборатория

Лаборатория геофизической гидродинамики

Лаборатория взаимодействия атмосферы и океана

Лаборатория турбулентности и распространения волн

Научные станции

ЗНС

ВНС

ЦНС

Отдел исследования состава атмосферы



Лаборатория атмосферной спектроскопии

Лаборатория газовых примесей атмосферы

Лаборатория оптики и микрофизики аэрозоля

Сектор дистанционного исследования состава атмосферы

Звенигородская научная станция

(Московская обл., Одинцовский район,
д. Ново-Шихово)

Высокогорная научная станция

(Карачаево-Черкессия, Малокарачаевский
район, плато Шаджатмаз; г. Кисловодск)

Цимлянская научная станция

(Ростовская обл., г. Цимлянск)



Основана в 1956 г.



Фоновая для Москвы

Выполняемые исследования

- **Мониторинг газового состава атмосферы** (в том числе спектроскопические наблюдения), включая газовые примеси (NO_2 , NO , O_3 , H_2CO , CO , CO_2 , $\delta^{13}\text{C}$, CH_4 , H_2O , летучие органические соединения)
- **мониторинг аэрозольного состава атмосферы** (Счетная и массовая концентрация, распределение по размерам аэрозольных частиц с $d=0.15-20$ мкм, элементный состав, геохимический профиль)
- **исследование состава, структуры и динамики верхней атмосферы;**
- **акустические исследования** (флуктуации атмосферного давления, вертикальный профиль скорости и направления ветра, атмосферная турбулентность)
- **исследования структуры и динамики пограничного слоя атмосферы**, включая вертикальные профили температуры и влажности, потоки тепла, импульса и климатически активных газов, высоту облачности, радиационный баланс и общий тепловой баланс в приземном слое атмосферы
- **метеорологические исследования;** разработка методик прогноза опасных метеорологических явлений

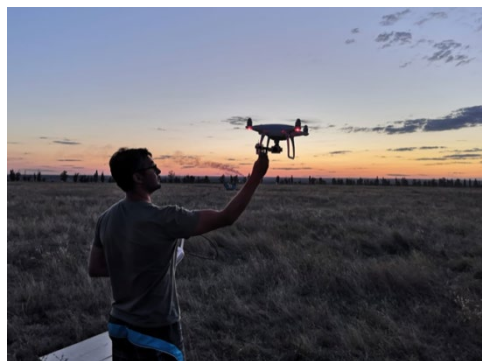
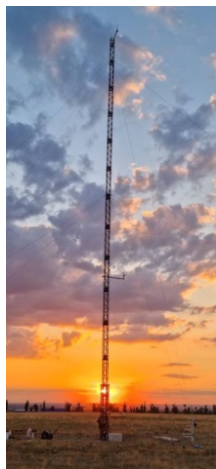


Высокогорная научная станция

07-01-2026



Основана в 1955 г.



**Уникальный полигон
для исследования
атмосферной
турбулентности**

Выполняемые исследования

Сезонные исследования

- **структуры и динамики атмосферной турбулентности**
- **аэрозольного состава атмосферы**
- **атмосферного электричества**
- **Акустические исследования**
- **структуры и динамики пограничного слоя атмосферы**
- **Метеорологические исследования**
- **баланс парниковых газов Цимлянского водохранилища**

Испытание нового оборудования, в том числе на основе БПЛА, разработка методик измерений и обработки данных

Круглогодичный мониторинг:

- **Аэрозольный состав атмосферы**
- **Метеорологические измерения**
- **Температура почвы**

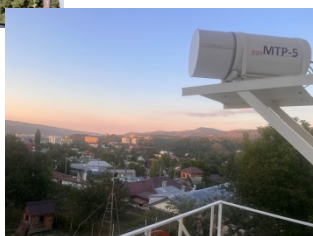
Одобрено предложение о создании и функционировании степного карбонового полигона в Ростовской области на базе Цимлянской научной станции ИФА им. А.М. Обухова РАН.

Субсидия в рамках федерального проекта «Развитие инфраструктуры для научных исследований и подготовки кадров» национального проекта «Наука и университеты» (2019-2024 гг.)

За период с 2019 по 2024 гг закуплено оборудования на сумму **186, 5** млн. руб. (163,8 млн руб субсидия, 22,7 – иные источники)

- Развитие систем мониторинга на научных стационарах
- Развитие систем наблюдений атмосферных процессов в лабораторных и экспедиционных исследованиях

Метеорологический температурный профилемер МТР-5 для измерения профиля температуры в атмосфере до высоты 1000 м. Установлены на ЗНС, ВНС и на крыше ИФА. Позволяет проводить мониторинг атмосферных инверсий и смены воздушных масс.

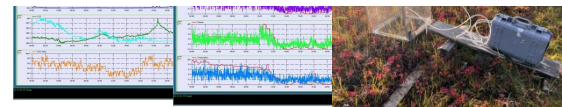


Радиометр водяного пара для измерения общего содержания водяного пара в столбе атмосферы. Интегрирован в комплекс мониторинга структуры и динамики атмосферного пограничного слоя на ЗНС. Также комплекс дополнен комплектом акустических анемометров, двухуровневой метеорологической мачтой, микробарографами и

15.15-
15.30

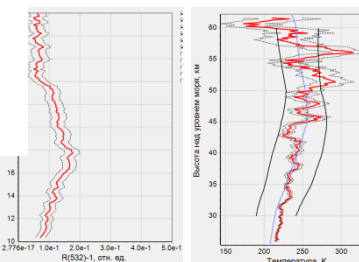


Комплект газоанализаторов для измерения концентраций малых газовых примесей (NO_2 , NO , O_3 , H_2CO , CO , CO_2 , $\delta^{13}\text{C}$, CH_4 , H_2O) и содержания летучих органических соединений в атмосфере. Используются для мониторинга газового состава атмосферы на КНС и ЗНС, а также для измерения концентраций парниковых газов в воде



Сетевой лидар АК-3 позволяющий измерять содержание аэрозоля и профиль температуры в средней атмосфере (от 10 до 70 км.) Исследование аэрозоля средней атмосферы представляет значительный интерес из-за его влияния на климат, взаимодействия с озоновым слоем и воздействия на физико-химический состав атмосферы. Установлен на сфeры ЗНС

рофиль аэрозольного
братного рассеяния (10-30
м) и температуры (25-65 км)



Нахаев М.И.^{1,2}, Семенов В.А.^{1,2,3}, Чернокульский А.В.^{1,2,3}, Беликов И.Б.¹, Белоусов В.А.¹, Артамонов А.Ю.¹

Воспроизведение эпизодов высоких концентраций приземного озона в г. Кисловодске: оценка эффективности модели Chimere

¹Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва, Россия

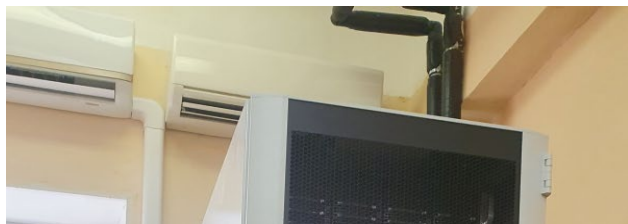
²Российский университет транспорта, Москва, Россия

³Институт географии РАН, Москва, Россия



Материально-техническая база

Вычислительный кластер:
13 серверов (1664 ядер), 760
Тбайт хранилище данных, 50Пф



15.00-
15.15

Боровский А.Н., Постыляков О.В., Шамсутдинов Д.Р.
Измерения вертикального распределения содержания NO₂ в г. Кисловодске методом 2D-MAX-DOAS
Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва, Россия



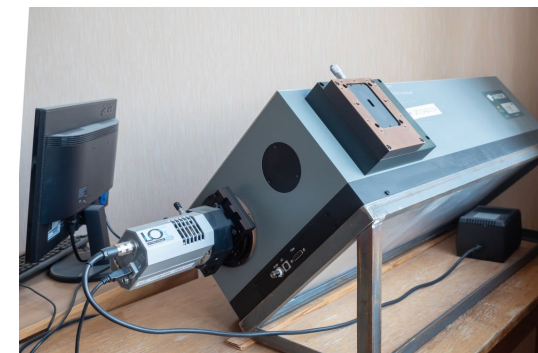
**Комплекс
газоанализаторов на ЗНС
(«Верхняя атмосфера»)**
CO, NO_x, CO₂, CH₄, +
вышка для измерения
потоков ПГ



**Счетчик наночастиц CPC
3756 и 8-ступенчатая
диффузионная батарея.**
CPC 3756 измеряет счетную
концентрацию частиц в
диапазоне от 2 – 200 нм



**Спектрометрическая система
AirYX SkySpec200 2D-MAX-DOAS**
для измерения характеристик
вертикального распределения
газовых примесей в нижней
тропосфере и стратосфере



Спектрометр Shamrock-750
Спектральные наблюдения
инфракрасного излучения
гидроксила возникает на
высотах 80-100 км

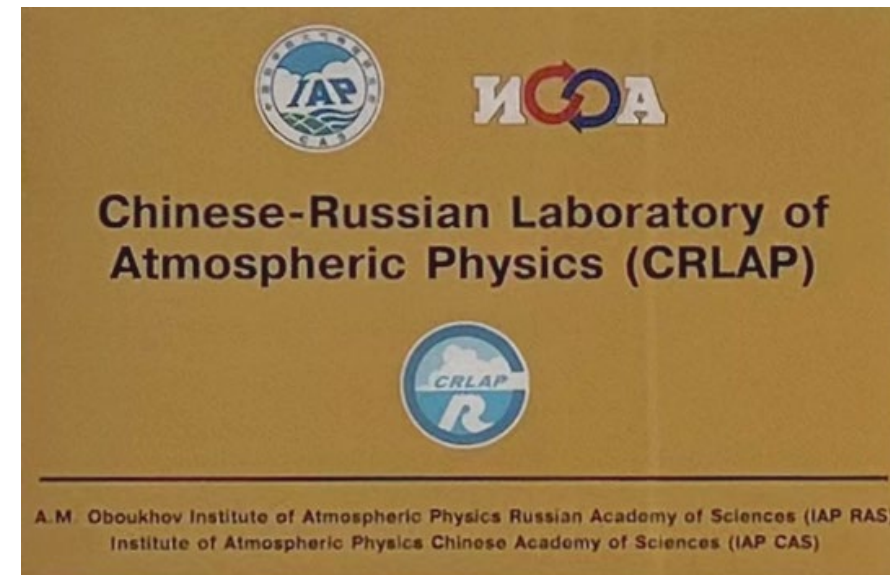


Международное сотрудничество

Тесное сотрудничество с Институтом физики атмосферы Китайской академии наук

Совместная Российско-Китайская лаборатория физики атмосферы (с 2007 г.)

Ежегодные совместные конференции, стажировки молодых ученых, двухсторонние научные проекты



Сотрудничество

Институт акустики Китайской академии наук

Университет Фуданя (Шанхай)

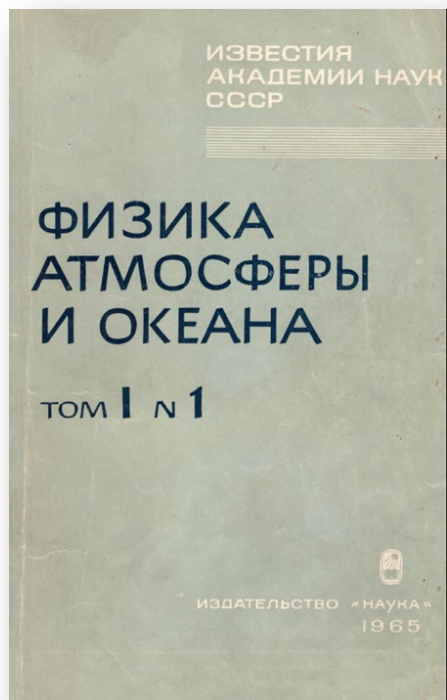
Пекинский университет

Республиканский центр полярных исследований (Белоруссия)

Научный комитет по Антарктическим исследованиям (SCAR)

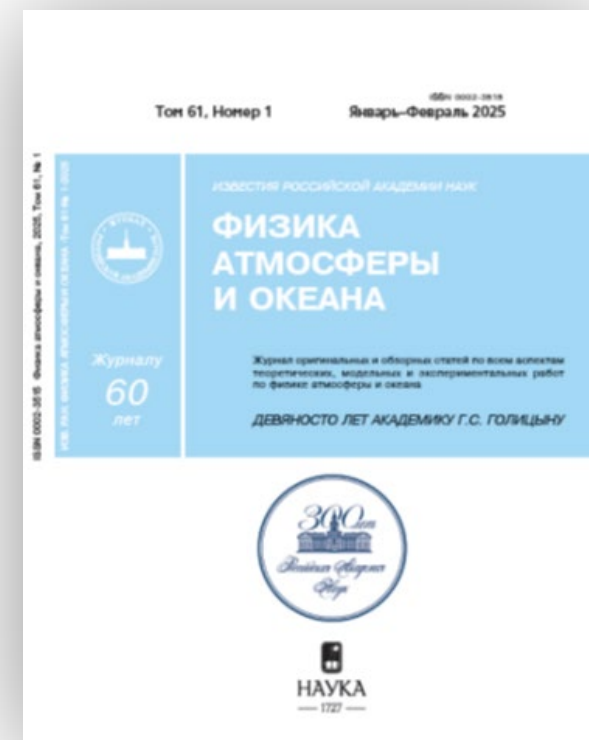


**УЧРЕДИТЕЛИ: РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
И ИНСТИТУТ ФИЗИКИ АТМОСФЕРЫ ИМ. А.М. ОБУХОВА РАН**



«Известия РАН. Физика атмосферы и океана» — высокорейтинговый журнал, публикующий оригинальные научные исследования и обзоры в области физики атмосферы и океана, климатических процессов и явлений. Членами редколлегии, редакционного совета, рецензентами и авторами журнала являются ведущие ученые России и других стран.

Публикации журнала посвящены результатам теоретических и экспериментальных исследований и численного моделирования состояния и циркуляции атмосферы и океана, естественных и антропогенных изменений климата, гидродинамики газовых и водных сред, взаимодействия атмосферы с океаном и земной поверхностью, турбулентных и радиационных процессов, теплового баланса и оптических свойств атмосферы и океана.



Обложка первого номера журнала
Январь 1965 года
Главный редактор
А.М. Обухов



Планы на будущее

Развитие численного моделирования

От регионального моделирования до использования глобальных моделей атмосферы и Земной системы. Использование моделей для широкого спектра задач физики климата и атмосферы. Создание модельного комплекса модель атмосферы-химико-транспортная модель для решения задач диагностики и прогнозирования загрязнения атмосферы.

Развитие направления климатических рисков и адаптации

Развитие методов анализа ансамблевых прогнозов климата. Статистический и динамический даунскейлинг. Методы оценки рисков и последствий изменений климата. Создание специализированной группы/подразделения.

Развитие стационаров

ЗНС – Лидарные наблюдения, использование инфраструктуры в научно-образовательных целях. Кампус ИФА-ИНАСАН.

ВНС – Расширение сети наблюдений за газовым составом, мониторинг парниковых газов. Совместные исследования с ФМБА, модель региона Кавминвод, мониторинг и прогноз. Подспутниковые валидационные измерения.

ЦНС – карбоновый полигон.

Международное сотрудничество

Расширение сотрудничества с ИФА КАН. Создание Центра атмосферных и климатических исследований.

Подготовка кадров

Усиление взаимодействия ИФА и Кафедры физики атмосферы Физфака МГУ



Становится ли погода более нервной?

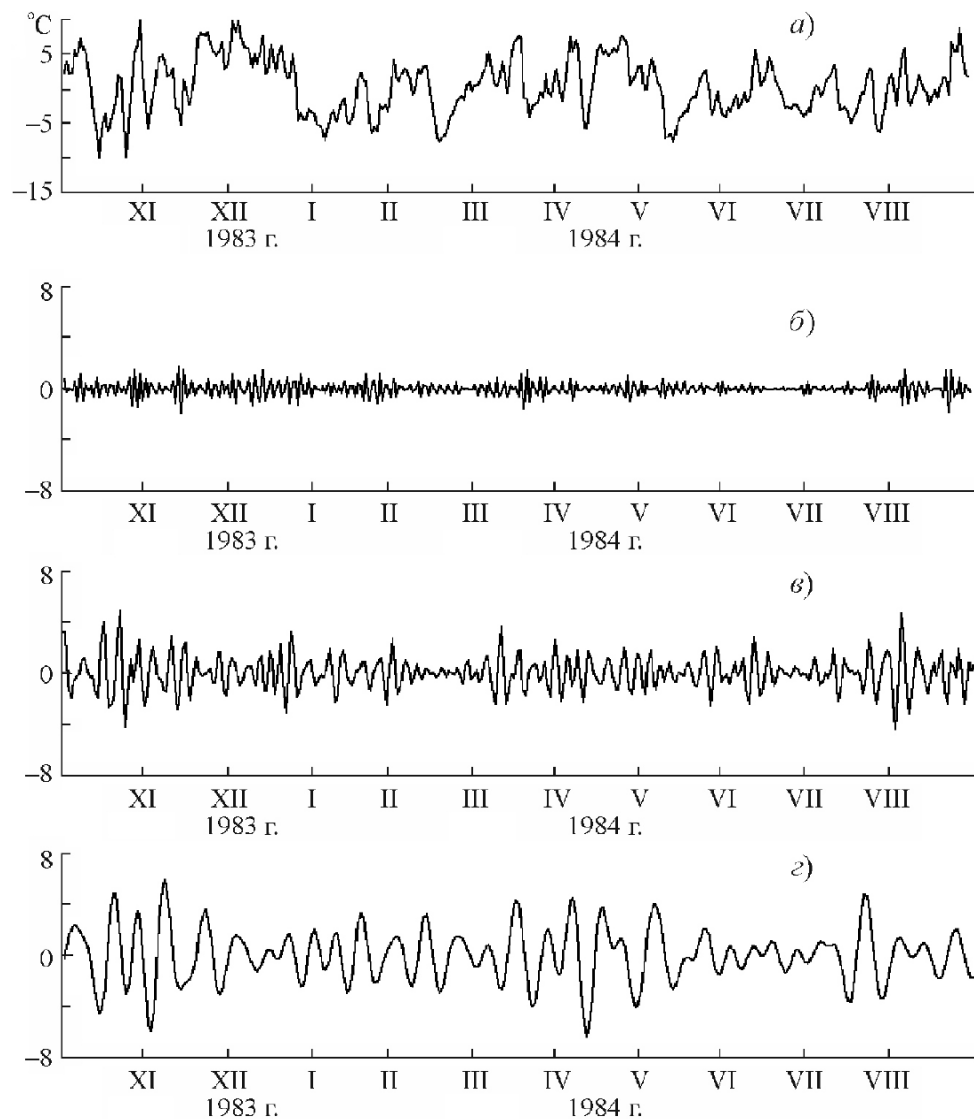
Is the weather getting more nervous?

Глобальное потепление и ОЯ – возможные связи

- Рост средней температуры приводит к нелинейному росту частоты превышения пороговых температур
- Рост температуры сопровождается экспоненциальным ростом влагоемкости атмосферы
- Рост температурного контраста океан-суша летом при потеплении
- Замедление зональной циркуляции в СП, меандрирующее струйное течение, больше блокингов, меридиональная циркуляция (?)
- Рост скрытой энергии в атмосфере – энергия конвективных движений
- Уменьшение стат. устойчивости атмосферы с ростом температуры в высоких широтах
- Уменьшение меридионального температурного градиента – снижение интенсивности адвективных аномалий температуры
- Недостаток влаги из-за быстрого роста влагоемкости (рост отн. влажности)
- Снижение температурного контраста океан-суша зимой
- Увеличение стат. устойчивости атмосферы с ростом температуры в низких широтах

Как меняется изменчивость температуры в последние десятилетия?

What is happening with temperature variability in the last decades?



Пример результата частотной фильтрации ряда приземной температуры воздуха (за период 1983-1984 гг.) для Москвы:

а) исходный ряд,
б) фильтр < 3 суток,
в) фильтр 3-7 суток,
г) фильтр 8-20 суток

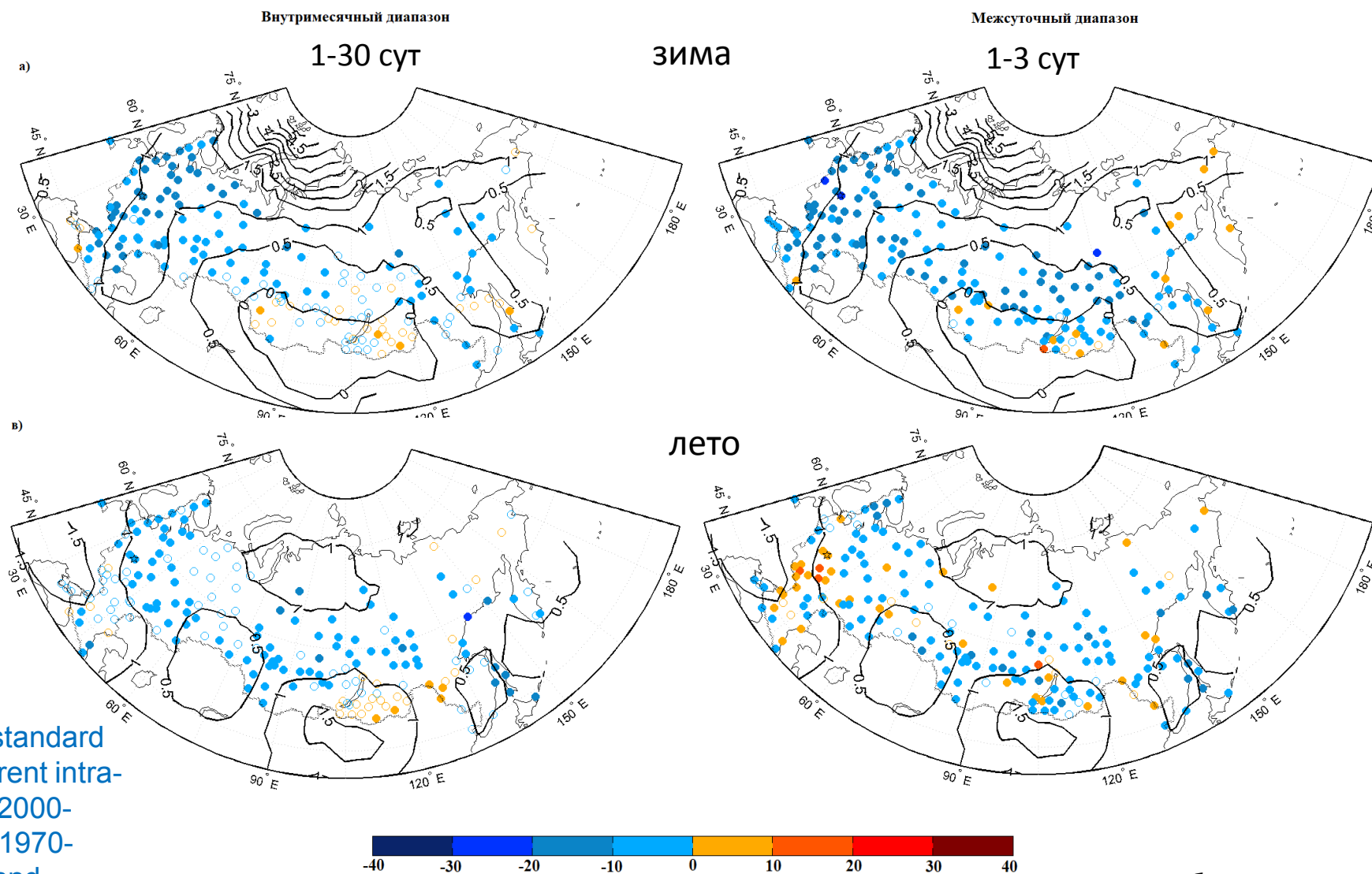
Бабина, Семенов, 2019, МиГ

An example of frequency band-pass filtering of daily surface air temperatures variations (for the period 1983-1984) in Moscow:

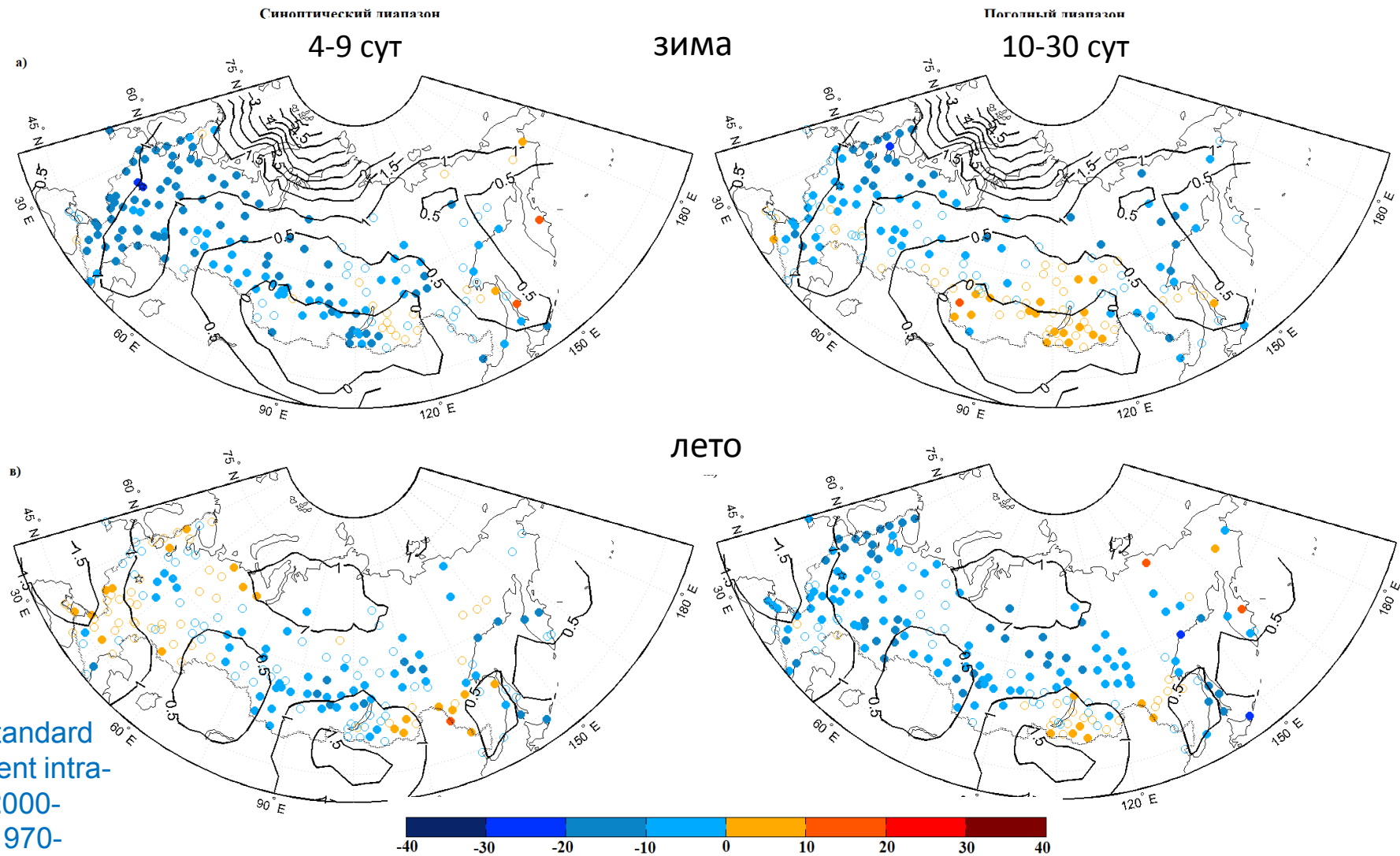
a) original time series,
б) period < 3 days,
в) period 3-7 days,
г) period 8-20 days

Babina and Semenov, 2019, Rus.Met.Hydr.

Изменения СКО суточных аномалий температуры (в %) в различных внутримесячных диапазонах в период 2000-2018 гг. относительно периода 1970-1999 гг.



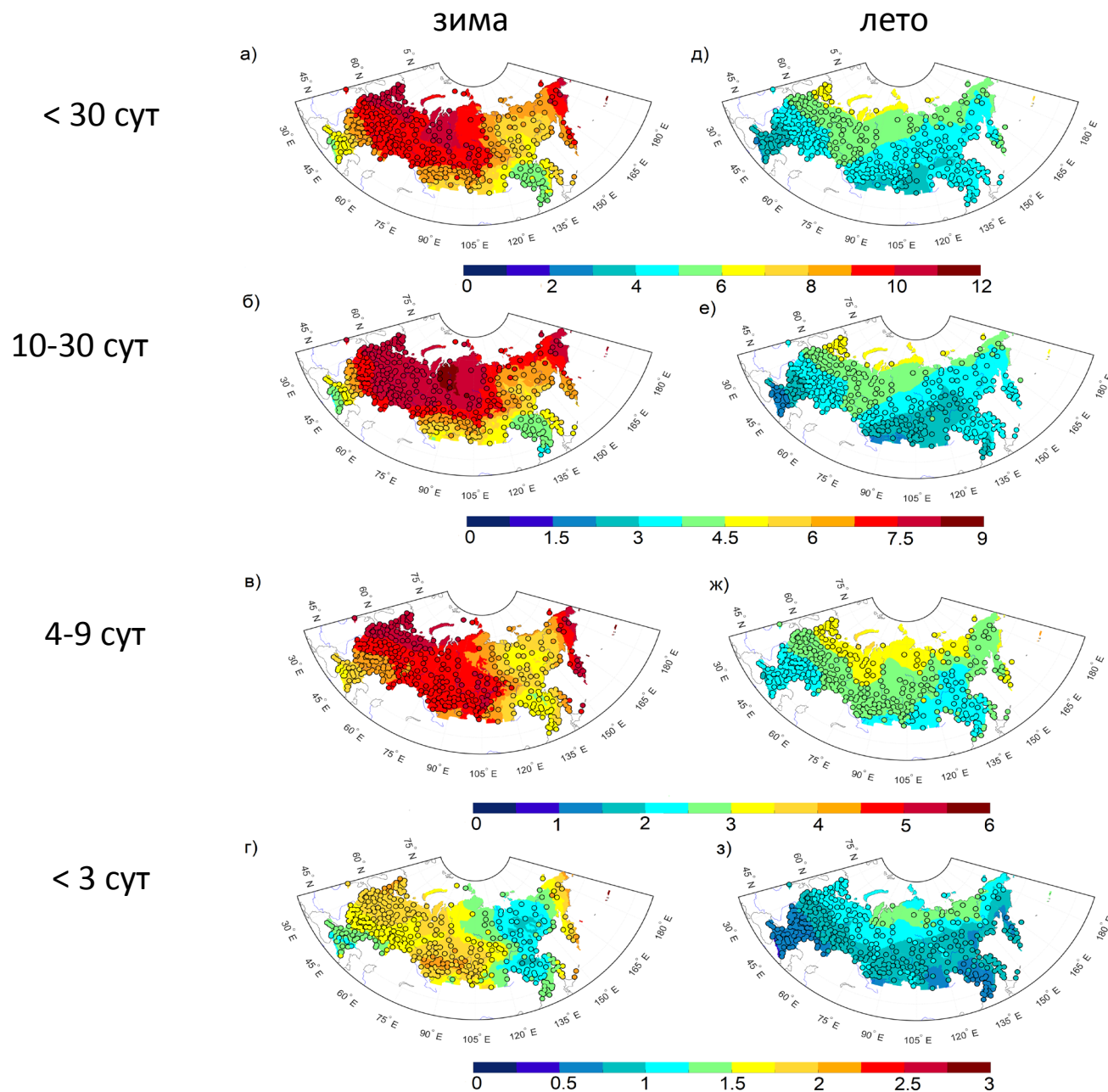
Изменения СКО суточных аномалий температуры (в %) в различных внутримесячных диапазонах в период 2000-2018 гг. относительно периода 1970-1999 гг.



Changes of daily SAT standard deviation (in %) in different intra-monthly freq. bands in 2000-2018 period relative to 1970-1999 period for winter and summer

Как меняется изменчивость давления в последние десятилетия?

What is happening with sea level pressure variability in the last decades?



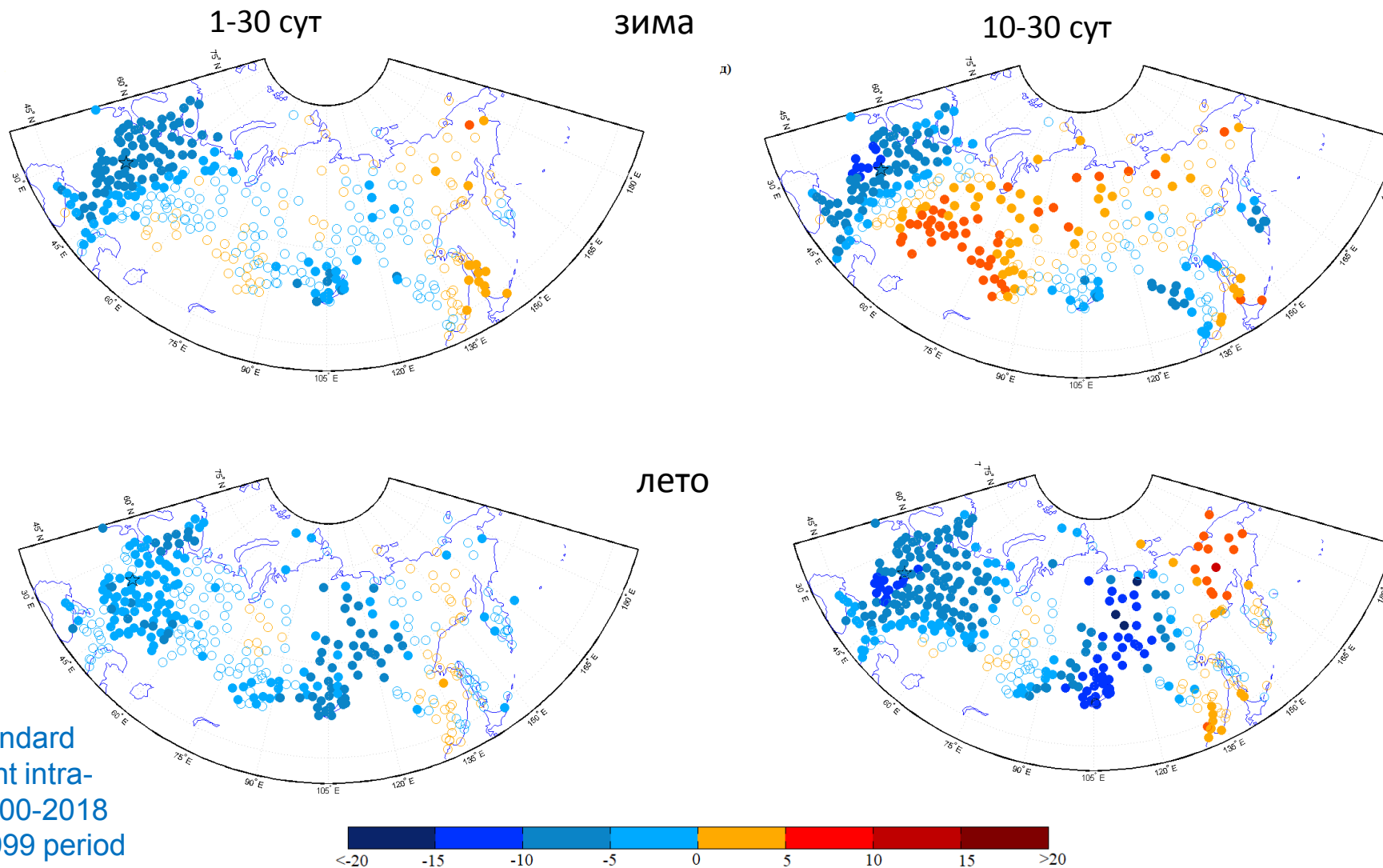
Стандартное отклонение (СКО) среднесуточного приземного давления (мб) по данным наблюдений (кружки) и реанализа ERA5 (поле) за 2000–2023 гг. в разных внутримесячных временных диапазонах изменчивости для зимы и лета

Бабина, Семенов, ФАО, в печати

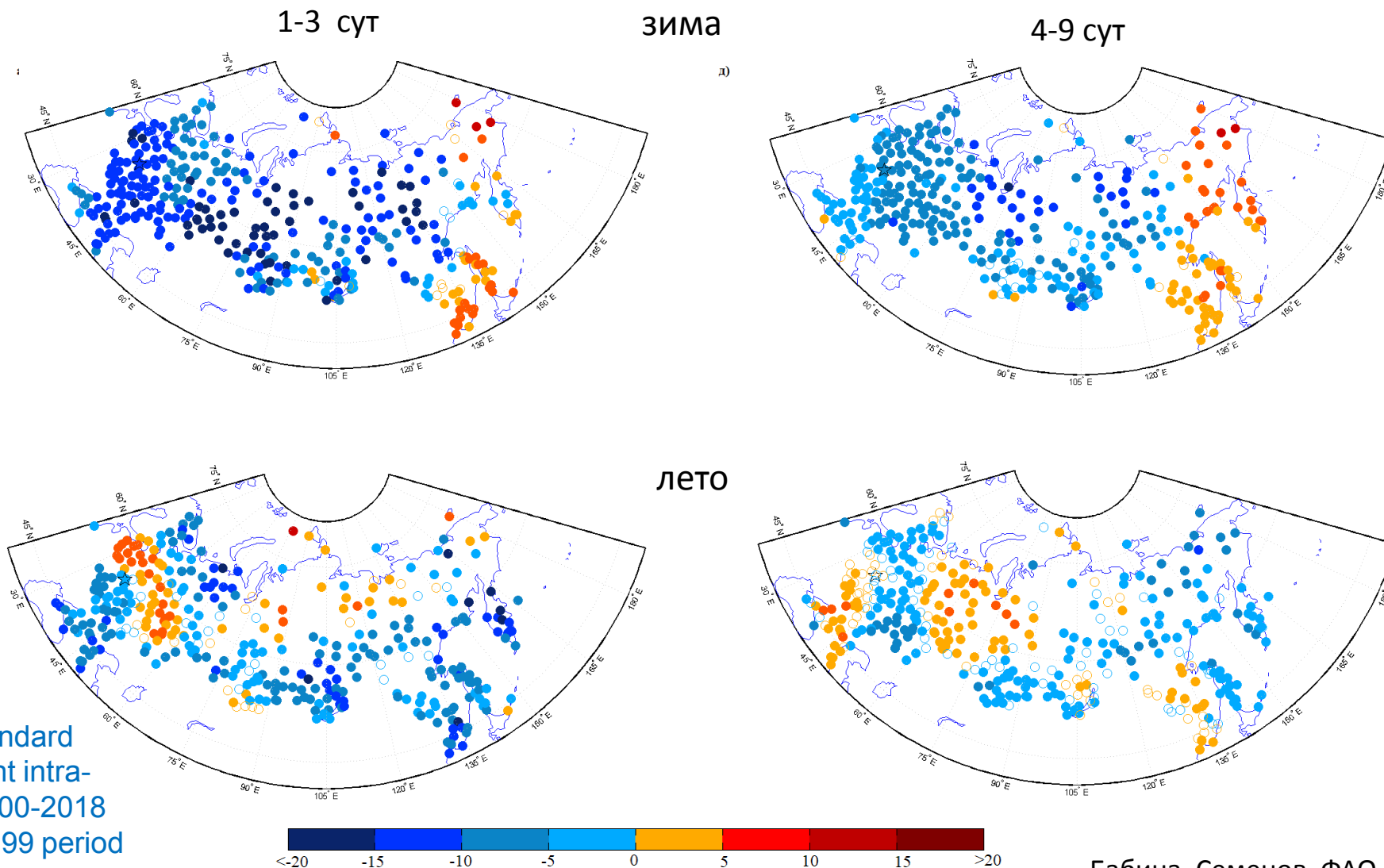
Standard deviation (STD) of daily mean surface pressure (mb) based on station data (circles) and ERA5 reanalysis (field) for 2000–2023 in different intra-monthly variability time ranges for winter and summer

Babina and Semenov, Izvestiya Atm. Ocean. Phys., in print

Изменения СКО суточных аномалий давления (в %) в различных внутримесячных диапазонах в период 2000-2018 гг. относительно периода 1970-1999 гг.



Изменения СКО суточных аномалий давления (в %) в различных внутримесячных диапазонах в период 2000-2018 гг. относительно периода 1970-1999 гг.



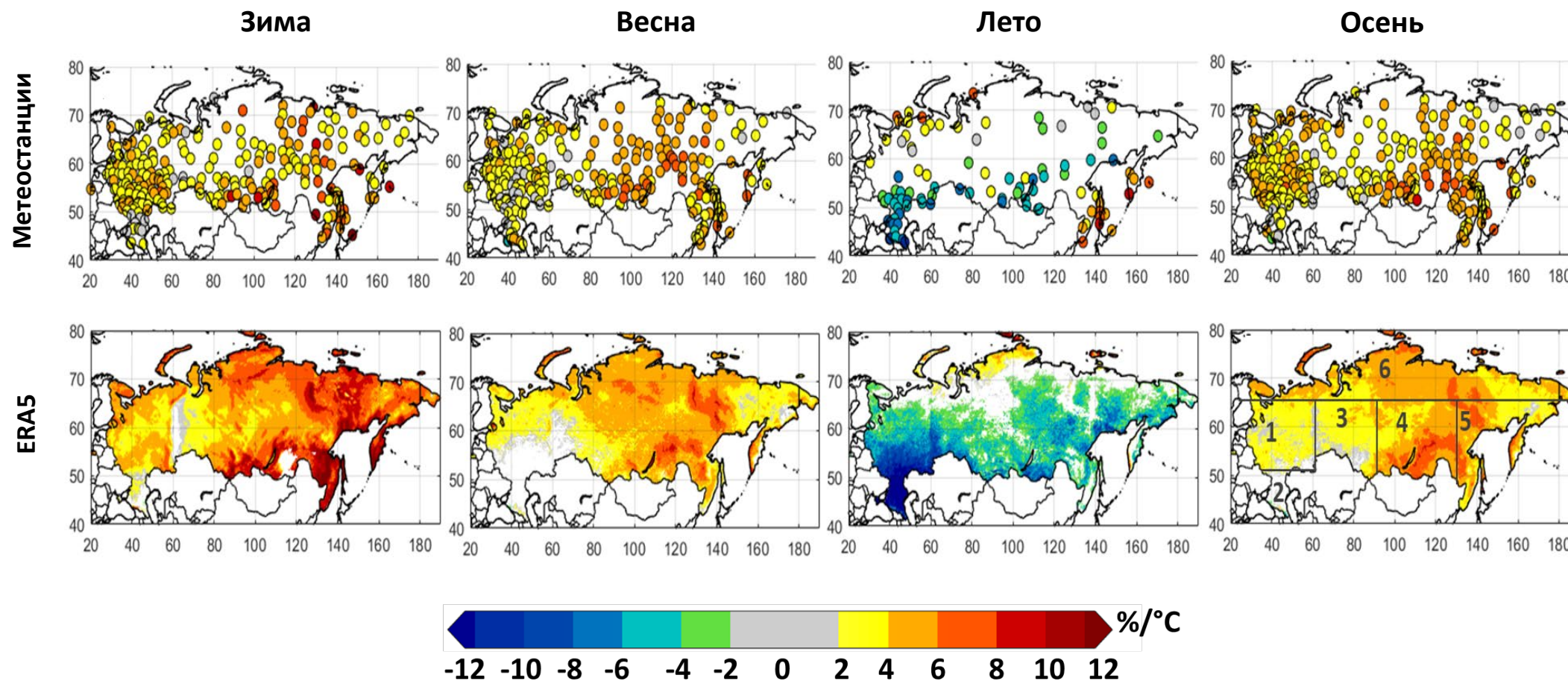
Экстремальные осадки и потепление

Extreme precipitation and the warming

Особенности изменений осадков с ростом температуры

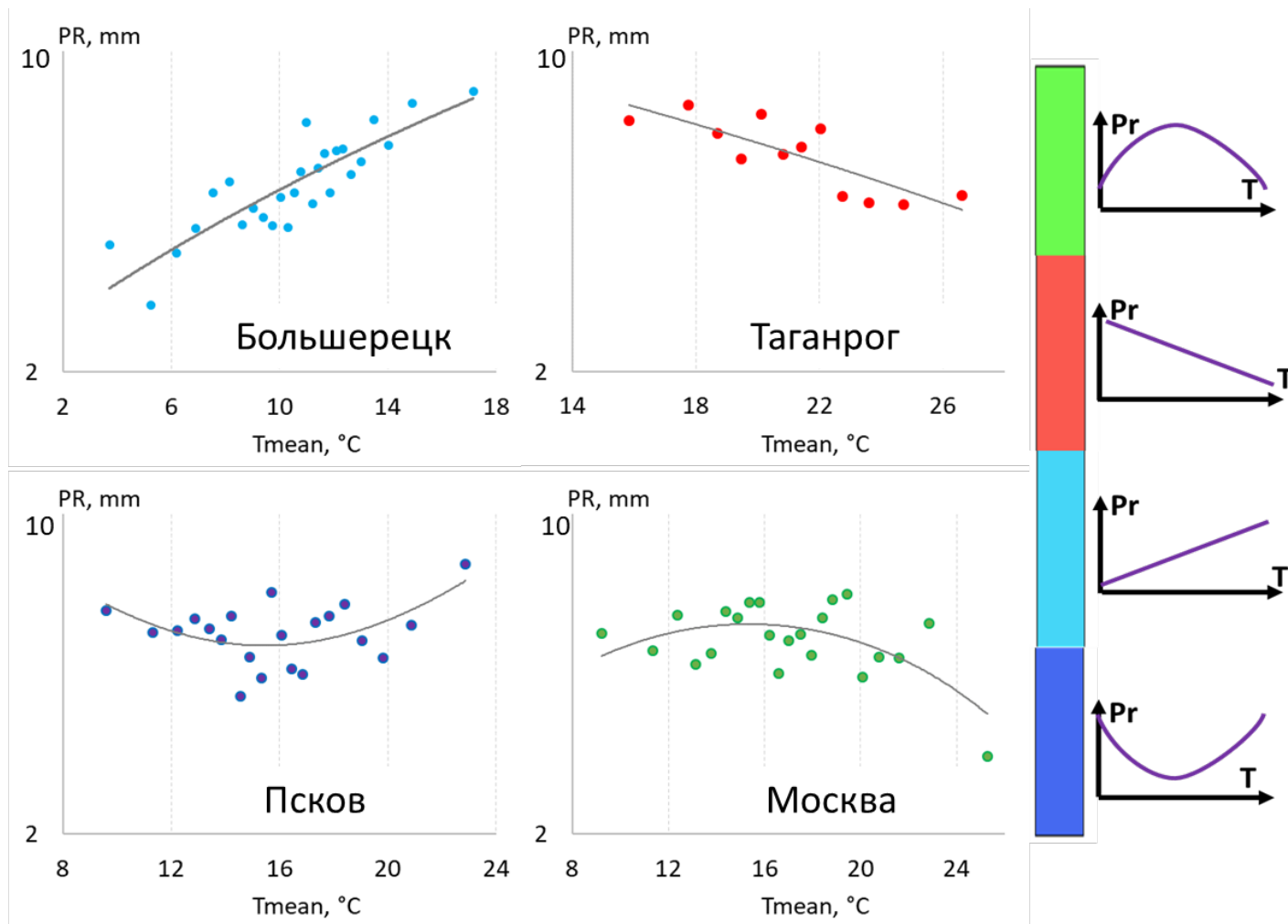
Коэффициенты линейной аппроксимации связи экстремальных осадков с температурой

Linear approximation of extreme precipitation link to surface air temperature, in %/°C



Особенности изменений осадков с ростом температуры

Примеры зависимостей температуры и осадков
на метеорологических станциях летом



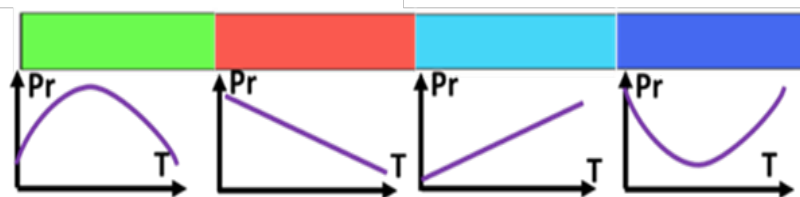
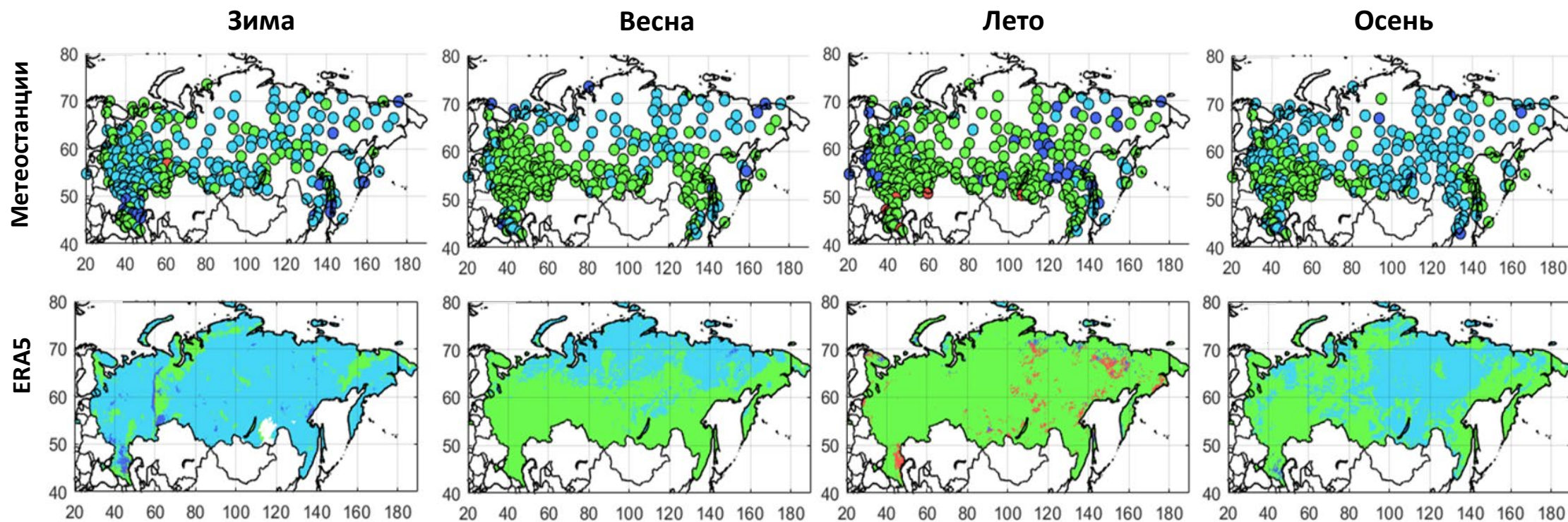
Examples of heavy precipitation –
temperature dependence for some
meteorological stations

Four major types can be identified

Особенности изменений осадков с ростом температуры

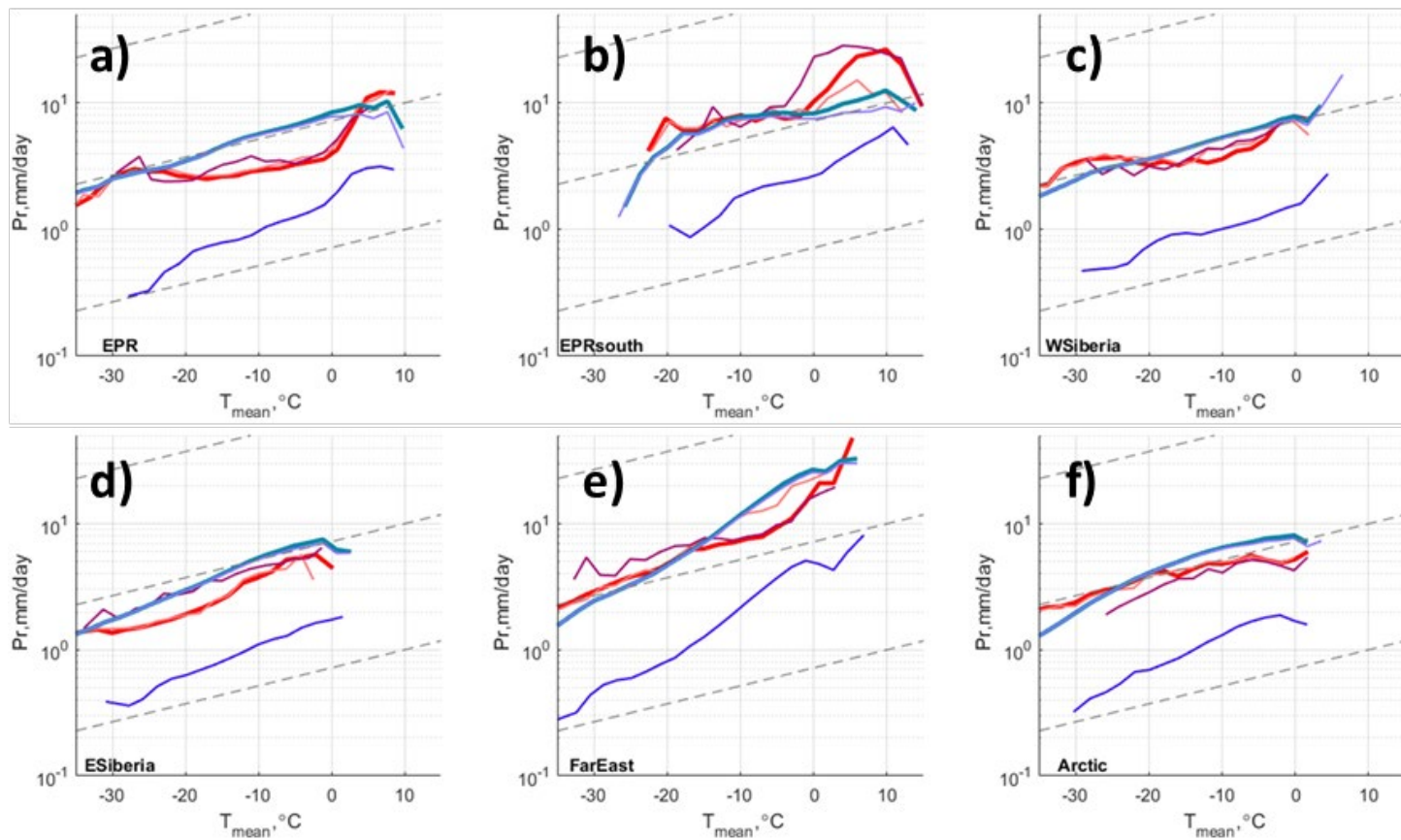
Тип зависимостей осадков от температуры

Which type dominates prec-temp dependence for winter, spring, summer and fall



Особенности изменений осадков с ростом температуры

Интенсивность экстремальных осадков как функция температуры
для регионов России зимой

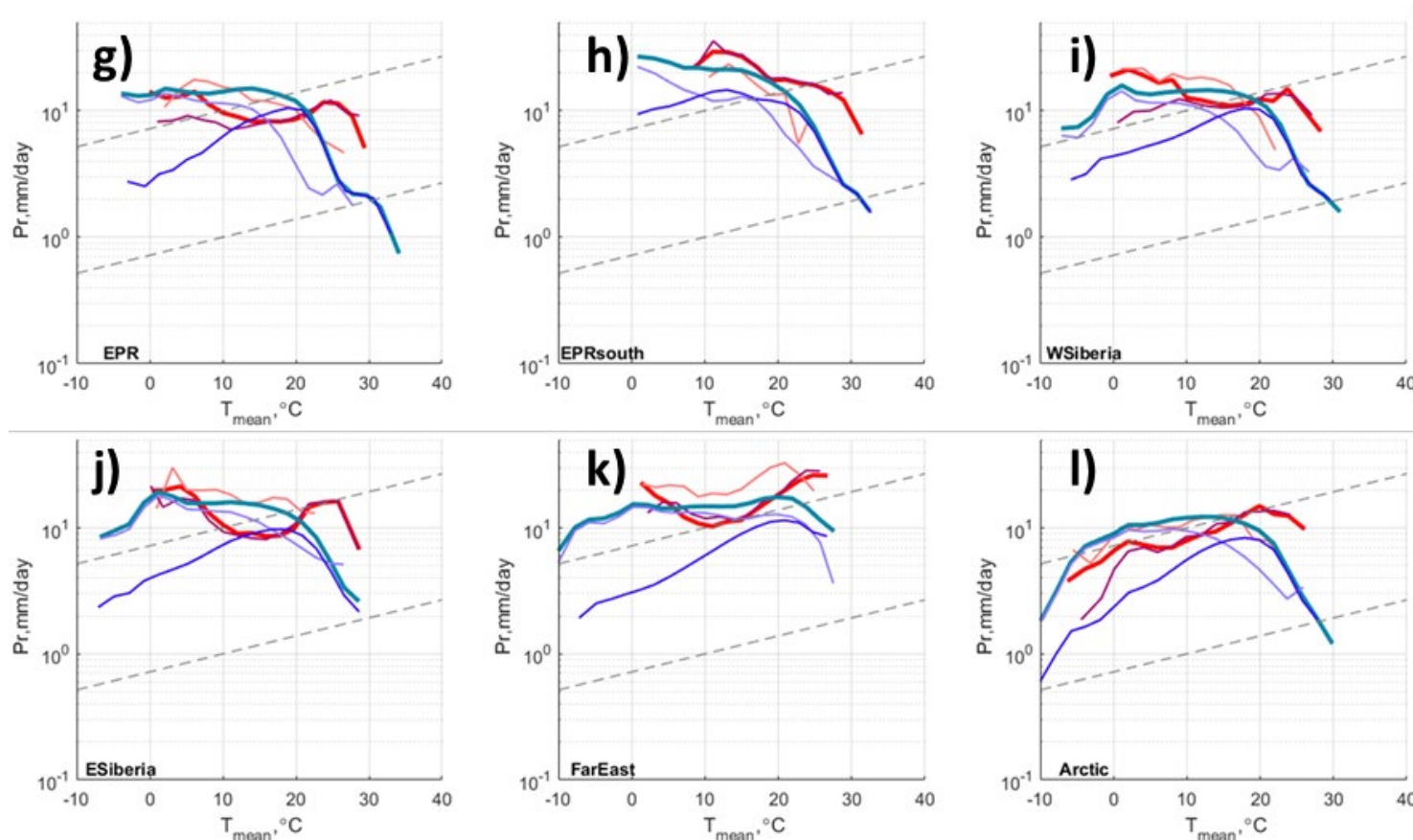


— Станции, общ. — Станции, обложные — Станции, ливневые
— ERA5 , общ. — ERA5 , крупномасшт. — ERA5 , конвективные

Extreme precipitation intensity as a
function of temperature for some
regions in Russia in **winter**

Особенности изменений осадков с ростом температуры

Интенсивность экстремальных осадков как функция температуры
для регионов России летом



— Станции, общ. — Станции, обложные — Станции, ливневые
— ERA5, общ. — ERA5, крупномасшт. — ERA5, конвективные

Extreme precipitation intensity as a
function of temperature for some
regions in Russia in **summer**

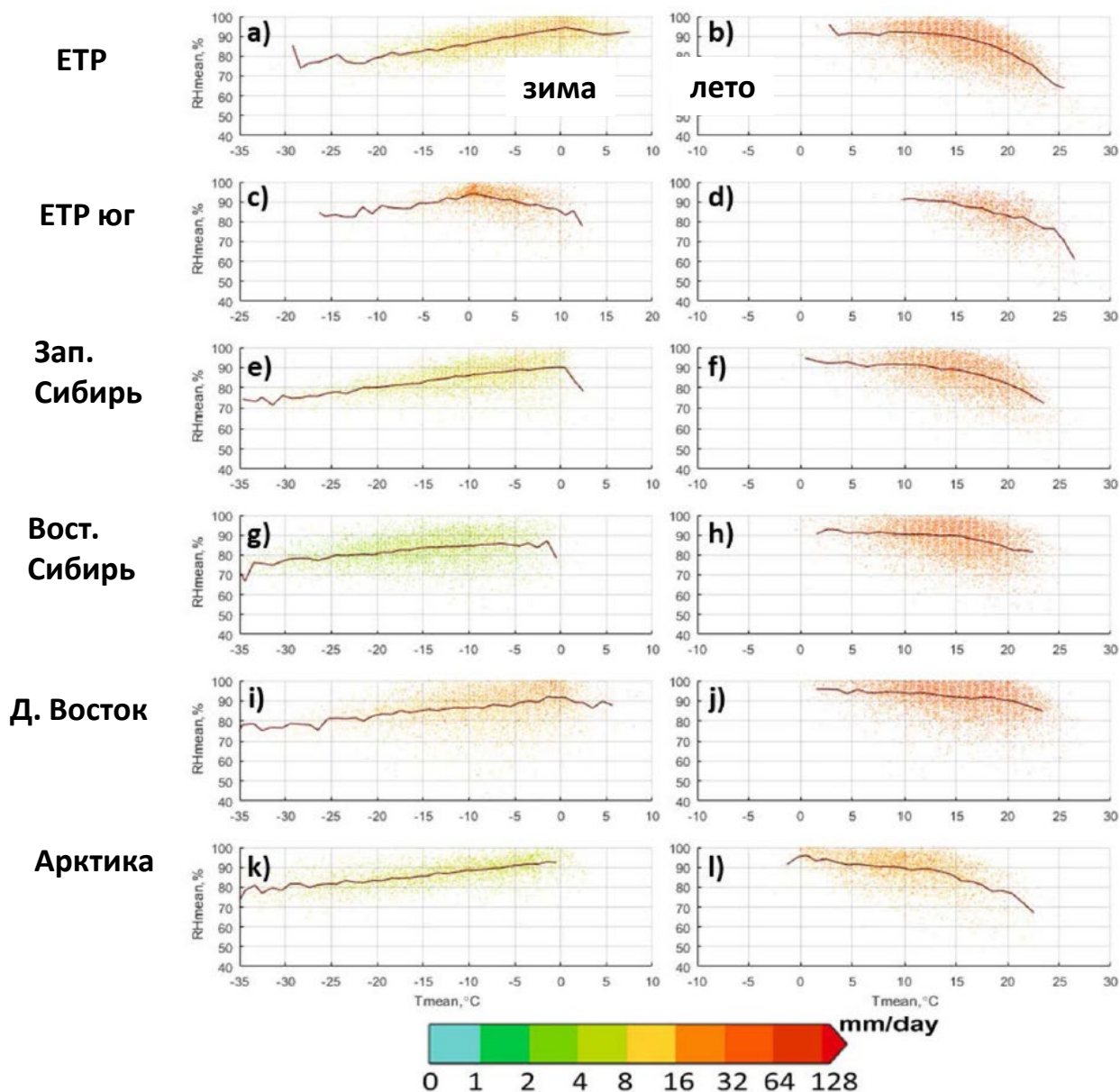
Особенности изменений осадков с ростом температуры

Изменения относительной влажности (%) с температурой в российских регионах

Летом с потеплением относительная влажность падает

Changes of relative humidity (in %) with temperature in some regions in Russia in winter and summer

Relative humidity decreases with higher temperatures in summer



Москва, шквал в мае 2017 г.

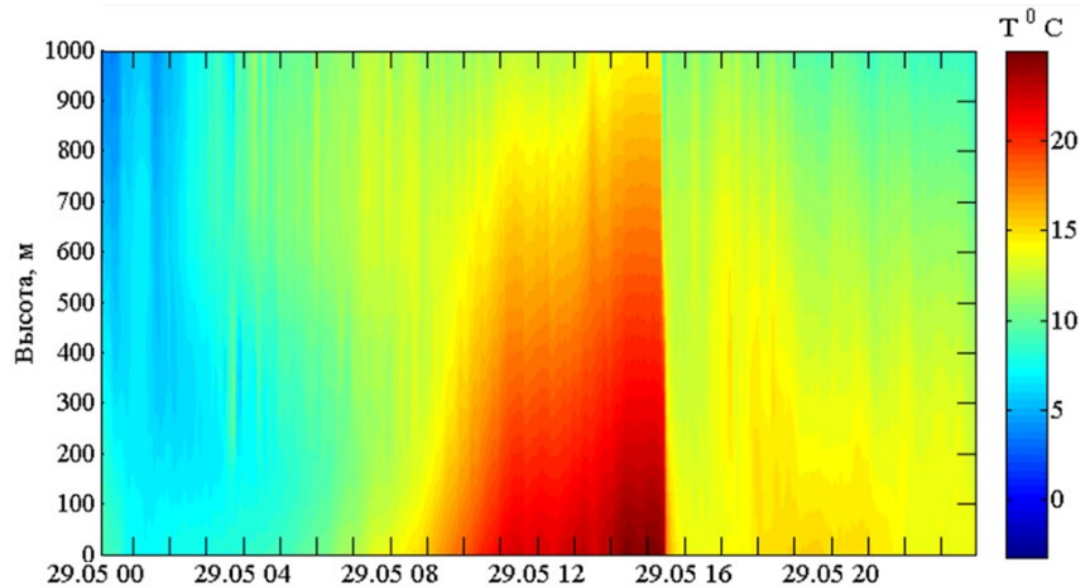
Роль изменения температурных градиентов

Moscow squall in May 2017

The role of temperature gradients

Шквал в Москве, май 2017 г. Роль градиента температуры

Резкое понижение температуры на 9 °C (с 22 °C до 13 °C)



Профиль температуры воздуха, полученный с профилемера МТП-5 (Долгопрудный)

Rapid temperature drop by 9C at 3PM measured by temperature profiler MTP-5 and Dolgoprudny station

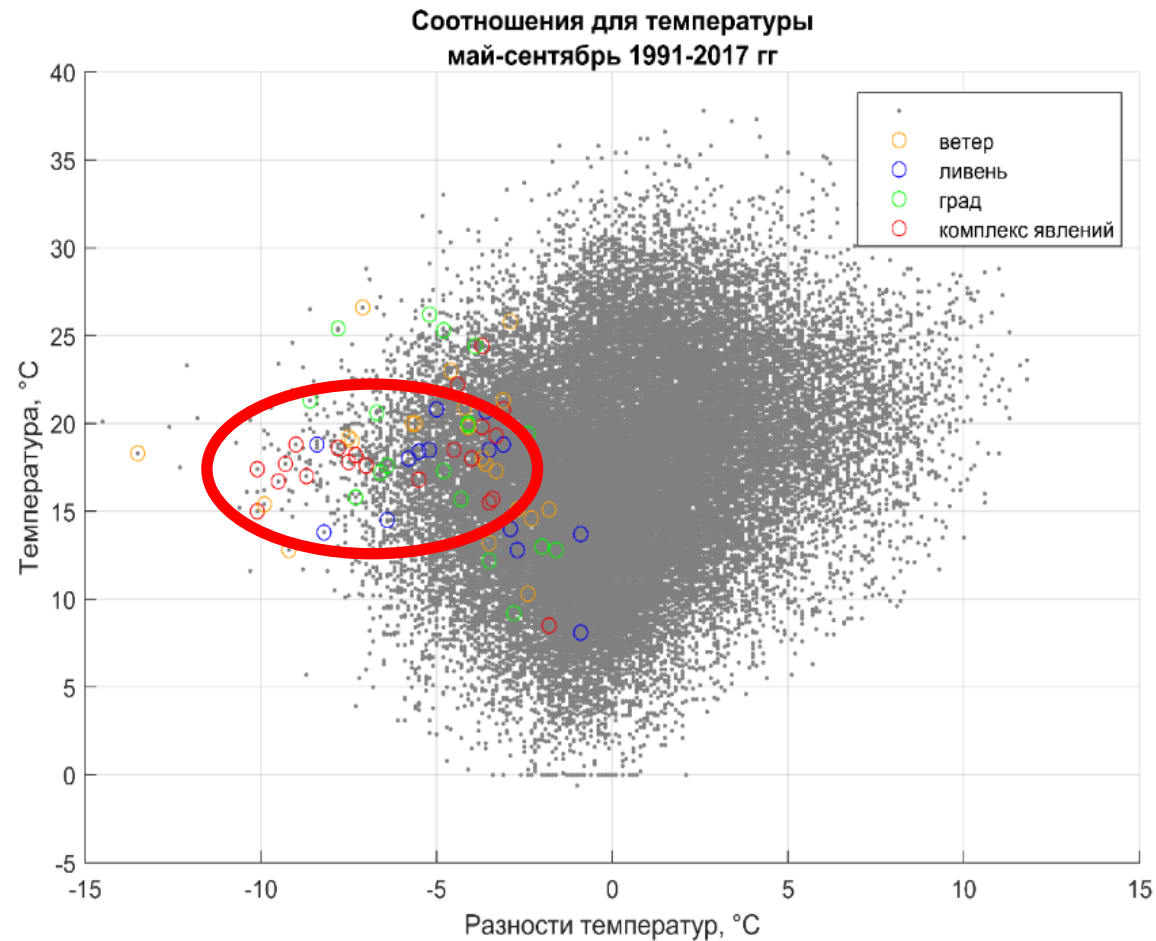
NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectory ending at 1300 UTC 29 May 17
GFS/G Meteorological Data



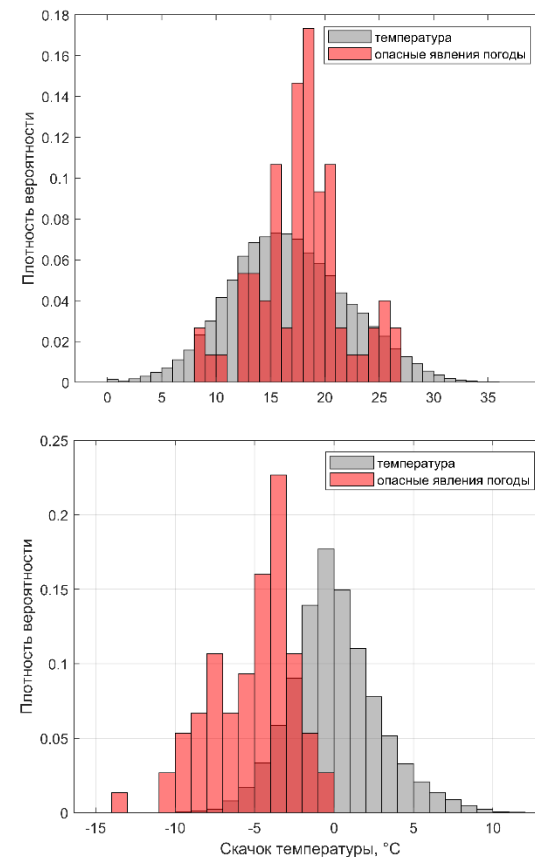
Обратная траектория воздушной массы 29.05.2017 в Москве

Back trajectory of the air mass that came to Moscow during the event of 29 of May 2017

Шквал в Москве, май 2017 г. Роль градиента температуры



Extreme weather events of different nature (squalls, hail, extr.precip.) as a function of mean temperature and temperature 3-hour jumps

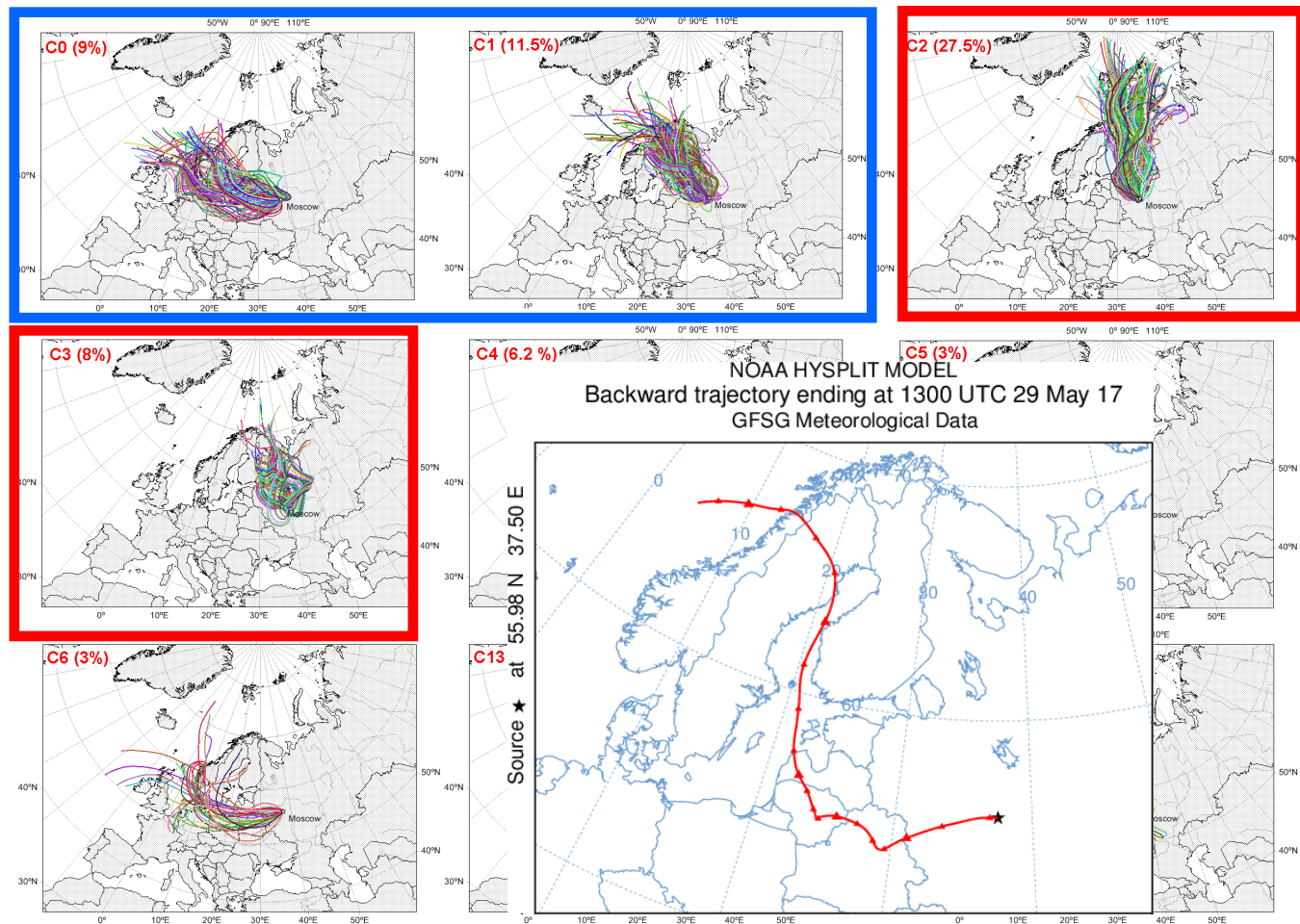


Функции распределения плотности вероятности опасных явлений погоды относительно температуры воздуха и температурных скачков, рассчитанных по 3-часовым срокам.

Шквал в Москве, май 2017 г. Роль градиента температуры

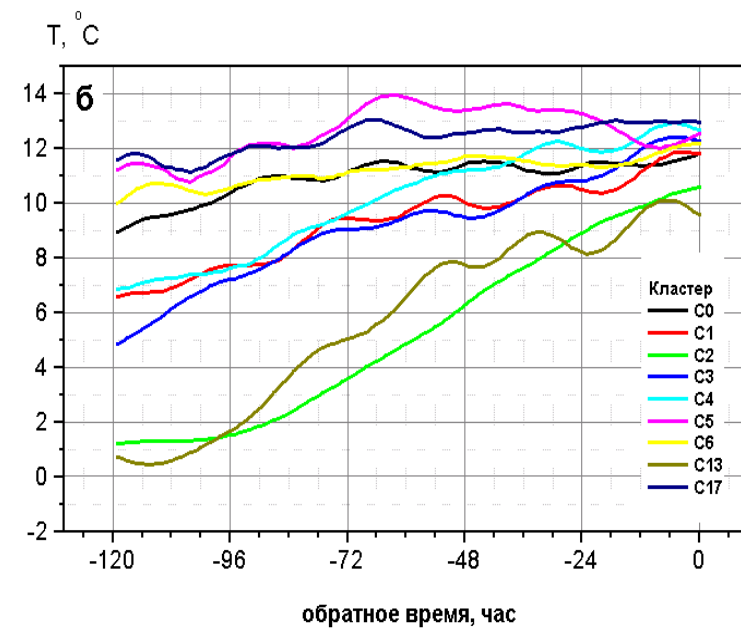
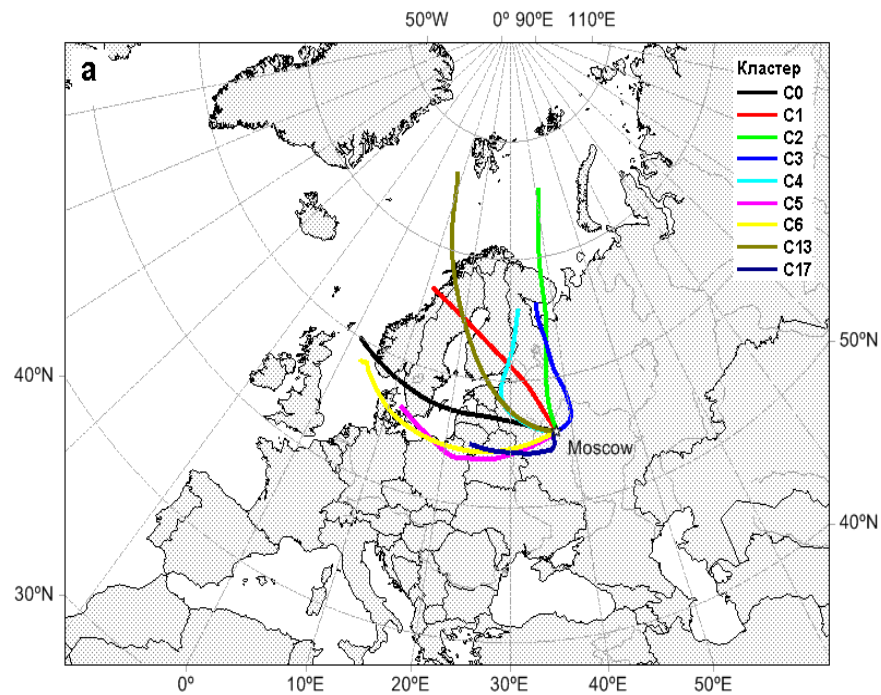
Кластеры обратных траекторий, связанных с 10% самых сильных похолоданий в июне 1971-2016 гг.

Отмечены: номер кластера и доля траекторий (в %), попавших в кластер



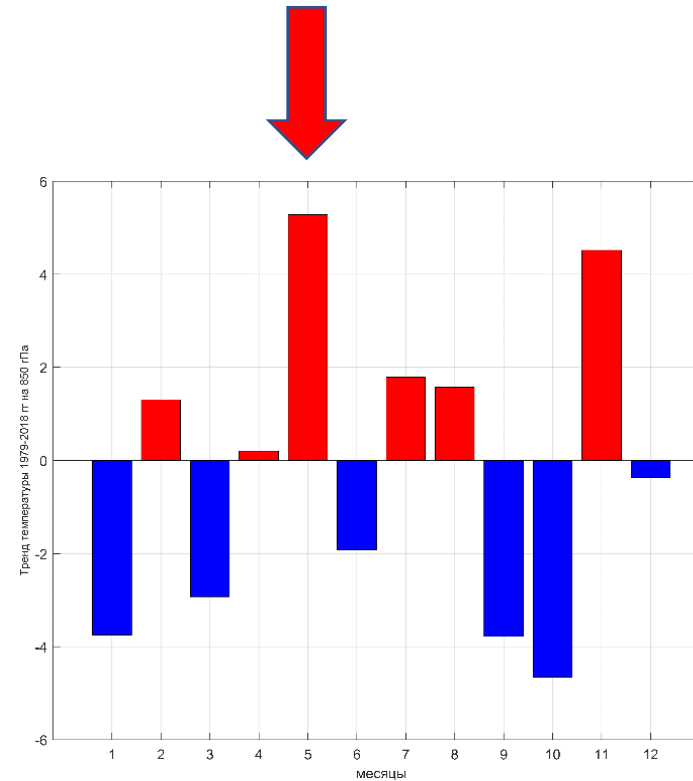
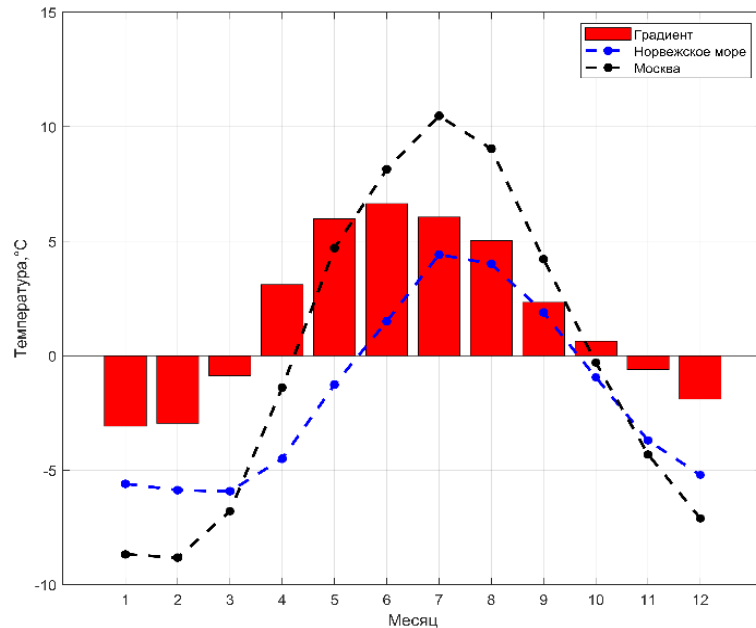
Back trajectories clusters related to 10% of the strongest cooling events in Moscow in June during 1971-2016 period

Шквал в Москве, май 2017 г. Роль градиента температуры



Back trajectories clusters related to 10% of the strongest cooling events in Moscow in June during 1971-2016 period

Шквал в Москве, май 2017 г. Роль градиента температуры

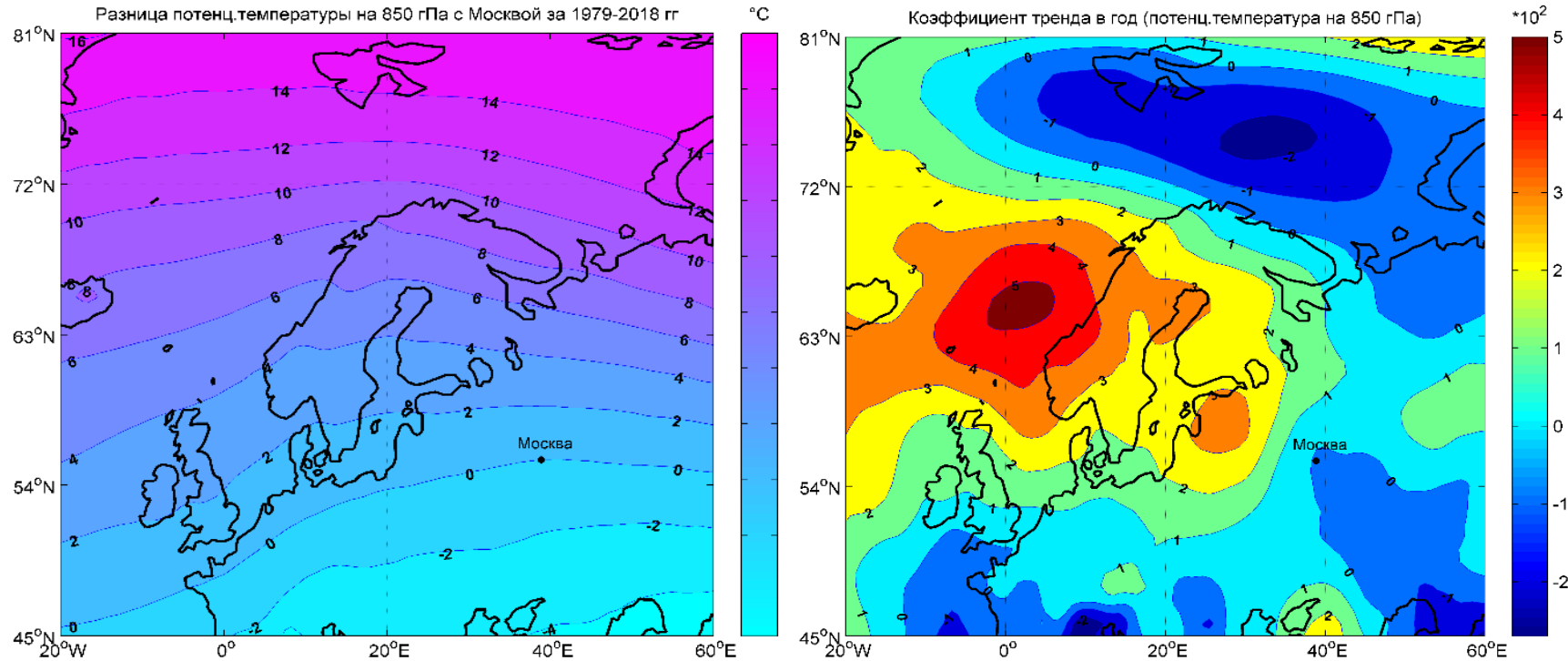


Сезонный ход разницы температур воздуха на 850 гПа (°C) между Москвой и Норвежским морем и тренд этой разницы (°C/40 лет) по данным реанализа ERA5.

Seasonal cycle of 850hPa temperature difference (°C) between Moscow and Norwegian Sea and its trend for 1979-2016 period (°C/40 yr) from ERA5 reanalysis data



Шквал в Москве, май 2017 г. Роль градиента температуры



Разница потенциальной температуры воздуха на уровне 850 гПа (°C) между Москвой и Норвежским морем в мае и тренд этой разницы (°C/40 лет) по данным реанализа ERA5.

850hPa potential temperature difference (°C) Moscow and elsewhere and its trend for 1979-2016 period (°C/40 yr) from ERA5 reanalysis data

Несмотря на в целом ослабление меридионального температурного градиента средних и высоких широтах СП, региональные отклонения от этой тенденции могут приводить к экстремальным погодным явлениям.

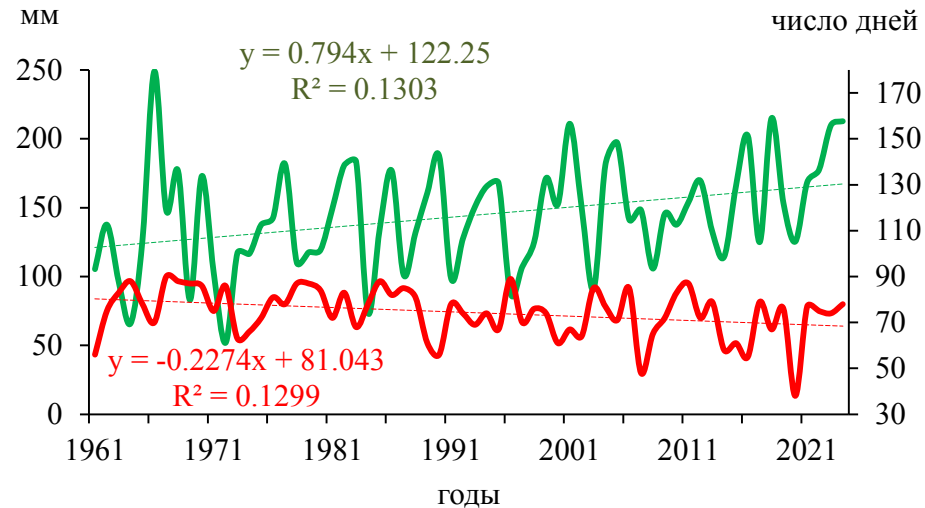
Экстремальные снегопады в Москве:
случайность или тенденция?

Extreme snowfalls in Moscow this winter:
a random event or a tendency?

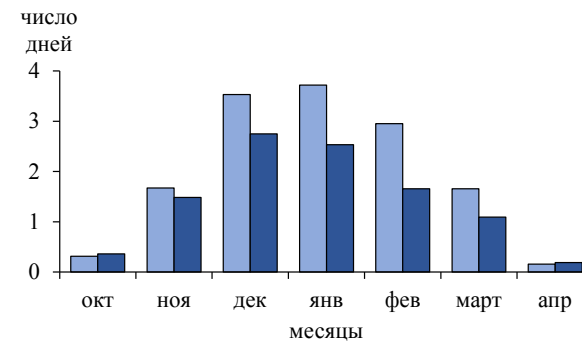
Современные изменения повторяемости умеренных и сильных снегопадов в Москве

Modern changes of moderate and strong snowfalls in Moscow

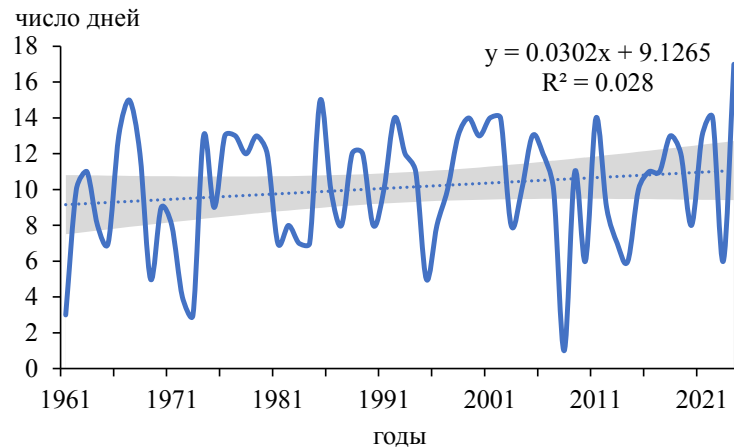
Осадки и число дней с отрицательными температурами зимой



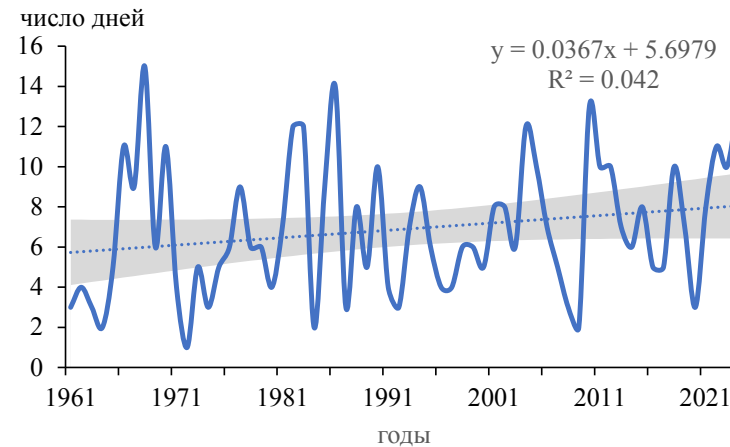
Климатология числа дней со снегопадами умеренной и сильной интенсивности



Число дней со снегопадами умеренной интенсивности

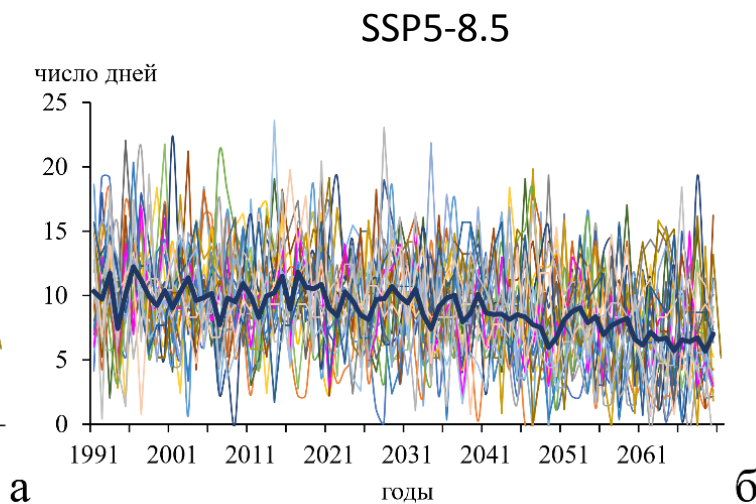
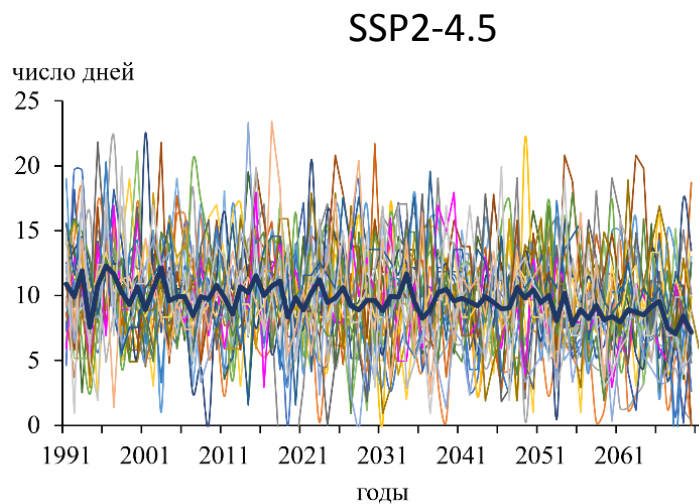


Число дней со снегопадами сильной интенсивности



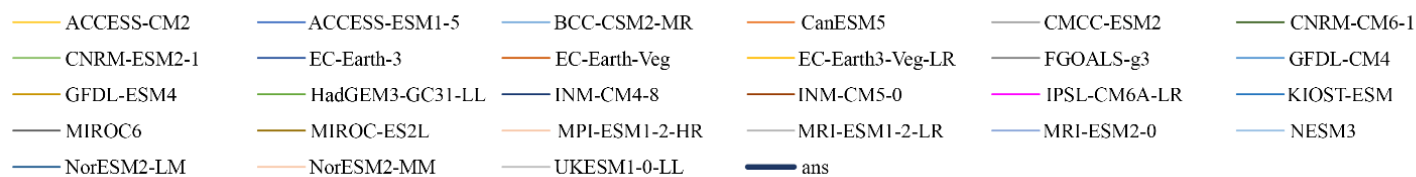
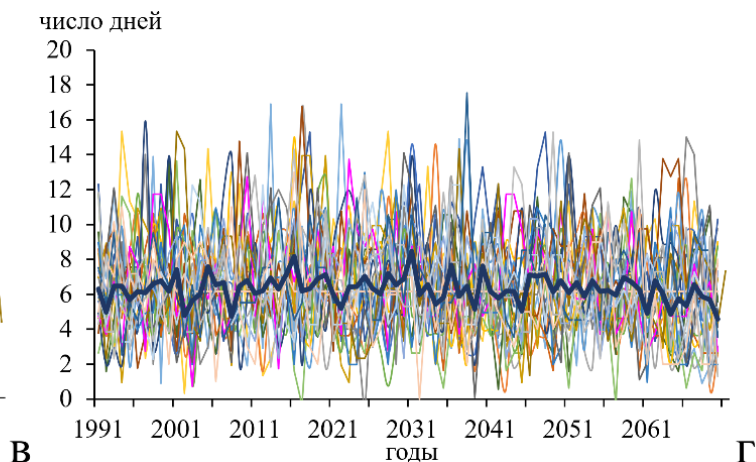
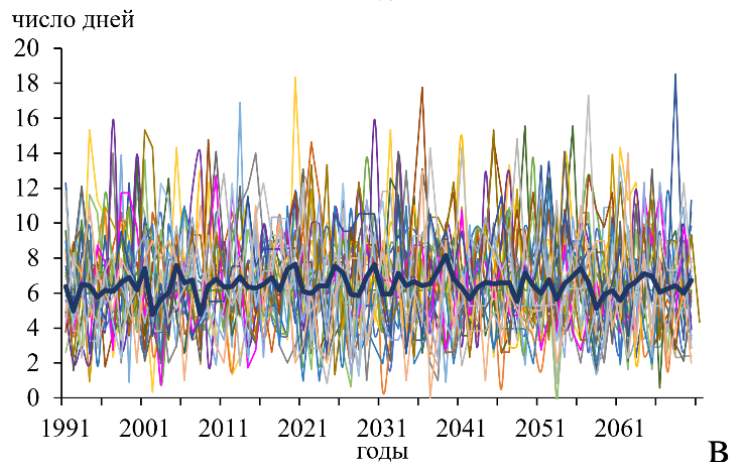
Число дней со снегопадами умеренной и сильной интенсивности в моделях CMIP6 в 1990-2080 гг.

умеренные
снегопады
moderate
snowfalls



Number of days with
moderate and strong
snowfalls in Moscow
from CMIP6 model data
for 1990-2080

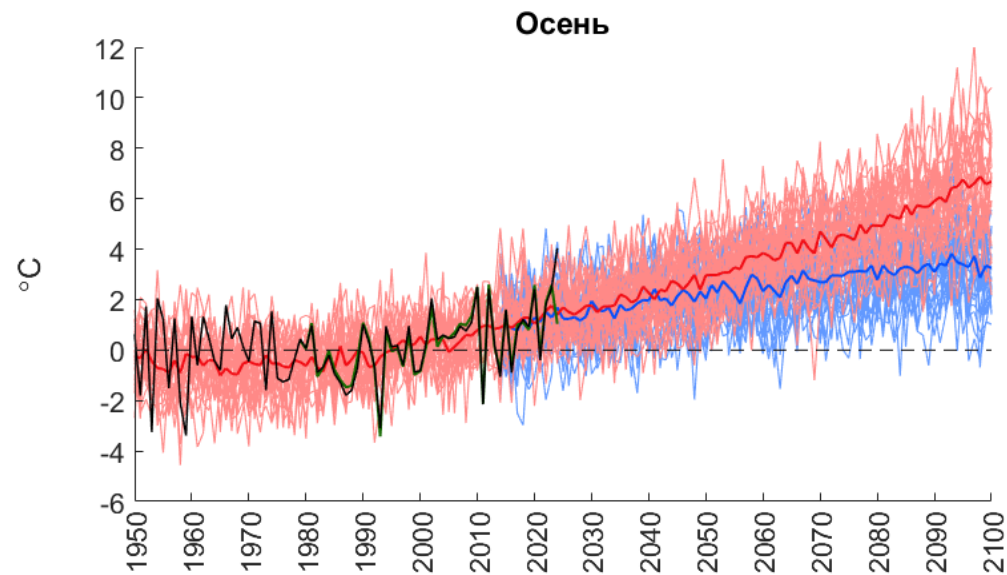
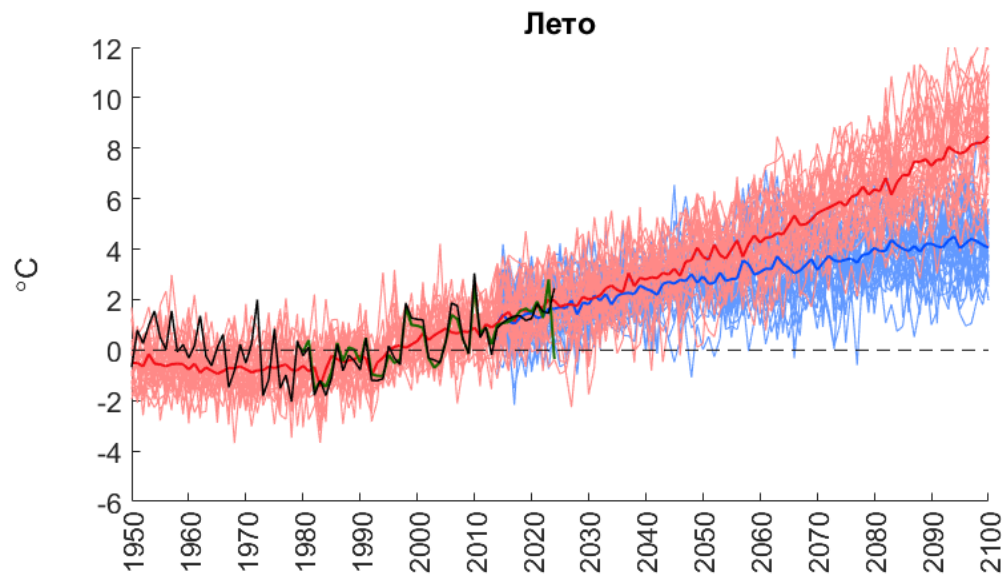
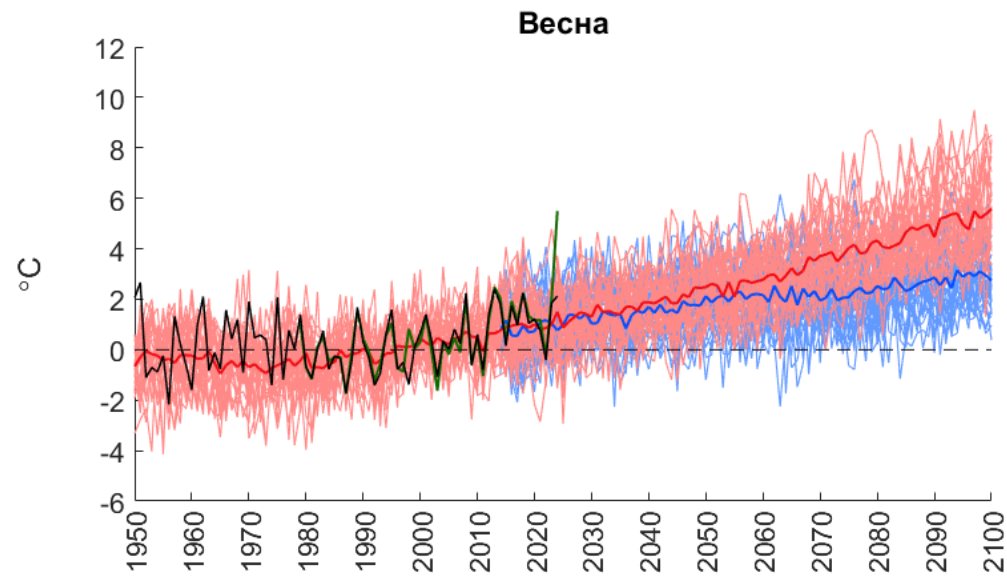
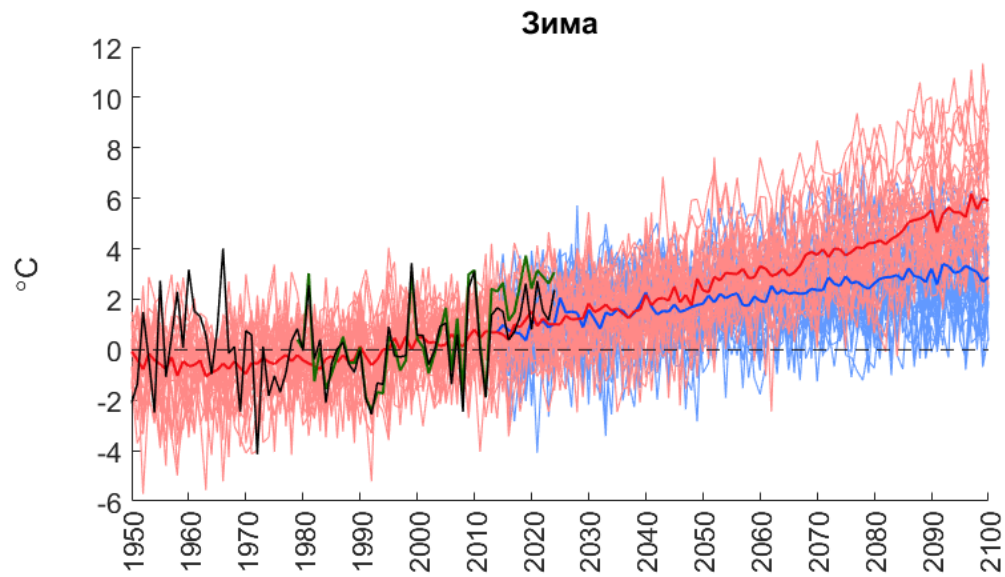
сильные
снегопады
strong
snowfalls



Как будет меняться климат в Кисловодске в XXI веке?

How will the climate in Kislovodsk change in 21st century?

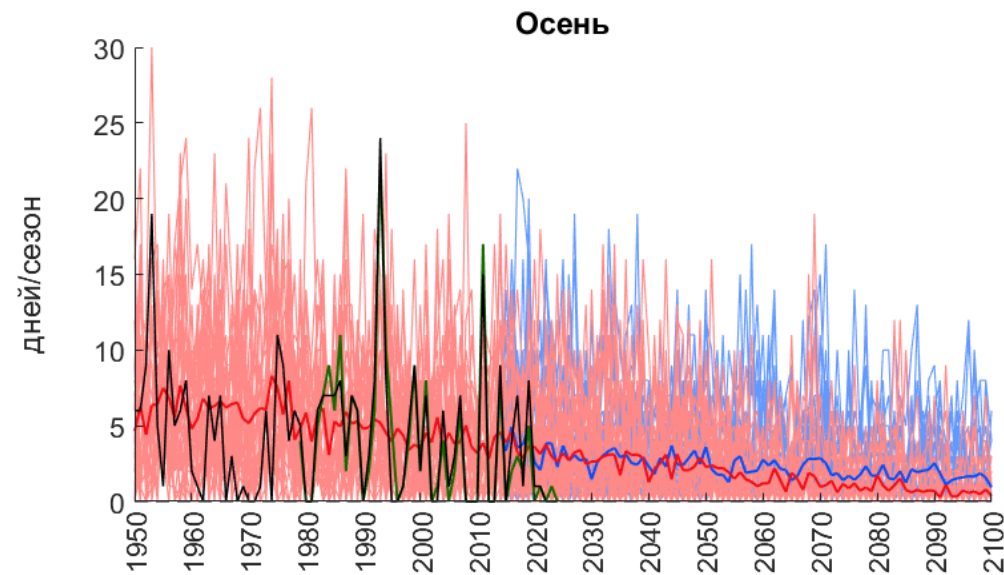
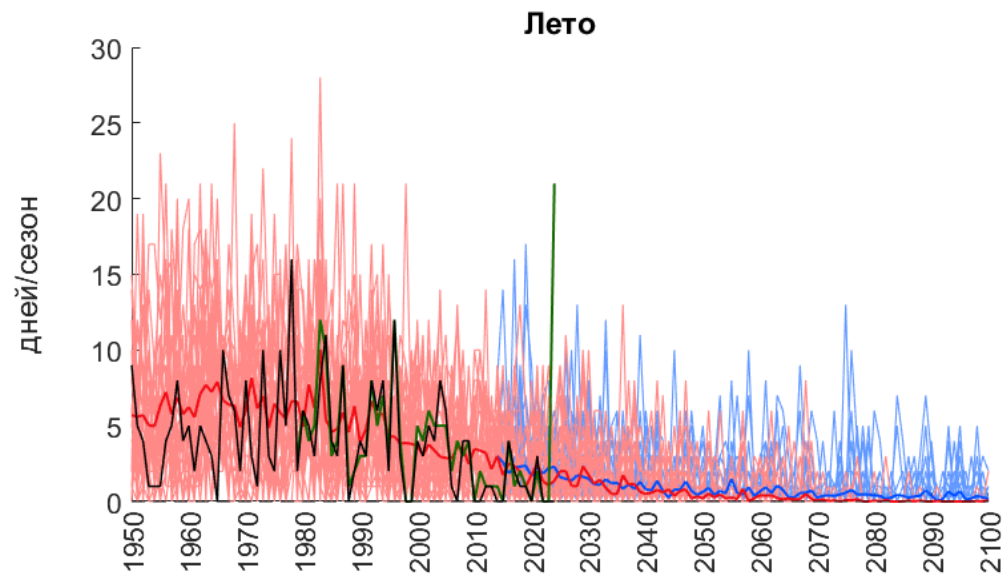
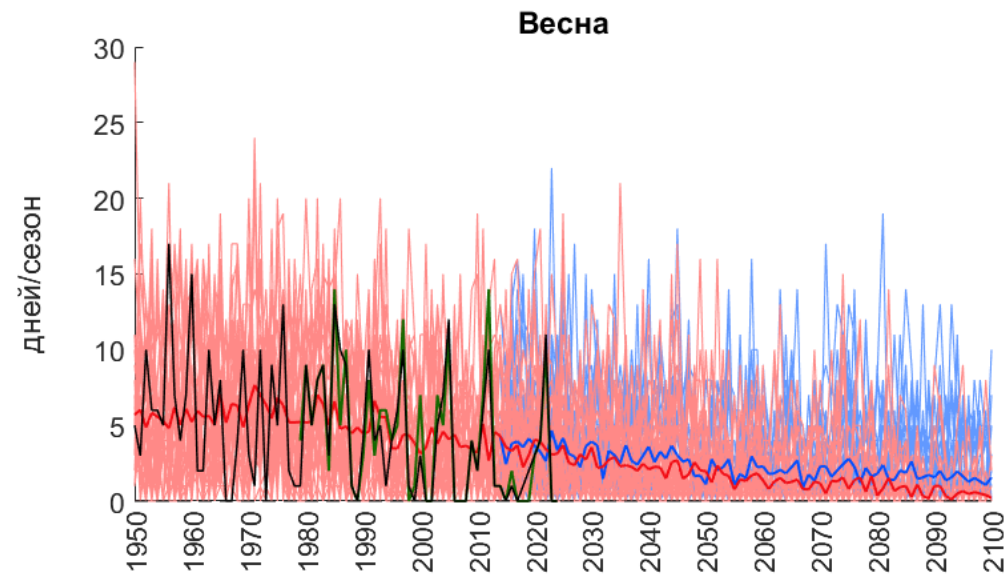
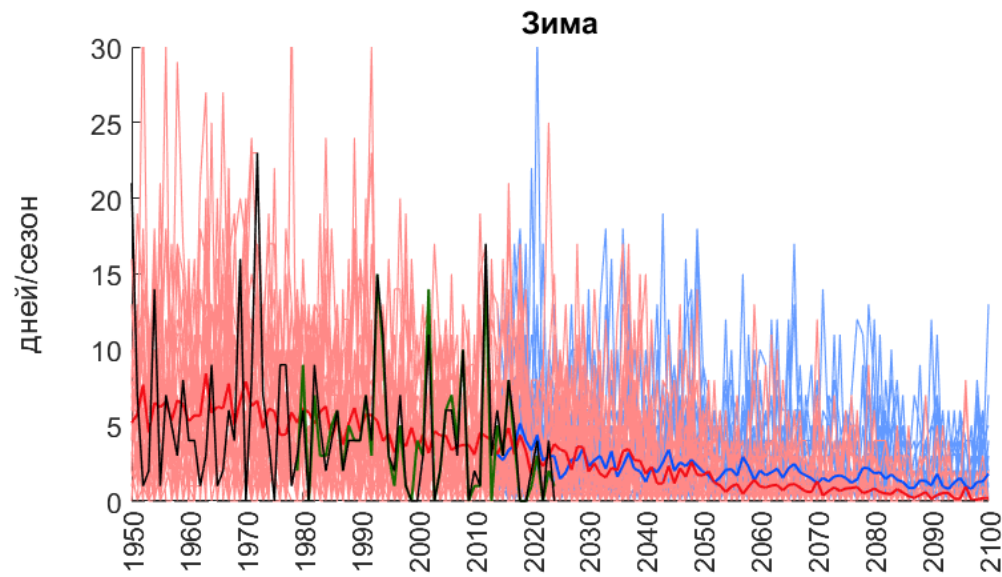
Аномалия температуры в Кисловодске (относительно периода 1981-2010 гг.)



Temperature anomalies (relative to 1981-2010)

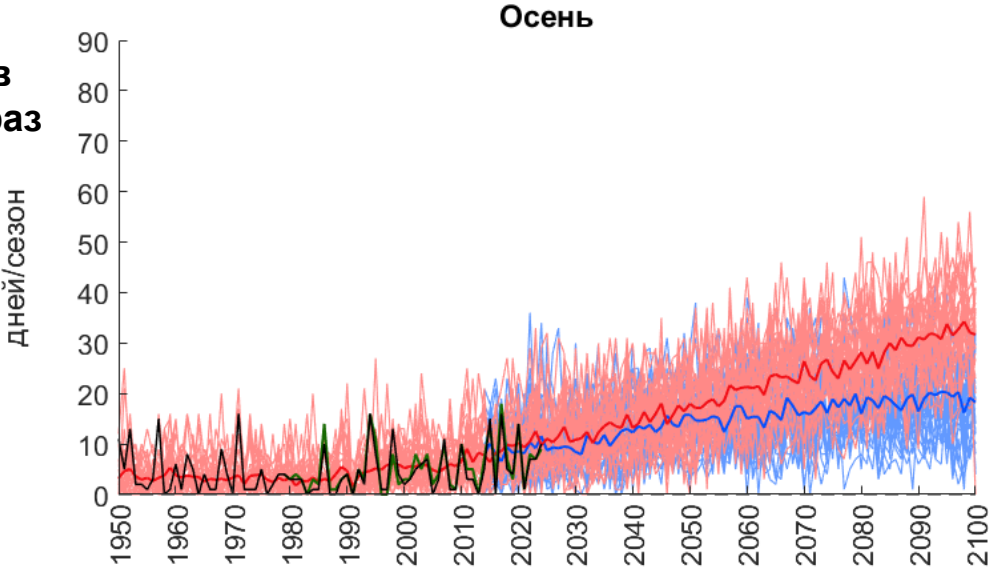
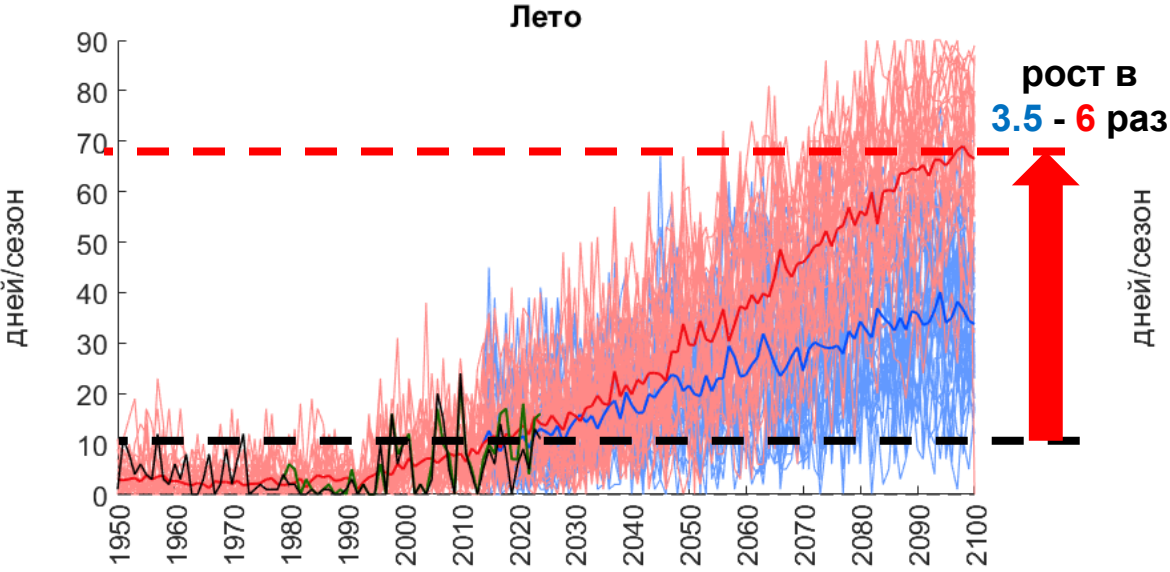
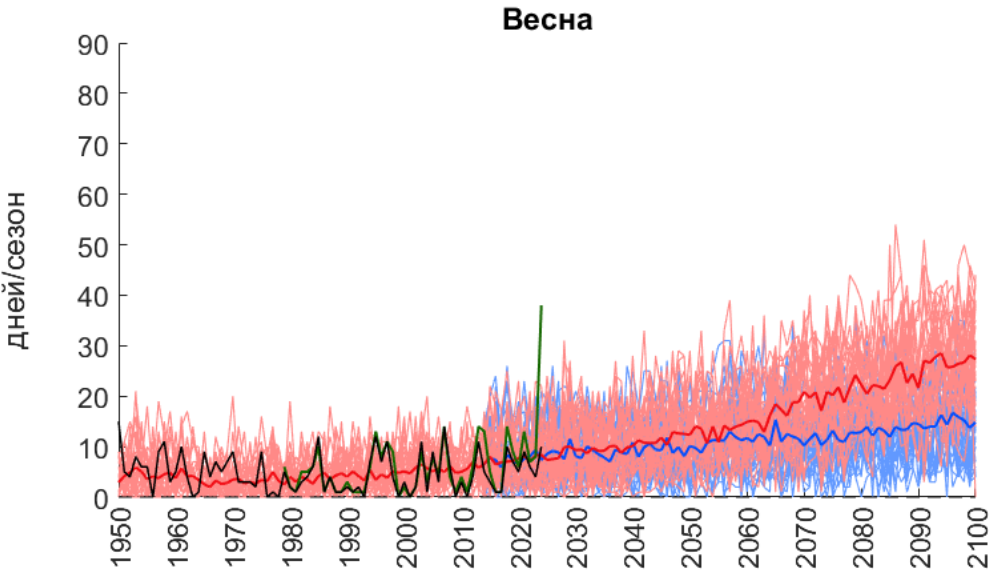
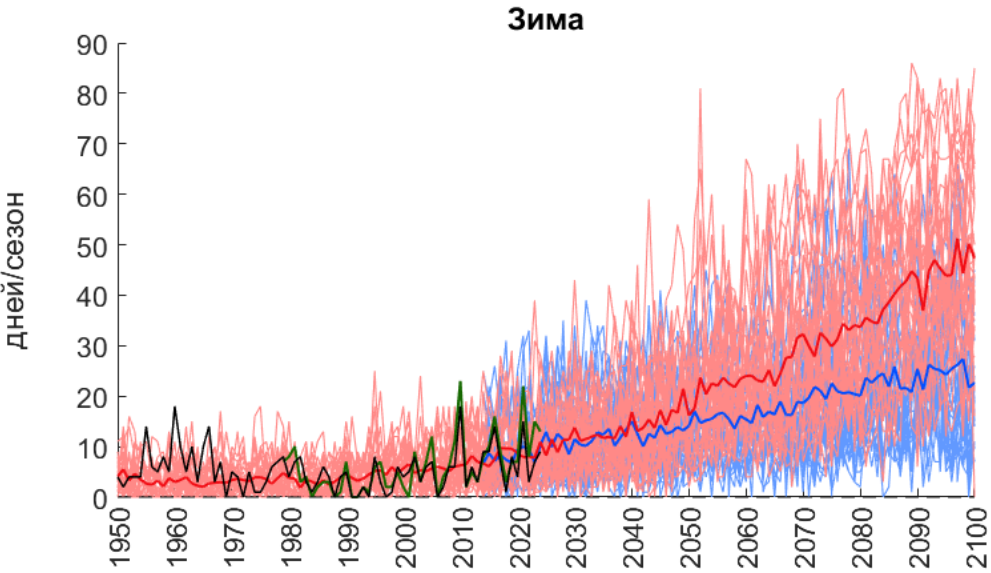
Черная линия – метеостанция Кисловодск, зеленая – реанализ ERA5, данные 30 моделей NEX-GDDP-CMIP6 показаны голубыми (SSP245) и розовыми (SSP585) линиями, среднее по ансамблю моделей показано синей (SSP245) и красной (SSP585) линиями

Повторяемость экстремально низких температур в Кисловодске (ниже 5-го перцентиля в 1981-2010 гг.)



Черная линия – метеостанция Кисловодск, зеленая – реанализ ERA5, Extr. low temp. occurrence (relative to 1981-2010) данные 30 моделей NEX-GDDP-CMIP6 показаны голубыми (SSP245) и розовыми (SSP585) линиями, среднее по ансамблю моделей показано синей (SSP245) и красной (SSP585) линиями

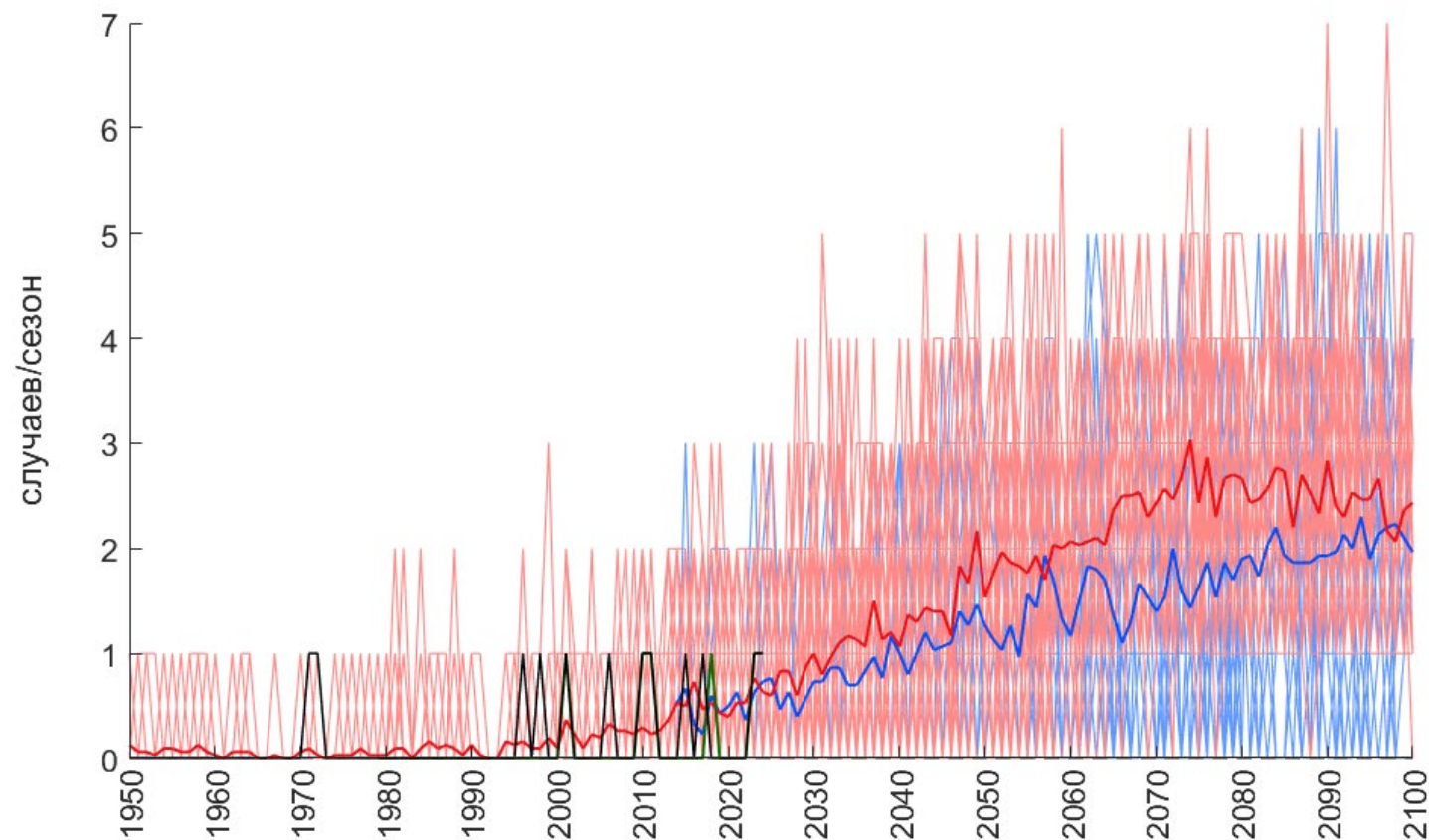
Повторяемость экстремально высоких температур в Кисловодске (выше 95-го перцентиля в 1981-2010 гг.)



Extr. high temp. occurrence (relative to 1981-2010)

среднее по ансамблю моделей показано синей (SSP245) и красной (SSP585) линиями

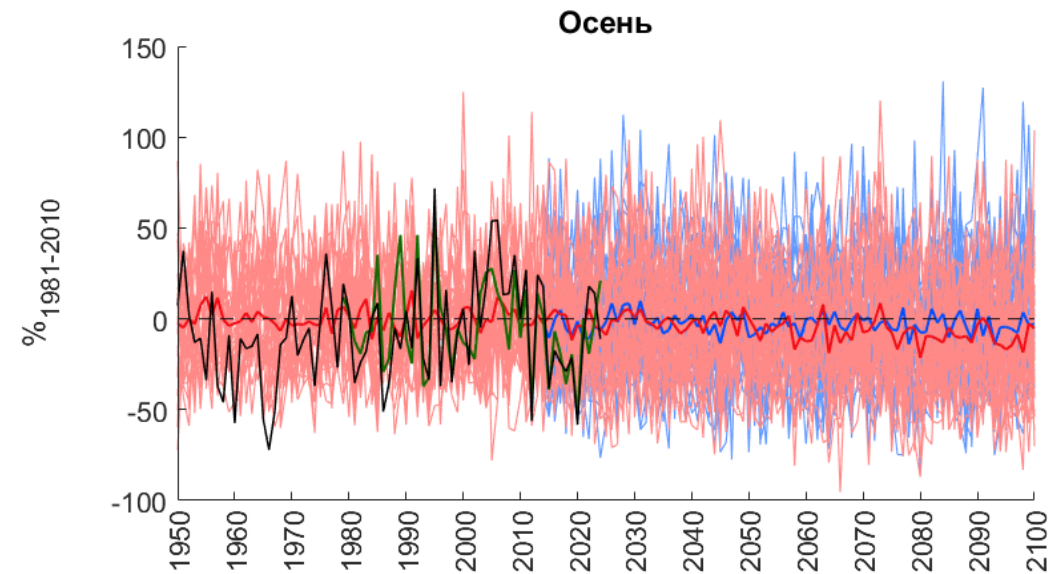
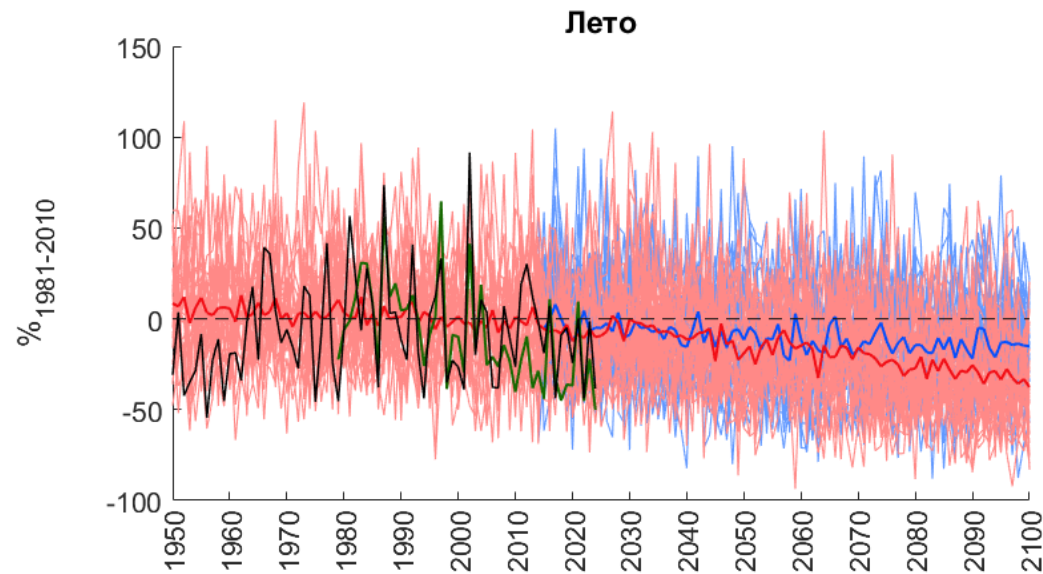
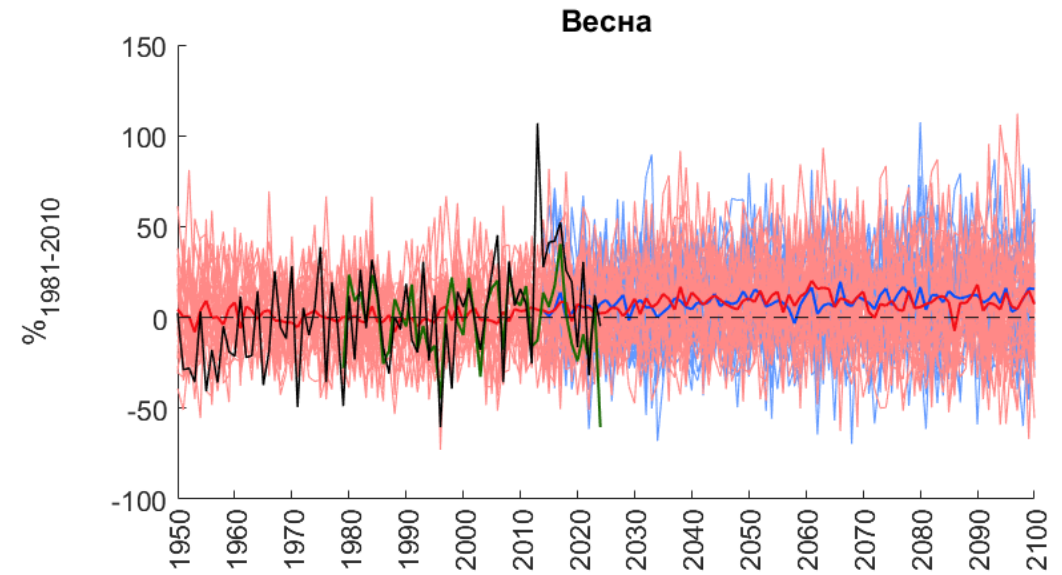
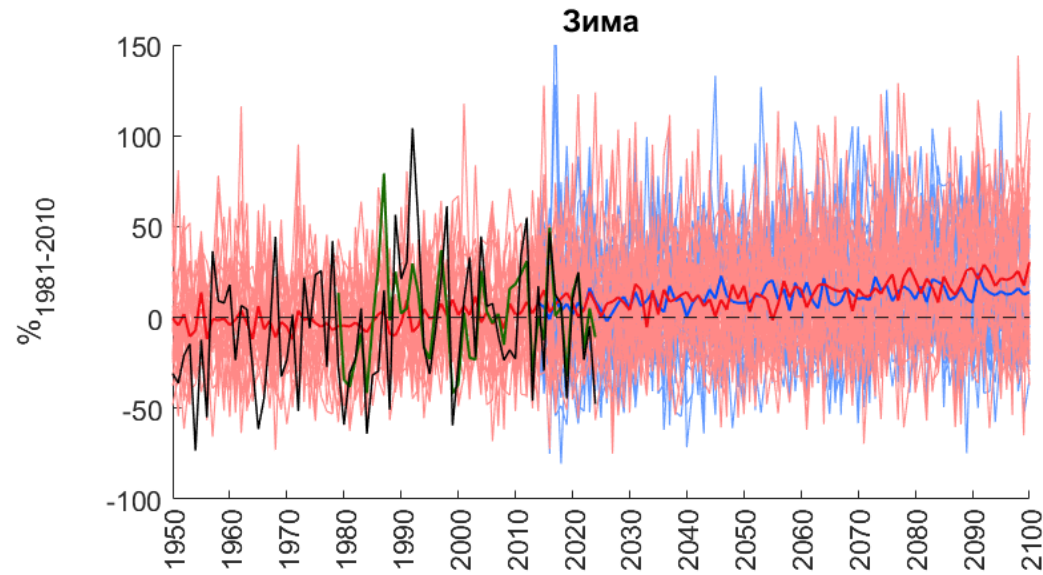
Повторяемость волн тепла (среднесуточная температура $\geq 23^{\circ}\text{C}$ ≥ 5 дней подряд) в Кисловодске летом



Heat wave occurrence (relative to 1981-2010)

Черная линия – метеостанция Кисловодск, зеленая – реанализ ERA5, данные 30 моделей NEX-GDDP-CMIP6 показаны голубыми (SSP245) и розовыми (SSP585) линиями, среднее по ансамблю моделей показано синей (SSP245) и красной (SSP585) линиями

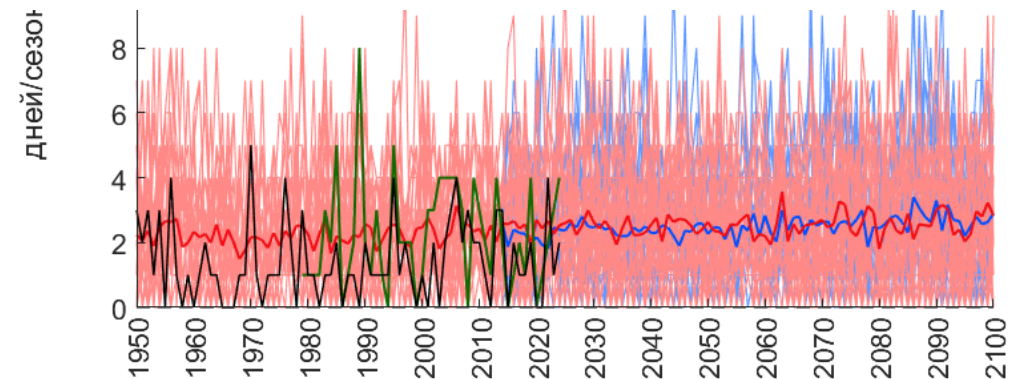
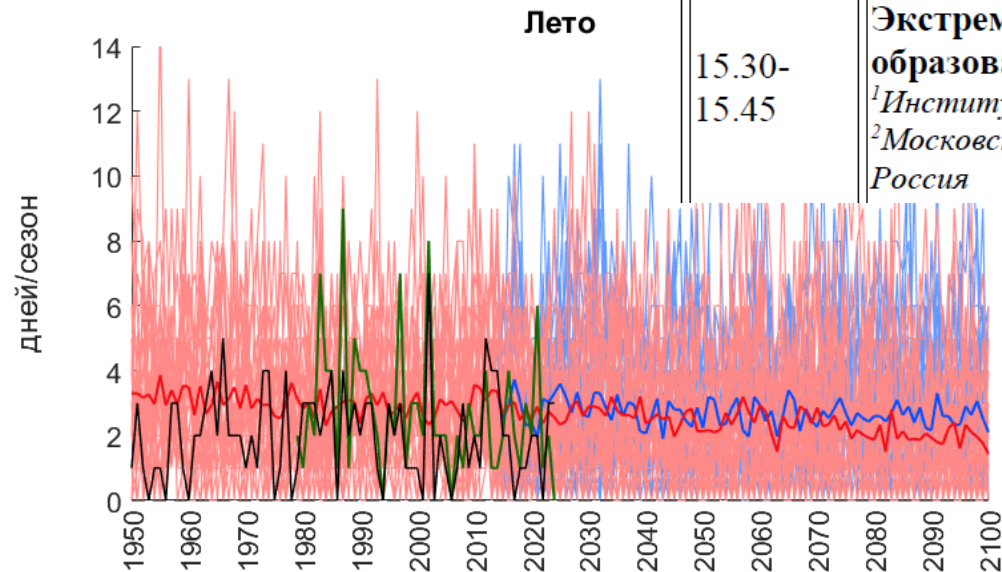
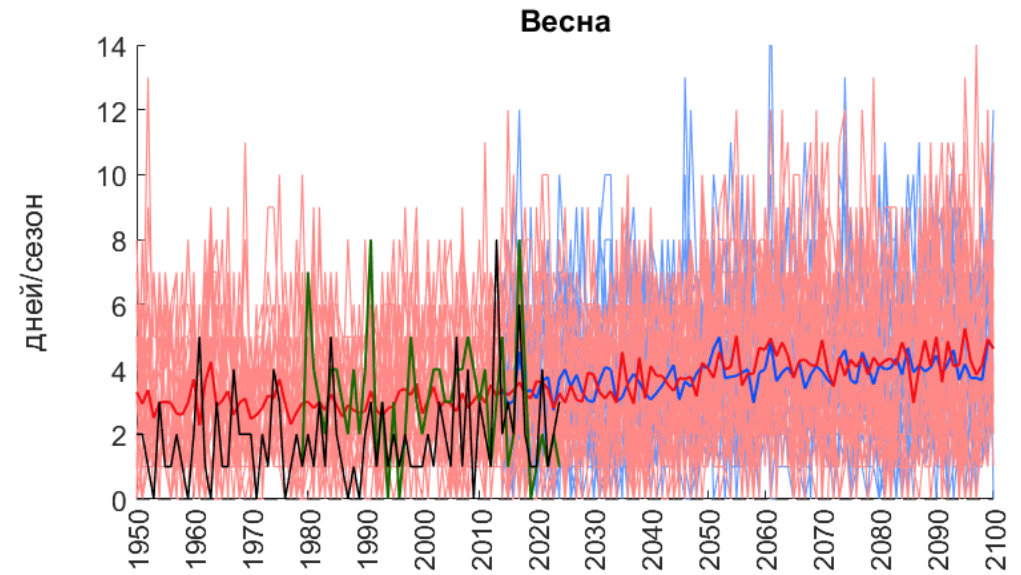
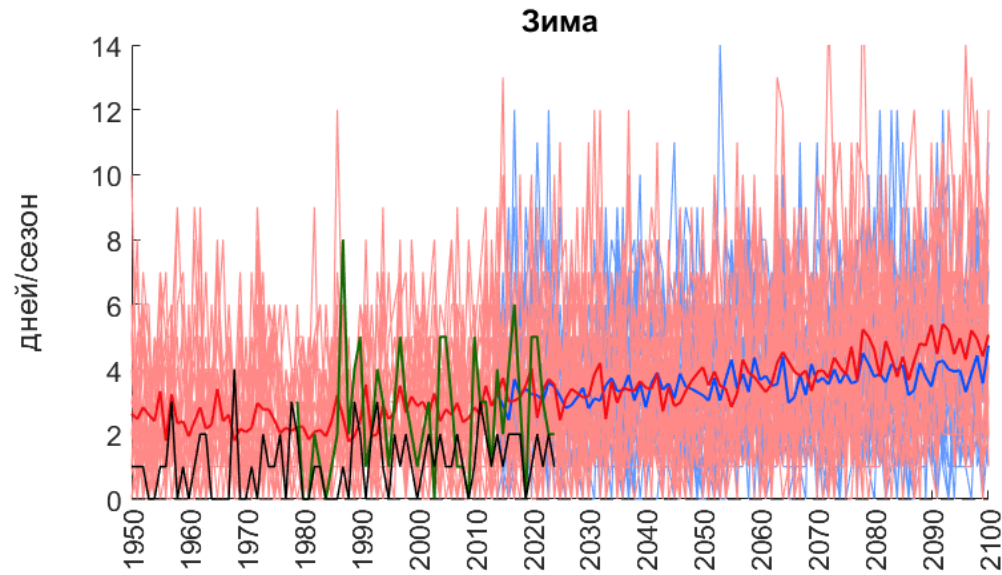
Аномалии сезонных сумм осадков в Кисловодске (в % относительно периода 1981-2010 гг.)



Seasonal precipitation (relative to 1981-2010)

Черная линия – метеостанция Кисловодск, зеленая – реанализ ERA5, данные 30 моделей NEX-GDDP-CMIP6 показаны голубыми (SSP245) и розовыми (SSP585) линиями, среднее по ансамблю моделей показано синей (SSP245) и красной (SSP585) линиями

Повторяемость экстремальных осадков в Кисловодске (выше 95-го перцентиля в 1981-2010 гг.)



Вазаева Н.В.^{1,2}, Семенов В.А.¹, Чхетиани О.Г.¹

Экстремальные осадки в Кисловодске 27 июля 2018 года: механизмы образования и связь с крупномасштабной циркуляцией атмосферы

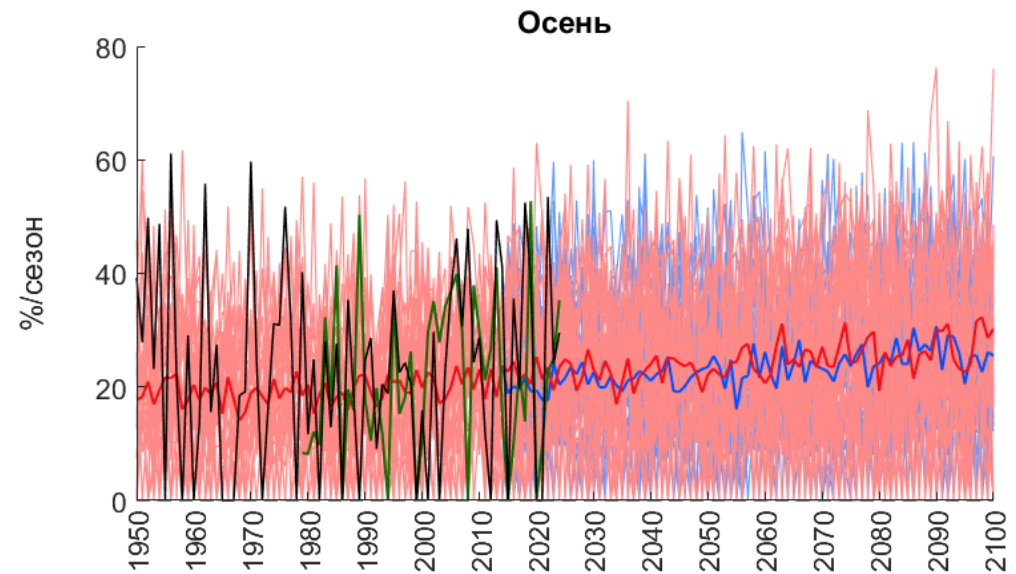
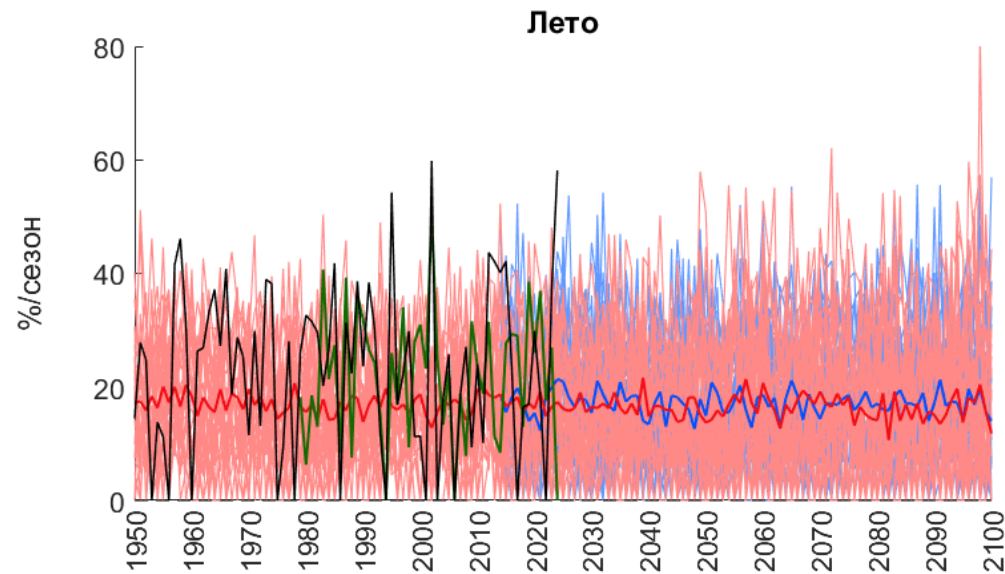
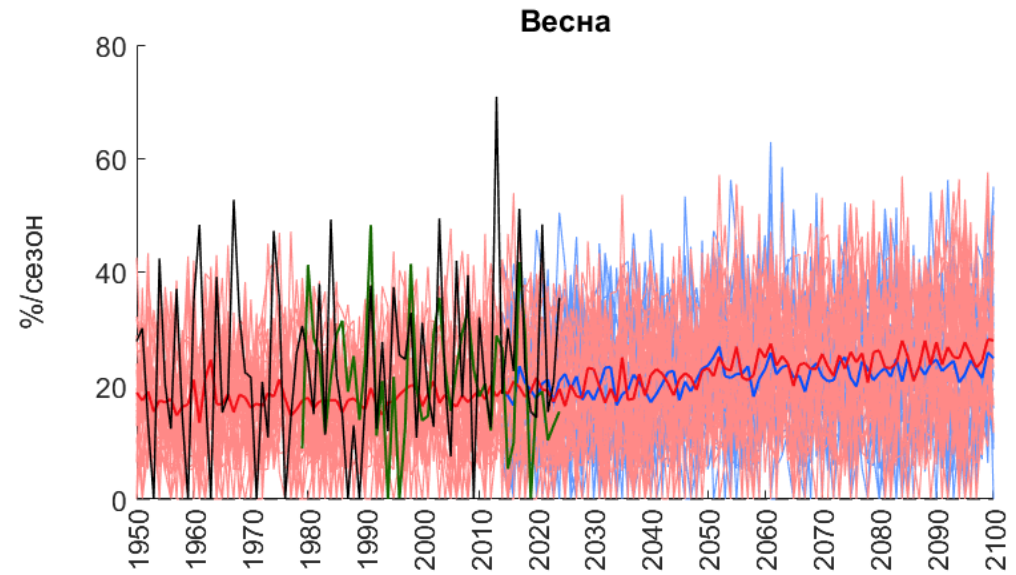
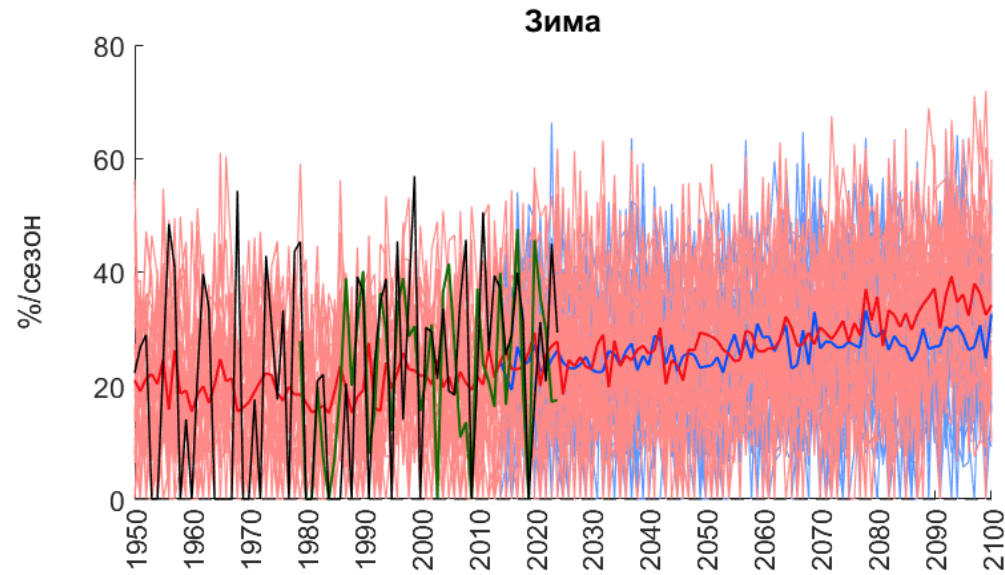
¹Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Москва, Россия

²Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана, Москва, Россия

Extreme precip. occurrence (relative to 1981-2010)

Черная линия – метеостанция Кисловодск, зеленая – реанализ ERA5, данные 30 моделей NEX-GDDP-CMIP6 показаны голубыми (SSP245) и розовыми (SSP585) линиями, среднее по ансамблю моделей показано синей (SSP245) и красной (SSP585) линиями

Доля экстремальных осадков в сезонной сумме в Кисловодске (выше 95-го перцентиля в 1981-2010 гг.)



Черная линия – метеостанция Кисловодск, зеленая – реанализ ERA5, данные 30 моделей NEX-GDDP-CMIP6 показаны голубыми (SSP245) и розовыми (SSP585) линиями, среднее по ансамблю моделей показано синей (SSP245) и красной (SSP585) линиями

Extreme precip. occurrence (relative to 1981-2010)

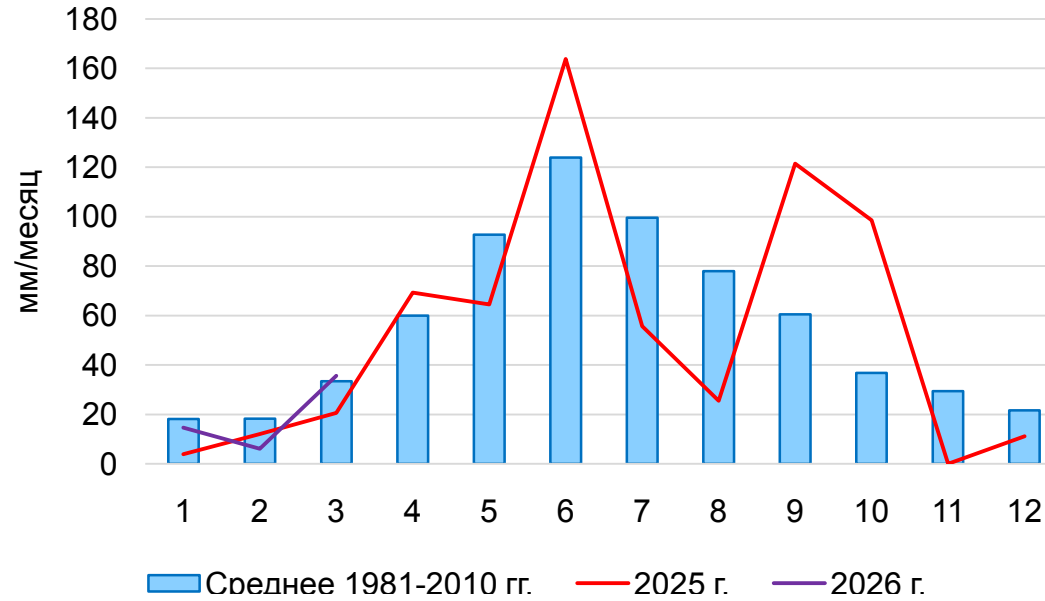
Спасибо коллегам и соавторам!

Е.Д. Бабиной, Е.А. Черенковой, М.А. Алесиной

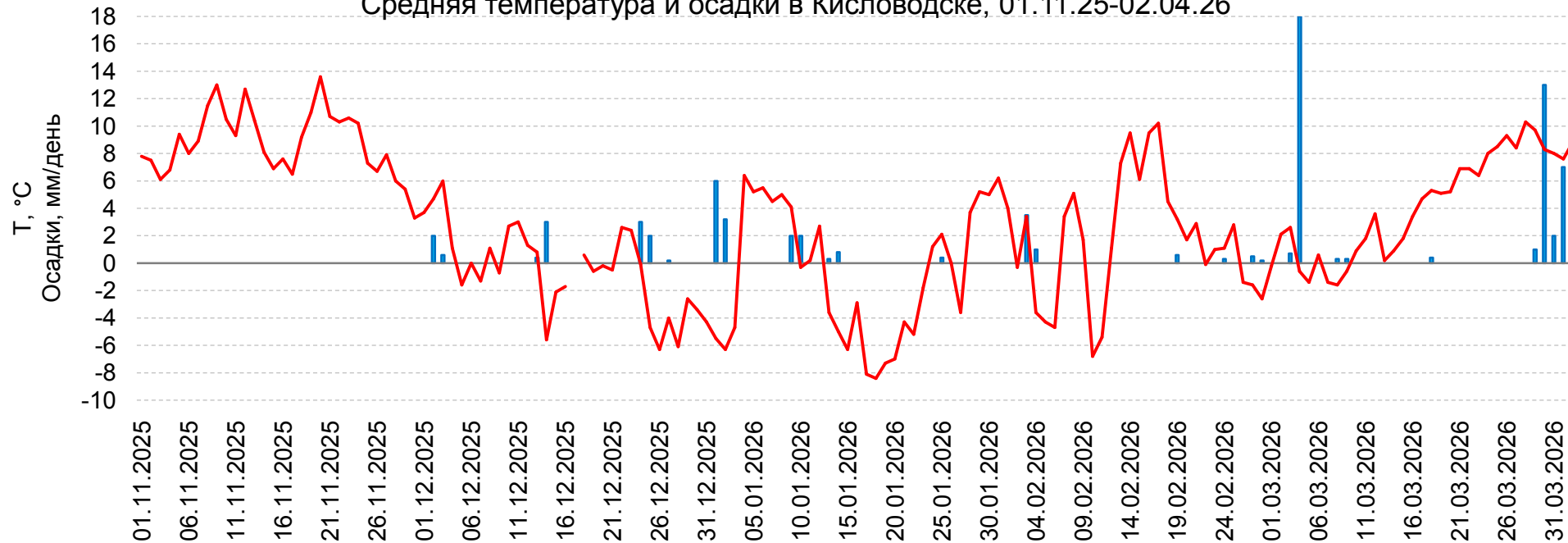


Спасибо за внимание!

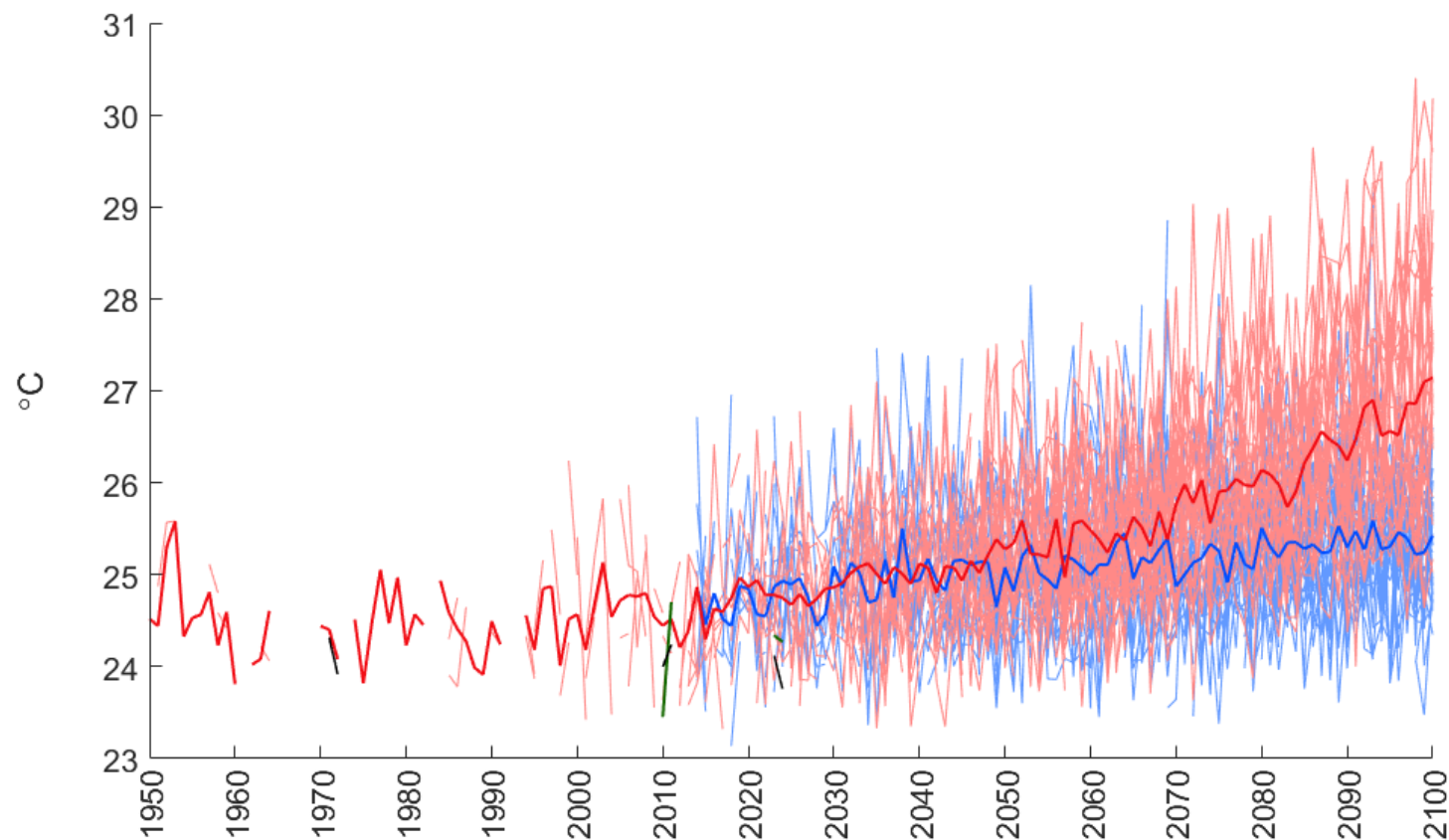
Годовой ход сумм осадков за месяц в
Кисловодске



Средняя температура и осадки в Кисловодске, 01.11.25-02.04.26



Средняя температура при волне тепла (среднесуточная температура $\geq 23^{\circ}\text{C}$ ≥ 5 дней подряд)
в Кисловодске летом



Черная линия – метеостанция Кисловодск, зеленая – реанализ ERA5,
данные 30 моделей NEX-GDDP-CMIP6 показаны голубыми (SSP245) и розовыми (SSP585) линиями,
среднее по ансамблю моделей показано синей (SSP245) и красной (SSP585) линиями

1986

СХЕМА ОТДЕЛОВ ИФА АН СССР

Отдел геофизической гидродинамики Академик Обухов Александр Михайлович 231-64-53 вн.34				Отдел контроля атмосферы оптическ. методами Д.ф.-м.н. Дианов-Клоков Владимир Иванович 231-96-15 вн.38			
Лаборатория динамической метеорологии Академик Обухов Александр Михайлович вн.40	Лаборатория атмосферной турбулентности Д.ф.-м.н. Яглом Акива Моисеевич 231-13-47 вн.12	Сектор экспе- диц. аэрофи- зичес. исслед. Д.ф.-м.н. Цванг Лев Робертович 231-57-89 вн.10	Радиоаку- стическая лаборатория К.ф.-м.н. Каллистратова Маргарита Александровна 231-61-96 вн.23	Лаборатория атмосферной спектроскопии Д.ф.-м.н. Дианов-Клоков Владимир Иванович 231-96-15 вн.38	Лаборатория оптики аэрозоля К.ф.-м.н. Капустин Владимир Николаевич 231-85-00 вн.46	Лаб. озон- метрич. спектр. дисперсн. сред. К.ф.-м.н. Еланский Николай Филиппович 231-53-87 вн.56	Сектор экспе- диц. оптичес- ких. исслед. К.ф.-м.н. Горчаков Геннадий Ильич 592-91-19 (ЗНС)

Отдел теории климата Чл.-кор. Голицин Георгий Сергеевич 231-84-80 вн.49			Отдел распростран. волн в атмосфере Д.ф.-м.н. Гурвич Александр Сергеевич 231-61-96 вн.35			Отдел числ. модел. атм. процес. и автомат. К.ф.-м.н. Понамарев Василий Михайлович 592-91-23 (ЗНС)		
Лаборатор. теории климата Чл.-кор. Голицин Георгий Сергеевич вн.49	Лаборатор. взаимодей- ств. атмос- и океана К.ф.-м.н. Волков Юрий Александрович 231-06-22 вн.68 (157-29-43) 0л.	Лаборатор. физики верхней атмосфер. Д.ф.-м.н. Шефов Николай Николаевич 231-04-80 вн.31	Лаборатор. теории рас- пространен. волн. Чл.-кор. Татарский Валериян Ильич 233-48-76 вн.15	Лаборатор. рефракто- метрии ат- мосферы Д.ф.-м.н. Гурвич Александр Сергеевич вн.35	Лаб. иссле- дован. атмос- феры космич. средствами Д.ф.-м.н. Гречко Георгий Михайлович 231-95-74 вн.36	Лаборатор. вычислит. гидродина- мики К.ф.-м.н. Понамарев Василий Михайлович 592-91-23	Лаборатор. математи- ческого одес- печения К.ф.-м.н. Джадар-Заде Рамиз Мустафьевич 592-91-23	Сектор автома- тизац. науч- ных иссле- дований К.ф.-м.н. Ломадзе Сергей Омерович 592-91-22

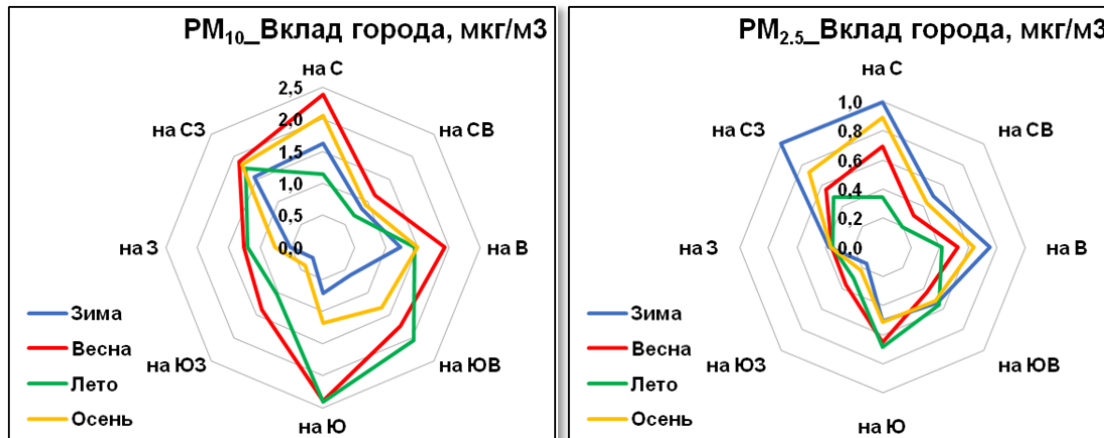
Экспериментальные механические мастерские
Дементьев
Геннадий Георгиевич
231-21-54 вн.90 Мастерск.92

АХЧ
Цыганков
Сергей Сергеевич
233-16-52 вн.66

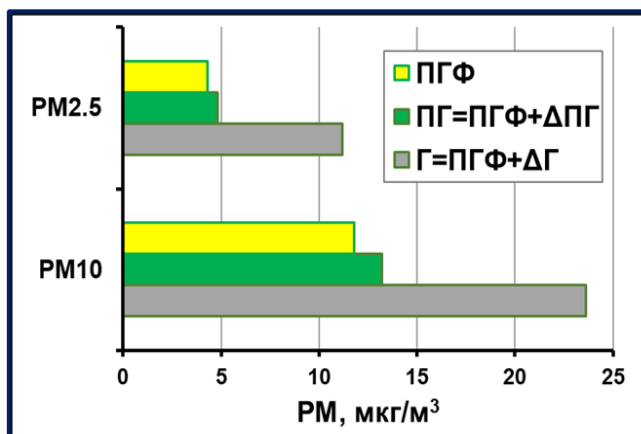
Научная библиотека
Лацман
Юлия Марковна
231-27-87 вн.87

Первые количественные оценки вклада Московского мегаполиса в аэрозольное загрязнение приземного воздуха пригородных зон

Оценка вклада Москвы в массовую концентрацию аэрозоля в пригородах на расстоянии 50-60 км



Массовая концентрация PM₁₀ и PM_{2.5} в среднем за год:



ПГФ – пригородный фон при отсутствии прямой адвекции от города
ПГ - пригород в среднем на кольце 50-60 км
Г - город (данные ГПБУ «Мосэкомониторинг» в среднем по территории)

Впервые проведены модельные расчеты вклада мегаполиса (Москвы) в аэрозольное загрязнение приземного воздуха в Подмосковье (на удалении от центра города около 50-60 км). Введено понятие **среднего пригородного «фона» (ПГФ)** концентрации аэрозолей – при отсутствии прямой адвекции загрязнений со стороны мегаполиса и выполнены оценки его уровня в разные сезоны.

Установлено, что на расстоянии 50-60 км от Москвы **средний уровень ПГФ** составляет **11.8** (6.9–20.0) мкг/м³ и **4.3** (3.4–4.8) мкг/м³ для PM₁₀ и PM_{2.5}.

Вклад города повышает эти значения в среднем по кольцу на **18%** и **14%** для PM₁₀ и PM_{2.5}.

В самом городе **средний уровень концентрации PM₁₀ и PM_{2.5} выше ПГФ в 2 и 2.6 раза, соответственно.**