



Федеральная служба по гидрометеорологии
и мониторингу окружающей среды



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

Год основания 1849



Многоцелевая система моделирования и прогнозирования регионального климата

И.М.Школьник (ГГО им. А.И.Воейкова), И.А.Чернов (КарНЦ РАН)



Результат к концу первого этапа ВИПГЗ (2022-2024):

Создана объединенная региональная модель атмосферы и океана для Арктического макрорегиона – для ансамблевого сценарного прогнозирования с высоким разрешением в физическом и вероятностном пространствах.

Эта новая модель – один из ключевых компонентов многоцелевой системы моделирования и прогнозирования регионального климата (МСМПК), применяемого, в числе прочего, для научного обеспечения адаптационных решений в отраслях и регионах.



Всемирная Программа Исследований Климата

Координируемый эксперимент по *даунскейлингу* (пространственной детализации) регионального климата

В числе приоритетов Программы в рамках Ключевого Проекта «Региональная информация для общества»

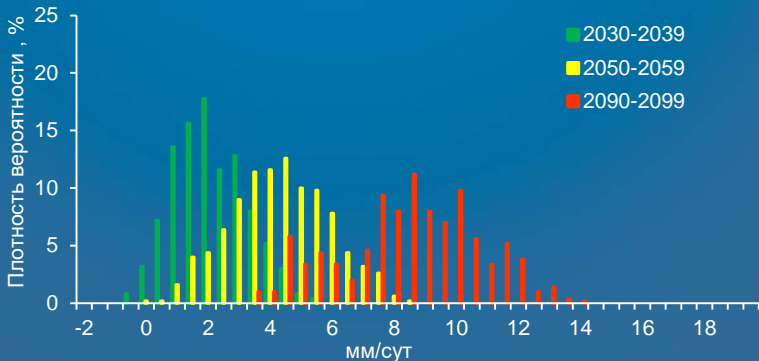
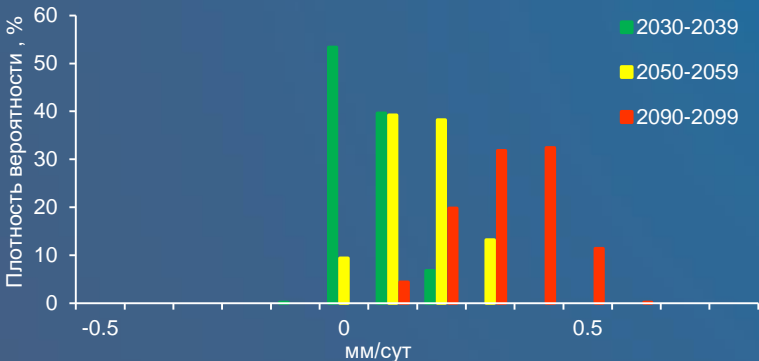


Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment

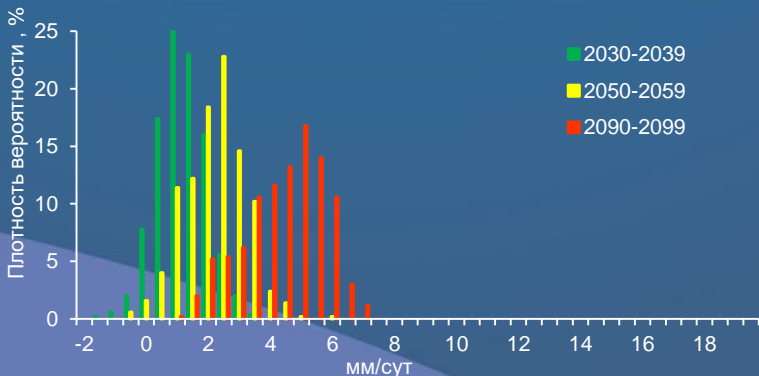
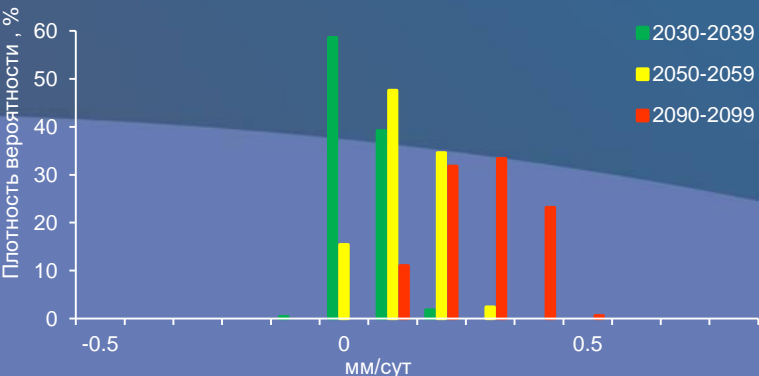
Средние годовые осадки

Годовой максимум осадков

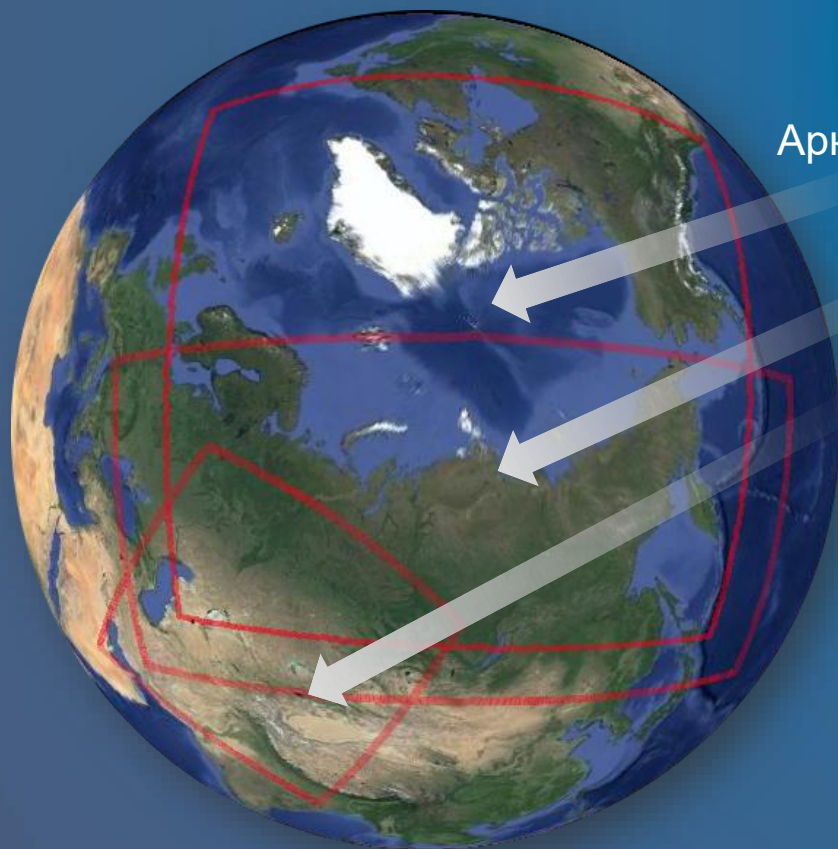
Региональная модель (25 км)



Глобальная модель (200 км)



Три ключевых блока МСМПКР на основе семейства региональных климатических моделей ГГО



Арктика (301×301)

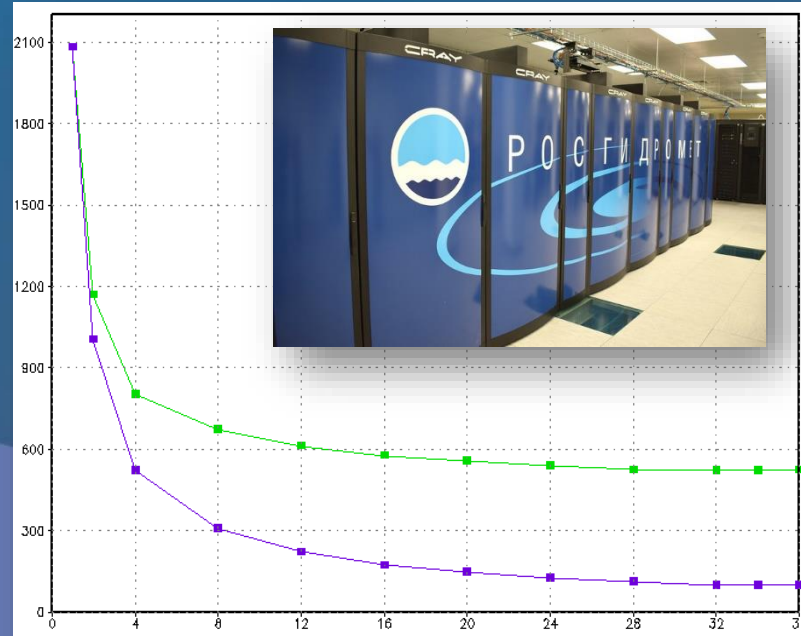
Северо-восточная Евразия
(381×183)

Средняя Азия
(157×215)

Зависимость скорости вычислений
атмосферного компонента МСМПКР
от числа ядер ВВК CRAY ГВЦ Росгидромета

- Контрольная версия
- Оптимизированная в рамках ВИПГЗ версия с новой радиационной схемой (этап 2022 года)

Время, с





- ✓ Речной сток
- ✓ Монолетнемерзлые грунты
- ✓ Пограничный слой атмосферы
- ✓ Идентификация циклонов и шторм-треков
- ✓ Продуктивность растительности (модели урожайности)
- ✓ Воздействия на городскую инфраструктуру
- ✓ др.



Объединение модели атмосферы ГГО с моделью океана и льда ИВМ/КарНЦ

Горизонтальное разрешение компонент 25 км (атмосфера) и 14 км (океан)

Парадигма MPI: своё пространство у каждой модели и процедуры для обмена сообщениями

Минимальное вмешательство в код

Информация о дате старта, рестарте, соглашениях обмена данных — от коммуникатора

Передача потоков из атмосферы в океан каждые 3 часа

Передача граничных условий из океана в атмосферу каждые 24 часа

Граничные условия - реанализы GLORYS (океан) и ERA5 (атмосфера)



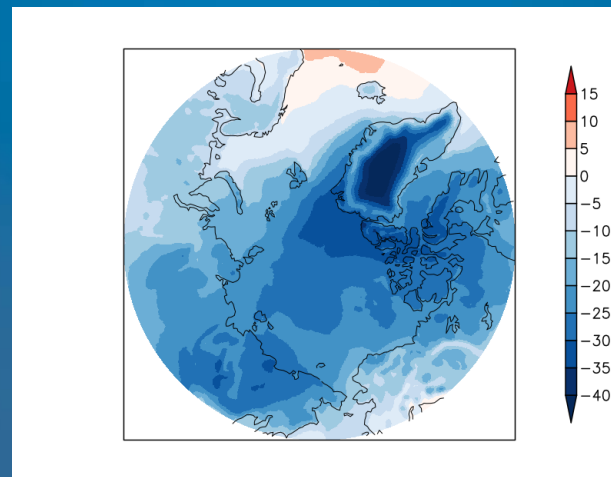
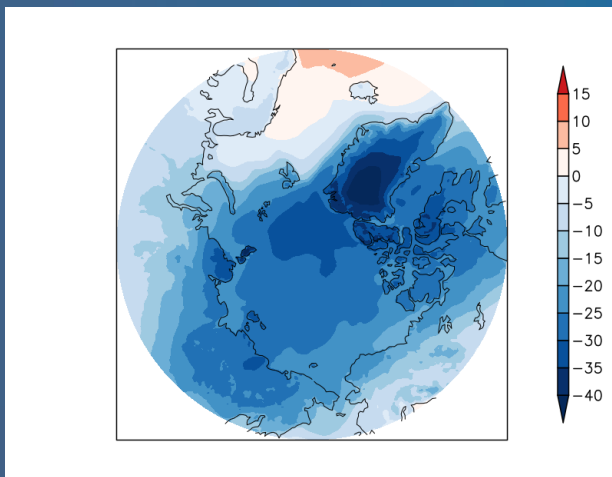
Объединение модели атмосферы ГГО с моделью океана и льда ИВМ/КарНЦ

Температура воздуха у поверхности (грС)

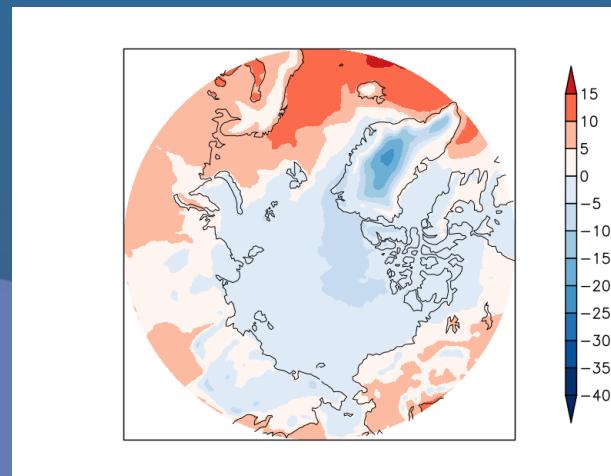
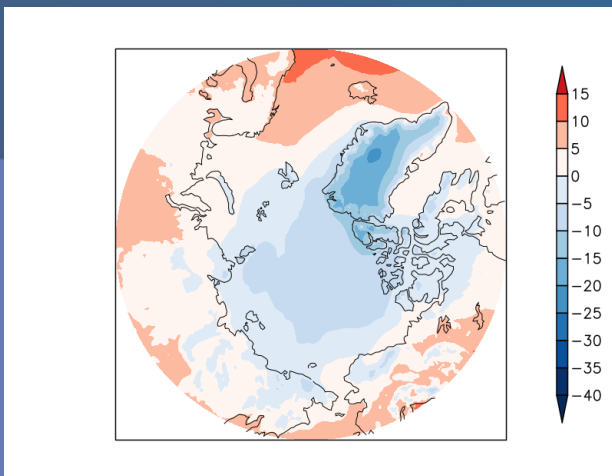
Реанализ

Объединенная модель

Март



Сентябрь





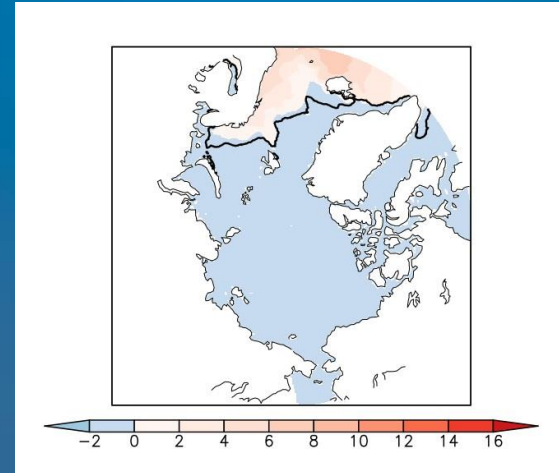
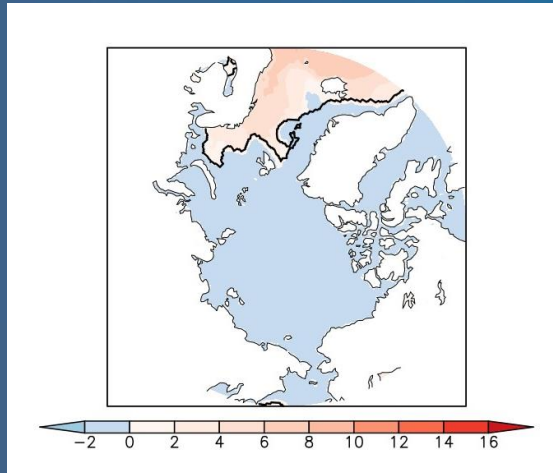
Объединение модели атмосферы ГГО с моделью океана ИВМ/КарНЦ

Температура поверхности океана (грС) и граница ледового покрова

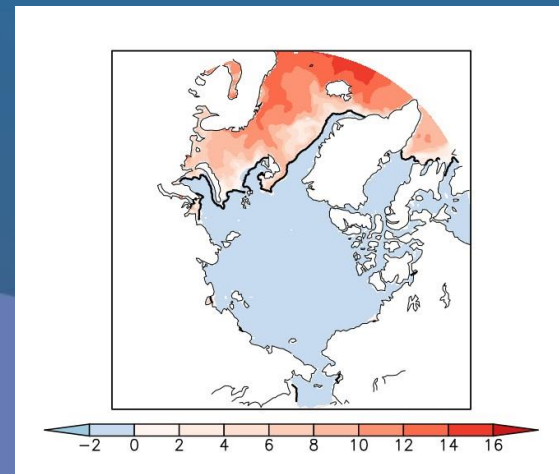
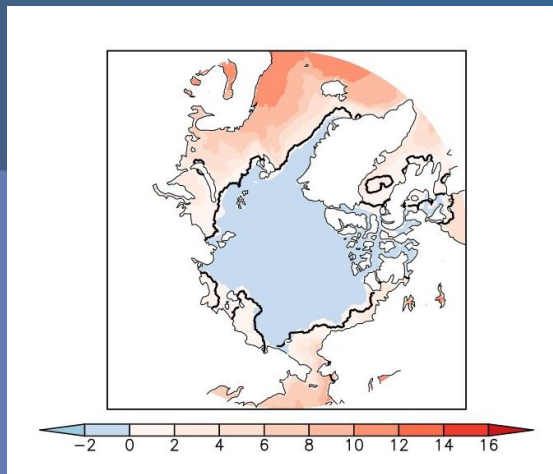
Реанализ

Объединенная модель

Март



Сентябрь

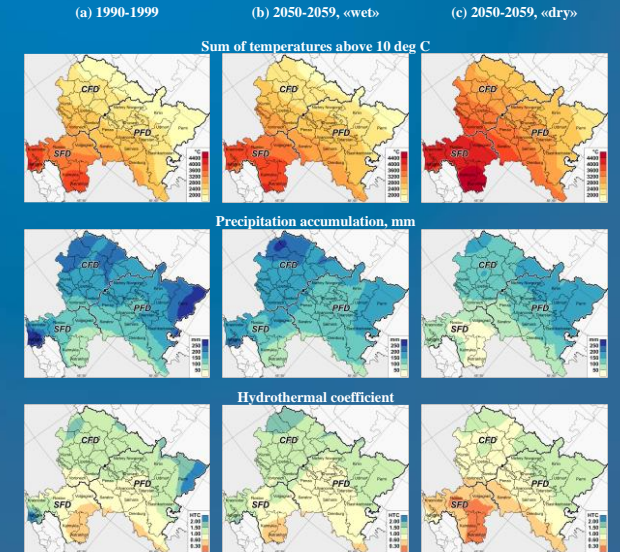
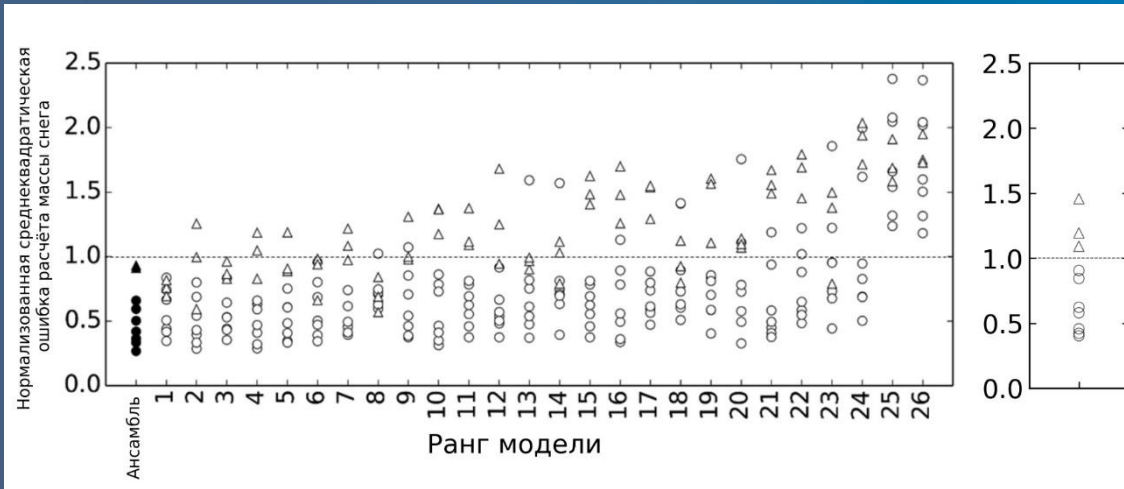


Северо-восточная Евразия



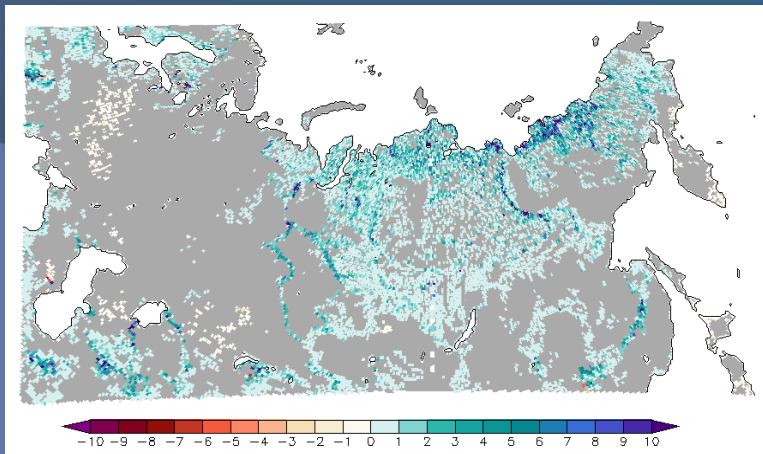
Новая схема параметризации процессов тепло- и влагообмена
в снежном (растительном) покрове и деятельном слое почвы

Вероятностный прогноз изменения
условий выращивания пшеницы



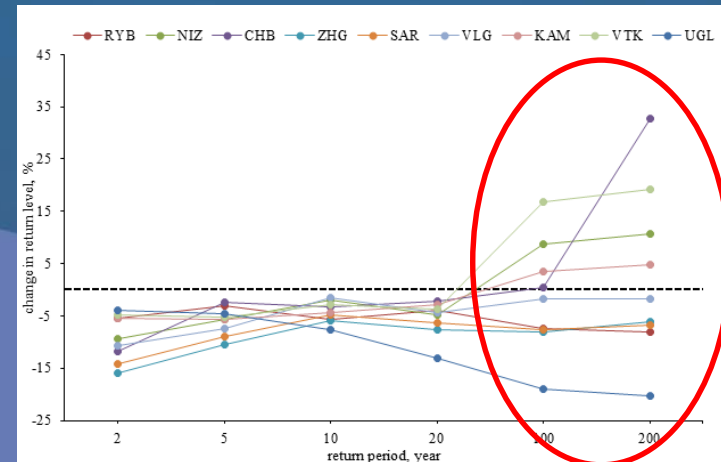
Речные стоки и воздействие на гидроэнергетику

Изменение площади затопления

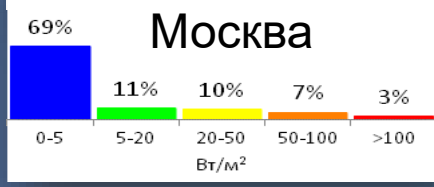
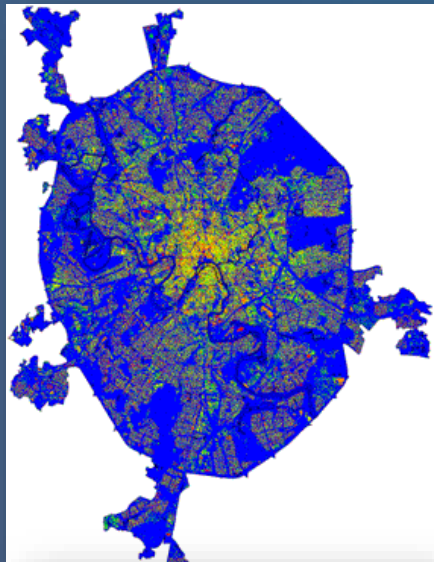


отношение сигнала к шуму < 1

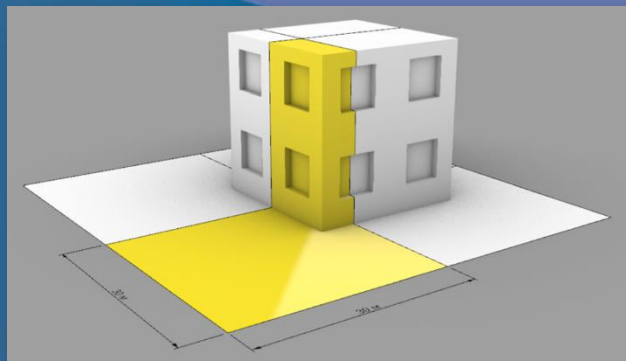
Изменение экстремальных расходов воды на ГЭС к 2055 г.



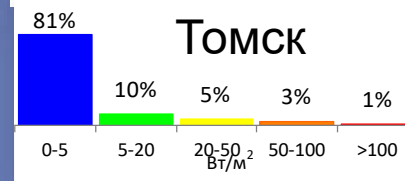
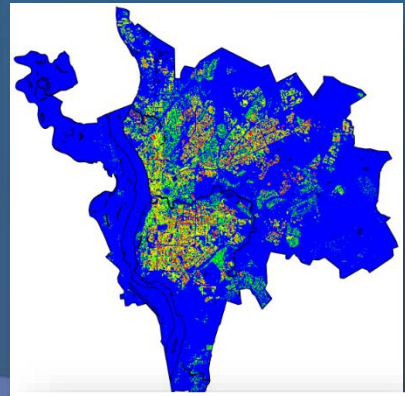
Все регионы: Города – «тепловые острова»



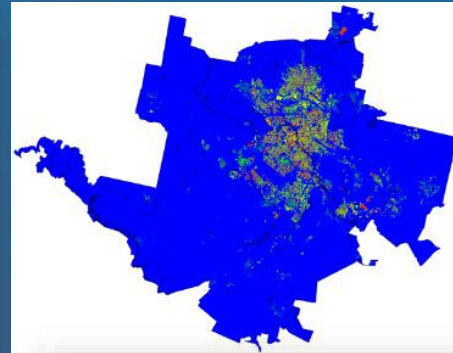
$t_H = -2.2 \text{ C}$



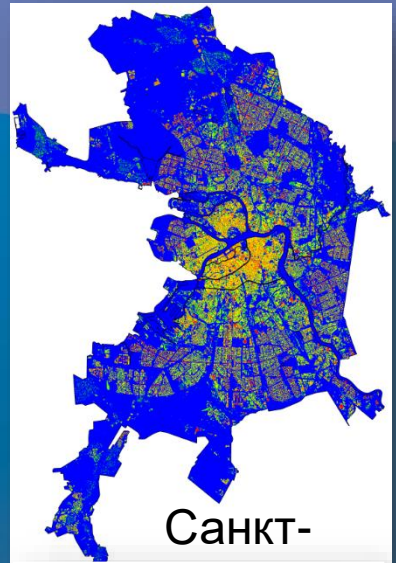
Расчетная сетка, покрывающая территорию мегаполиса, разбивает ее на ячейки $30 \times 30 \text{ м}^2$ и делит здания на отдельные части, по которым считается суммарный поток тепла Q_F внутри каждой j -й ячейки.



$t_H = -7.8 \text{ C}$



$t_H = -5.5 \text{ C}$



$t_H = -1.2 \text{ C}$



Включение новых компонентов в МСМПК, в т.ч. углеродного цикла в экосистемах (на основе разработок К-1 и с использованием результатов К-2 и К-4)

Увеличение пространственного разрешения МСМПК (10 км в атмосфере)

Расширение списка анализируемых климатических индексов

Обновление сценарной базы высокоразрешающих прогнозов для регионов России на регулярной основе

Взаимодействие со всеми остальными направлениями К-3, а также с другими консорциумами