



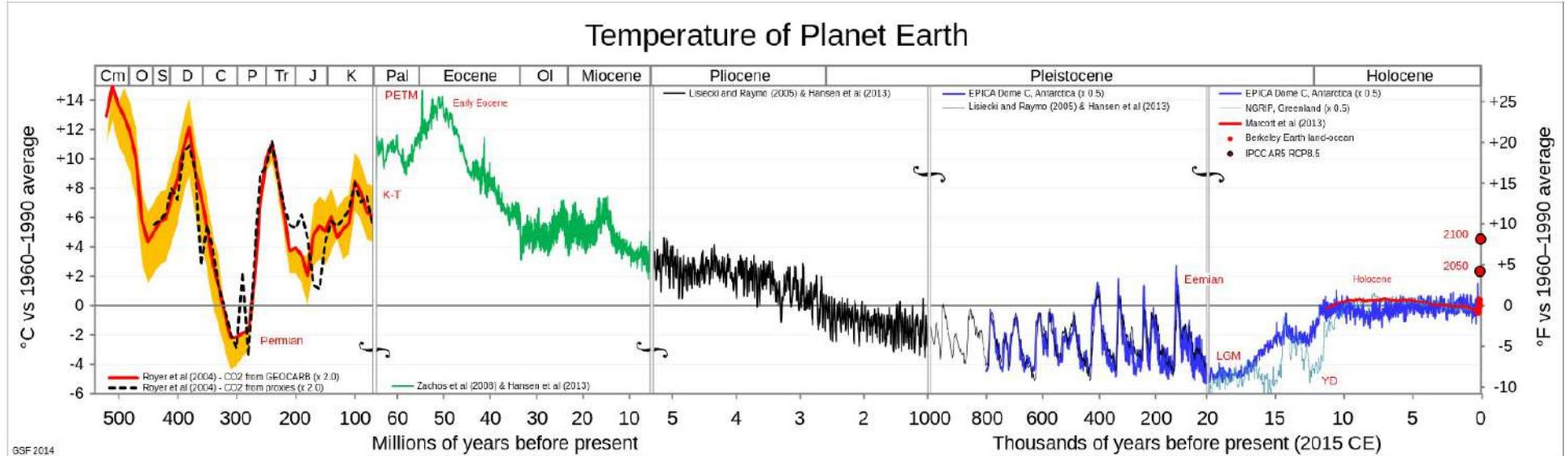
XIV Международная научно-техническая конференция «Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса»

# Научные исследования и разработки Уральского государственного лесотехнического университета

Фомин В.В., Залесов С.В., Нагимов З.Я.,  
Михайлович А.П., Агапитов Е.М., Рогачев В.Е.,  
Стратонов Д.Д., Лантинова А.В., Чудинов С.А.,  
Волков А.А., Тихонов С.Л.

Екатеринбург, 06 февраля 2026

# Глобальное изменение климата

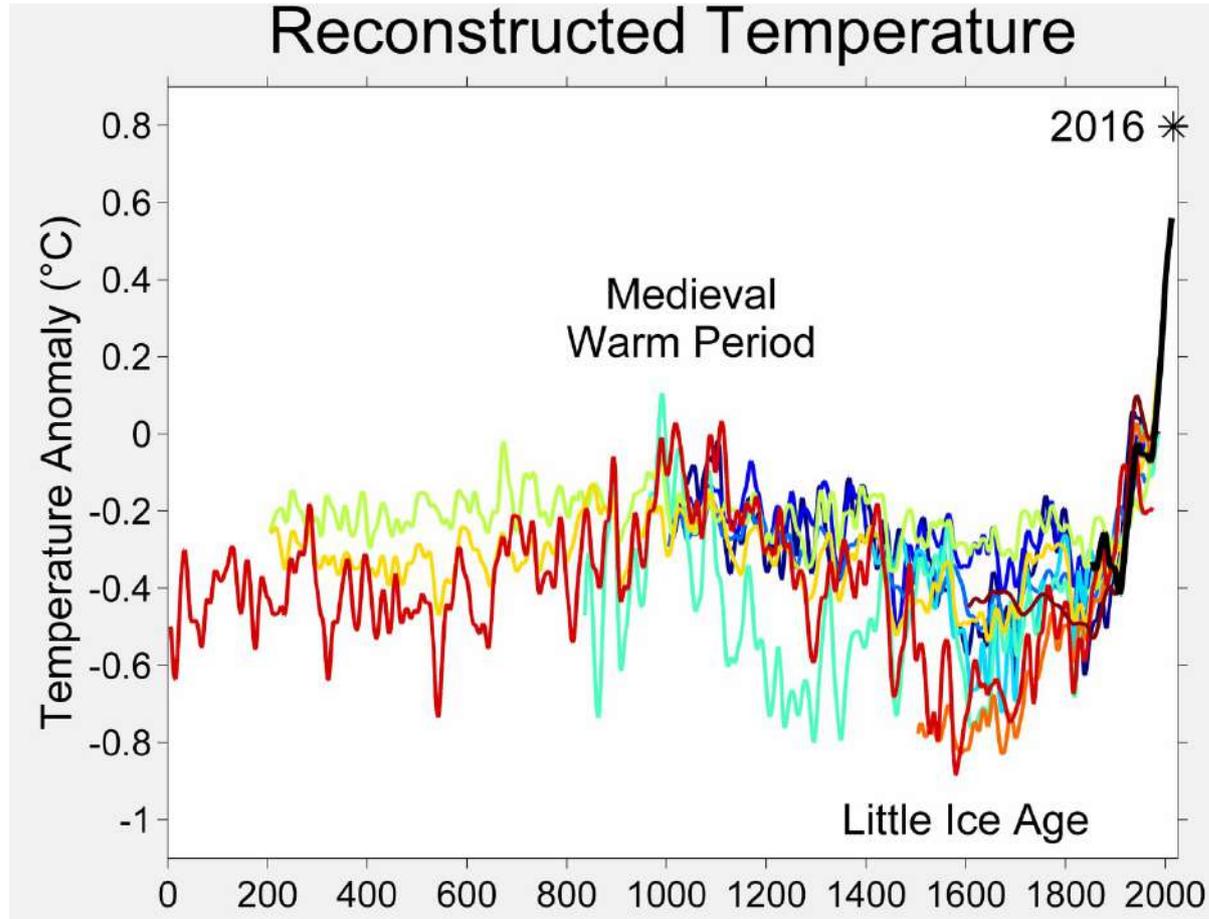


Global average temperature estimates for the last 540 My (Author: Glen Fergus, CC BY SA 3.0):

<https://hackaday.com/2021/08/11/figuring-out-earths-past-climate-through-paleoclimatology-and-its-lessons-for-today/>

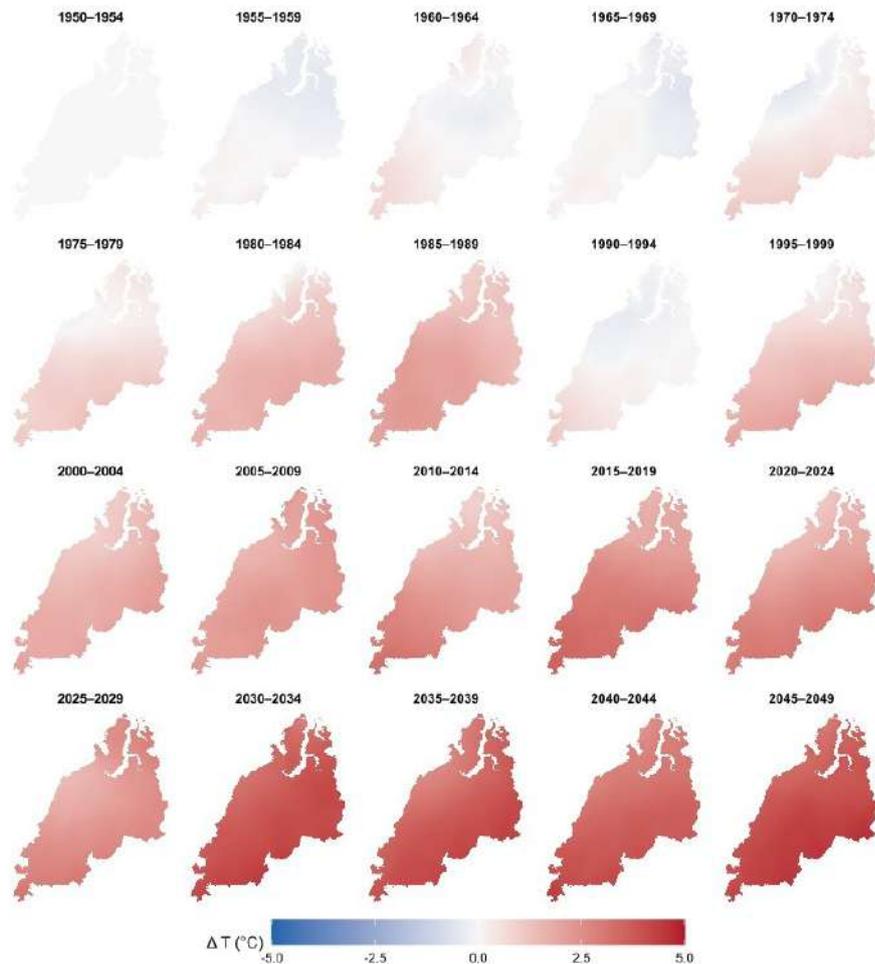
# Глобальное изменение климата

## Reconstructed Temperature



A comparison of 11 different published reconstructions of changes during the last 2000 years. (Source with references, CC BY SA 3.0: <https://hackaday.com/2021/08/11/figuring-out-earths-past-climate-through-paleoclimatology-and-its-lessons-for-today/>)

## Региональное изменение климата

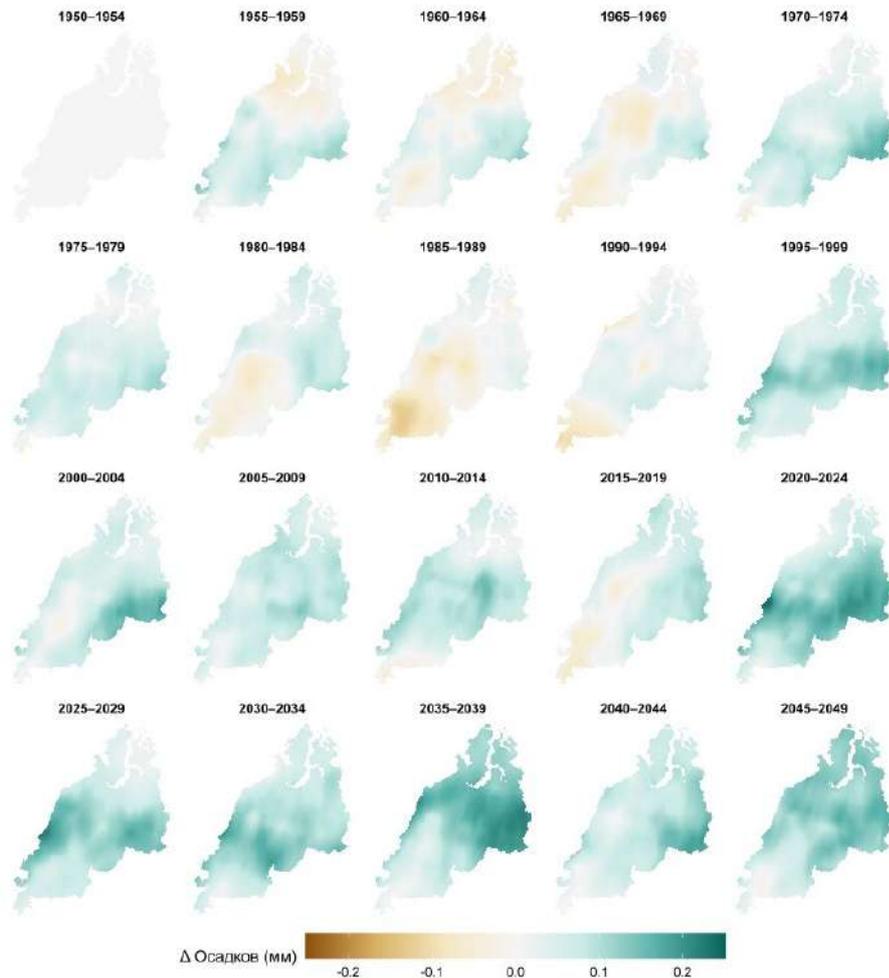


Пространственное распределение аномалий средней температуры воздуха ( $\Delta T$ , °C) за пятилетние периоды относительно базового периода 1950–1954 гг. (по данным реанализа ERA5 и модели BCC-CSM1-1-M)

Реанализ ERA5 оздан Европейским центром среднесрочных прогнозов погоды – European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)

Модель общей циркуляции атмосферы BCC-CSM1-1-M - Beijing Climate Center Climate System Model) за период 1950–2049 гг создана в Пекинском климатическом центре

## Региональное изменение климата

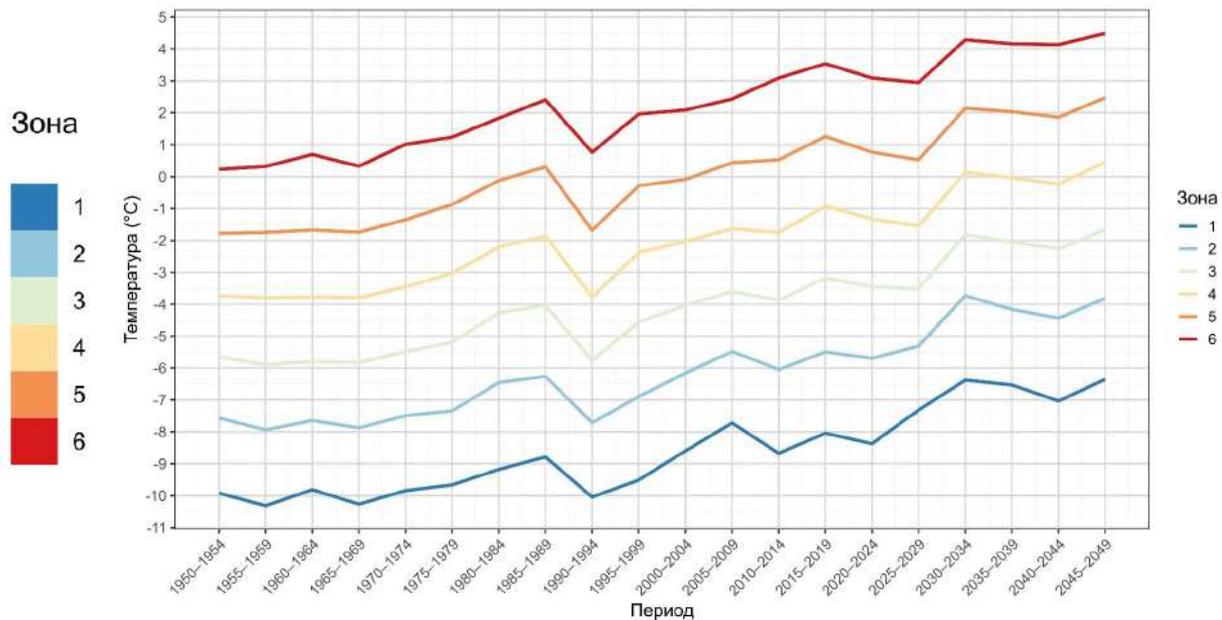
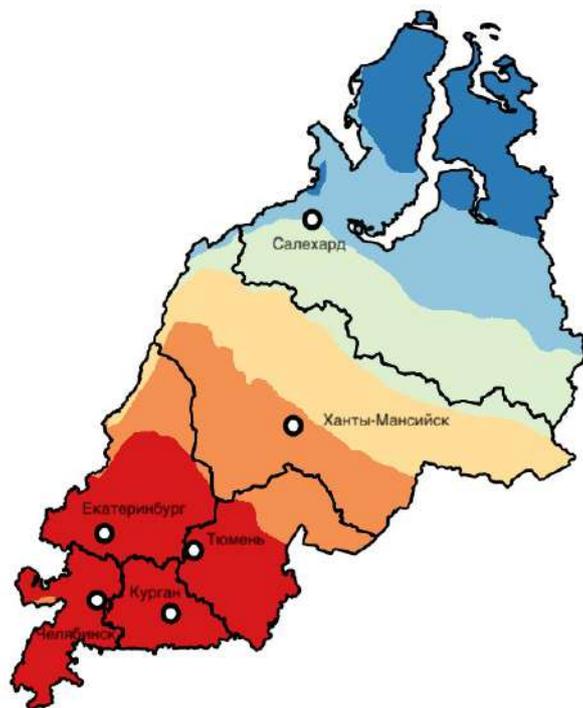


Пространственное распределение аномалий средних значений суммы осадков ( $\Delta R$ , мм) за пятилетние периоды относительно базового периода 1950–1954 гг. (по данным реанализа ERA5 и модели BCC-CSM1-1-M)

Реанализ ERA5 оздан Европейским центром среднесрочных прогнозов погоды – European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)

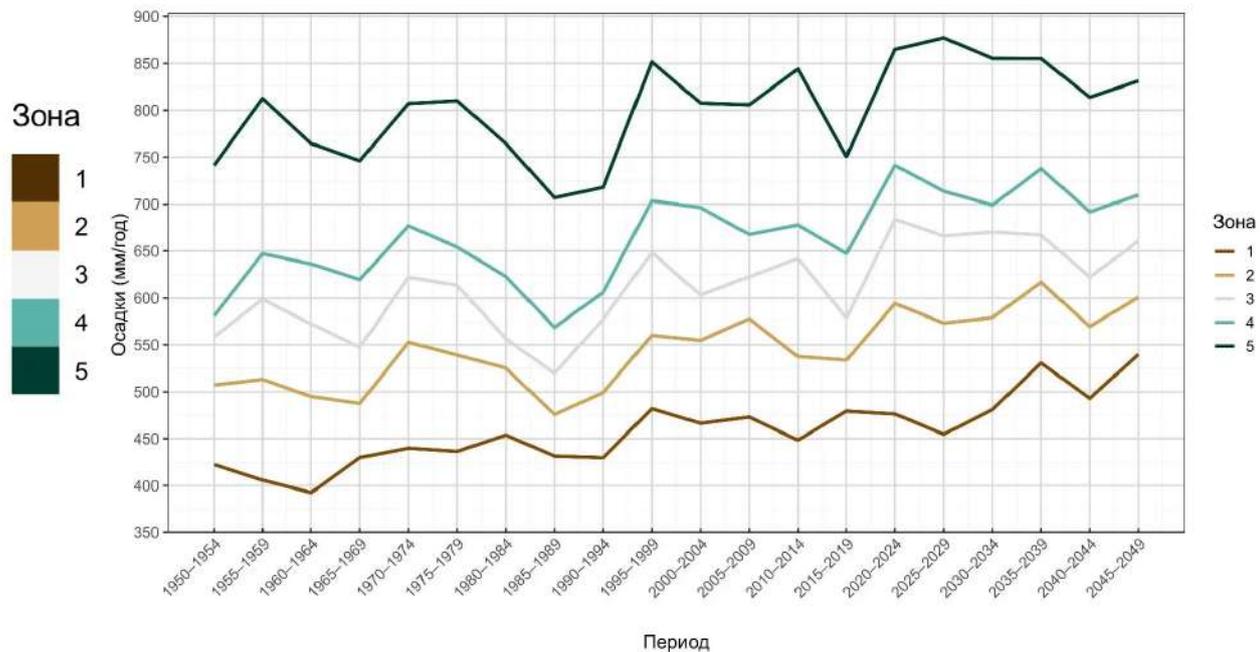
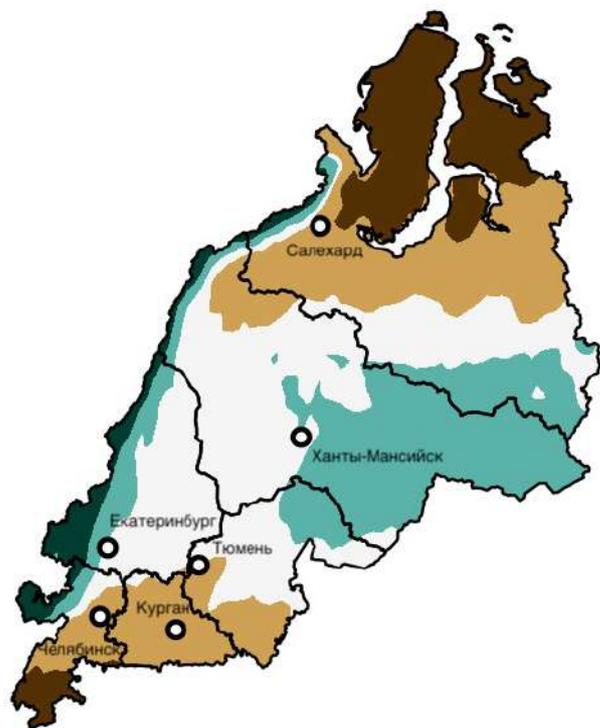
Модель общей циркуляции атмосферы BCC-CSM1-1-M - Beijing Climate Center Climate System Model) за период 1950–2049 гг создана в Пекинском климатическом центре

## Региональное изменение климата



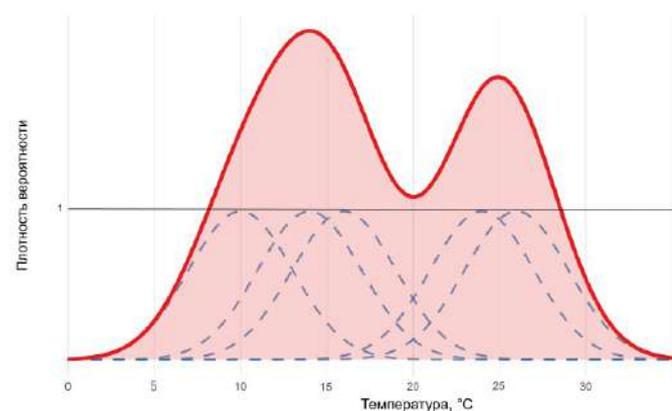
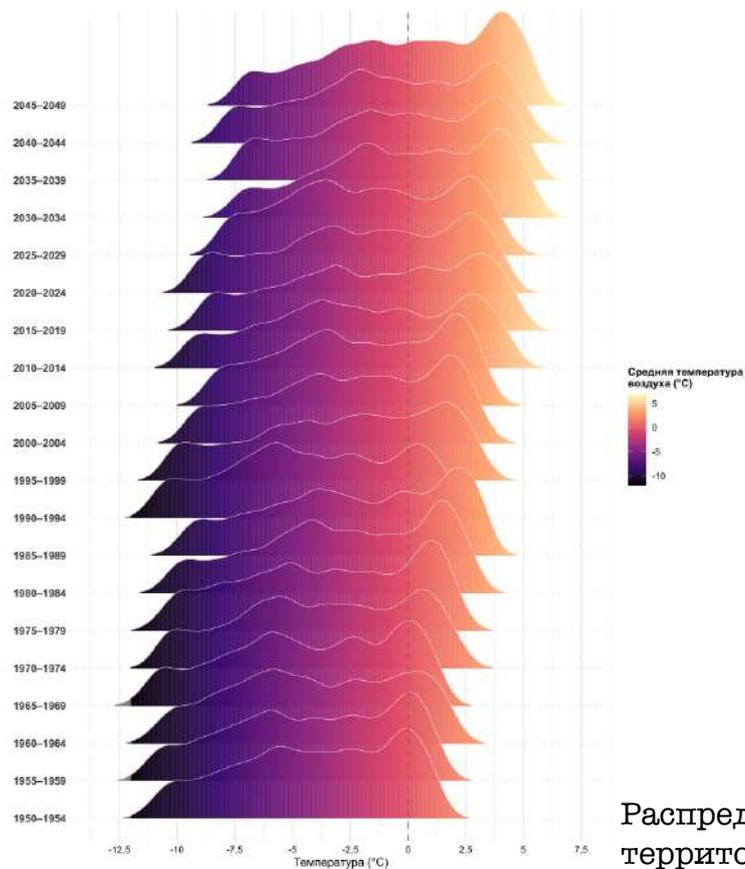
Картограмма районирования территории Уральского федерального округа по средним пятилетним значениям температуры воздуха, выполненная методом *K-means* и ход средних значений температуры воздуха в шести климатических зонах Уральского федерального округа

## Региональное изменение климата



Картосхема районирования территории Уральского федерального округа по средним пятилетним суммам осадков, выполненная методом *K-means*. Ход средних пятилетних сумм осадков в пяти климатических зонах Уральского федерального округа

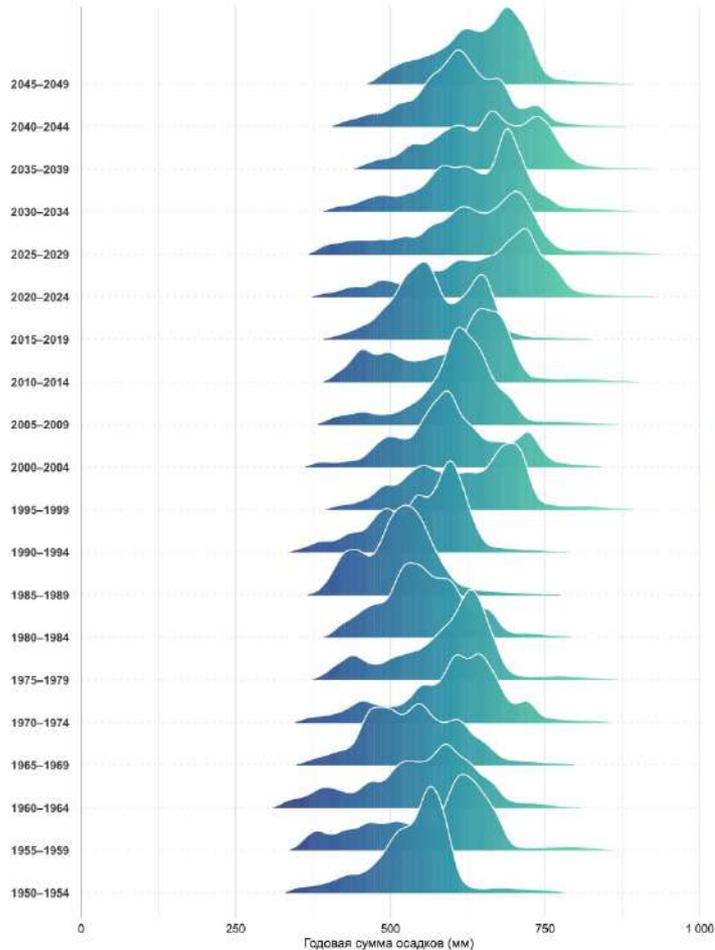
## Региональное изменение климата



Принципиальная схема метода ядерной оценки плотности (KDE). Пунктирными синими линиями показаны индивидуальные функции плотности (ядра Гаусса), соответствующие отдельным наблюдениям. Сплошная красная линия представляет итоговую функцию плотности вероятности, полученную суммированием индивидуальных ядерных функций

Распределения средней температуры воздуха по пятилетиям на территории Уральского федерального округа. Графики построены с использованием метода ядерной оценки плотности (KDE) по данным 10 000 случайным точкам для реанализа ERA5 и модели BCC-CSM1-1-M

## Региональное изменение климата



На протяжении исследуемого периода (1950–2024 гг.) гг. наблюдается тенденция к потеплению климата и росту его нестабильности в исследуемом районе

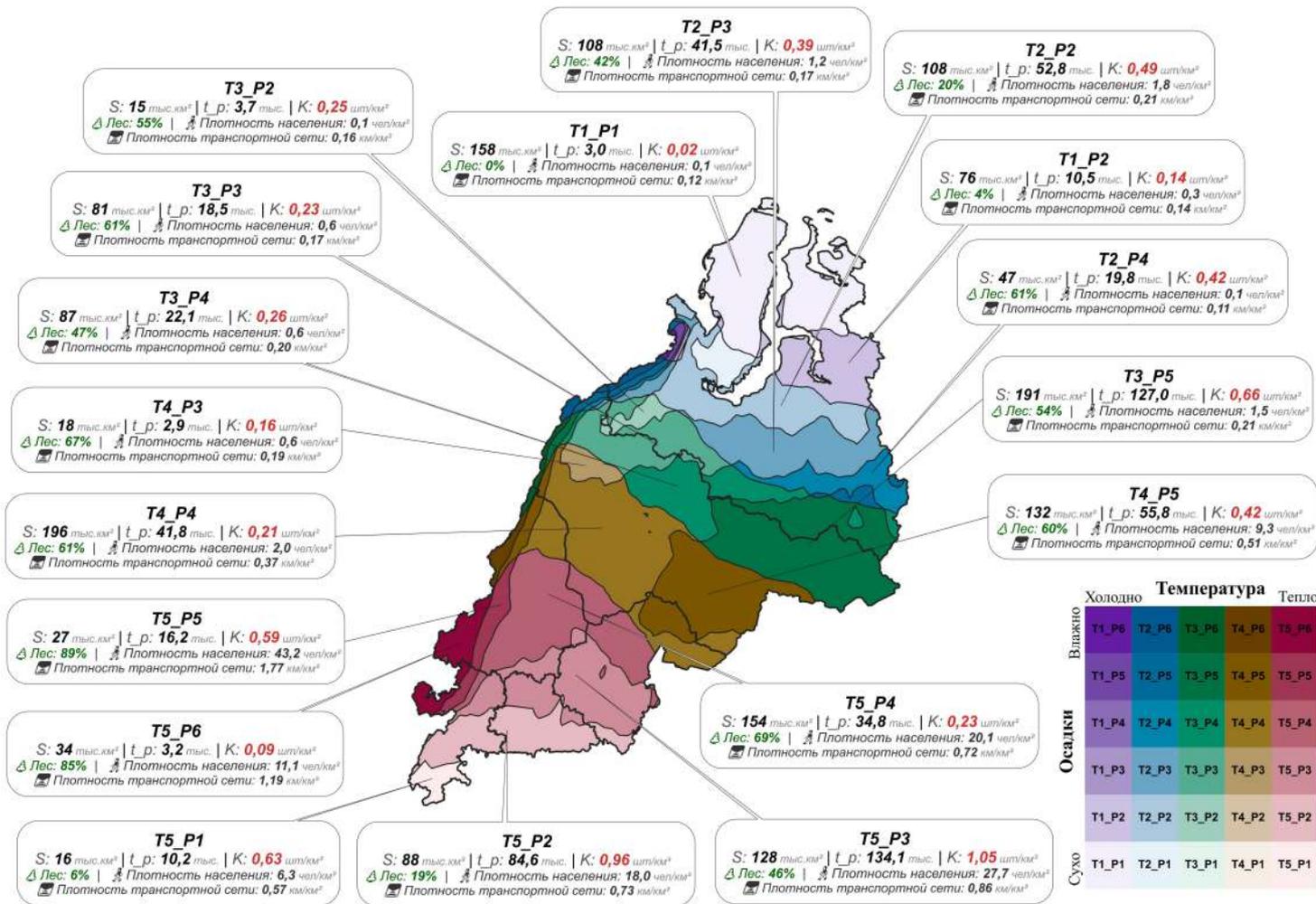
Это проявляется в сдвиге распределений в сторону более высоких значений температуры (сдвиг вправо) и увеличения дисперсии соответственно.

Наблюдается тренд увеличения количества осадков, однако с более выраженной, по сравнению с температурой воздуха пространственно-временной изменчивостью

Согласно прогнозному сценарию, в период с 2025 – 2049 гг. описанная выше тенденция к потеплению и увеличению осадков сохранится.

Распределение средних сумм атмосферных осадков по пятилетиям на территории Уральского федерального округа. Графики построены с использованием метода ядерной оценки плотности (KDE) по данным 10 000 случайным точкам для реанализа ERA5 и модели BCC-CSM1-1-M

# Региональное изменение климата



# Реакция экосистем на региональное изменение климата



## Полярный Урал

Горный массив Рай-Из

Снимки в 1962 и 2005  
годах сделаны С.Г.  
Шиятовым,

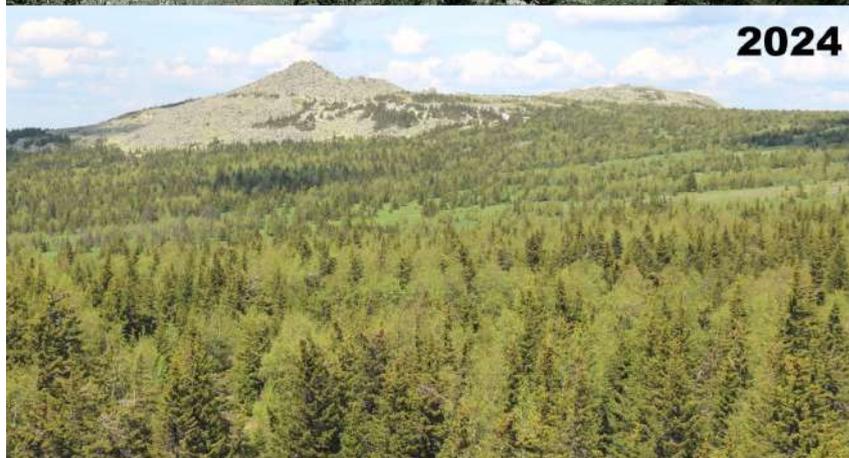
в 2015 и 2023 годах –  
Фоминым В.В.



# Реакция экосистем на изменение климата



1973



2024

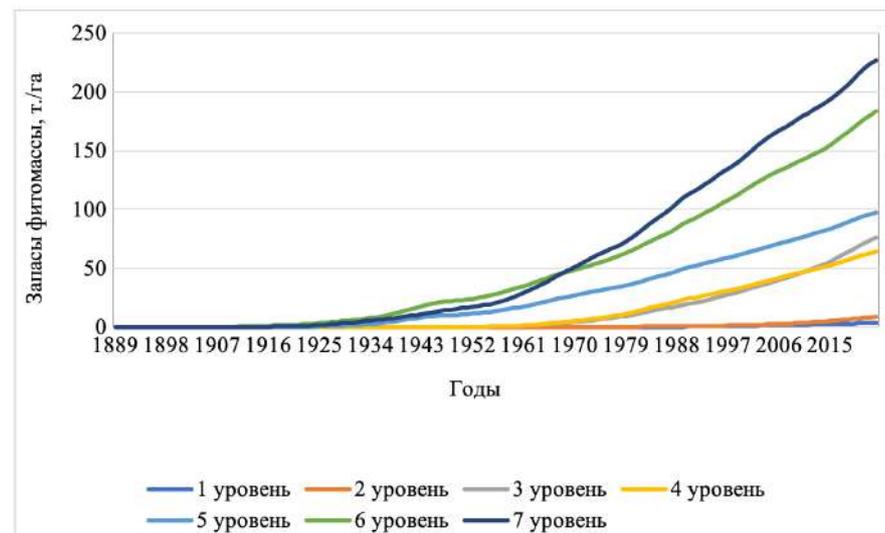
## Южный Урал

Горный массив Иремель

Снимок в 1973 году сделан С.Г.

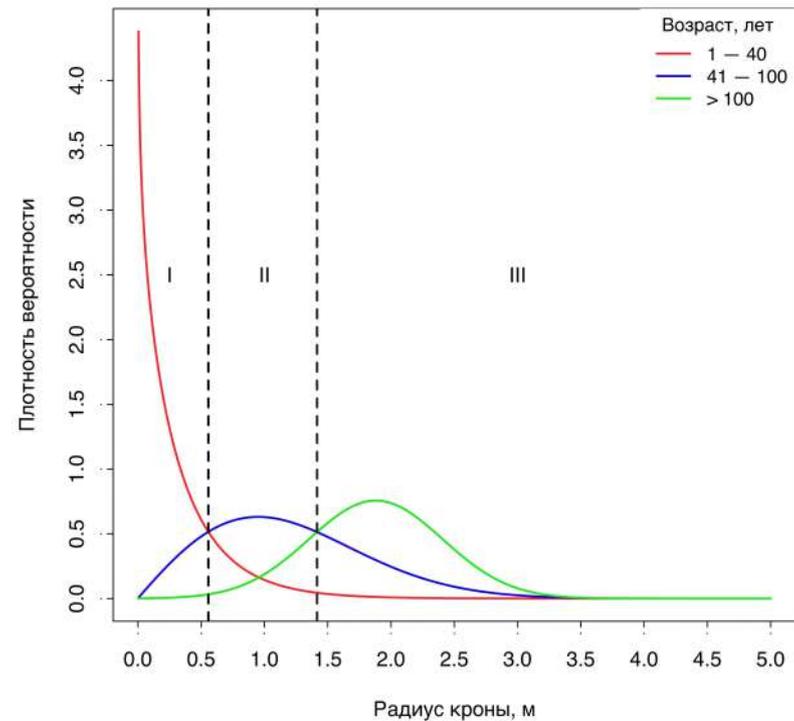
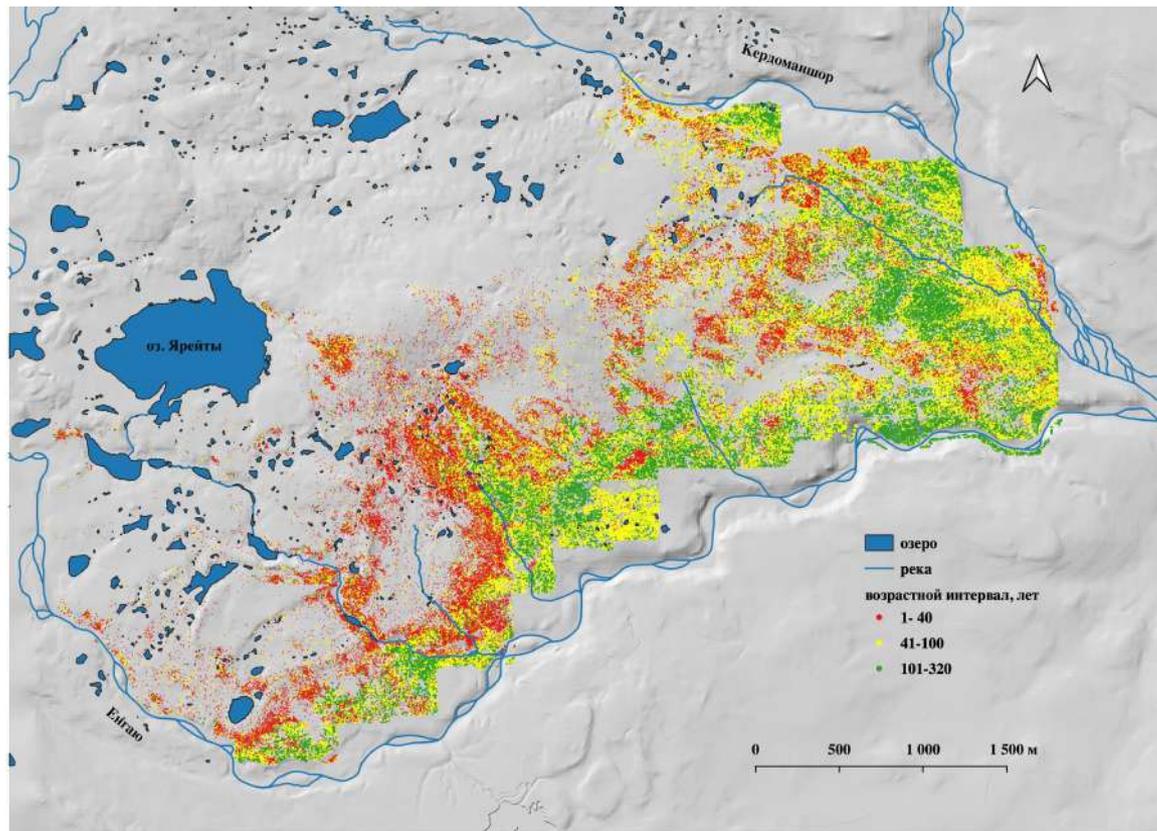
Шиятовым,

в 2024 годах – Григорьевым А.А.

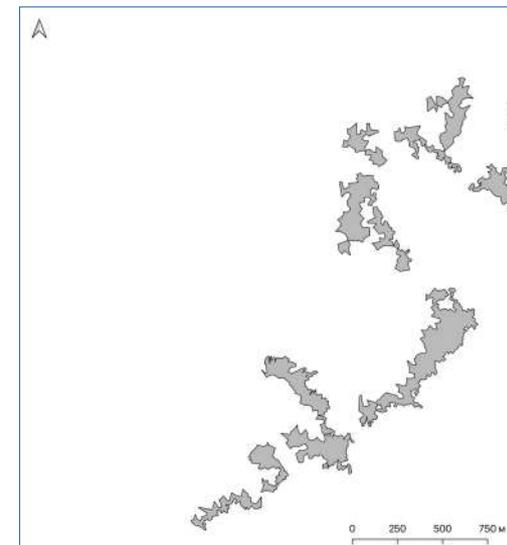
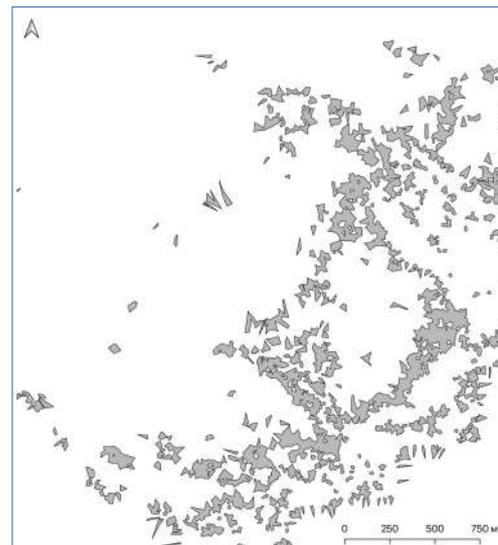
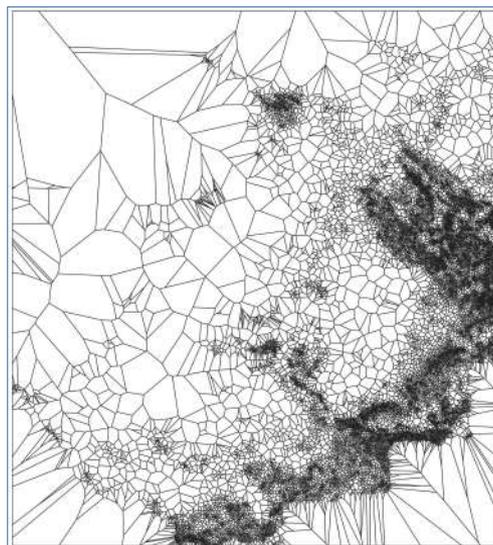
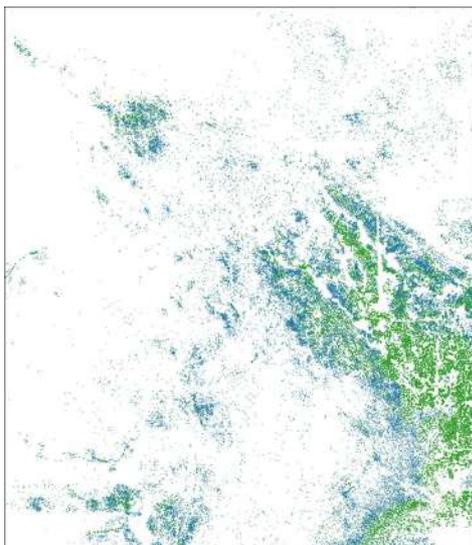


Реконструкция накопления надземной фитомассы древостоев ели сибирской на 7-ми высотных уровнях

# Реакция экосистем на изменение климата



# Автоматизированное геоботаническое картирование



**Множества и переменные:**  $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$  – множество точек, обозначающих особей в популяции, где  $t_i = (x_i, y_i)$  – координаты  $i$ -ой особи.

$V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$  – множество ячеек Вороного, соответствующих точкам  $T$ ,  $S(v_i)$  – площадь ячейки  $v_i$  ( $m^2$ ),  $\rho(v_i)$  – плотность популяции в ячейке Вороного  $v_i$  (шт/га).

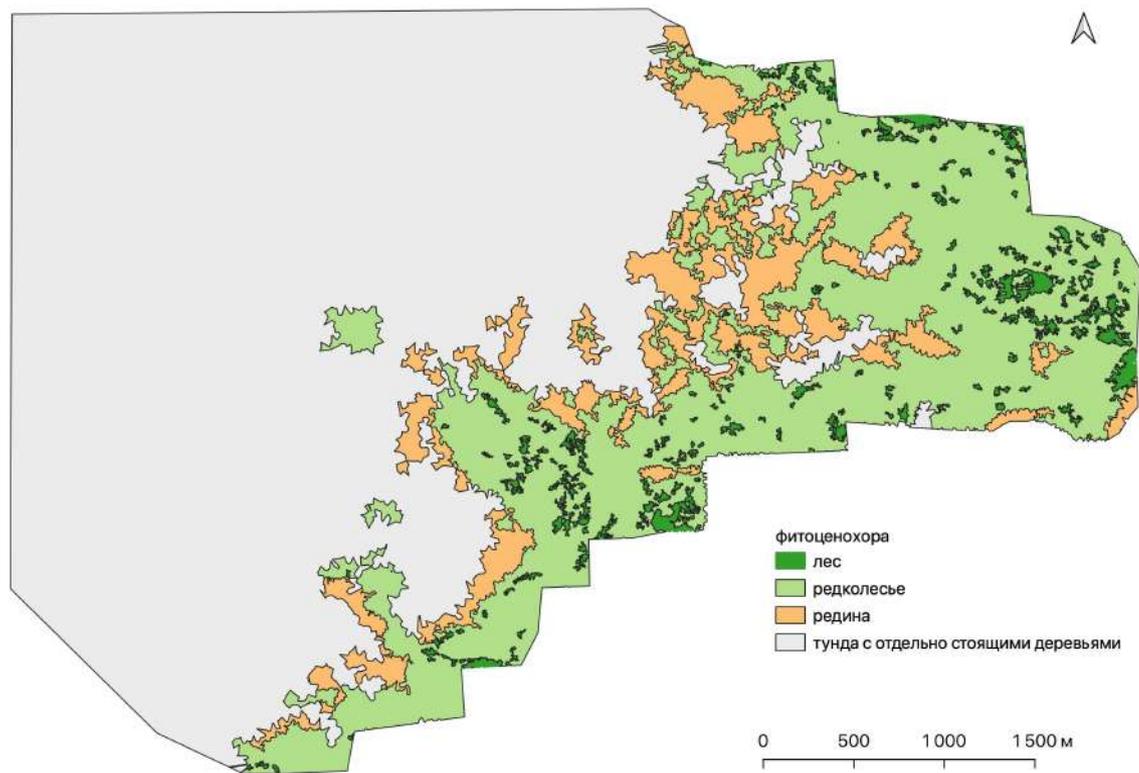
**Построение ячеек Вороного.** Вход:  $T = \{(x_i, y_i)\} (i = 1, \dots, n)$ ; Выход:  $V = \{v_i\} (i = 1, \dots, n)$ , где  $v_i$  – ячейка, содержащая все точки плоскости, ближайшие к  $t_i$ .

Формально:  $v_i = \{ (x, y) \in R^2 \mid \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \leq \sqrt{(x - x_j)^2 + (y - y_j)^2} \text{ для всех } j \neq i \}$ .

**Объединение смежных ячеек в выделы.** Для каждого подмножества  $V_k$  (где  $k$  – тип фитоценохоры) выполняется операция объединения полигонов с общими границами:  $W_k = \cup_{v_i \in V_k} v_i$  (с удалением внутренних границ). Результат: множество выделов  $W = \cup_k W_k$ .

Выделы разделяются на: валидные по пороговому значению площади  $W_k^{вал} = \{ w \in W_k \mid S(w) \geq S_{min\_k} \}$ ; невалидные  $W_k^{невал} = \{ w \in W_k \mid S(w) < S_{min\_k} \}$

# Автоматизированное геоботаническое картирование



Для каждого невалидного выдела  $w \in W_k^{\text{невал}}$  ищется смежный (касающийся) валидный выдел  $w' \in W_k^{\text{вал}}$ , где:

$k'$  – тип фитоценозоны с меньшей густотой, чем  $k$ ;

$w$  и  $w'$  имеют общую границу ( $w \cap w' \neq \emptyset$ ).

Если такой  $w'$  найден,  $w$  присоединяется к  $w'$ :  $w'_{\text{новый}} = w' \cup w$ . Иначе  $w$  остается без изменений.

## Объединение перераспределенных полигонов.

Для всех присоединенных невалидных полигонов выполняется объединение с целевыми валидными полигонами:

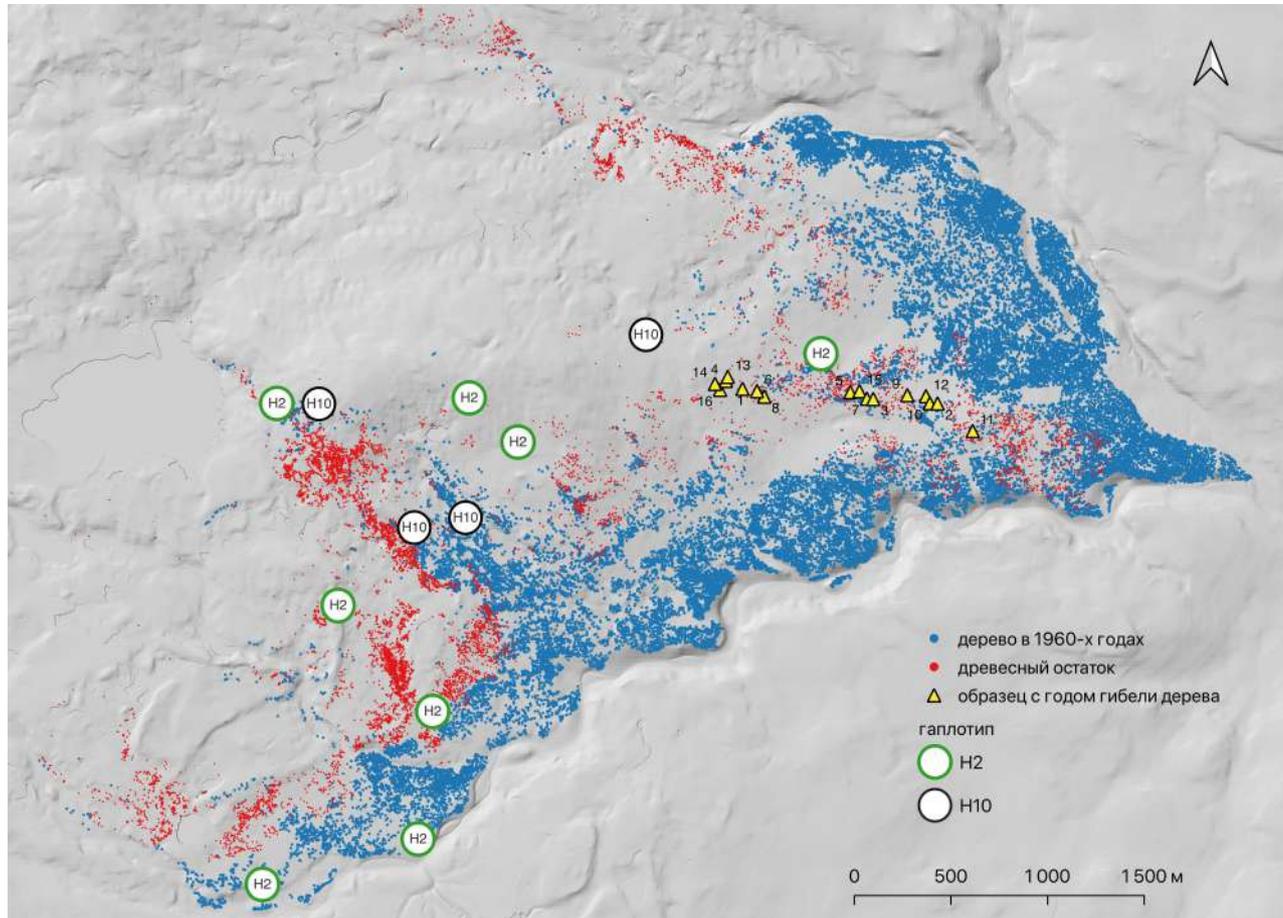
$W_k^{\text{вал\_новый}} = W_k^{\text{вал}} \cup ( \cup_{\{w \in W_k^{\text{невал}}, w \sim w'\}} w )$ ,

где  $w \sim w'$  означает смежность и соответствие правилам присоединения.

## Объединение всех выделов в один слой

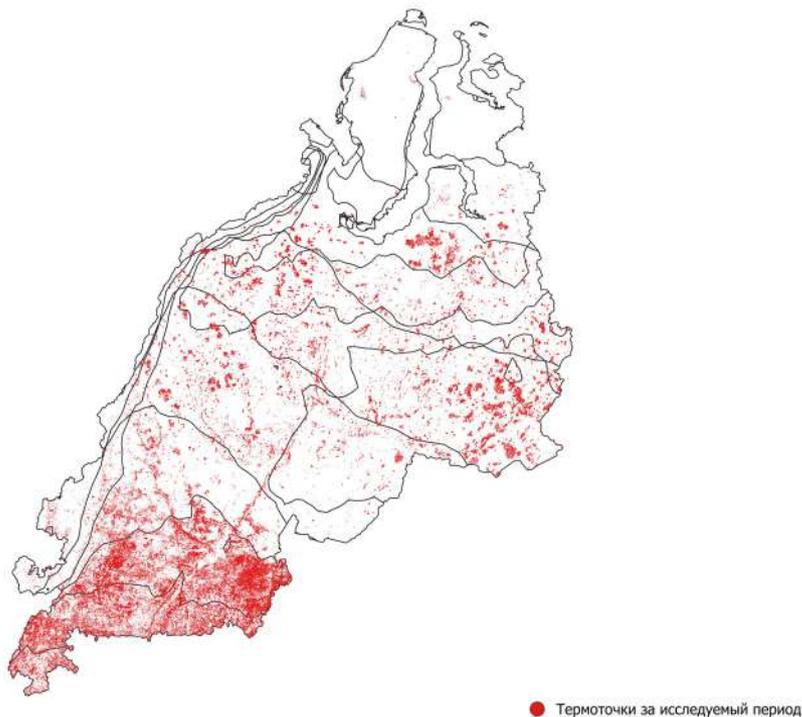
Формируется итоговое множество выделов:  $U = \cup_k W_k^{\text{вал\_новый}}$ .

# Исследование генетической структуры популяций



Распределение гаплотипов деревьев с данными о местоположении остатков деревьев, произраставших в районе исследований и погибших в ходе средневекового похолодания с конца XIII до конца XIX века и современных деревьев в середине 2010-х

## Совершенствование лесопользования в условиях меняющегося климата



Наблюдающиеся изменения климата вызывают необходимость пересмотра концепции ведения лесного хозяйства. Сложность последнего объясняется тем, что в различных регионах страны последствия изменения климата проявляются по-разному.

Так, в лесостепной зоне негативные последствия изменения климата проявляются в недостатке влаги, в таежной зоне – в продвижении на север ареалов многих вторичных вредителей, а в северных районах – в оттаивании многолетней мерзлоты.

Указанные факторы влияют не только на потенциальную горимость лесов, о чем было сказано ранее, но и на рост древесной растительности и устойчивость лесных насаждений. Последнее необходимо учитывать при планировании и проведении всех лесоводственных мероприятий.

## Совершенствование лесопользования в условиях меняющегося климата

Экспериментально установлено, что в арендных участках крупных целлюлозно-бумажных комбинатов (с объемом заготовки 500 тыс. м<sup>3</sup>/год и более) возраст спелости целесообразно устанавливать не по количественной, а по технической спелости наиболее востребованных сортиментов – балансов. Снижение возраста спелости, без дополнительных финансовых вложений позволит решить целый ряд экономических и экологических задач.

**Во-первых**, снижение возраста спелости уменьшит оборот рубки и по нашим подсчетам в 1,5 раза повысит продуктивность лесов за счет более высокого прироста и короткого оборота рубки.

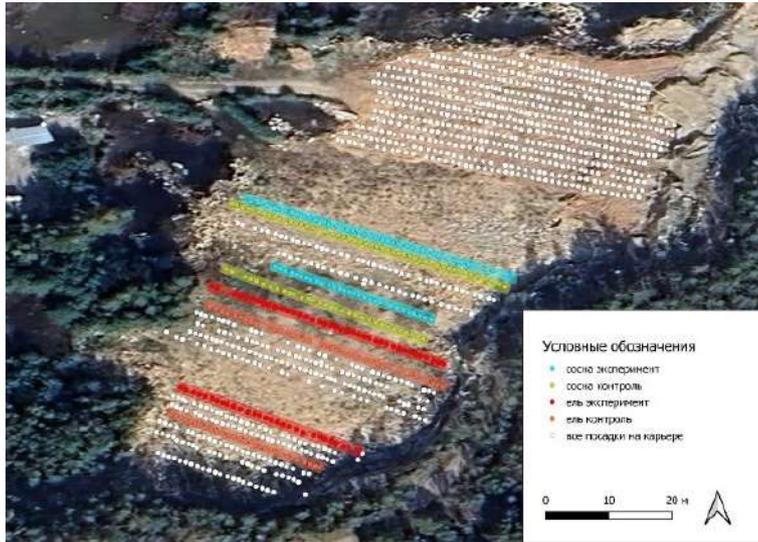
**Во-вторых**, минимизируются риски ветровала и бурелома в еловых насаждениях, поскольку устойчивость против сильного ветра понижается в старовозрастных насаждениях.

**В-третьих**, по причине более раннего поступления насаждений в рубку уменьшается масса напочвенных горючих материалов и минимизируются риски гибели древостоев от лесных пожаров.

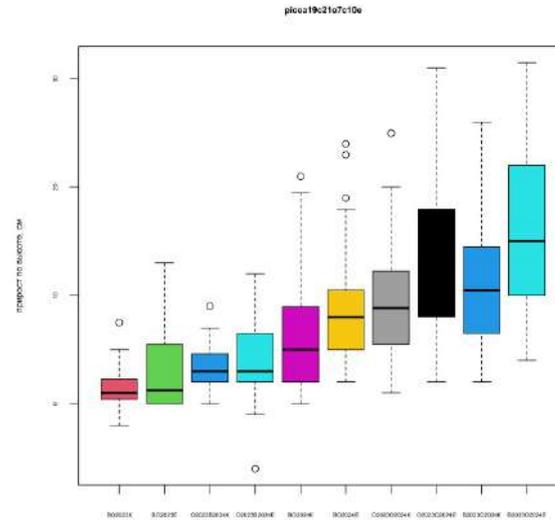
**В-четвертых**, улучшается санитарное состояние лесов, так как напенная гниль ели, как правило, появляется в древостоях старше 100 лет.

**В-пятых**, в связи с изменением климата резко возрастает опасность эпифитотий стволовых вредителей, в частности, короеда типографа (*Ips typographus* L.). Проведенными нами ранее исследованиями (Иванчина, Залесов, 2018; Иванчина и др., 2018) установлено, что в условиях Пермского края короед типограф практически не повреждает деревья ели с диаметром на высоте 1,3 м менее 16 см. Следовательно, снижение возраста спелости и переход на заготовку хвойных балансов предотвратит развитие очагов короеда типографа в еловых насаждениях.

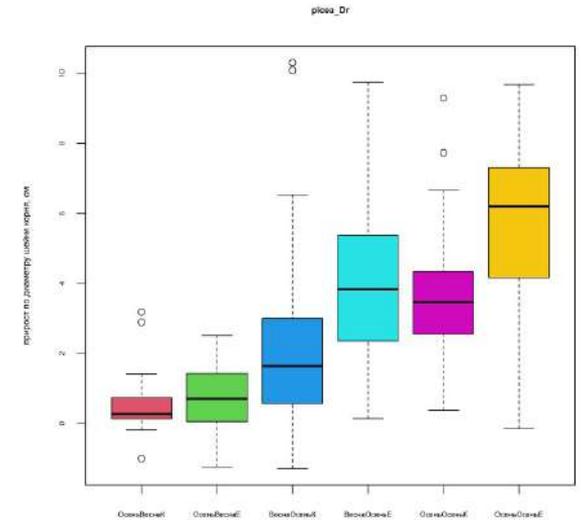
# Влияние аморфного кремнезема на рост сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) на рекультивируемом гранитном карьере



а



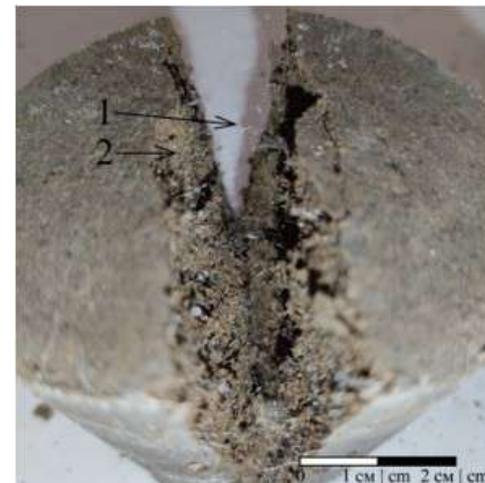
б



в

Картосхема гранитного карьера со схемой посадки древесных растений, графики прироста по высоте (б) и по диаметру шейки корня (в) для ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.): В - весна, О - осень, К — контроль, Е - опыт

# Совершенствование технологии устройства высокопрочных и долговечных конструкций дорожных одежд на основе дисперсно-армированных укрепленных грунтов



Строительство 10 опытных участков лесовозных лесных дорог III-л категории на территории ГКУ СО «Карпинское лесничество» и ГКУ СО «Ирбитское лесничество»



# Разработка технологий комплексной утилизации, переработки и использования техногенных отходов в дорожном строительстве: золы уноса ТЭС, вторичный щебень, нефтешламы



НИОКР по теме: «Разработка и оформление нормативно-технической, типовой проектной и типовой технологической документации на золоминеральную смесь и минеральных порошков на основе золы-уноса Рефтинской ГРЭС для применения в дорожном строительстве»

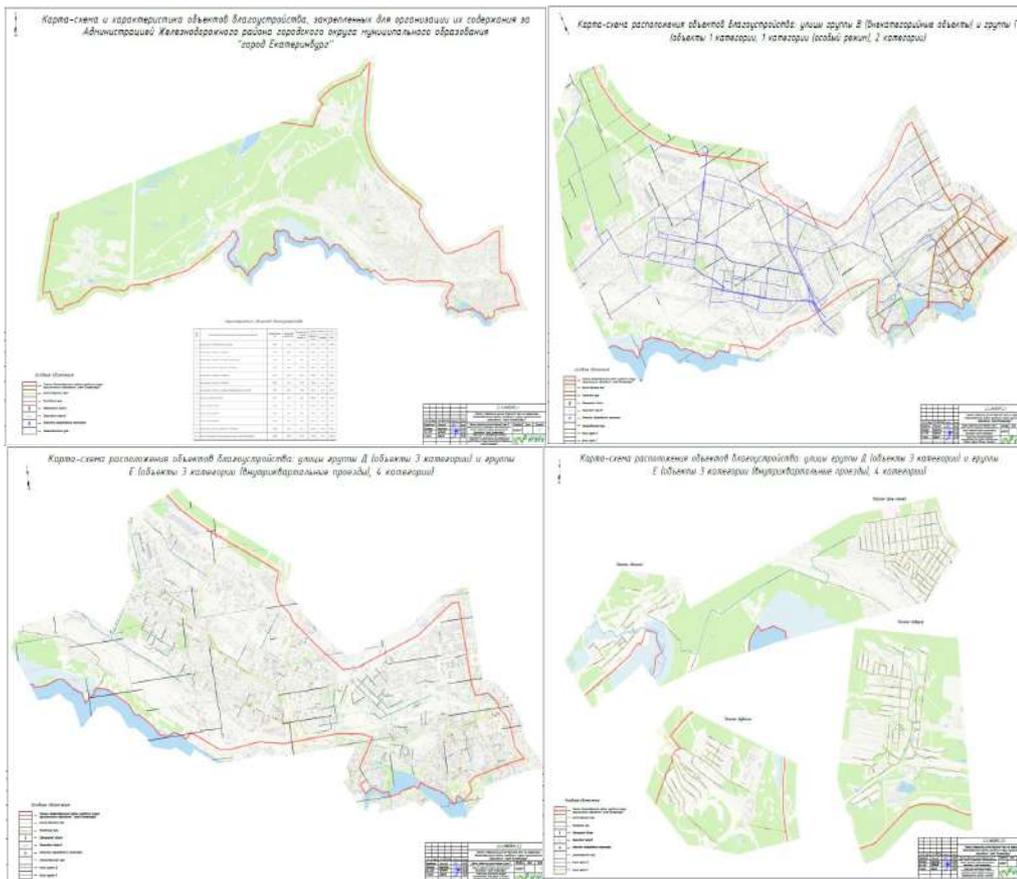


НИОКР по теме: «Исследование характеристик щебня, песка и песчано-щебеночных смесей из дробленого бетона для строительства автомобильных дорог с разработкой альбома типовых проектных решений конструкций дорожных одежд»



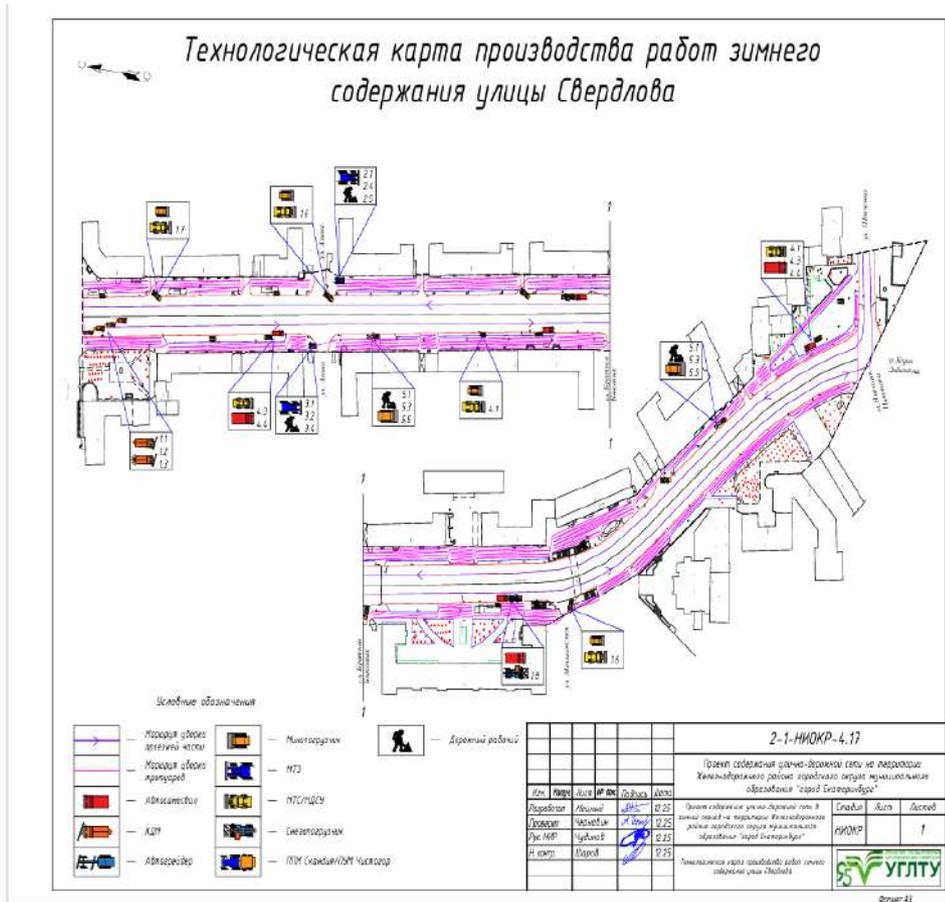
НИОКР по теме: «Разработка технологии устройства капилляропрерывающих прослоек и укрепления грунтов органическими добавками на основе нефтешламов»

# Проект содержания улично-дорожной сети на территории Железнодорожного района городского округа муниципального образования «город Екатеринбург»



Разработаны карты-схемы с характеристиками объектов благоустройства, закрепленных для организации их содержания за Администрацией Железнодорожного района городского округа муниципального образования «город Екатеринбург»

# Проект содержания улично-дорожной сети на территории Железнодорожного района городского округа муниципального образования «город Екатеринбург»

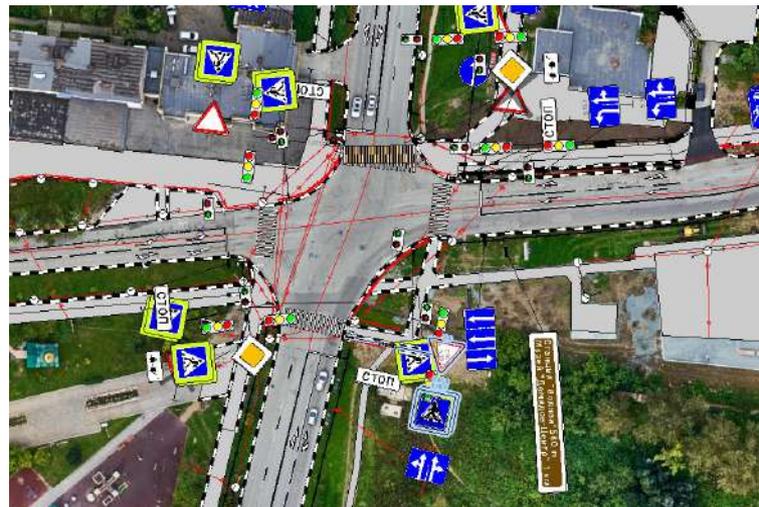


Технологические карты производства работ зимнего содержания элементов улично-дорожной сети по каждой улице и дороге

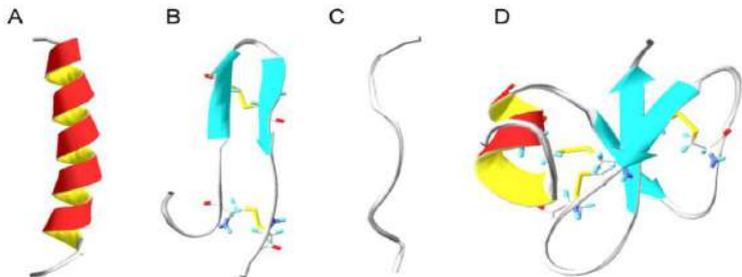


## Совершенствование лесопользования в условиях меняющегося климата

Проект организации дорожного движения и комплексная схема организации дорожного движения на территории Муниципального округа г. Ревда инновационным методом – с использованием единой 3D-стереомодели. Реализованный подход - основа высокодетального цифрового двойника территории, обладающая точностью измерений 10 см в плане и 17 см по высоте, созданная в соответствии с ГОСТ 58854-2020



## Разработка, прогнозирования свойств, синтез пептидомиметиков, обладающих направленным биологическим действием и биодоступностью *per os*

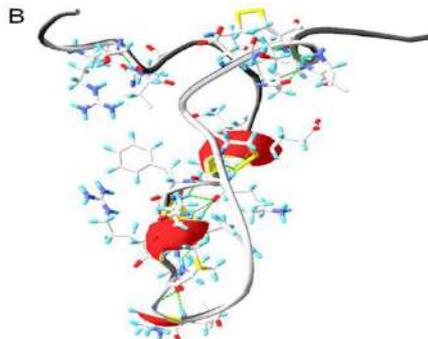
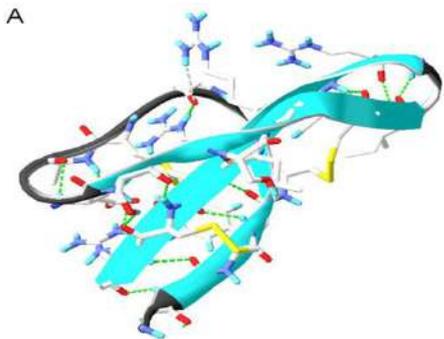


На основе биоинформационных протеомных баз данных спроектированы с предсказанием вторичной структуры и синтезированы с применением молекулярно-пептидной трансплантации активных аминокислотных последовательностей в циклический каркас **пептидомиметики нейропротекторного, антитромбинового, регенеративного, антимикробного** и другого действия с возможностью применения *per os*;

Синтезированы пептидомиметики в Китае;

Доказана эффективность пептидомиметиков на клетках в эксперименте *in vitro*;  
выработаны **опытные образцы мороженого «Пломбир сливочный», обогащенные пептидом с противовирусным действием,**

# Разработка, прогнозирования свойств, синтез пептидомиметиков, обладающих направленным биологическим действием и биодоступностью *per os*



## Планируется:

- разработка паштетов, обогащенных пептидомиметиком нейропротекторного действия;
- проведение эксперимента по влиянию паштета, обогащенного пептидомиметиком нейропротекторного действия на лабораторных животных (белые крысы);

## Перспективы:

- создание пищевой продукции, профилактического действия (нейропротекторного, антимикробного, регенеративного и др).
- создание косметических средств регенеративного действия (помощь в поиске бизнес-партнера по производству);

**Спасибо за внимание!**