

**ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ 7.10.  
ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В АТМОСФЕРЕ  
И НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ. МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ  
И ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА, ПРОБЛЕМЫ КРИОСФЕРЫ**

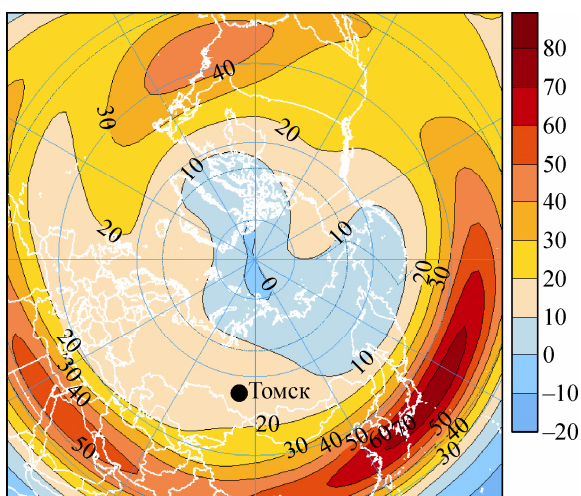
**Программа 7.10.1. Интегрированные исследования природно-климатических изменений и связанных с ними рисков природопользования в Сибири**

Учеными Института мониторинга климатических и экологических систем для зональной атмосферной циркуляции в тропосфере за период 1948—2005 гг. установлено климатически значимое возрастание скорости ветра (1 м/с за 10 лет) на оси струйного течения (на уровне 200 гПа) в холодные месяцы года. Временные ряды для скорости ветра имеют статистически значимую связь с индексами NAO и SOI, а вейвлет-спектры для скорости ветра — с 11-летними изменениями солнечной активности (рис. 41, 42).

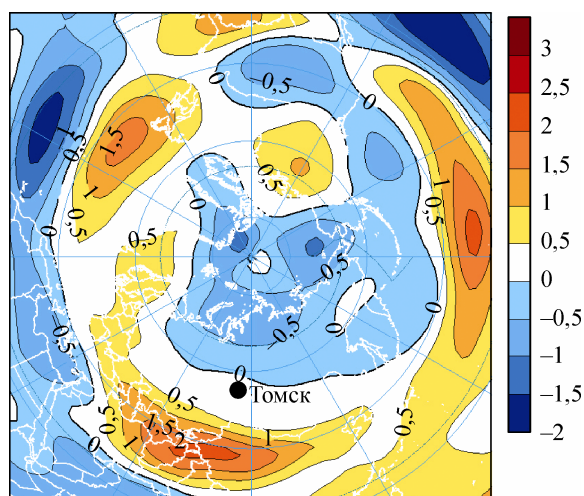
В этом же Институте по результатам многолетних наблюдений за ростом и плодоношением кедра сибирского в контрастных природных условиях установлено, что к климатическим изменениям более чувствительна репродуктивная функция по сравнению с вегетивной. Урожай шишек и особенно качество семян на юге равнинного фрагмента ареала су-

щественно снизилось за счет нестабильности погодных условий весной и осенью, а в высокогорьях Алтая плодоношение усилилось за счет увеличения продолжительности и теплообеспеченности вегетационного периода (рис. 43).

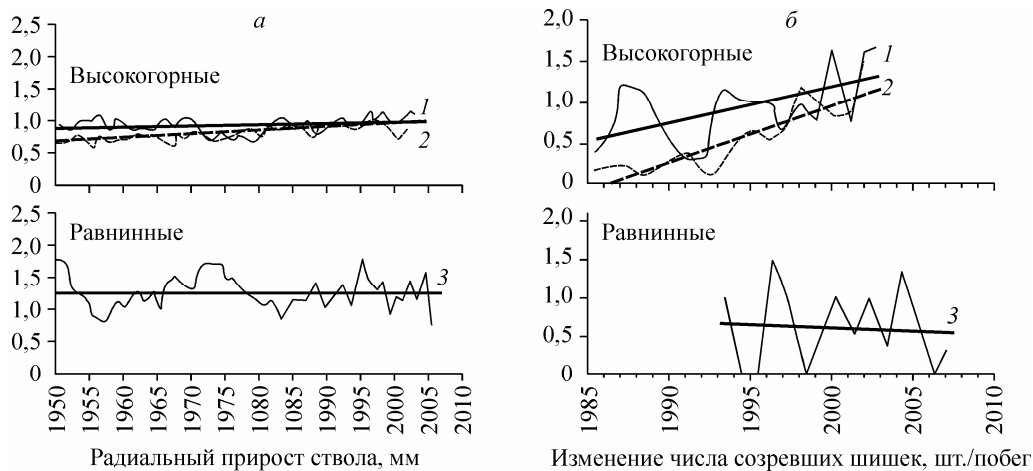
Учеными Института водных и экологических проблем установлены высокие значения коэффициентов линейной корреляции (0,8—1,0) между среднегодовыми значениями основных составляющих влагооборота (количества осадков, облачности, влажности и приземной температуры) за период 1960—2000 гг. для всех природно-климатических зон Алтая за исключением предгорных районов (рис. 44). Коэффициенты корреляции годовой суммы осадков и индекса NAO не превышают значений 0,6, а для предгорных районов имеют отрицательные значения.



**Рис. 41.** Среднее многолетнее распределение зональной компоненты скорости ветра на уровне 200 гПа (~11 км). Январь.

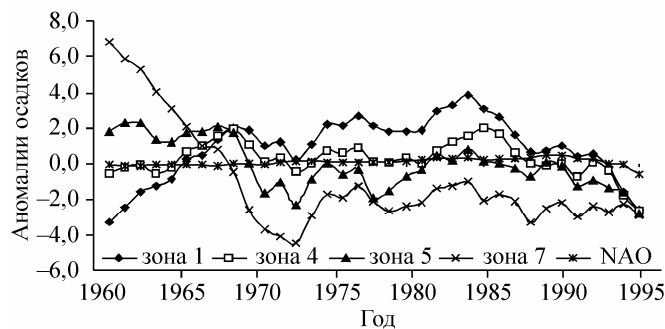


**Рис. 42.** Распределение линейных трендов для зональной компоненты скорости ветра на уровне 200 гПа (~11 км). Январь.



**Рис. 43.** Рост и плодоношение кедра сибирского (тонкие линии — наблюдения, жирные — аппроксимирующие кривые).

Травяной покров кедровника: 1 — бадановый, 2 — ерничково-лишайниковый, 3 — разнотравный.  
 а: 1 —  $y = 0,0016x + 0,88$ , 2 —  $y = 0,0053x + 0,65$ , 3 —  $y = -0,0006x + 1,29$ ; б: 1 —  $y = 0,043x + 0,467$ , 2 —  $y = 0,066x - 0,11$ , 3 —  $y = -0,0071x + 0,72$ .



**Рис. 44.** Сравнение 11-летних средних скользящих значений индекса NAO и годовой суммы осадков в некоторых зонах Алтайского края.

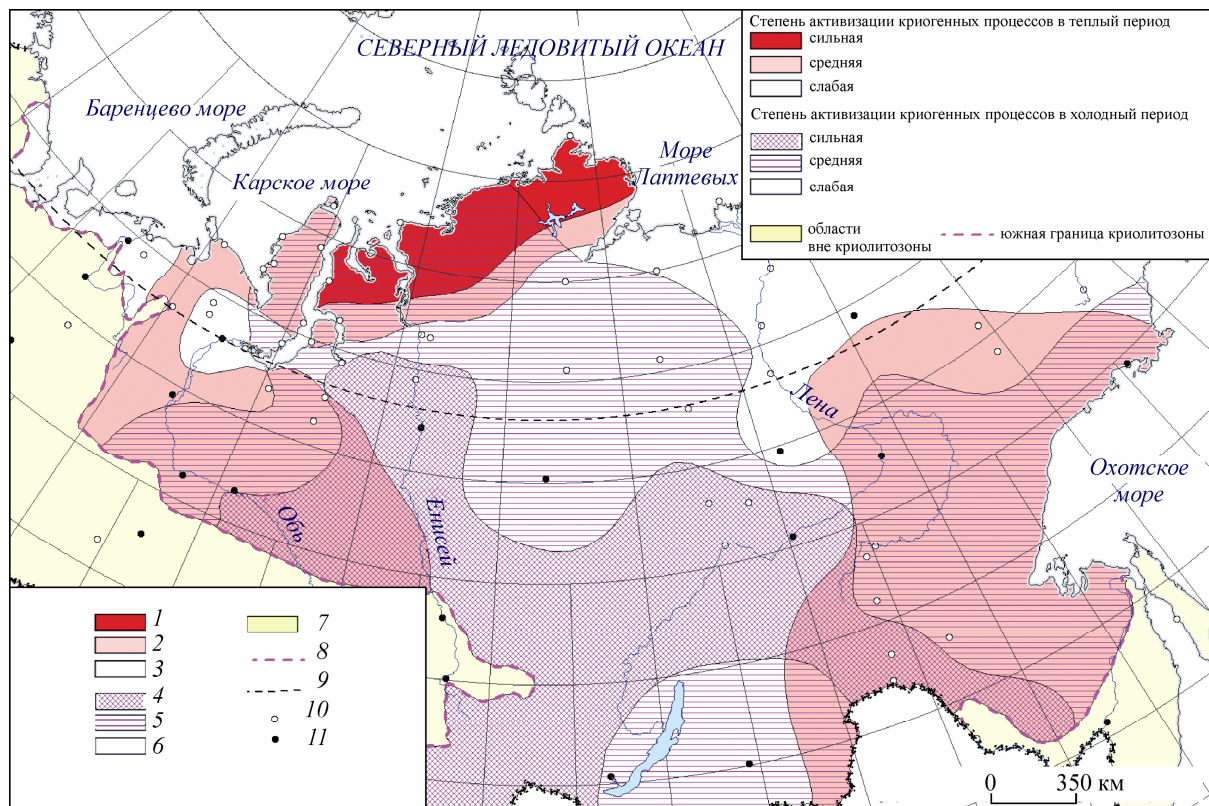
Зона 1 — Славгород, Ключи; зона 4 — Ребриха, Баево, Камень; зона 5 — Барнаул, Бийск; зона 7 — Змеиногорск, Солонешное, Чарышское.

**Программа 7.10.2. Состояние, строение и изменения криосферы: криогенез и его воздействие на природные и техногенные геосистемы**

Учеными Института криосферы Земли на основе сравнения карт трендов среднегодовых температур воздуха за периоды 1965—2000 гг. и 1965—2006 гг. показано, что темпы потепления понизились и составляют на большей части территории криолитозоны  $+0,03 \div +0,04$  °C/год. Кроме того, изменилась пространственная структура изолиний трендов — обширная область наиболее высоких темпов потепления в Субарктике (юг Якутии и Сибири) разделилась на несколько локальных зон: юг Западной Сибири, Лено-Алданское междуречье, Приморье.

Анализ изменений климата позволил провести оценку развития опасных криогенных

процессов в пределах криолитозоны России за последние 30—40 лет. Повышение среднегодовой температуры воздуха, потепление в летний или зимний периоды года привели к активизации или затуханию опасных криогенных процессов. Изменчивость летних климатических характеристик способствует развитию таких криогенных процессов, как сезонное протаивание, термокарст, термоденудация, термоабразия, солифлюкция, курумообразование. Напротив, потепление в зимний период приводит к уменьшению сезонного промерзания, затуханию криогенного растрескивания и активизации пучения и наледообразования. Наи-

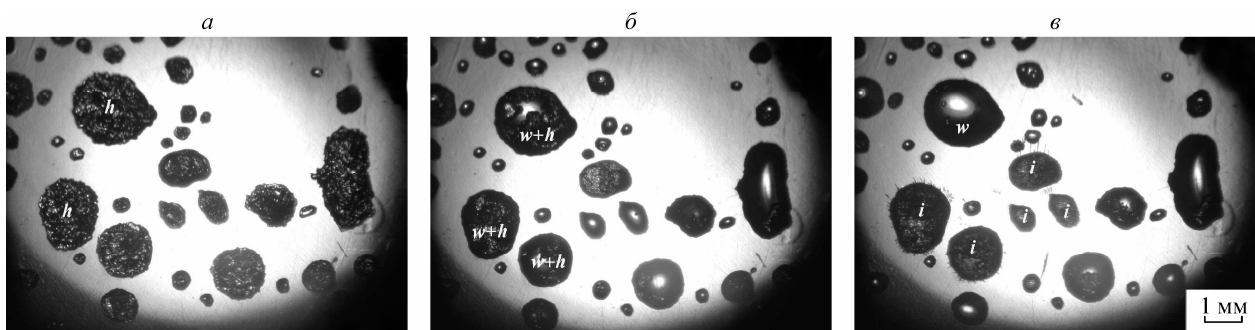


**Рис. 45.** Оценочная карта активизации криогенных процессов за счет потепления климата в летний и зимний периоды за последние 40 лет.

Потенциальная активность криогенных процессов в летний период: 1 — сильная, 2 — умеренная, 3 — слабая; потенциальная активность криогенных процессов в зимний период: 4 — сильная, 5 — умеренная, 6 — слабая; 7 — области отсутствия криолитозоны; 8 — южная граница многолетнемерзлых пород; 9 — Полярный круг; 10, 11 — станции с рядами наблюдения менее 100 лет (10) и более 100 лет (11).

более неблагоприятное сочетание климатических условий на севере Гыдана и на северо-западе Таймыра, в южной Якутии и Приамурье вызвало максимальную активность криогенных процессов (рис. 45). В целом, в пределах криолитозоны России на четверти площади сохраняются стабильные климатические усло-

вия и слабая активизация криогенных процессов, для 10 % территории характерно наиболее неблагоприятное сочетание климатических факторов и, следовательно, сильная активизация криогенных процессов, на остальной площади степень активизации процессов — умеренная.

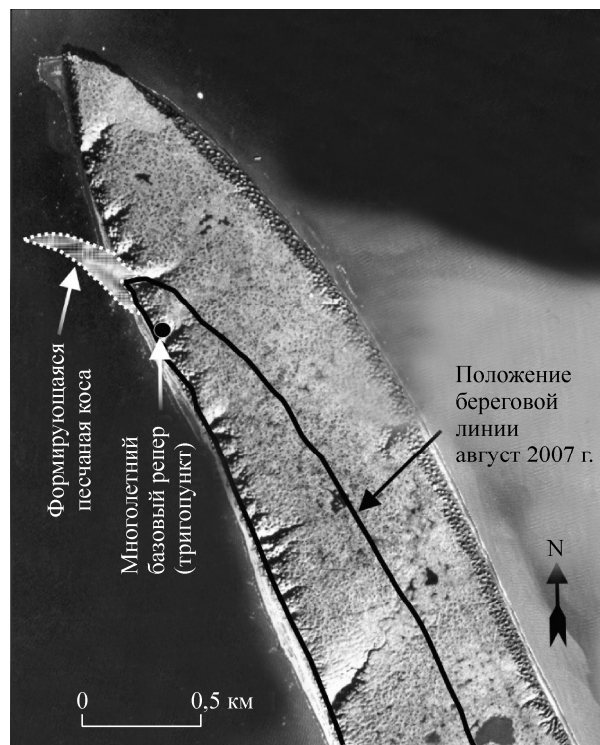


**Рис. 46.** Пример образования метастабильной (переохлажденной) воды и ее кристаллизация при диссоциации гидратов пропана при  $T = 267,9$  К и  $P = 0,54$  атм.

$a$  — 0 мин.;  $b$  — 62 мин.;  $c$  — 89 мин.  $h$  — гидрат;  $w$  — вода;  $i$  — лед.

В том же Институте создана оригинальная экспериментальная установка и разработана методика изучения процессов образования/диссоциации гидратов газа в каплях воды размером 0,1—1,5 мм с использованием микроскопических наблюдений, дополненных измерениями давления и температуры. На примере гидратов пропана впервые получены прямые доказательства образования метастабильной (переохлажденной) воды при диссоциации гидратов при температурах ниже 273 К (рис. 46). Образование метастабильной воды и ее последующий переход в стабильный лед наблюдали визуально для температур 257—273 К. Измерены давления диссоциации и рассчитана энтальпия диссоциации гидратов пропана в указанном интервале температур. Рассчитанное значение энтальпии хорошо согласуется с энтальпией диссоциации гидратов пропана на воду и газ.

Учеными Института мерзлотоведения им. П. И. Мельникова и Института криосферы Земли выявлены рекордные аномалии в температурном и ледовом режиме в Российской Арктике, превышающие самые «теплые» сценарии глобального арктического потепления. Установлено, что в Баренцевом и Карском морях произошло сокращение площади ледового покрова на 15—20 %, а толщины льда — на 10—20 %. На побережье моря Лаптевых произошло существенное ускорение темпов разрушения льдистых берегов, превысившее среднемноголетнюю норму в 1,5—2 раза (рис. 47).



**Рис. 47.** Положение береговой линии о. Муостах (море Лаптевых) в августе 2007 г. (аэрофотоснимок 09.09.1951 г.).