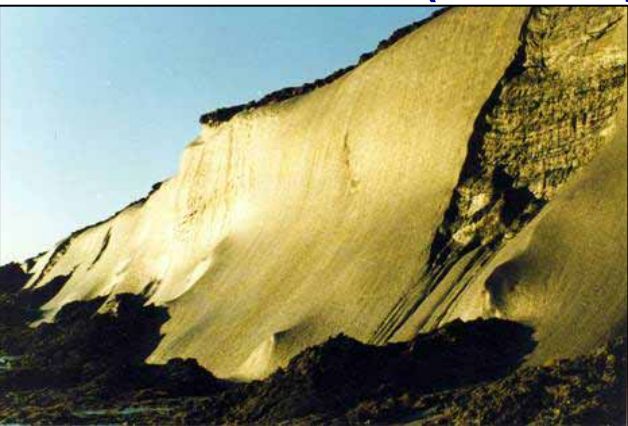
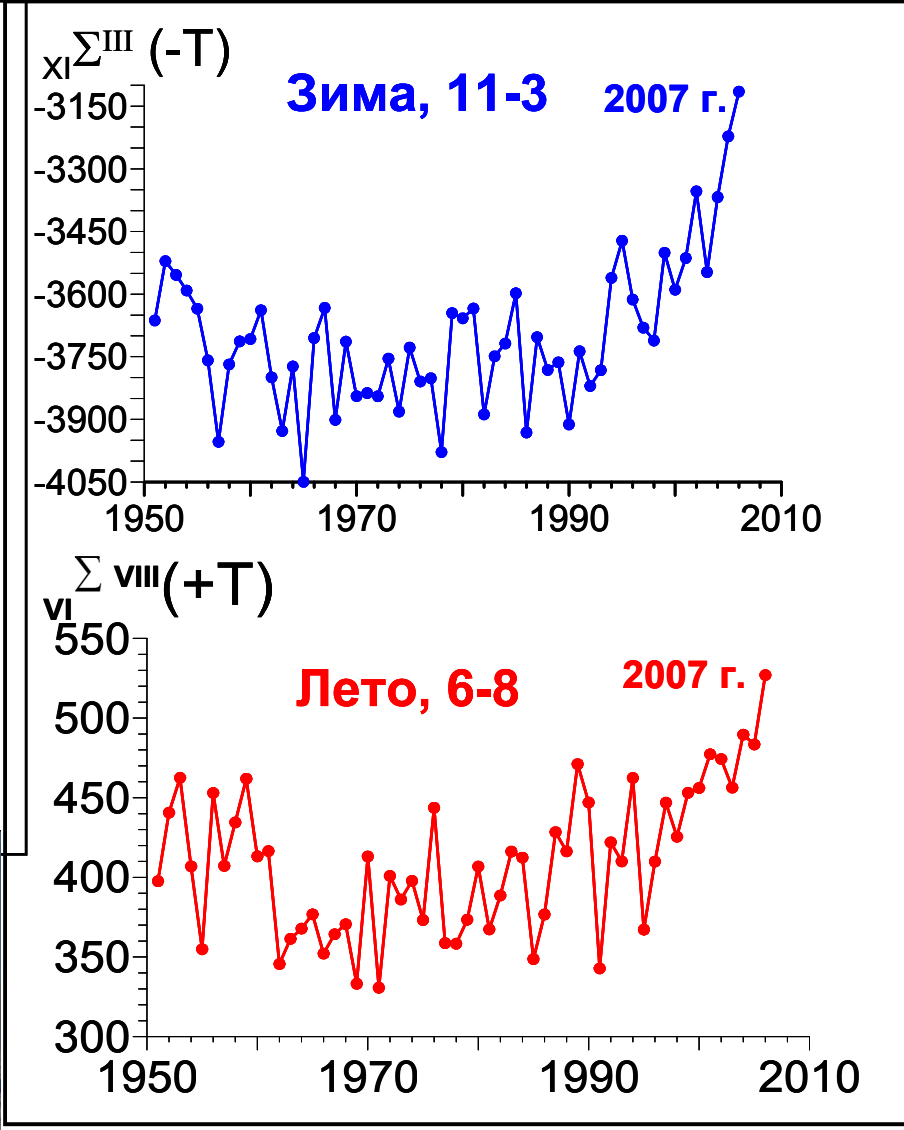
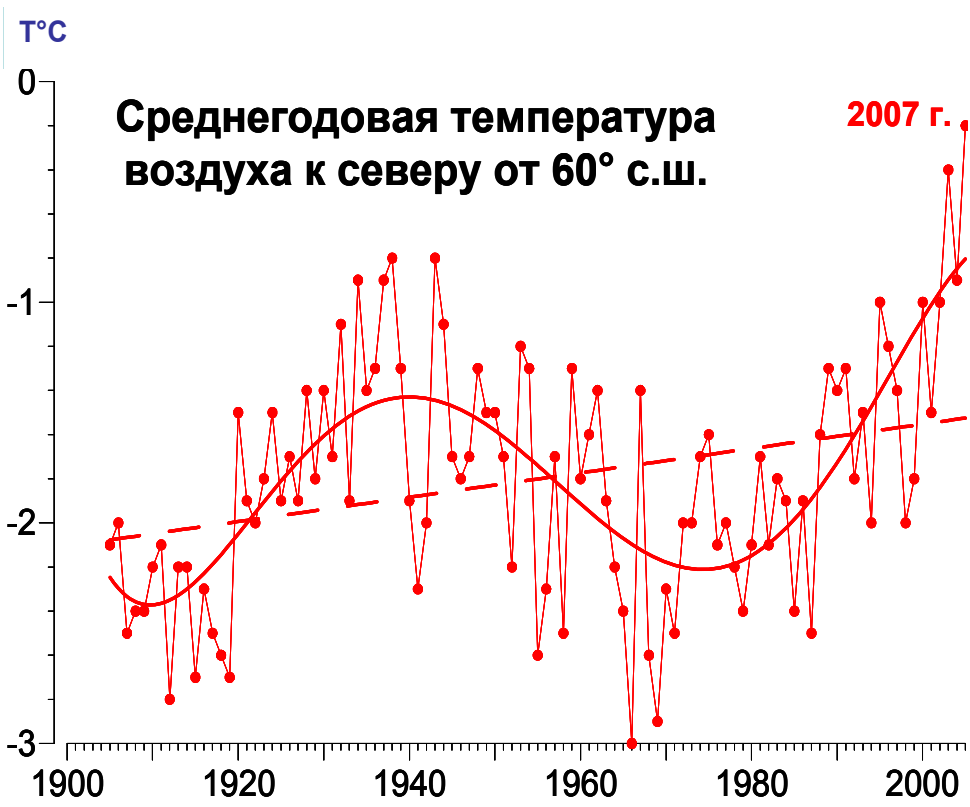




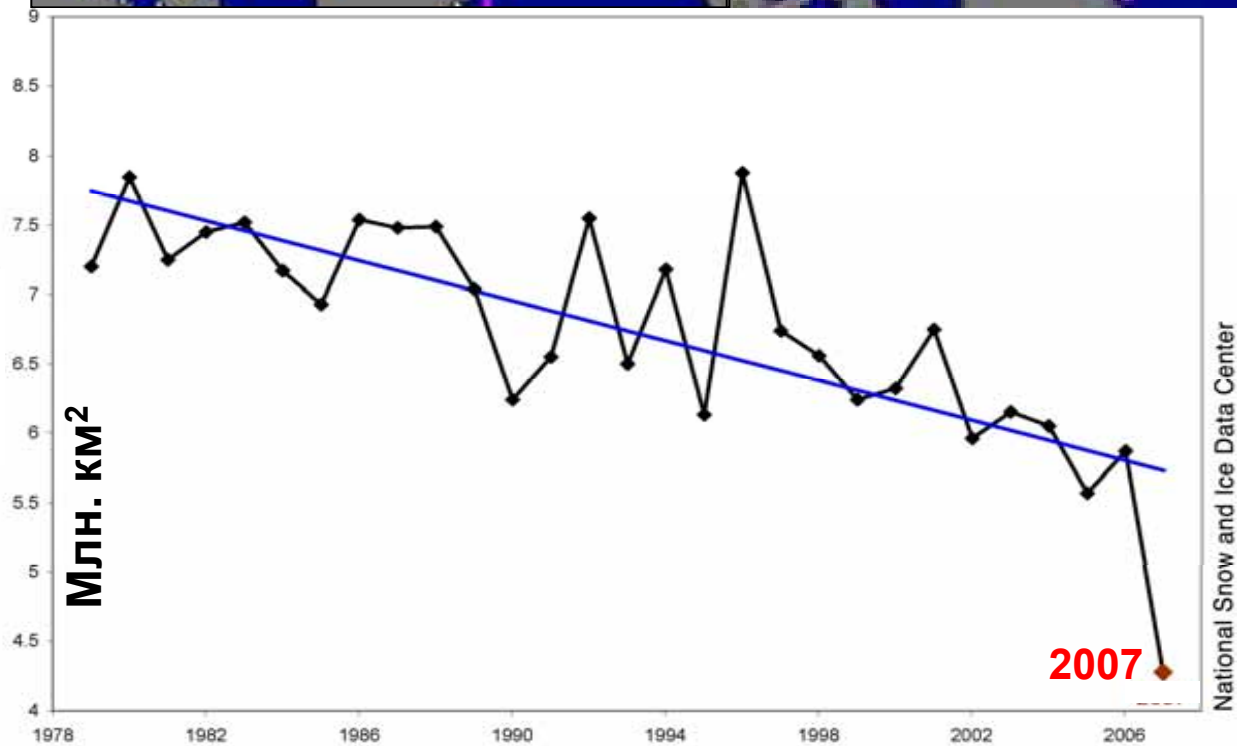
Эволюция вечной мерзлоты азиатского сектора российской Арктики в связи с изменением климата. Риски освоения

Григорьев М.Н., Скачков Ю.Б.
(Институт мерзлотоведения СО РАН, Якутск)





Данные ААНИИ, Г.В. Алексеев



Изменения площади сплоченного льда в сентябре 1979-2007 гг.

Ключевые метеостанции Северной Азии



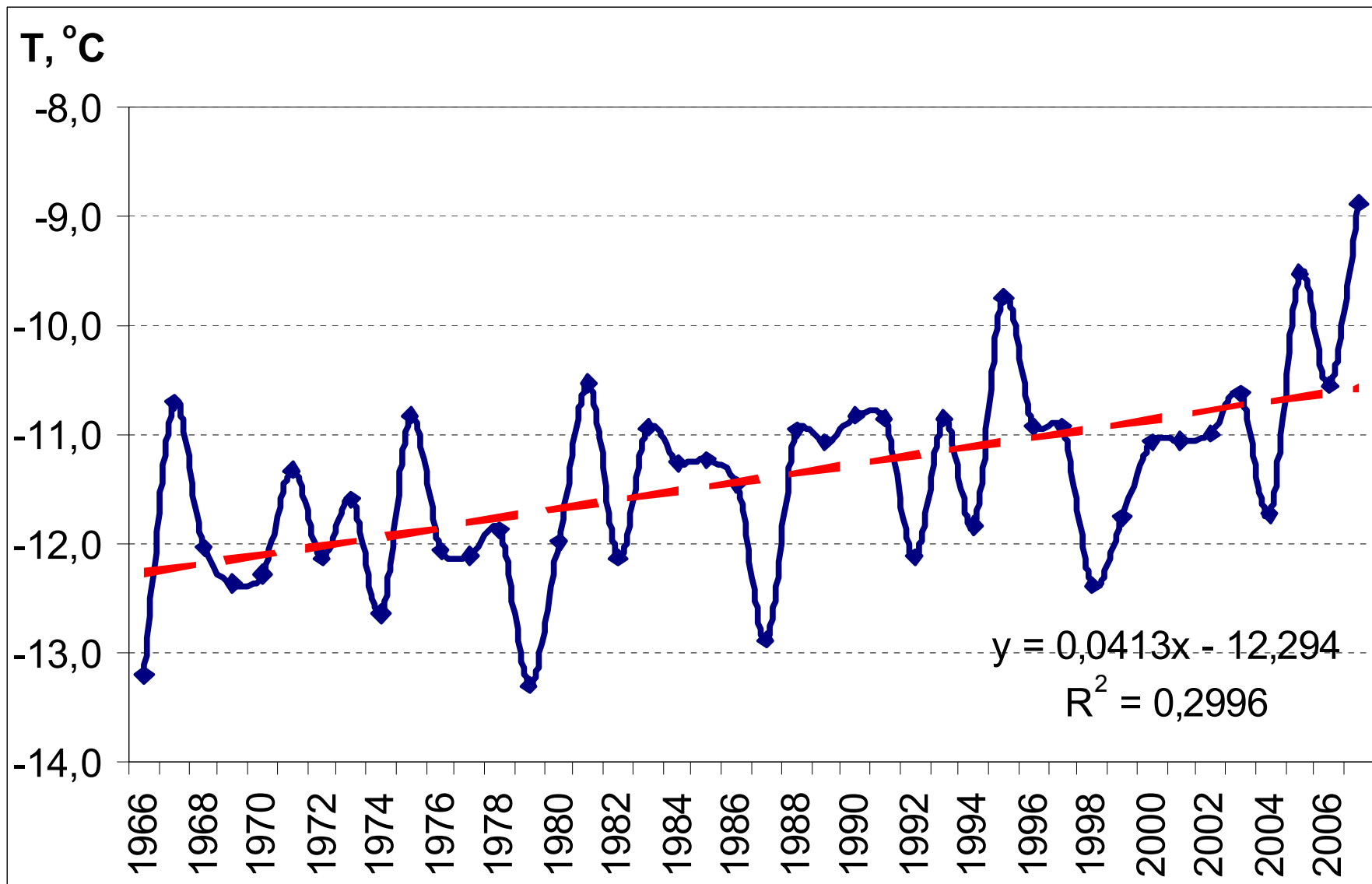
Повышение среднегодовой температуры воздуха (1966-2007 гг.)

№	метеостанция	Широта, N	Долгота, E	Н, м	Δt , °C
1	о. Визе	79.50	76.98	11	1,4
2	о. Диксон	73.50	80.40	47	2,0
3	Салехард	66.53	66.67	16	2,2
4	Туруханск	65.78	87.93	38	2,0
5	м. Челюскин	77.72	104.30	15	1,6
6	Хатанга	71.98	102.47	33	1,6
7	Оленек	68.50	112.43	216	1,2
8	Тикси	71.58	128.92	6	1,0
9	Верхоянск	67.55	133.38	137	1,7
10	Чокурдах	70.60	147.90	48	1,5
11	Зырянка	65.73	150.90	43	1,4
12	м. Шмидта	68.90	-179.37	4	2,1
13	м. Уэлен	66.17	-169.83	3	2,1
14	Якутск	62.08	129.75	98	2,7

Повышение среднегодовой температуры воздуха (1966-2007 гг.)

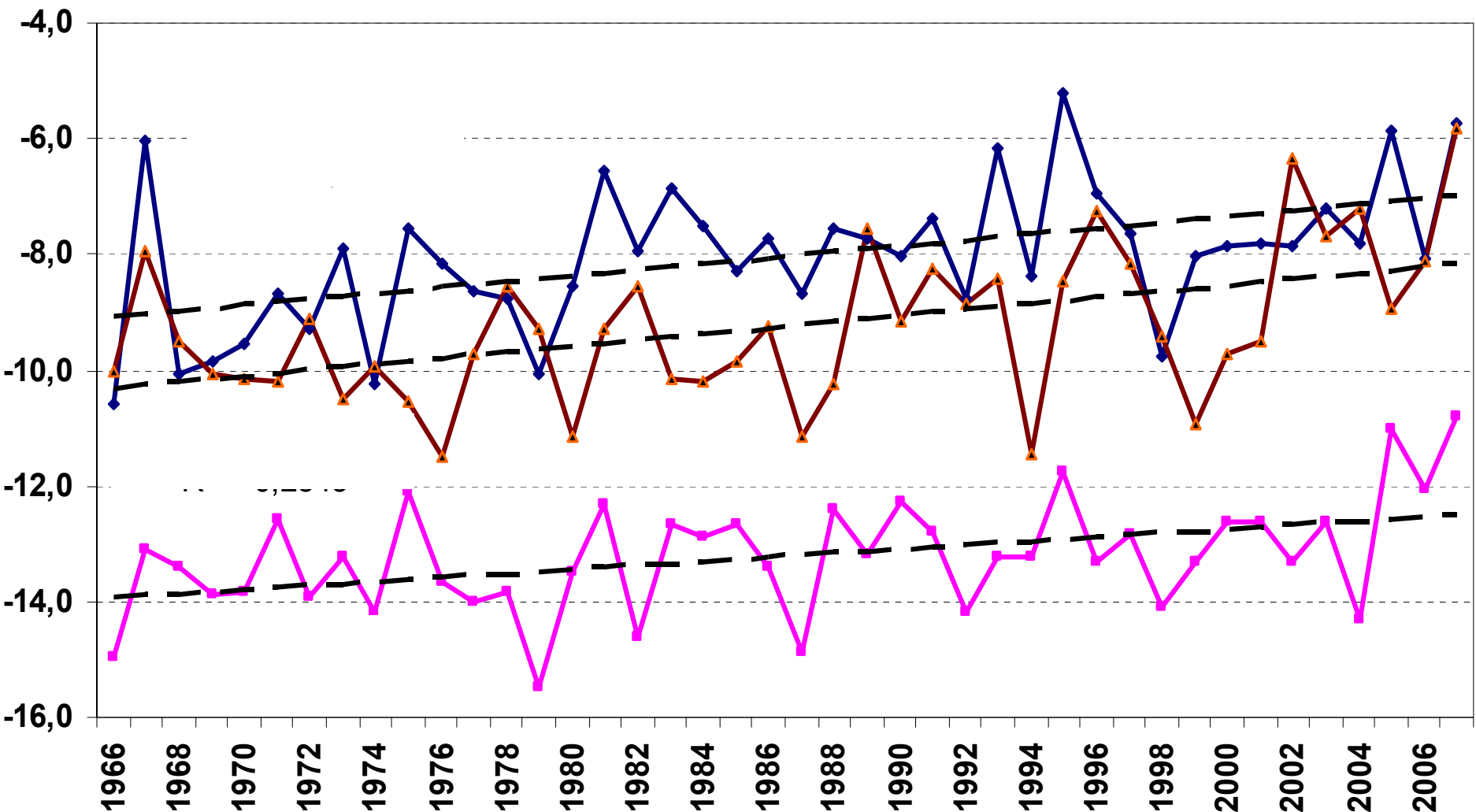
Регионы	Метеостанции	Δt , °C
Зап. Сибирь	о. Диксон, Салехард, Туруханск	2,0 – 2.2
Вост. Сибирь	о. Визе, м. Челюскин, Хатанга, Оленек, Тикси, Верхоянск, Чокурдах, Зырянка	1,0 -1,7
Северо-Восток	м. Шмидта, м. Уэлен	2,1
Центр. Якутия	Якутск	2,7

Многолетняя изменчивость среднегодовой температуры воздуха в арктической зоне Сибири и Дальнего Востока (1966-2007 гг.)



Изменчивость среднегодовой температуры воздуха

Т, °С

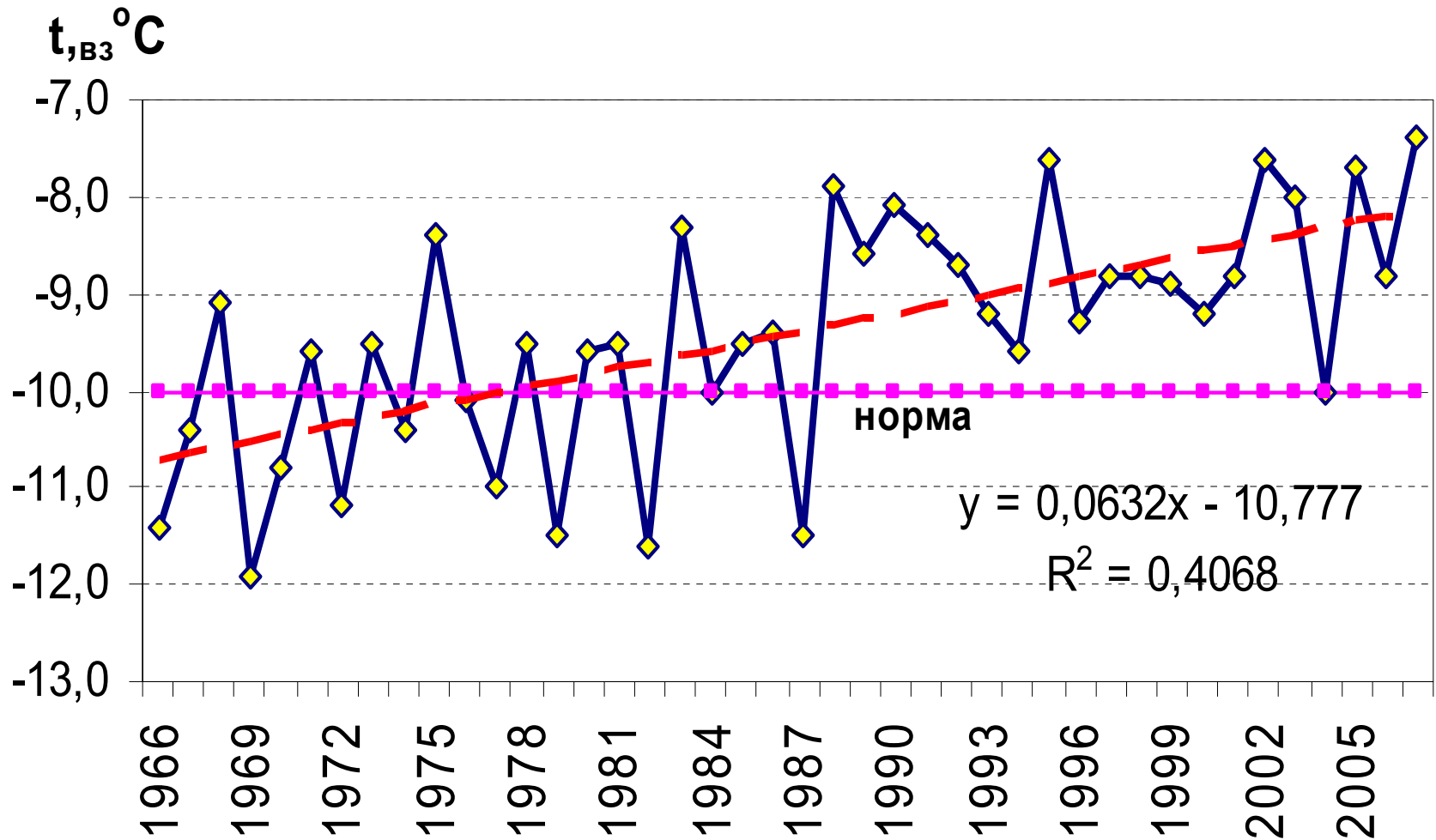


◆ Зап. Сибирь

■ Вост. Сибирь

▲ Северо-Восток

Среднегодовая температура воздуха, г. Якутск (1966-2007 гг.)



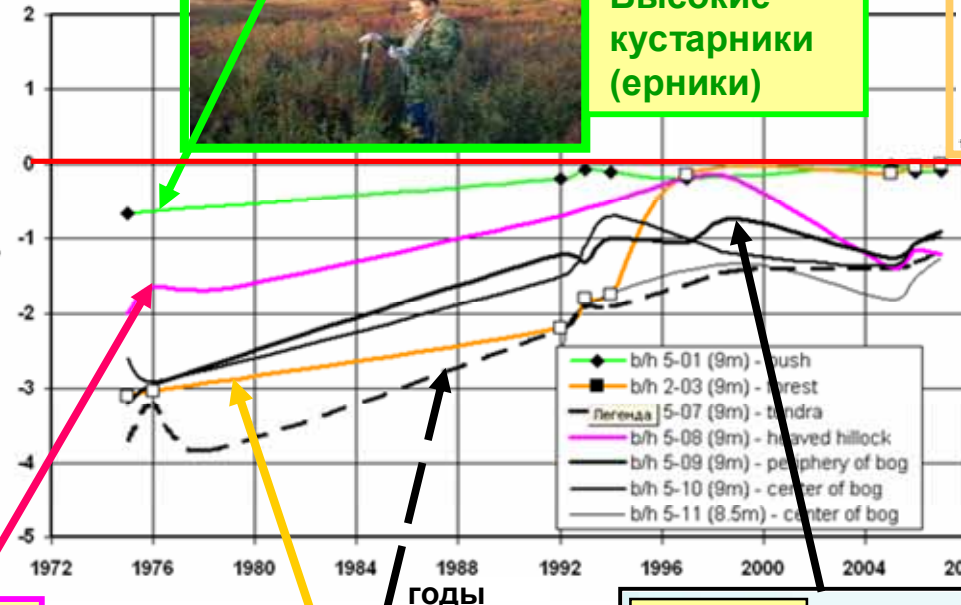
Опускание кровли ММП до глубины 5-7 м и более и формирование участков несливной мерзлоты массово обнаруживается в южной лесотундре и, реже, в северной лесотундре. В высоких кустарниках, где в зимний период аккумулируется много снега и где даже в начале цикла потепления температура грунтов была близко к 0°C, происходит деградация ММП. Кровлю мерзлоты здесь можно обнаружить только на глубине приблизительно 10 м. Аналогичный процесс происходит в лесных урочищах. Таяние ММП не прекращается там и в наше время.

Изменение геокриологических условий в связи с глобальными колебаниями климата: повышение температуры грунтов и опускание кровли ММП

Уренгой южная лесотундра

Высокие кустарники (ерники)

Температура пород Ground temperature, °C

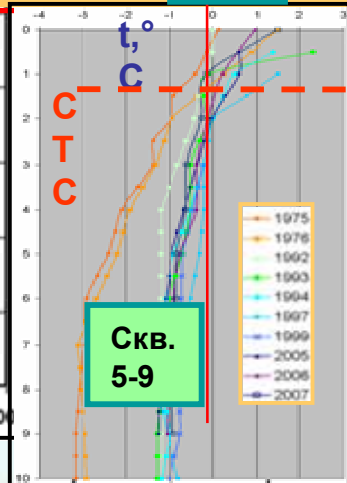
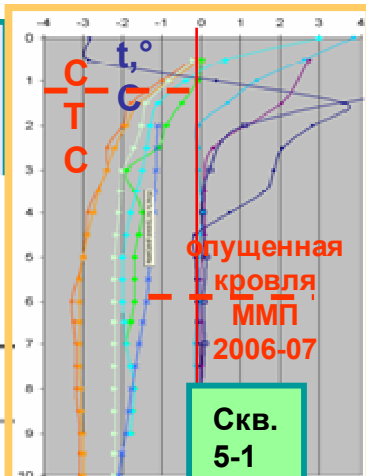


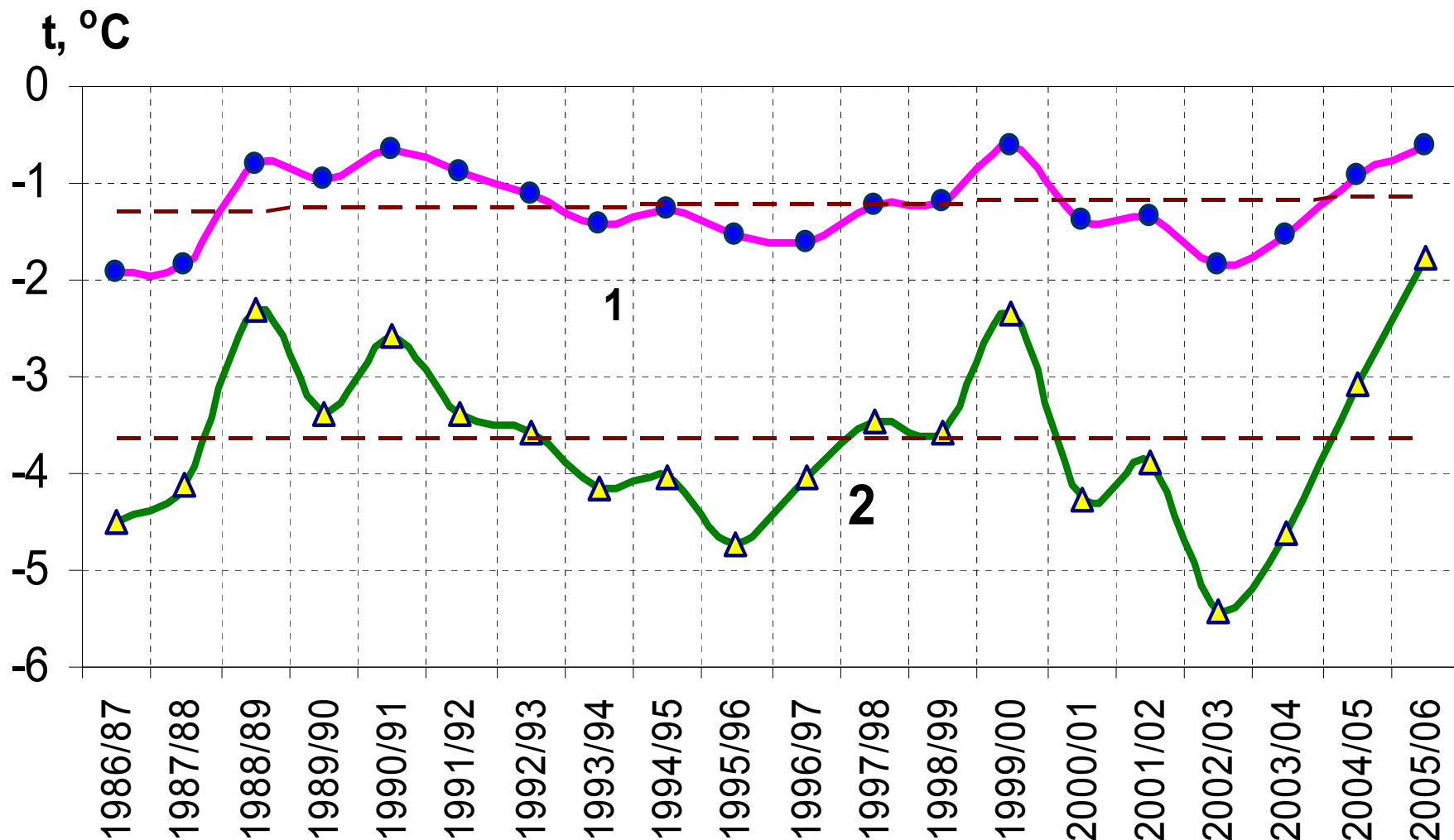
Бугор пучения

Бугристая тундра на склоне

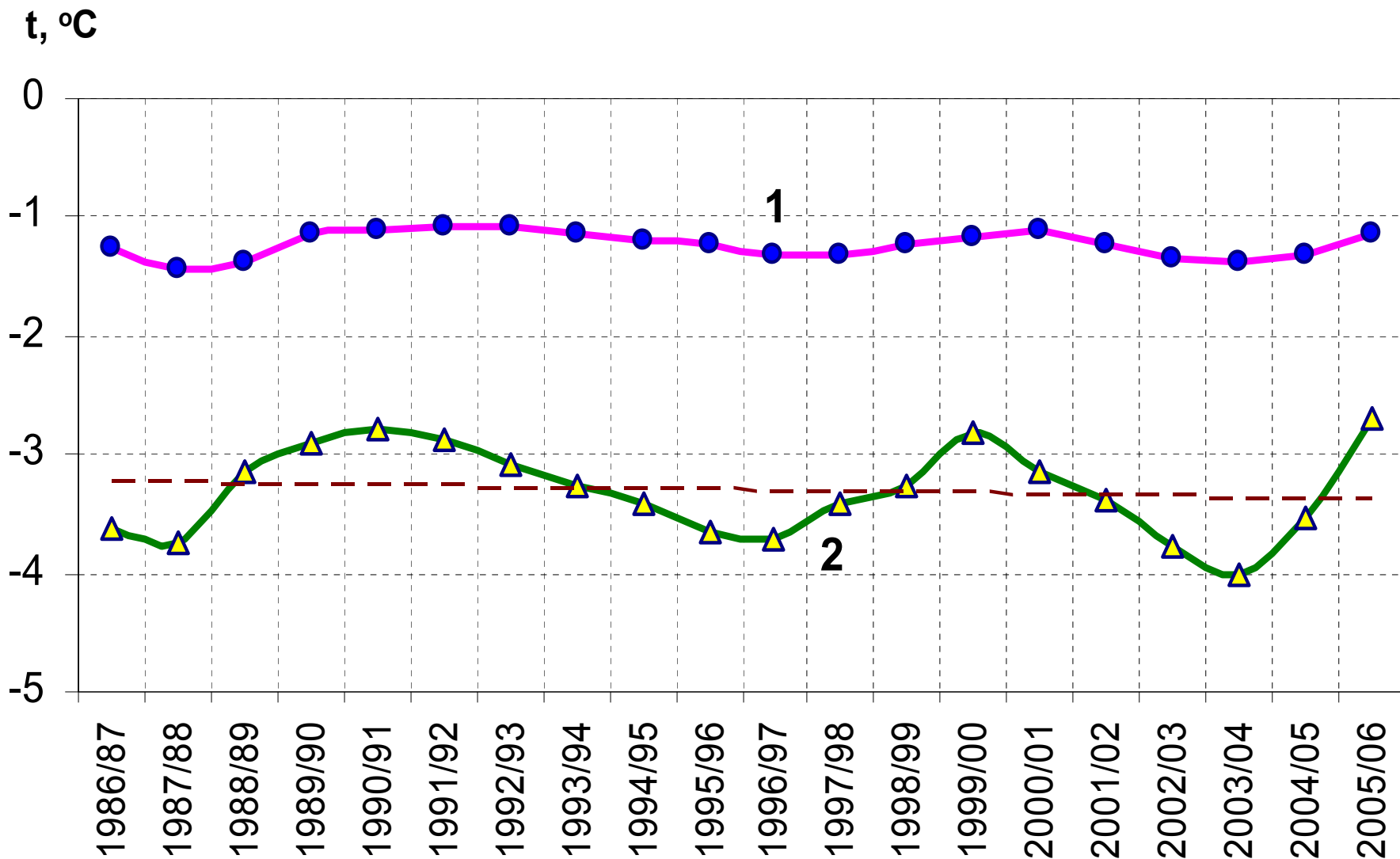
Лиственничный лес

Болото

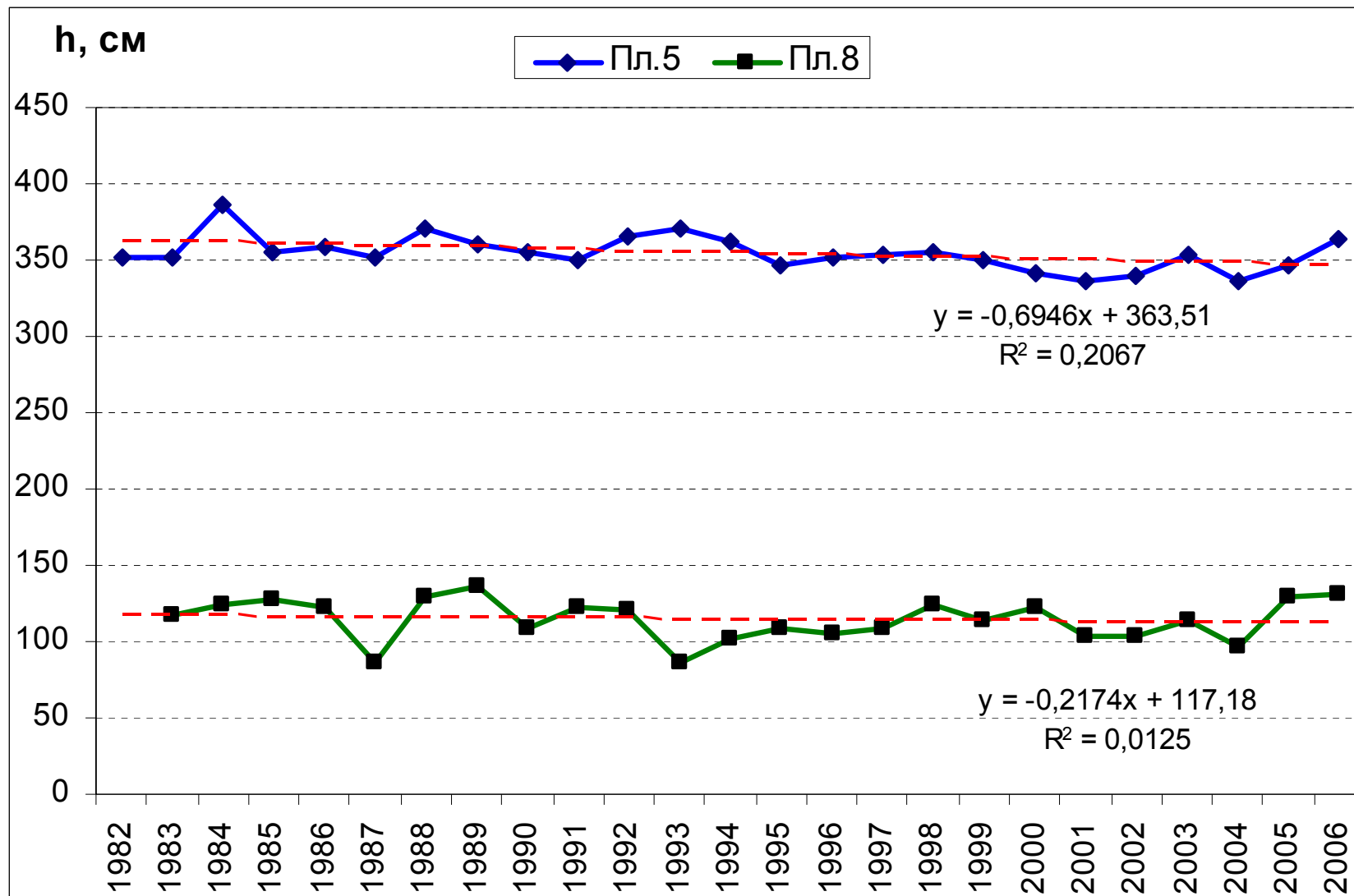




Многолетняя изменчивость температуры грунтов на глубине 3 м: осредненные данные по шести площадкам склонового типа местности (1) и по четырем площадкам мелкодолинного типа местности (2), Чабыда

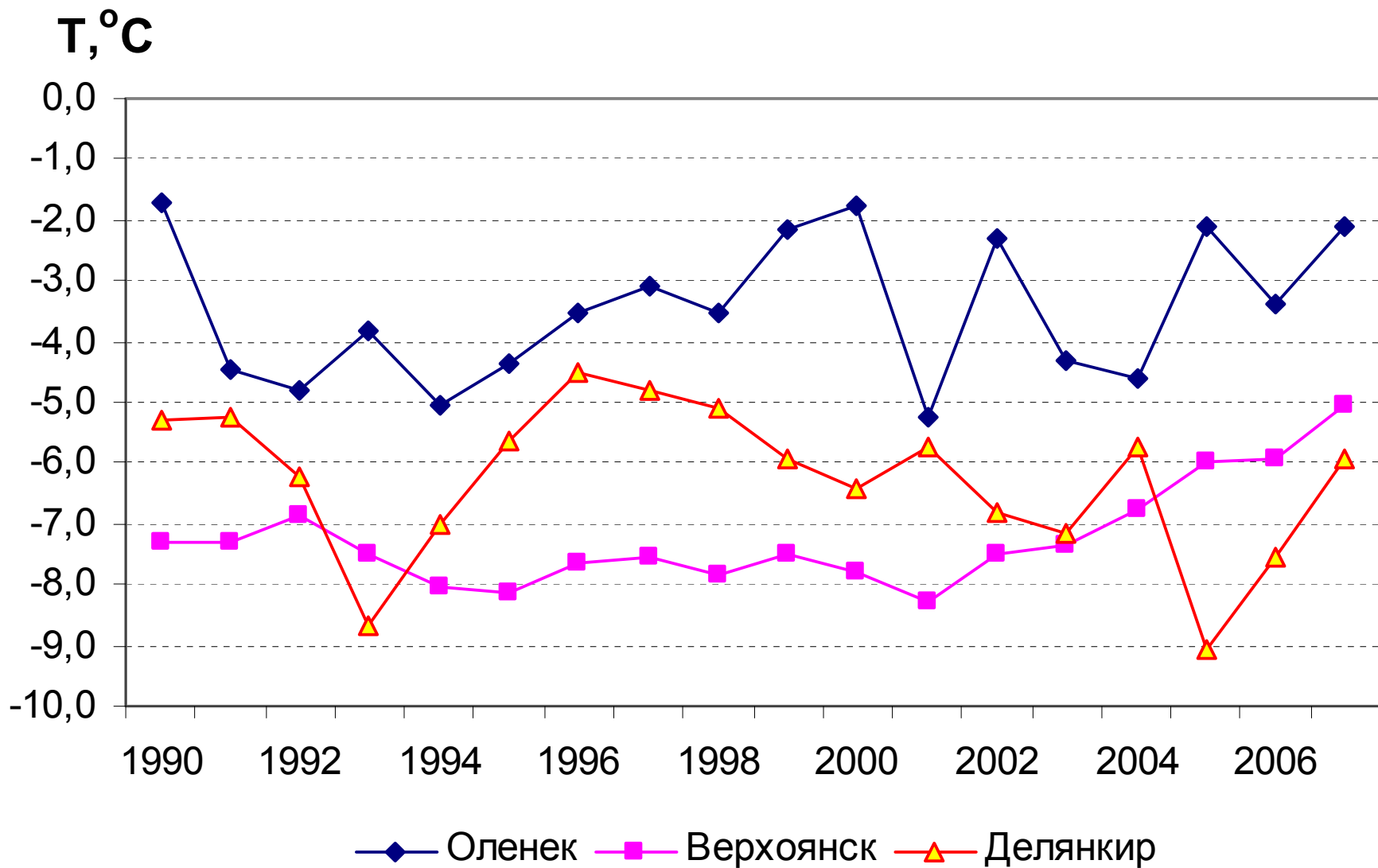


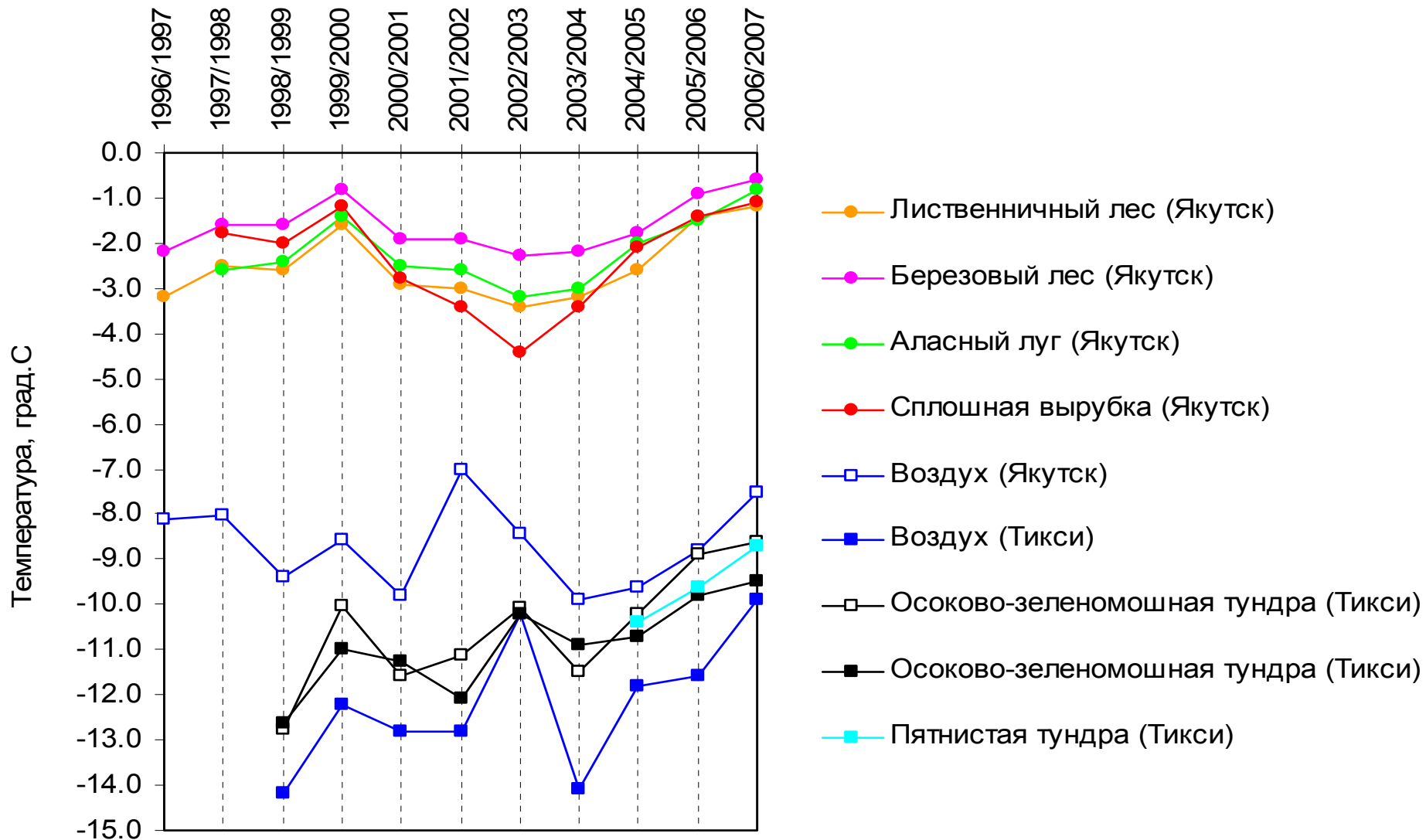
**Многолетняя изменчивость температуры грунтов на глубине 10 м:
осредненные данные по шести площадкам склонового типа местности (1)
и по четырем площадкам мелкодолинного типа местности (2), Чабыда**



Многолетняя изменчивость глубины сезонного протаивания на площадках 5 и 8 стационара «Чабыда»(окрестности Якутска) и линейные тренды (пунктир)

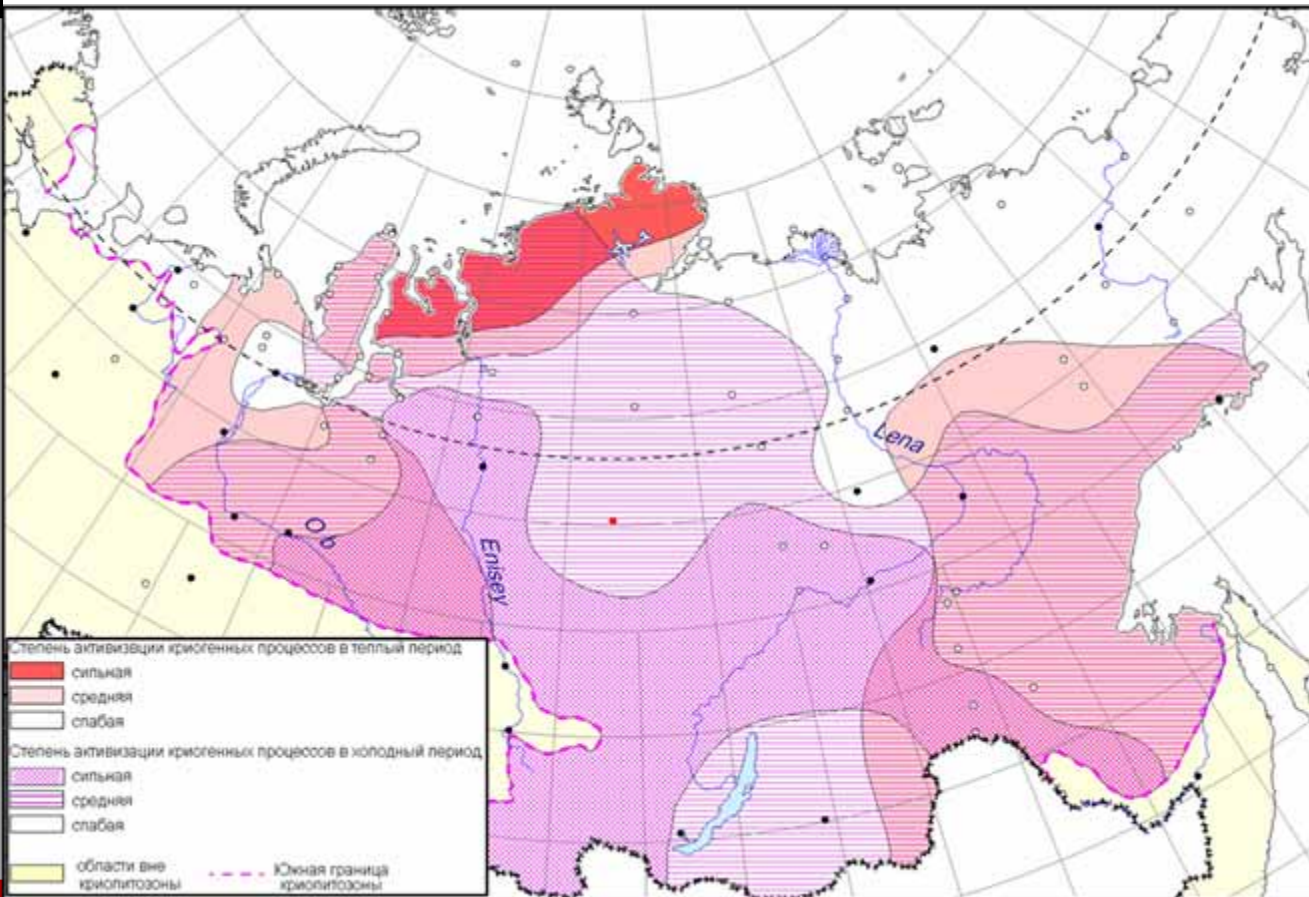
Изменчивость среднегодовой температуры грунтов на метеостанциях севера Якутии, (глубина 3,2 м)





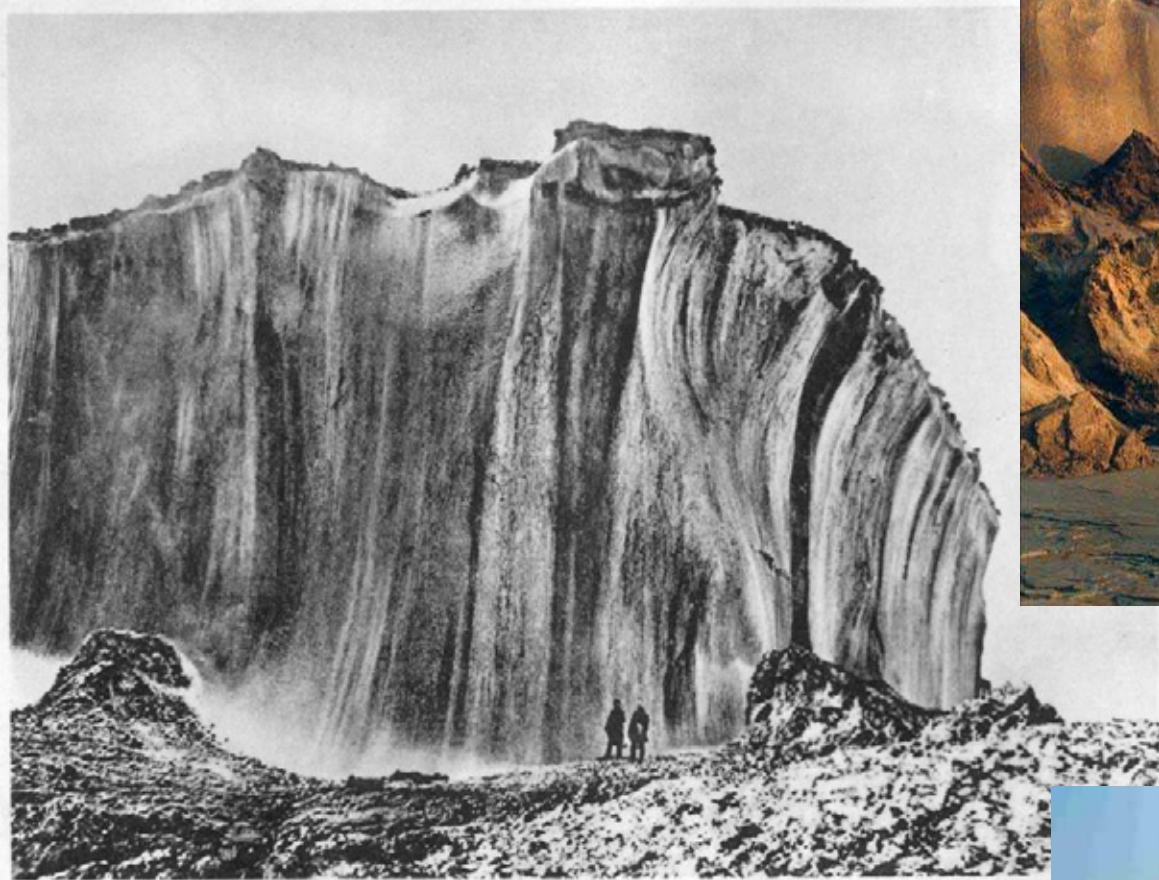
Межгодовая динамика средних годовых температур воздуха и в верхней части многолетнемерзлых пород в ландшафтах субарктической тундры (СТС 0,3-04 м – Тикси, глубина датчиков 0,5-0,6 м) и средней тайги (СТС 1,3-2 м – Якутск, положение датчика 3,2 м)

Карта активизации криогенных процессов при современных изменениях климата



Анализ этих климатических изменений позволил провести оценку развития опасных криогенных процессов в пределах криолитозоны России. Для таких криогенных процессов, как сезонное протаивание, термокарст, термоденудация, термоабразия, солифлюкция, курумообразование, первостепенное значение имеют летняя группа климатических характеристик, и, соответственно их изменчивость повлияет на динамику таких процессов. Напротив, динамика сезонного промерзания, криогенного растрескивания, сезонного и многолетнего пучения, наледообразования, определяется зимней группой климатических характеристик. Потепление в зимний период приведет к уменьшению сезонного промерзания, затуханию криогенного растрескивания, активизации пучения и наледообразования.

Наиболее неблагоприятное сочетание климатических условий наблюдалось в Западной Сибири и на северо-западе Таймыра, в южной Якутии и Приамурье. Здесь следует ожидать активизации опасных криогенных геологических процессов

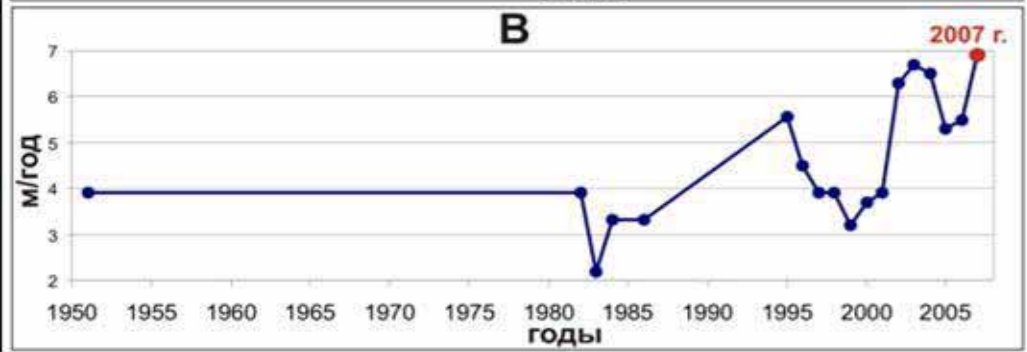
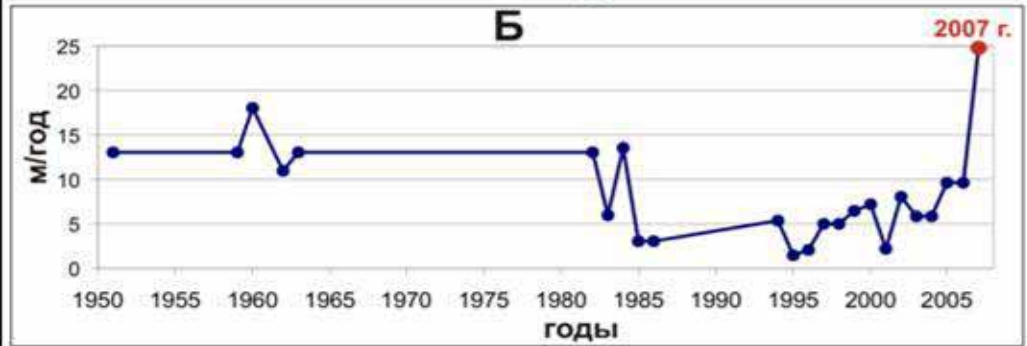
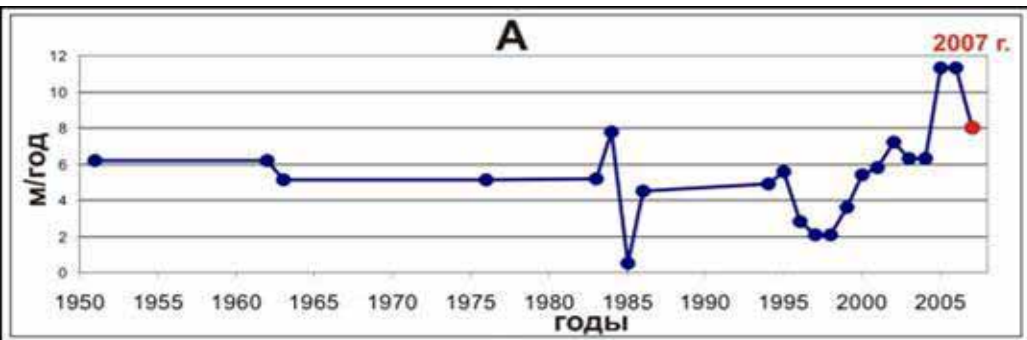


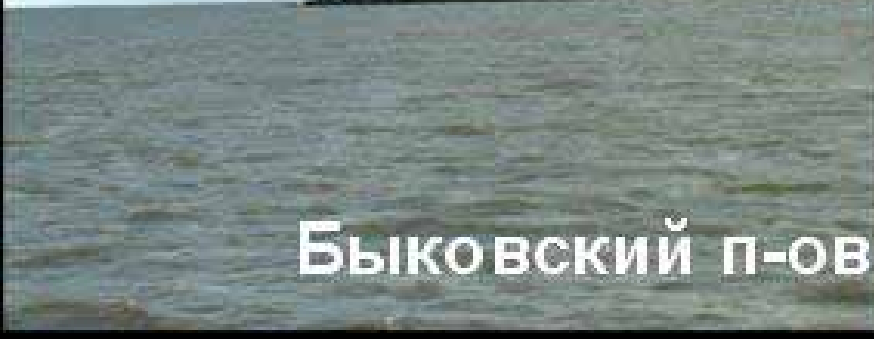
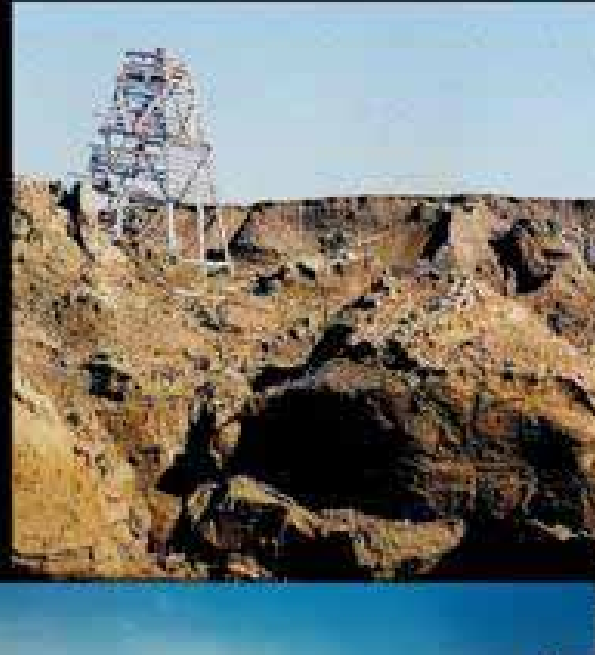
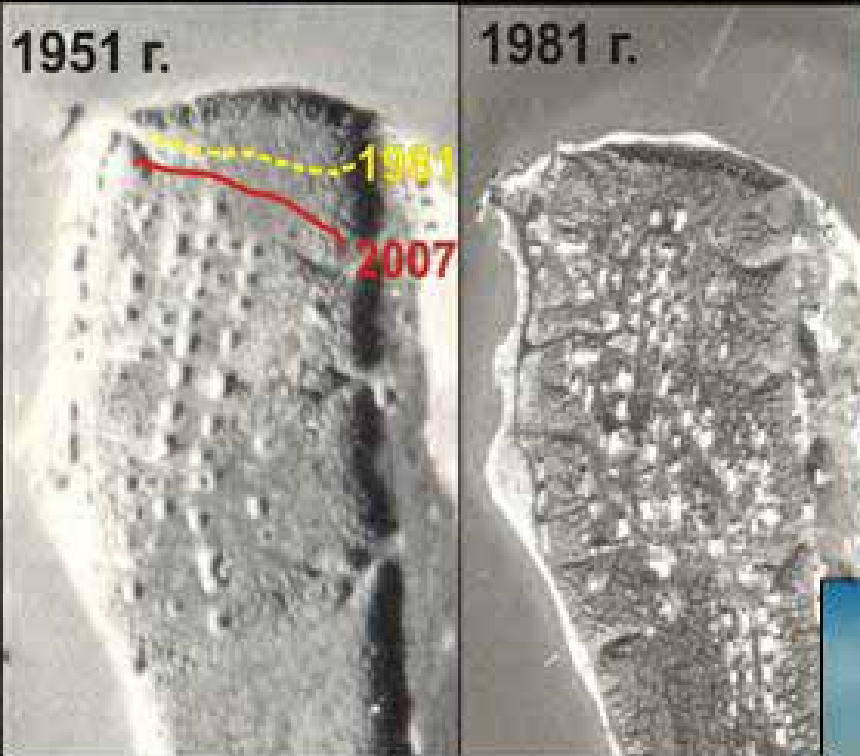
Береговой обрывъ на большомъ Лиховскомъ островѣ восточнѣ Ванькина стана.

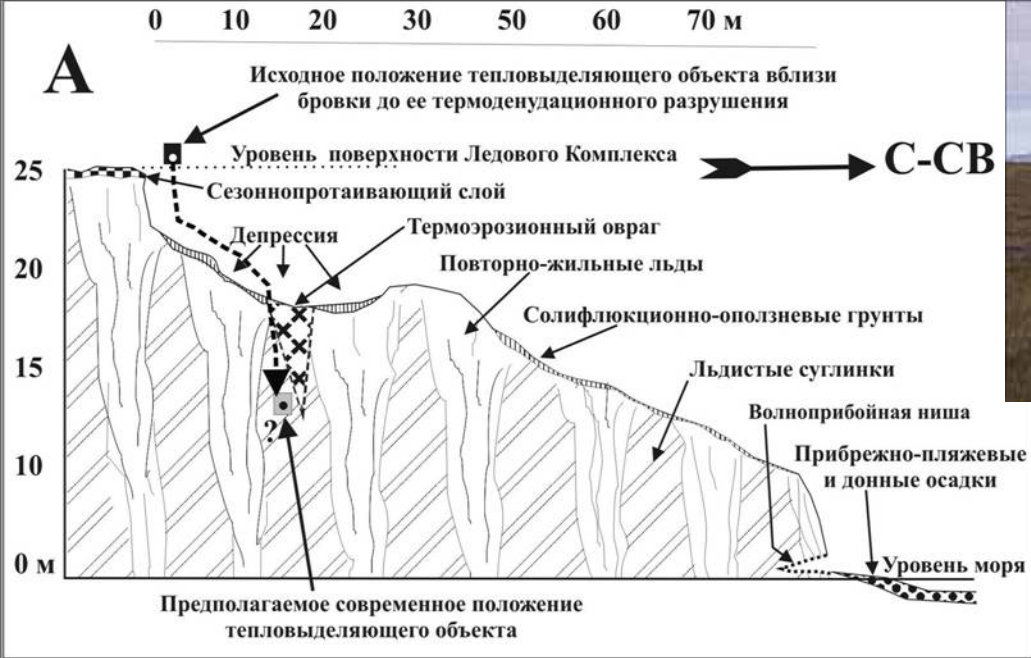
Стѣна „ископаемаго ледника“



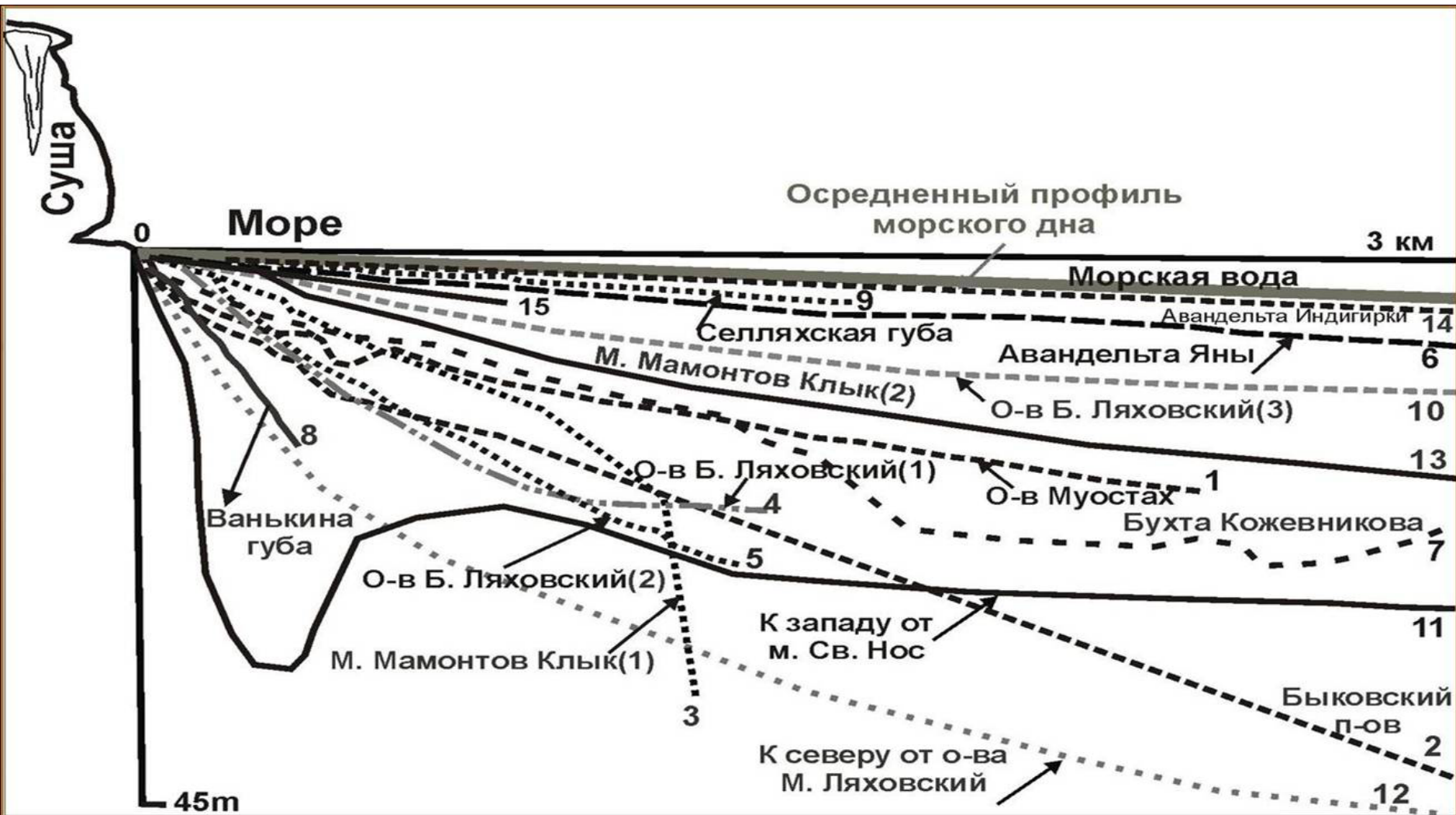
Темп термоабразионного разрушения на многолетних мониторинговых участках в море Лаптевых: северо-восточный берег (А) и северный мыс (Б) о-ва Муостах; северо-восточный берег (В) п-ова Быковский (урочище Мамонтовый-Хаята).







Положение кровли подводной мерзлоты (СММП) в прибрежно-шельфовой зоне морей Лаптевых и Восточно-Сибирского



Средние уклоны кровли субаквальных многолетнемерзлых пород (СММП) – $0,011-0,62^\circ$ ($0,0002-0,038$)

Средний темп деградации кровли СММП – 7,4 см в год

Средняя скорость понижения верхней границы ММП, погруженных под уровень моря (за весь период субаквального растепления)

Расстояние от уреза моря, м (L)	Средняя скорость отступления берега, м/год (V_0)	Время вступления участка в контакт с морскими водами, годы (T) = L/V_0	Абсолютная высота кровли СММП, м (H)	Средняя скорость деградации СММП сверху, м/год (V_D) = H/T
Подводный береговой склон, прилегающий к северному мысу о-ва Муостах				
65	13	5,0	-1,0	0,2
100	13	7,7	-1,8	0,23 max
200	13	15,4	-2,9	0,19
300	13	23,1	-4,3	0,186
400	13	30,1	-4,9	0,16
420	13	32,3	-4,0	0,12
500	13	38,5	-7,9	0,21
600	13	46,15	-5,8	0,13
850	13	65,4	-8,6	0,13
2500	13	192,3	-18,0	0,09
Подводный береговой склон, прилегающий к северо-восточному побережью Быковского п-ова				
150	3	50	-3,5	0,07
300	3	100	-6,0	0,06
420	3	140	-8,8	0,06
850	3	283	-12,8	0,045
3000	3	1000	-45	0,015
Подводный береговой склон, прилегающий к берегу в районе мыса Мамонтов Клык, профиль 2003 г.				
400	5,8	69,0	3,6	0,05
600	5,8	103,4	5,85	0,06
1000	5,8	172,4	10,5	0,06
1300	5,8	224,1	17,2	0,08
Подводный береговой склон, прилегающий к берегу в районе мыса Мамонтов Клык, профиль 2005 г.				
500	4,5	111,1	2,8	0,03
1000	4,5	222,2	3,9	0,018
3000	4,5	666,7	12,0	0,018
11500	4,5	2 555,6	35,5	0,014 min
Средняя скорость понижения кровли СММП по четырем профилям:				0,074

Спасибо за внимание

Welcome to the Arctic



1. Несмотря на наибольшее потепление современного климата, по сравнению с другими северными регионами России, изменение термического состояния верхних горизонтов криолитозоны в Центральной Якутии выражено слабо и не повсеместно.

2. Криолитозона Центральной Якутии в современный период характеризуется в целом достаточной термической устойчивостью. В настоящее время нет ясных доказательств деградации мерзлоты в ответ на происходящее потепление климата.

3. Отсутствует тенденция возрастания глубины сезонного протаивания в характерных типах местности.

4 - Линейный тренд описывается уравнение регрессии

5 – нелинейный тренд колебаний ср. год. Темп. воздуха