

ИКЗ ТюмНЦ СО РАН, проект FWRZ-2021-0012,
номер гос.учета 121041600042-7
И молодёжный проект РНФ № 25-27-00144

« VII Всероссийская конференция
с международным участием
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО
СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ
ITES-2025

ITES-2025

Дроздов Д.С., Малкова Г.В.,
Коростелёв Ю.В., Бердников Н.М.,
Гравис А.Г., Абрамов Д.А., Сироткин
Д.В., Васильев А.А., Ривкин Ф.М.,
Пономарева О.Е., Губарьков А.А.,
Устинова Е.В., Царёв А.М.

Владивосток
2025 09 22-26



СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ИНСТИТУТ КРИОСФЕРЫ ЗЕМЛИ
ТюмНЦ СО РАН
(ИКЗ ТюмНЦ СО РАН)



МГРИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

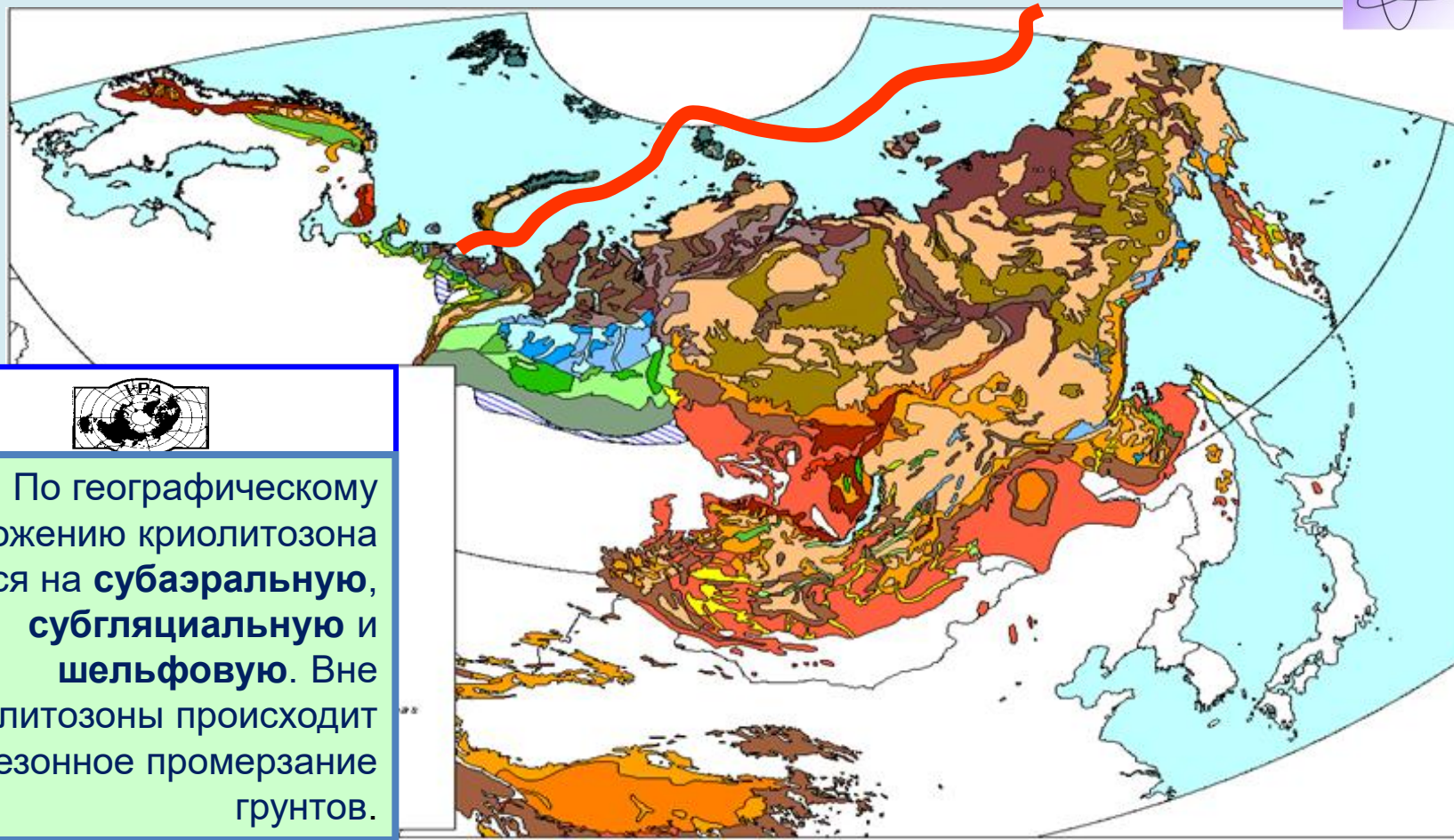
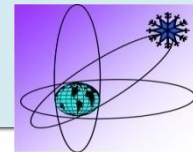
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ



ЦИФРОВЫЕ ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ СЕВЕРА И МОНИТОРИНГ КРИОЛИТОЗОНЫ: МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ, ПРОГНОЗ: СЕВЕР ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (масштаб 1:1 000 000)

д.г.-м.н., Дроздов Дмитрий Степанович

ЦИРКУМПОЛЯРНАЯ КАРТА МЕРЗЛОТЫ



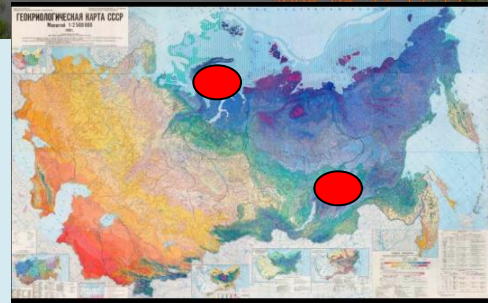
По географическому положению криолитозона делится на **субаэральную**, **субгляциальную** и **шельфовую**. Вне криолитозоны происходит только сезонное промерзание грунтов.

Забайкалье. Долина р. Чара

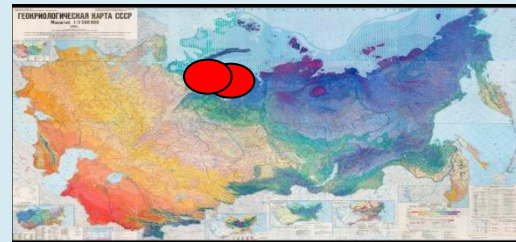


Полуостров Ямал. Долина реки Юрибей

Природные процессы



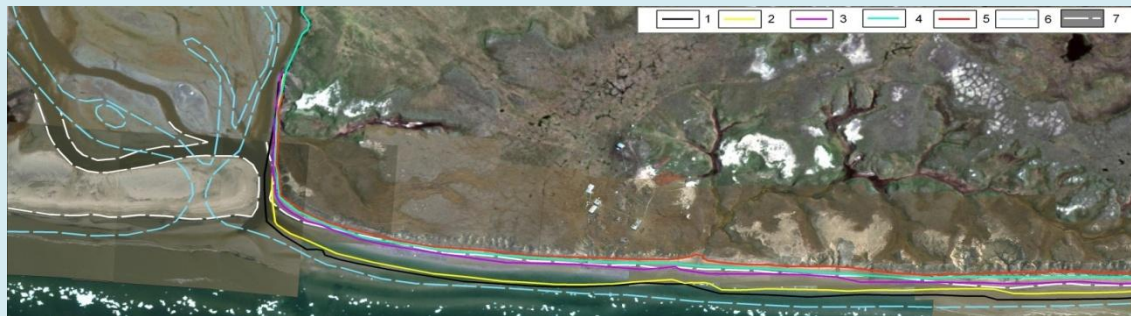
Природные процессы



Амдерма,
обрушившаяся
дорога

Термоабразионное отступление берегов

Центральный Ямал,
подножье склона
протяжённостью ~2,0 км:
1 – 1969 г.; 2 – 1978 г.;
3 – 1999 г.; 4 – 2009 г.;
5 – 2013 г.;
береговая линия в:
6 – 1969 г.; 7 – 2013 г.

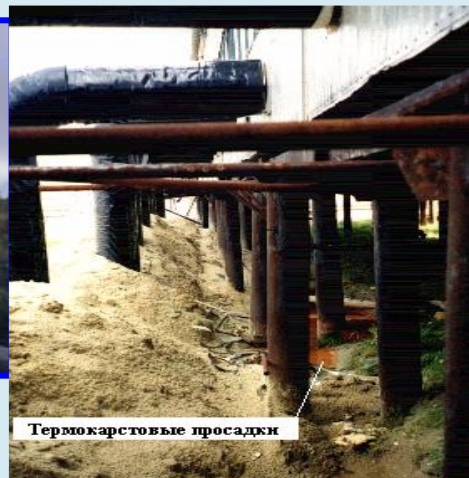


Многочисленные нарушения трубопроводов

Подтопление вдоль
трубопровода



Разрушение пригрузов на
трубопроводе



Термокарстовые просадки

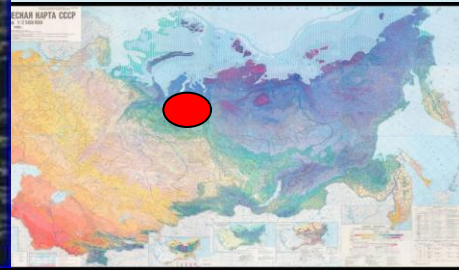
Техногенный термокарст
вдоль трубопровода



Техногенные промоины
вдоль трубопровода



Термокарст под
конструкциями
Thermokarst under
construction





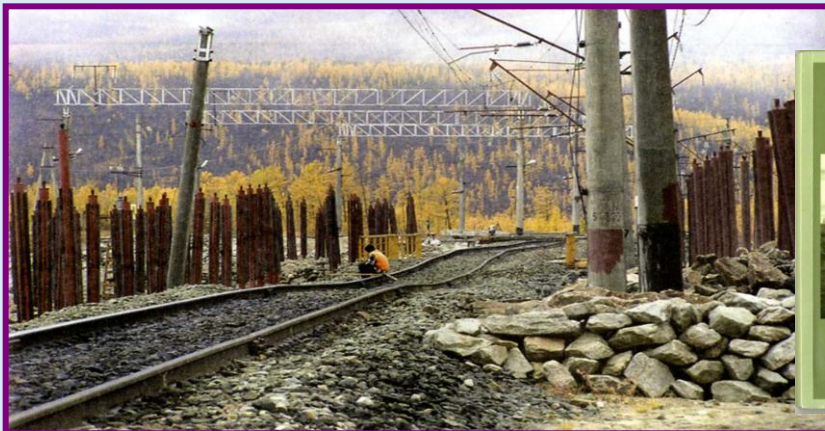
Перманентный ремонт автодороги «Амур» на участках деградации многолетней мерзлоты в её основании



Фото В.Г.Кондратьева

Техногенные
процессы

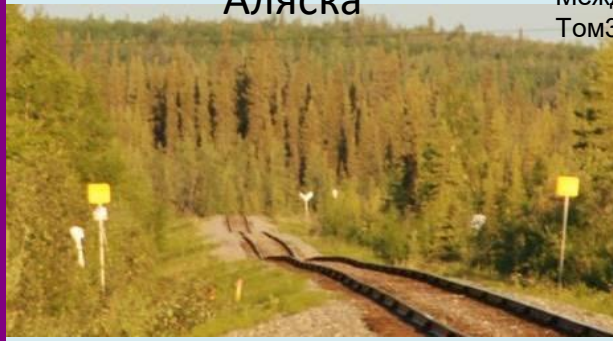
Деформации железных дорог (Россия, Монголия, Китай, США)



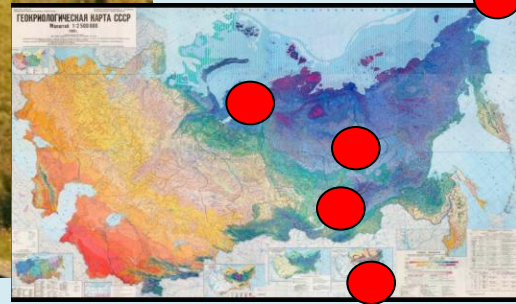
Китай



Аляска



Кондратьев В.Г. Криогенные риски и ресурсы железных дорог в криолитозоне // Десятая Межд. Конф. по мерзлотоведению (ТICOP). Том3. – Тюмень, Печатник, 2012, с. 235-240.



Норильск.

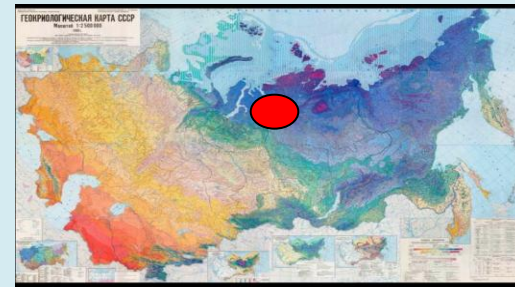
2/3 части 9-этажного
здания разобрано из-за
криогенных деформаций
фундамента



Техногенные
процессы



В Норильске в результате
деформаций оснований
разобраны десятки зданий



Ущерб для промышленных зданий и сооружений

6421, 62 млрд. руб.

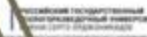
в среднем для различных сценариев к 2050 году в АЗРФ

6,4 трил. Р

Варианты	Ущерб, млн. руб., млн	Ущерб, млн. руб., тыс	Описание
1	Максимальный (9,614,862.25)		По методике (Основы..., 2016), с учетом снега и растительности, и сценариев изменения климата RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5. для естественных условий
2	Максимальный (9,614,862.25)		По методике (Основы..., 2016), с учетом снега и растительности, и наблюдающихся трендов изменения температуры воздуха (Второй доклад Росгидромета..., 2014) для естественных условий
3	Максимальный (9,614,862.25)		По методике (Основы..., 2016), без учета влияния снега и растительности (для нарушенных условий) по RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5.
4	879,445.18	8,123,142.96	По методике (Основы..., 2016), без учета влияния снега и растительности (для нарушенных условий), с наблюдающимися трендами изменения температуры воздуха (Второй доклад Росгидромета..., 2014)
5	3,999,389.33	9,614,862.25	По коэффициентам корреляции (Второй доклад Росгидромета..., 2014) изменения температур воздуха и грунтов, и трендам изменения температур воздуха по RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5. Исходные температуры по Геохронологической карте (1991) для естественных условий
6	Менее 50 млрд. руб.	8,417,438.29	По коэффициентам корреляции (Второй доклад Росгидромета..., 2014) изменения температур воздуха и грунтов с наблюдающимися трендами изменения температуры воздуха. Исходные температуры по Геохронологической карте (1991) для естественных условий
7	6,251,189.56	9,606,920.00	По коэффициентам корреляции (Второй доклад Росгидромета..., 2014) изменения температур воздуха и грунтов, и трендам изменения температур воздуха по RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5. Исходные температуры по литературным и фондовым источникам для естественных и нарушенных (при наличии) условий
8	Менее 50 млрд. руб.	7,578,109.49	По коэффициентам корреляции (Второй доклад Росгидромета..., 2014) изменения температур воздуха и грунтов, с наблюдающимися трендами изменения температуры воздуха. Исходные температуры по литературным и фондовым источникам для естественных и нарушенных (при наличии) условий
9	9,543,263.80	9,614,862.25	При условии, что температуры грунтов в подпольях зданий выше от 0.2 до 3 °C по сравнению с температурой воздуха для климатических сценариев по RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5 (для нарушенных условий)



МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА И АРКТИКЕ



**Со всей очевидностью встаёт вопрос о ПРОГНОЗЕ
и природной, и техногенной составляющих
пространственно-временной изменчивости
геокриологической обстановки**

- Основой прогноза оказывается **МОНИТОРИНГ**
состояния и процессов в геосистемах:



**Природное состояние
и процессы**

**Техногенные условия и
процессы**



Основа мониторинга – (а) иерархия ландшафтов или геосистем; (б) инженерно-геокриологические карты разного уровня

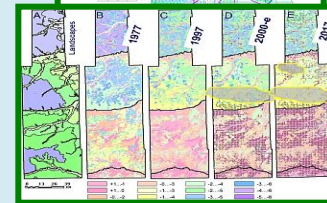
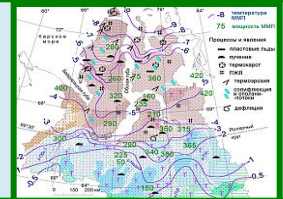
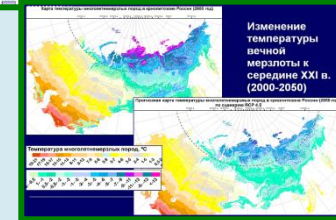
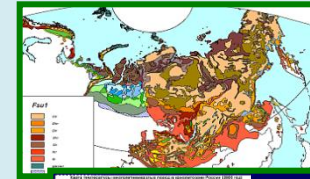
Обзорный уровень – карты для Земли целиком полушарий, материков или их крупных частей (масштаб 1:5 млн... 1:40 млн)

Глобальный (национальный) уровень – карты для полушарий, материков или их крупных частей (масштаб 1:2 500 000 ... 1:10 000 000)

Региональный уровень – карты для крупных природных регионов и административных единиц (масштаб 1:500 000 ... 1:5 000 000)

Локальный уровень – карты и базы данных (ГИС) содержат первичную информацию для районов крупных хозяйственных комплексов, месторождений, пр. (масштаб 1:25 000 ... 1:200 000)

Пообъектный (элементарный) уровень – карты и базы данных содержат первичную информацию о изысканиях, режимных наблюдениях, контрольных работах (масштаб 1:500 ... 1:25 000) .





Мониторинг криолитозоны

Марре-Сале

ЗФИ (о.Хейса)

Анадырь

Колымский

Болванский

Белый

о.Самой-
ловский

Чокурдах

Шапкина

Васькины Дачи

Тикси

Ключевская Сопка

Воркута

Уренгой

Талнах

Кулар

Ольский (Магадан)

Надым

Игарка

ВНИМС

Тарко-Сале

Чабыда
(Якутск)

Практически нигде
не обеспечен
удовлетворительный
комплекс
мерзлотных
наблюдений

Наблюдательная сеть
фонового геокриологического
мониторинга России
(РАН и ВУЗы)

Алтайский

Чара

Чита

Active Layer Thickness

Russian Permafrost Community Western Siberia, center

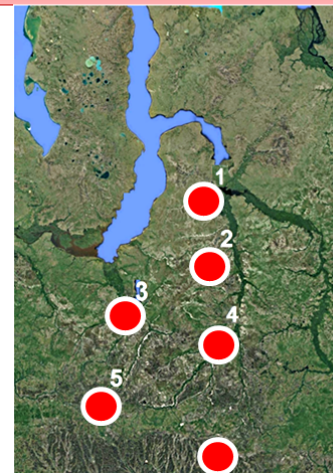


Basic Research ID: FWRZ-2021-0012 and FWRZ-2021-0005

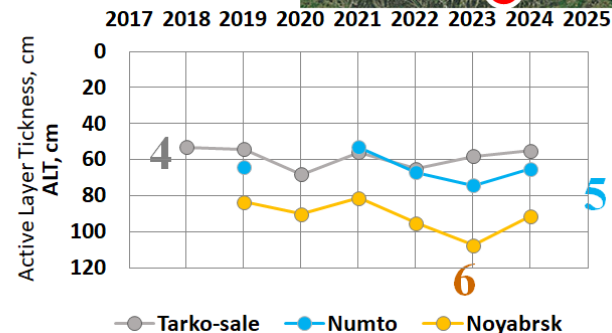
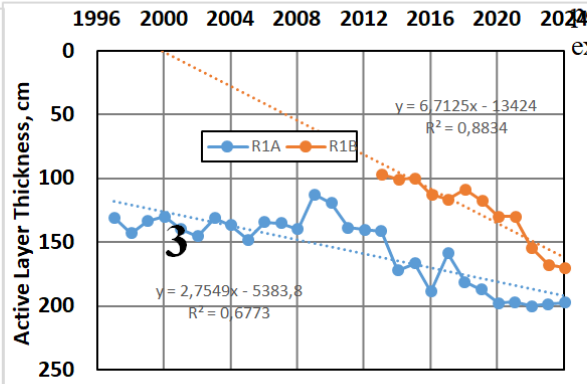
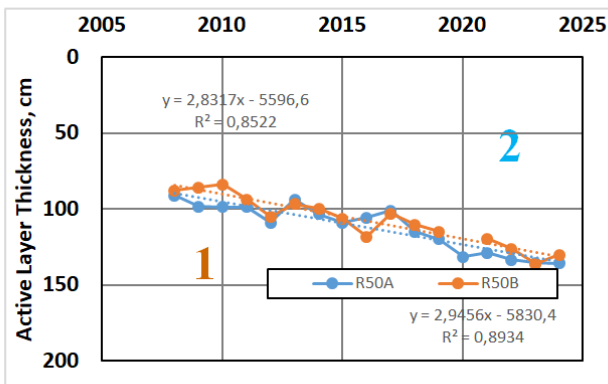
- Number of ALT sites: 6
- Countries of ALT site locations: **Russia**
- Longest observing period: **R1A - 27; R1B - 12; R50A - 16; R50B - 16; Numto - 6; Tarko-Sale - 7; Noyabrsk - 6 years**
- Measurements during 2016-2023 – **Yes**;
- “Trends” in data from 2016-2021?:
- **1 (R50B - Urengoy-north)** - southern tundra, the significant **positive trend**.
- **2 (R50A - Urengoy-south)** - southern forest tundra, the insignificant **negative trend**.
- **3 (R1 - Nadym)** - northern taiga, the insignificant **positive trend**.
- **4, 5, 6** - taiga, there is no **trend**.

CALM sites:

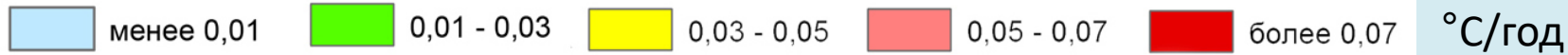
- 1 – Nadym R1A, R1B
- 2 – Urengoy-south R50A
- 3 – Urengoy-north R50B
- 4 – Tarko-Sale
- 5 – Numto
- 6 – Noyabrsk



R1A & R50A: the number of point where thawing did not exceed 200 cm

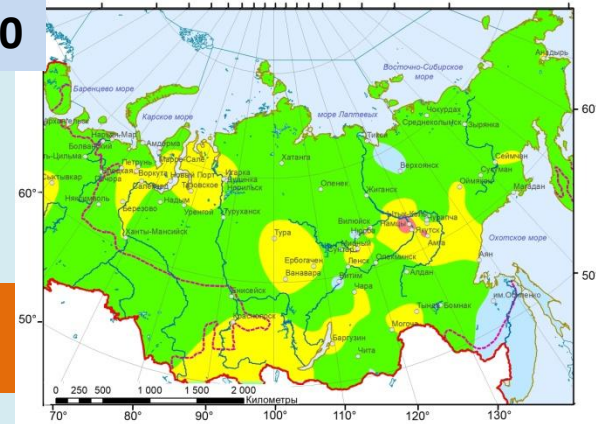
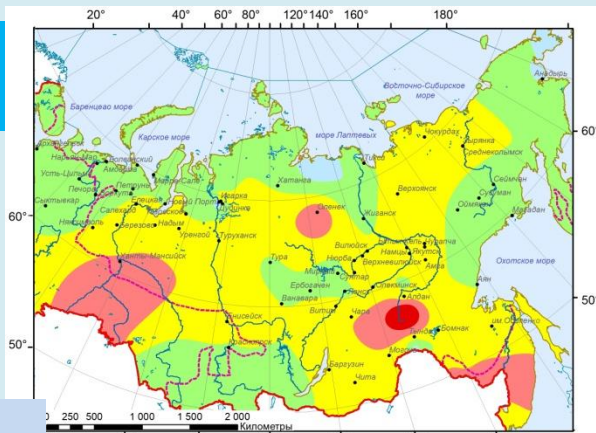


Тренды температуры воздуха α_a и грунтов α_g

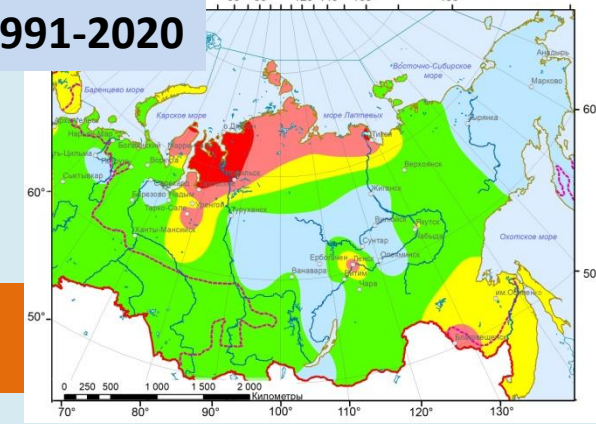
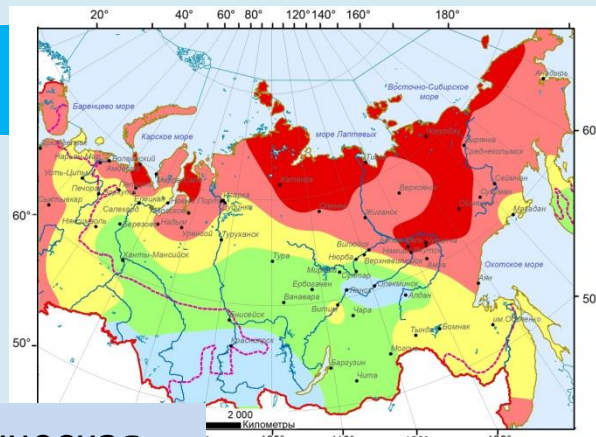


КЛИМАТ

Климатическая
норма 1961-1990



Климатическая
норма 1991-2020



ГРУНТЫ

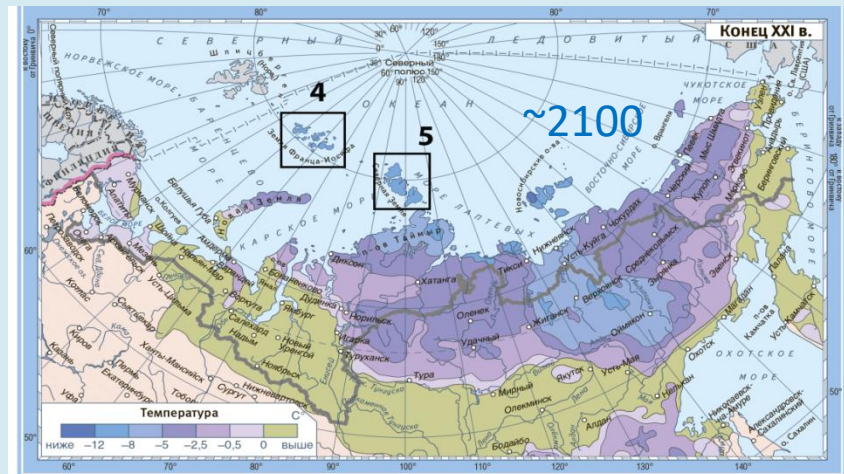
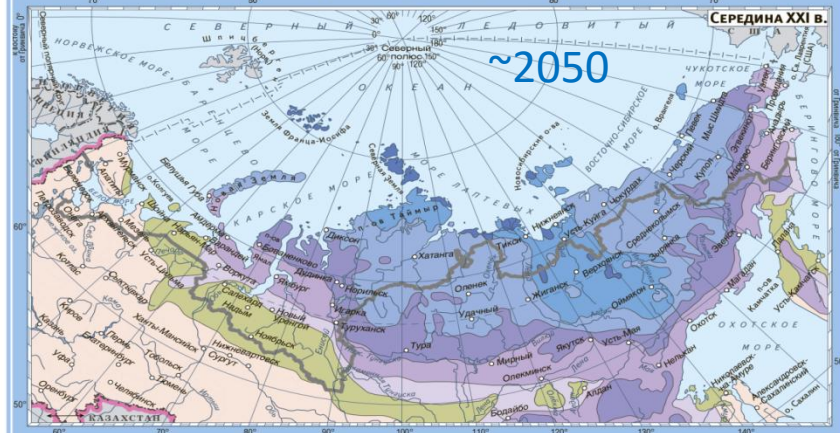
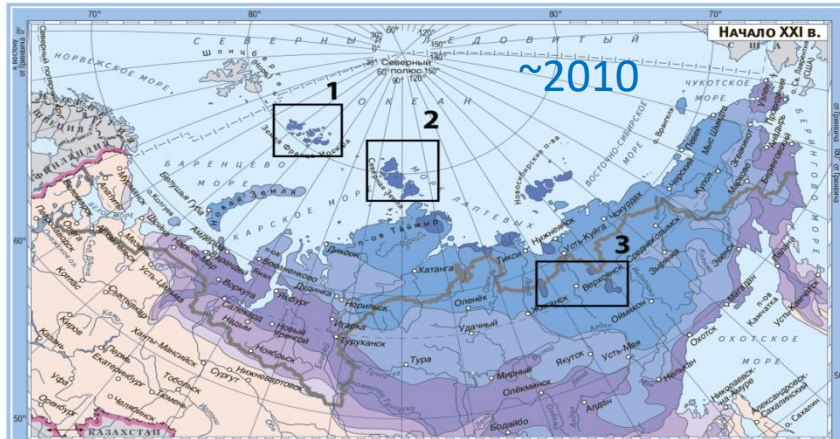


Обзорный и национальный уровень

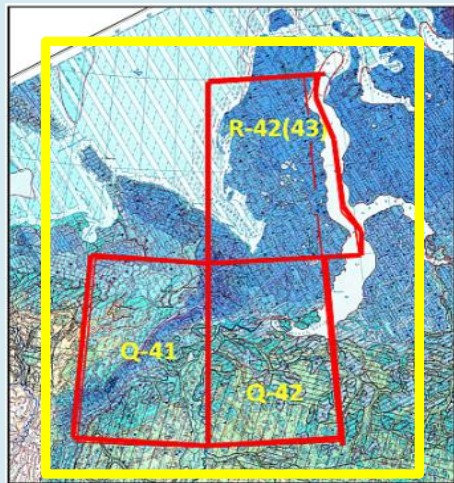
(масштаб 1:5 млн ... 1:40 млн)

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ТЕМПЕРАТУРА МЕРЗЛОТЫ В XXI ВЕКЕ

(Национальный Атлас Арктики, 2017)



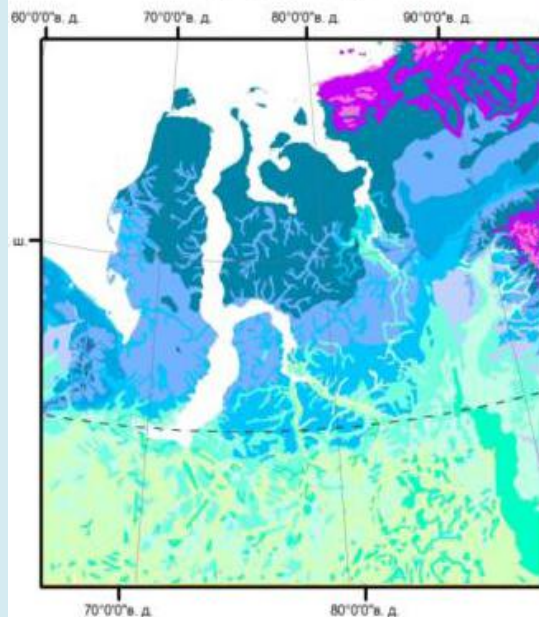
Прогноз изменения температуры ММП региона на середину 21 века



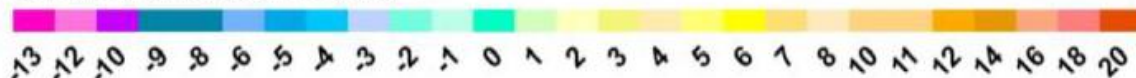
Отступление южной границы мерзлоты



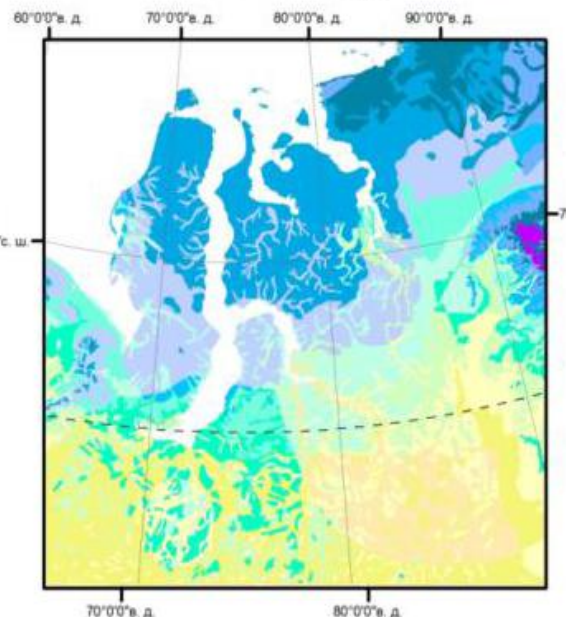
Карта температуры
многолетнемерзлых пород
севера Западной Сибири
(2000 год)



Средняя температура пород, °C



Прогнозная карта температуры
многолетнемерзлых пород
севера Западной Сибири
на 2050 год

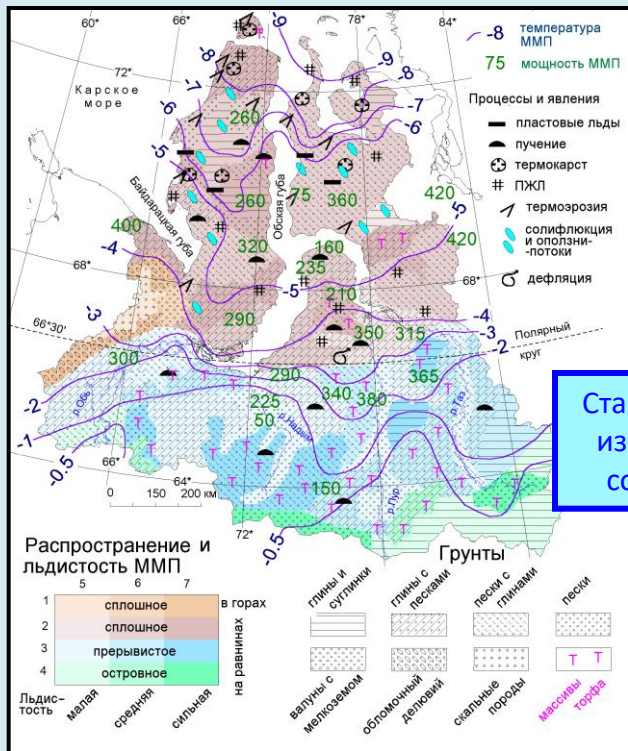


Геокриологическая карта Западной Сибири (ЯНАО)

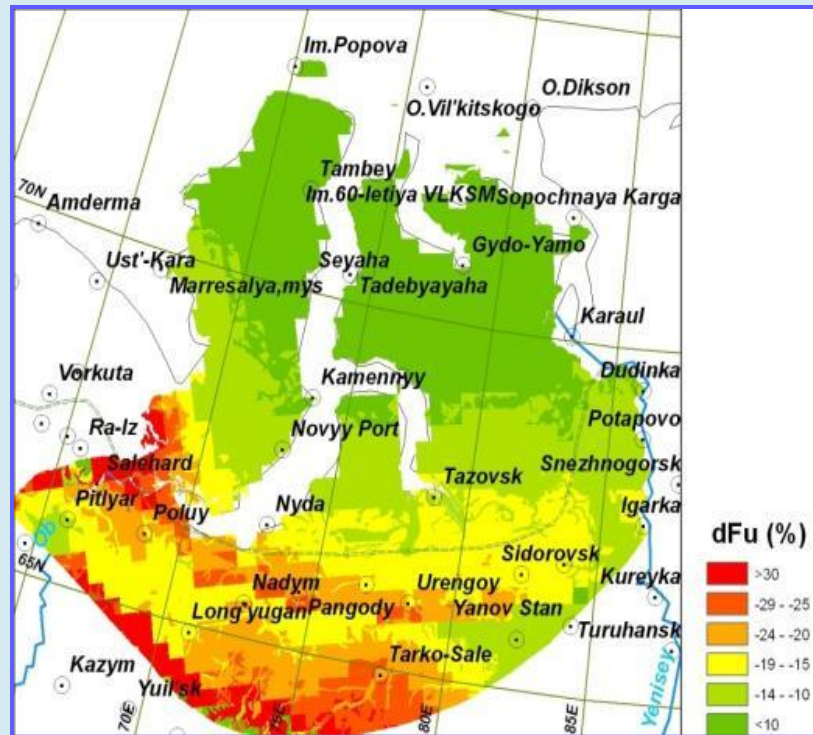
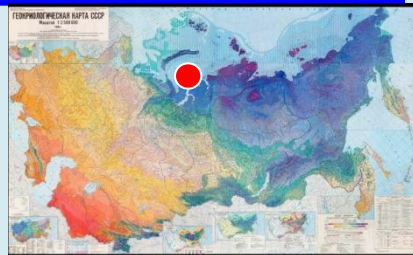
Карты регионального уровня

Масштаб
1:2 500 000

Снижение несущей способности
фундаментов (dFu, %) за 1990-2010
гг. по сравнению с 1960-ми годами



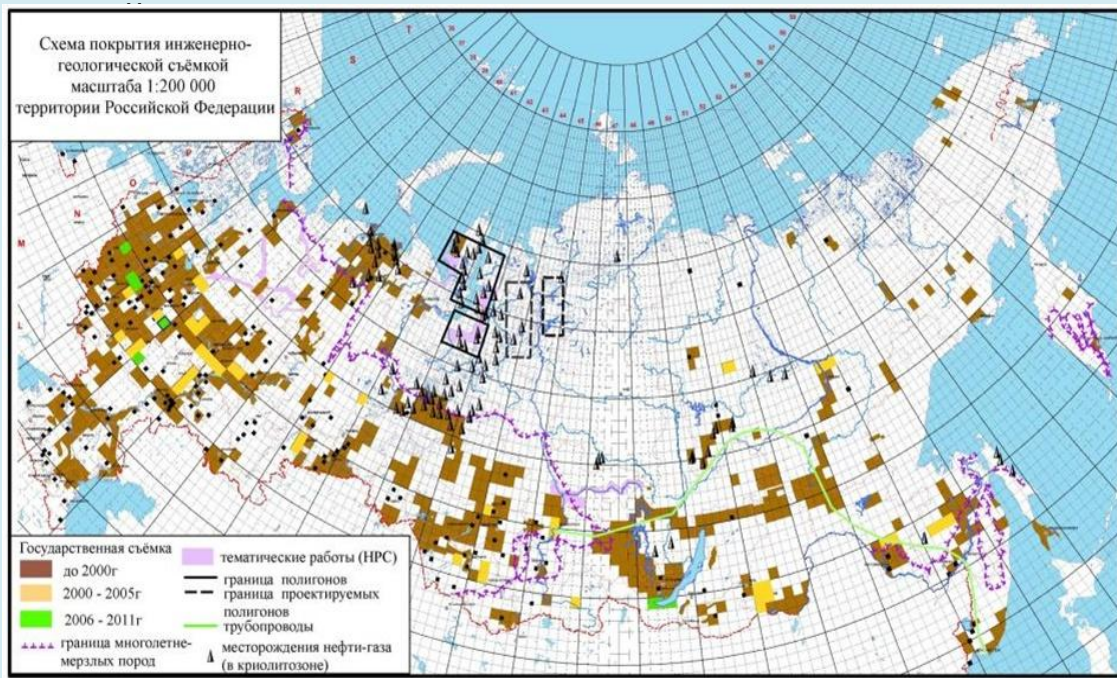
Стандартное отклонение вдоль
изолиний температуры ММП
составляет в среднем 1,4 °C



Геокриологические карты локального уровня

Локальные картографические модели составляются для территорий хозяйственных объектов и комплексов (например, конкретных месторождений), охраняемых территорий, территорий административных

(масштаб 1:25000 ... 1:200 000)



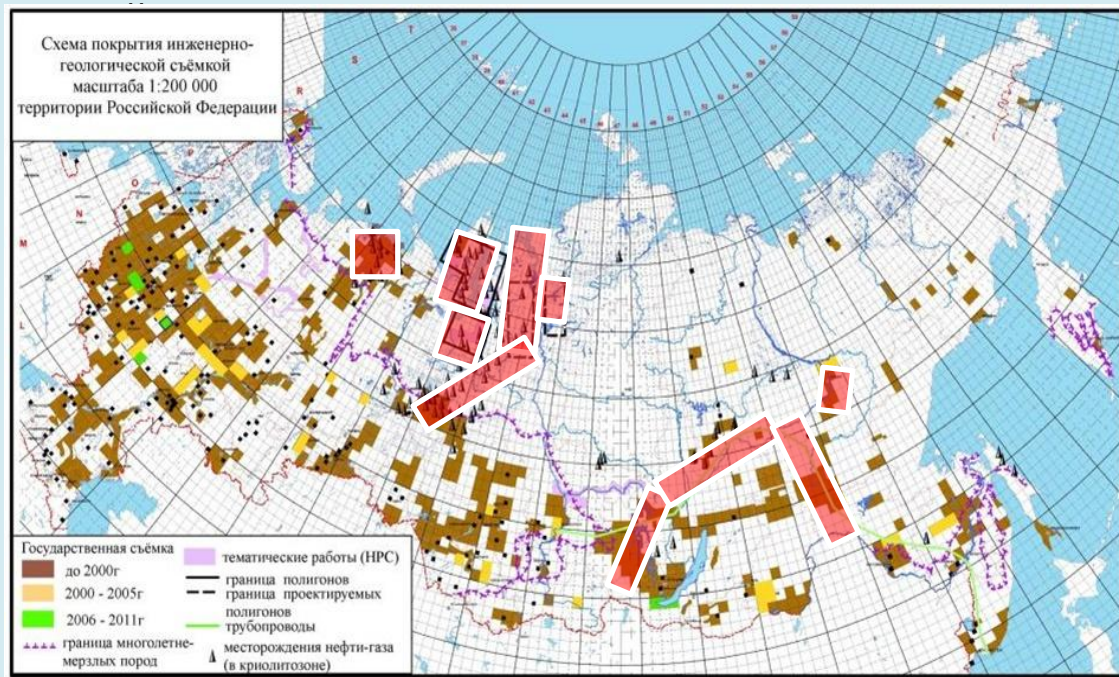
Заснятость территории России инженерно-геологическими и (-геокриологическими) съемками масштаба 1:200 000



Геокриологические карты локального уровня

Локальные картографические модели составляются для территорий хозяйственных объектов и комплексов (например, конкретных месторождений), охраняемых территорий, территорий административных

(масштаб 1:25000 ... 1:200 000)



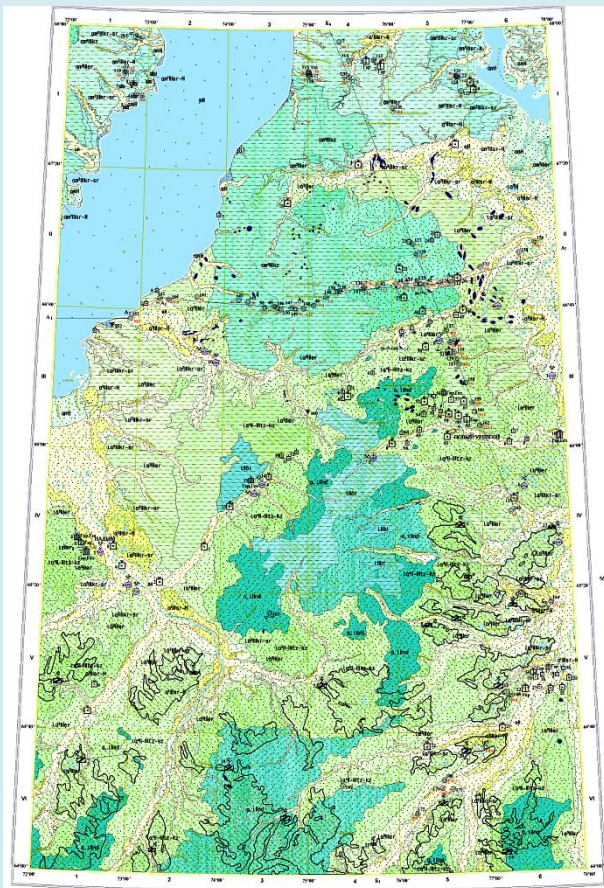
Заснятость территории России инженерно-геологическими и (-геокриологическими) съемками масштаба 1:200 000

Картирование на геосистемной основе
масштаба 1:50 000 ... 1:200 000

Геологическая карта
1:1 000 000 лист Q-42

Графической и информационной основой гидрогеологических и инженерно-геологических карт

являются геологическая
карта и карта четвертичных
отложений м-ба 1:1 000 000



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

091	aŋ	Алловальное отложение глыбистой террасы [1, 2, 23]. Пески, супеси, местные гравели и гальки (по 20–25 м).
51	nŋ	Морские отложения галей, вагон, гальки [1]. Пески, супеси, супиники.
130	an	Аллоэвально-морские (дельтовые) отложения [1]. Супеси, пески (10–15м)
267	aŋ'ŋ' - nŋ	Аллоэвально-морские (дельтовые, вагонные, эстуарные) отложения четвертой террасы [1]. Супеси, супеси с прослойками песка [1].
467	aŋ'ŋ' - nŋ	Аллоэвально-морские (дельтовые, вагонные, эстуарные) отложения третьей террасы [1]. Супеси, супеси с прослойками песка [1].
478	aŋ'ŋ' - sr	Пески, местами с глыбами гравия и гальки, торф (0–14 м). <i>Примечание:</i> в дельте реки.
59	aŋ'ŋ'ŋ' - sr	Аллоэвально-морские (эстуарные) отложения второй террасы [1]. Супутни, супеси, песок (по 20 м)
62	ŋ'ŋ'ŋ'ŋ' - sr	Озерно-аллоэвальное отложение горизонтальной террасы [2, 3]. Пески с прослойками супеси и супинки (4–22 м).
64	aŋ'ŋ'ŋ'	Аллоэвально-морские отложения третьей террасы [1]. Супеси, супеси (15–30 м, до 40 м). <i>Трещины вертикальные</i>
75	aŋ'ŋ'ŋ'	Аллоэвально-морские отложения третьей террасы [1]. Супеси, супинки, алевриты, глина, песок с гравием и галькой, суперпигмент биогенитов в гурсах (0–22 м). <i>Пески стromочувствительны</i>
85	aŋ'ŋ'ŋ'	Кашачевый гористый. Аллоэвально-морские отложения четвертой террасы [2, 3]. Супутни, супеси, супиники (до 35 м).
110	aŋ'ŋ'ŋ'ŋ'ŋ'	Тихоокеанско-кашачевый гористый. Озерно-аллоэвальное отложение четвертой надпойменной террасы [2, 3]. Пески с прослойками супеи, супиников.
117	aŋ'ŋ'ŋ'ŋ'ŋ'	Тихоокеанско-кашачевый гористый. Озерно-аллоэвальное отложение четвертой надпойменной террасы [2, 3]. Пески с прослойками супеи, супиников.
170	a, ŋ'ŋ'ŋ'	Штернштейн-глыбовый гористый. Надпойменная терраса [2, 3]. Аллоэвальные и озерные отложения. Пески с осадками с гравием и галькой (1–30 м)
220	ŋ'ŋ'ŋ'	Смоленский гористый. Белозерская свита [2, 3]. Озерные отложения. Супеси, супиники, глина, супеси, песок с гравием и галькой (СВ 30 м) <i>Трещины вертикальные</i>
310	a, nŋ'ŋ'	Тихоокеанско-смоленский гористый. Харьковская свита [1]. Аллоэвальные морские отложения. Пески с глыбами алеврита и супеи, местами с гравием и галькой (0–18 м)
310	a, nŋ'ŋ'	Хвалынская свита [1]. Озерные, морские и аллоэвальные отложения. Супеси, супиники, глина, супеси с гравием и галькой (СВ 30 м)
317	ŋ'ŋ'ŋ'	Семёновская свита [3]. Озерные отложения. Глины с прослойками песка и алеврита (5–10 м)
407	aŋ'ŋ'ŋ'	Талийский гористый. Талийская свита [1]. Супеси, супиники, глина, супеси с гравием и галькой (СВ 35 м)
420	n, ŋ'ŋ'ŋ'	Талийско-таймырский гористый. Марьевская свита [1, 2]. Озерные, морские, альпидовые отложения. Алевриты, пески с гравием и галькой, диамантисты, супеси, супиники на дельтах и склонах сопотеланий. <i>Примечание:</i> в дельте реки.
542	ŋ'ŋ'ŋ'	Таймырский гористый. Марьевская свита. Верхняя юзюлита [1, 2]. Озерно-морские отложения. Глины с прослойками супеи, супиников, супугов, супугов и гальки (0–18 м)
547	aŋ'ŋ'ŋ'	Талийско-таймырский гористый. Марьевская свита. Нижняя юзюлита [1, 2]. Аллоэвально-озерные отложения. Пески с гравием и галькой. <i>Примечание:</i> в дельте реки.
547	ŋ'ŋ'ŋ'	Бережковая свита [3]. Озерные и морские отложения. Диамантисты, в редких случаях радиоляриевые пески (более 100 м)
547	aŋ'ŋ'ŋ'	Среднеиская свита [1, 2]. Морские и аллоэвально-морские отложения. Супеси, супиники, алевриты, глина, супеси с гравием и галькой (СВ 140 м)
547	aŋ'ŋ'ŋ'	Сорокопольская свита [1, 2]. Аллоэвально-морские отложения. Алевриты, глины, супеси, супиники, супуги, супуги с гравием и галькой (СВ 140 м), местами боковыми талыми песками с гравием и галькой (по 105 м)
547	mŋ'ŋ'ŋ'	Туруевская свита [1, 2]. Морские отложения. Пласти диамантистов в чередованиях с пластами перекрывающимися супеи, супиников, супугов, супугов и гальки (по 110 м)
547	mŋ'ŋ'ŋ'	Мускомская свита [1, 2]. Аллоэвально-морские отложения. Пески, супеси с гравием, прослой супеи и супугов, в том числе диамантисто-кварцевых (0,75 м)
547	aŋ'ŋ'ŋ'	Новосибирский гористый. Новосибирская свита [1, 2]. Морские отложения. Супеси, супиники, алевриты, глина, супеси с гравием и галькой, супуги, супуги, мелкими феофанитами и примесью алеврита, торфом, черуго гидролитом, галькой или кварцевыми осадками (до 10 м в бортах)
		Доломитовые образования

СХЕМА КОРРЕЛЯЦИИ КАРТОГРАФИРУЕМЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

Западно-Сибирская структурно-фациальная область

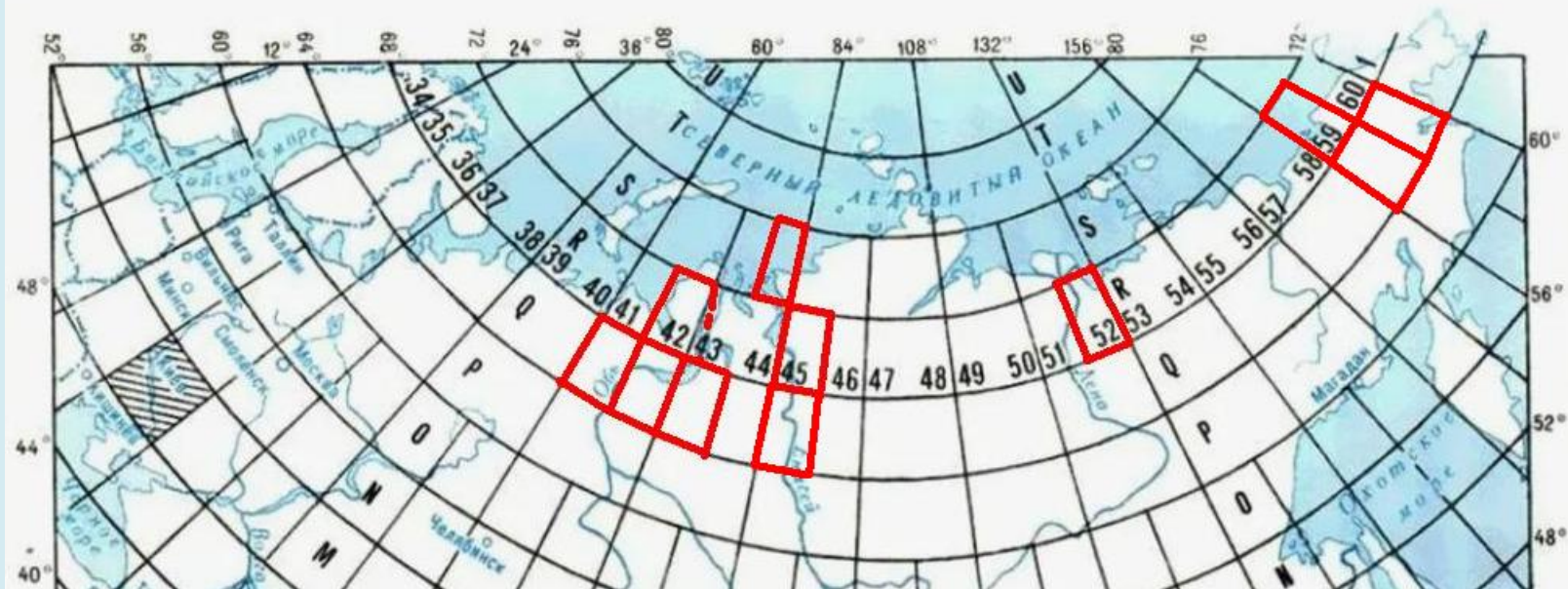
[illegible]

Объект Госзадания ФГБУ Геодетгидрогеология

- Текущий объект: "Создание комплектов гидрогеологических и инженерно-геологических карт масштаба 1:1 000 000 по группе листов территории Российской Федерации в 2023–2025 гг. "
- Фактическое начало работ по этой тематике – 2020 г. предполагается пролонгация
- Очерёдность работ по группам листов соответствует актуальности экономического развития и освоения
- Создание и подготовка к изданию комплектов гидрогеологической и инженерно-геологической карты масштаба 1:1 000 000:
 - Гидрогеологическая часть
 - Инженерно-геологическая часть
 - Геокриологическая часть (*для северных и восточных регионов*)
 - ❖ Выполнено и в работе, листы: Q-41 Воркута; Q-42 Салехард; R-42,(43) п-ов Ямал; Q-43 Новый Уренгой; S-44 Диксон; R-52 Тикси; R-45 Норильск; R-59 Певек; Q-60 Анадырь; Q-59 Марково; Q-45 Игарка

Выполнено и в работе геокриологическое картирование листов: Q-41 Воркута; Q-42 Салехард; R-42,(43) п-ов Ямал; Q-43 Новый Уренгой; S-44 Диксон; R-52 Тикси; R-45 Норильск; R-59 Певек; Q-60 Анадырь; Q-59 Марково; Q-45 Игарка

Схема разграфки листов 1:1000 000



МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОИСПОЛЗОВАНИЮ

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА масштаба 1 : 1 000 000

КАРТА ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ R-42(43) (н-ов Лаври)

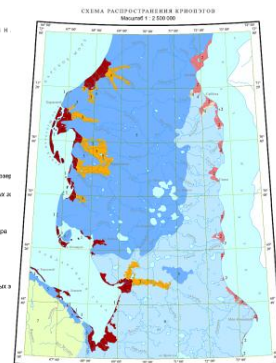
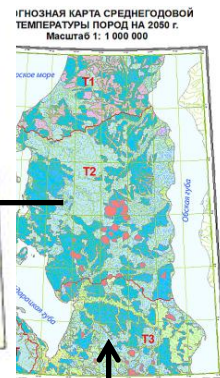
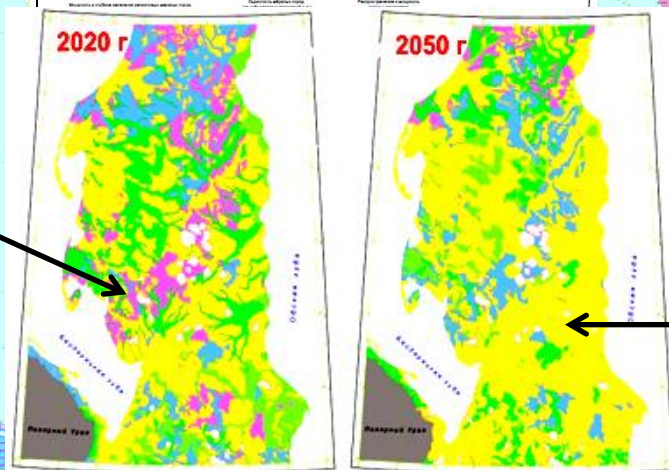
© Издание 2011
© Федеральное агентство по недропользованию
© 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 26

[illegible]

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ

Кубань - 1:200 000

Map showing the Kuban River and surrounding regions, including the Caucasus Mountains and the Black Sea. The map includes numerous place names and geographical features.

[illegible]

Расчетные сопротивления сдвигу по поверхности смерзания

Прогноз температур мерзлоты на 2050 г.

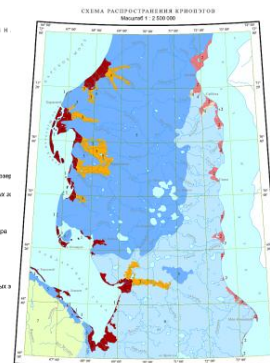
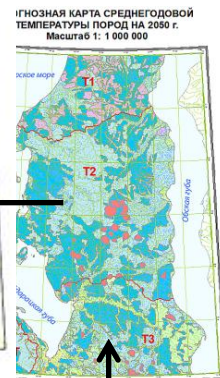
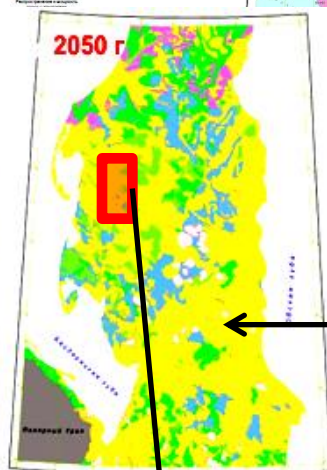
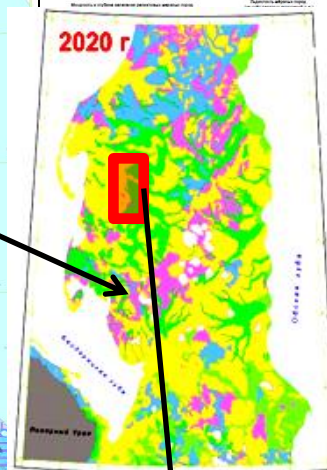
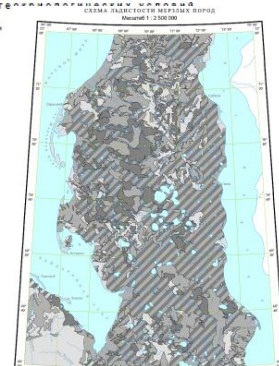
Криопеги

[illegible]

Мощность мерзлоты



Льдистость мерзлоты



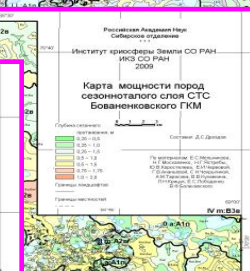
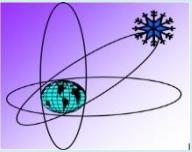
Расчетные сопротивления сдвигу по поверхности смерзания

Прогноз температур мерзлоты на 2050 г.

Криопеги

Геосистемы

Локальные ГИС Бованенковское НГКМ



Процессы

Содержание льда

Температура

Сезонное протаивание

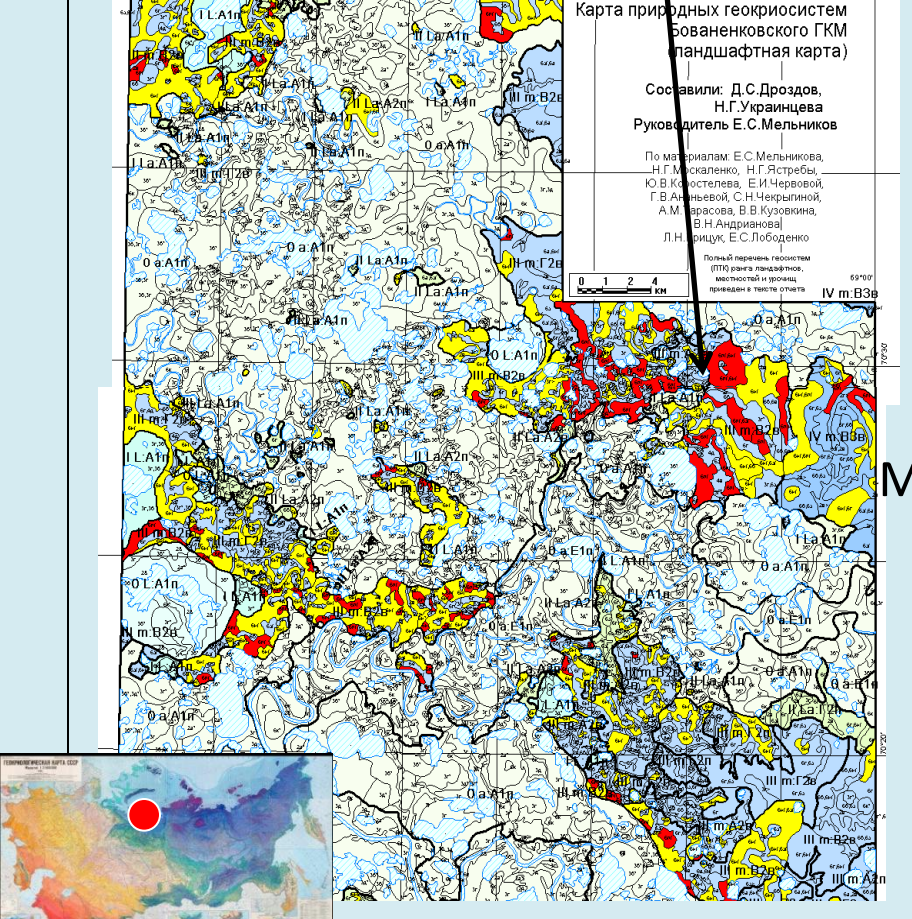
Геологическое строение

масштаб 1:100 000

Степень благоприятности
для строительства



Карты локального уровня

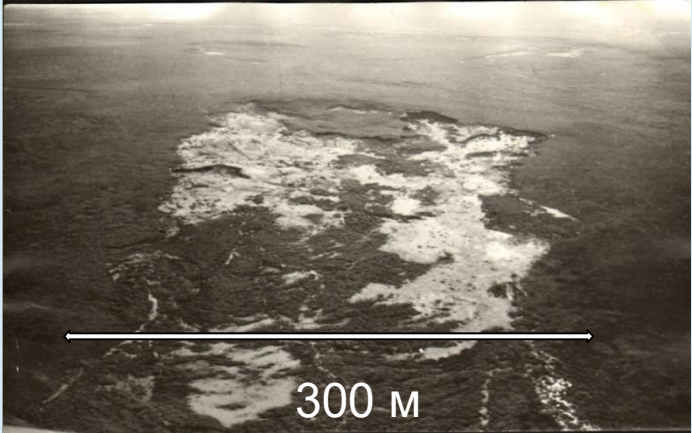


Карта природных геокриосистем
Бованенковского ГКМ
(ландшафтная карта)

Составили: Д.С.Дроздов,
Н.Г.Украинцева
Руководитель Е.С.Мельников

По материалам: Е.С.Мельникова,
Н.Г.Маскаленко, Н.Г.Ястребы,
Ю.В.Костелева, Е.И.Черновой,
Г.В.Андреевой, С.Н.Чекриной,
А.М.Маркова, В.В.Кузовкина,
В.Н.Андреева,
Л.Н.Крикун, Е.С.Лободенко

Полный перечень геокриосистем
(ПНГ) района ландшафтной
карты, приведён в тексте отчёта



Криогенный
оползень
скольжения. Р-н
Быстрицкийского
месторождения,
Гыдан, 1991 г.
Смещение длилось
~15 минут, буровики
катались на
движущихся блоках

Масштаб 1:100 000

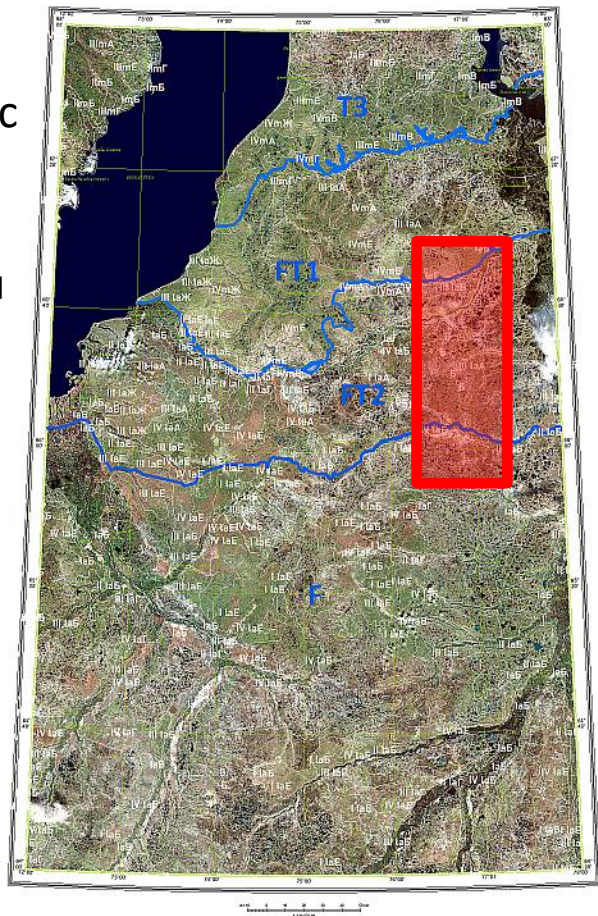
Термокарст по пластовым
льдам, инициированный
криогенным оползнем. Р-н
Бованенковского
месторождения. 2010-е

Примечание:

Жёлтый – участки с криогенными оползнями скольжения
Красный – активизация термокарста в связи с оползнями
Н.Г.Украинцева



Составление
геокриологичес-
кого листа
инженерно-
геологической
карты
масштаба
1:1 000 000
Q-43
(Нов.Уренгой)



Карта предварительного дешифрирования площади
листа Q-43 (Новый Уренгой)

Индексы на карте
Ландшафтные провинции:
T3 — южная тундра;
FT1 — северная лесотундра;
FT2 — южная лесотундра;
F — северная тайга;
Малые условные индексы - ПТК в ранге ланд

Характеристика природно-территориальных коа
(приведена характеристика, аналогич
(на схеме дешифрирования показан объединенный индекс)

Типы ландшафтов:

Морские равнины и террасы:

IVm — ландшафты четвертой морской равнины;
III m — ландшафты третьей морской равнины;
II m — ландшафты второй морской равнины;
Im — ландшафты первой морской равнины;
Om — ландшафты лайды.

Озерно-аллюв

IV Ia — ландшафты четвертой озерно-аллювиальной;
III Ia — ландшафты третьей озерно-аллювиальной;
II Ia — ландшафты второй озерно-аллювиальной;
I Ia — ландшафты первой озерно-аллювиальной

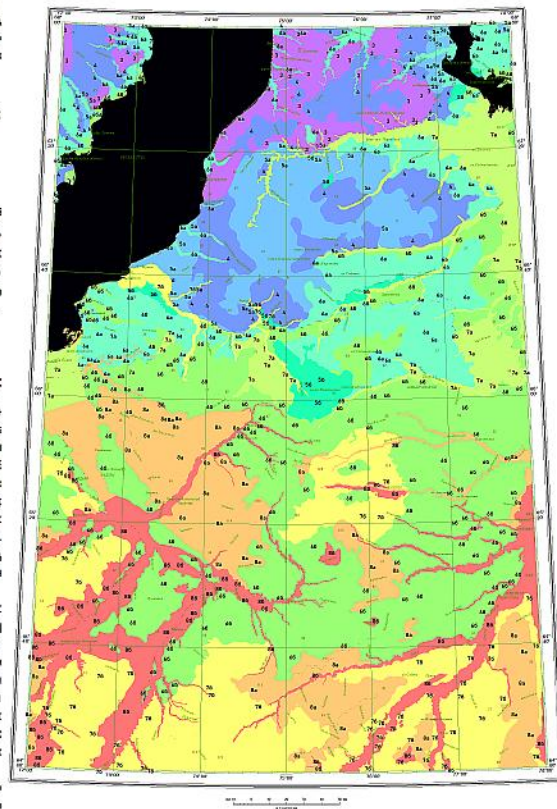
Долинные

Ia — ландшафты первой речной террасы;
0a — ландшафты поймы.

Типы местностей (в пр

A — озерно-котловинные (плоские, волнистые и мел
озерами, занимающими до 30%, покрытые тундр
Б — озерно-болотные (плоские нерасчлененные или
торфяниками, болотами и озерами (озерность 25
В — хасырейные (плоские слабосрачлененные руч
занятыми лугами, болотами и торфяниками. Хасы
ними эрозийными останцами с тундрами (тундр
сложены песками и суглинками с линзами торфа).
Г — плосколожбинные (плоские и слабонаклонные, з
вреза 3-10м, в тундровой зоне и северной лесотун
песчаный, реже супесчаный состав).
Д — линейно-грядовые (с частым чередованием па
редколесиями, редианами и лесами в тайге и межг
торфом и песками, подстилаемыми суглинками и
Е — мелко- и среднехолмистые (мелкие и средние х
распластанными верховьями, образующими равн
холмы в тундровой зоне и северной лесотундре п
лога заняты болотами и кустарниками. Эти местн
Ж — крупнохолмистые (крупные холмы с узкими вер
и деллями, глубокорасчлененные широкими вып
сложены суглинками, супесями и песками).
З* — холмисто-увалистые (увалы, значительно расчл
и торфяниками, в тайге — с участием лесов; увалы
суглинками с гравийно-галечниковым материалом
И* — озерно-холмистые (мелкохолмистые), расчлененные узкими озерными котловинами, занимающими 10-20% поверхности, образующими цепочки по ложбинам стока, занятые тундрами на супесях и суглинках).

Температура мерзлоты

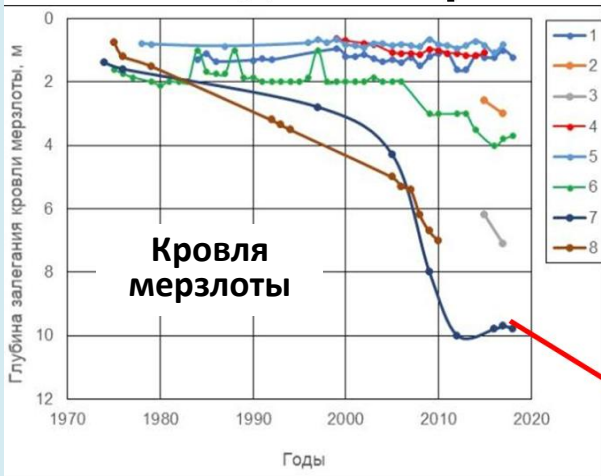




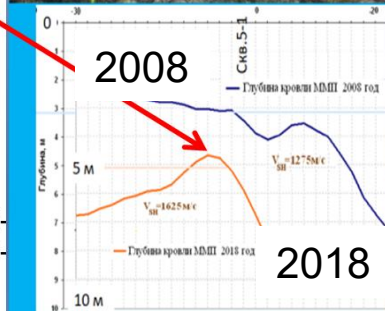
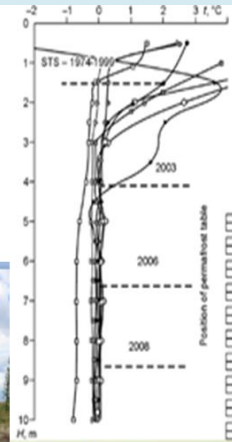
Локальные и элементарные ГИС: г.Нов.Уренгой и Надым



Динамика погружения кровли ММП и достоверность измерений



- 1-Болванский
- 2-Кумжа, центр профиля
- 3-Кумжа, край профиля
- 4-Воркута (с учетом осадки)
- 5-Марпе-Сале
- 6-Надым
- 7-Уренгой, скв. 5-
- 8-Уренгой, скв. 5-



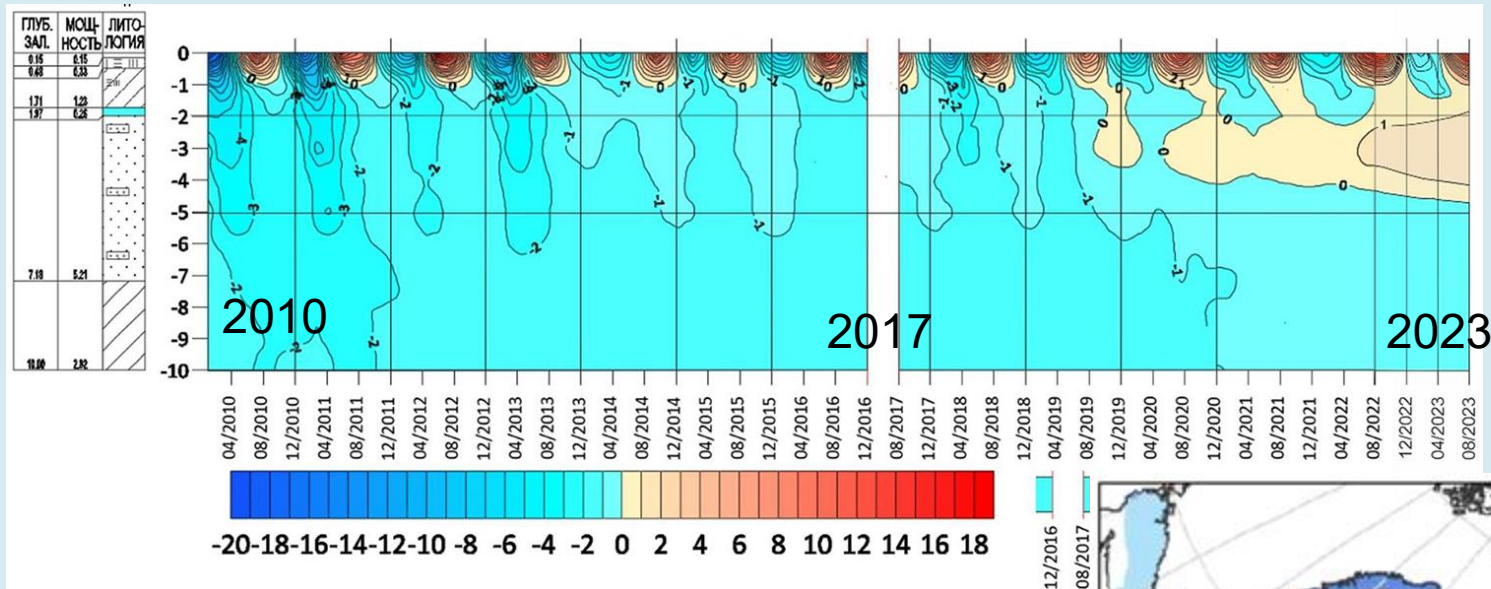
Seismic detection
of lowered
permafrost



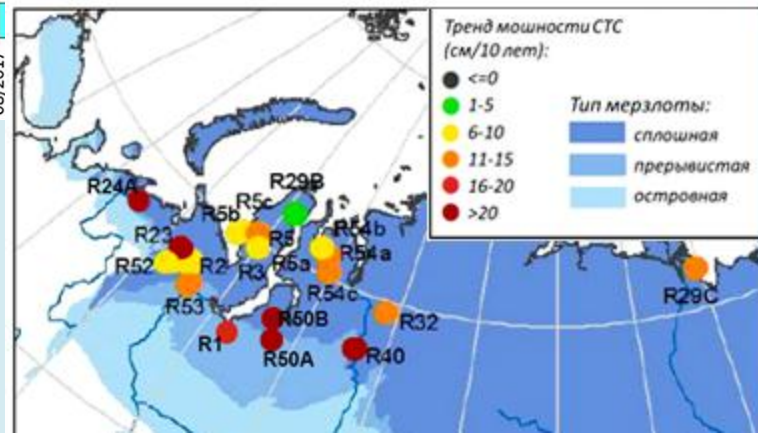
По данным геотехнического
мониторинга техногенез добавляет
1,5...3°C потепления грунтов и 2-4 м
опускания кровли мерзлоты



Появление надмерзлотных таликов (Зап.Сибирь, Надым)



Тренд мощности CTC на площадках CALM
РФ за период с начала наблюдений до
2023 г.

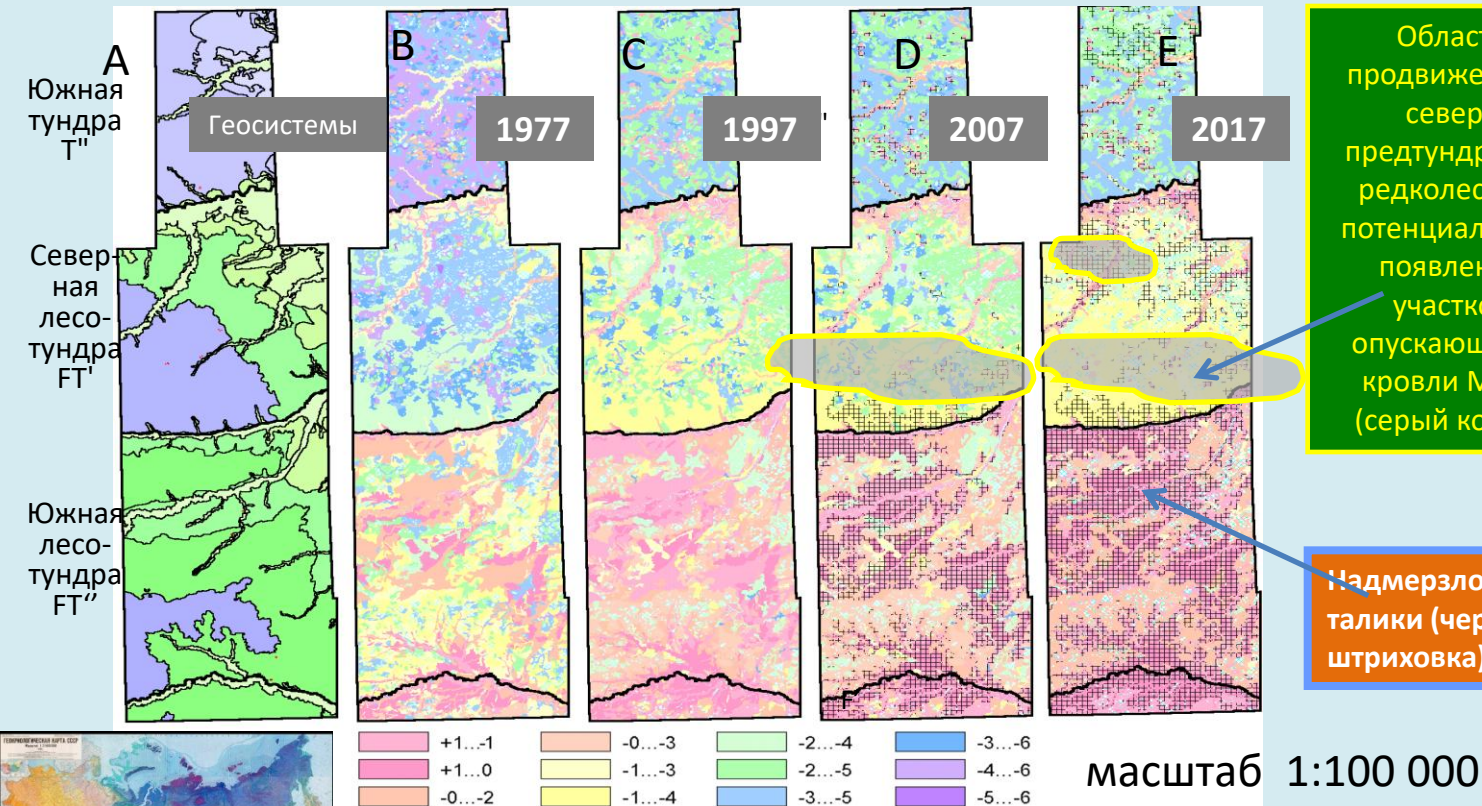




Локальный уровень: Уренгойское НГКМ

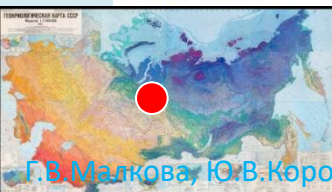
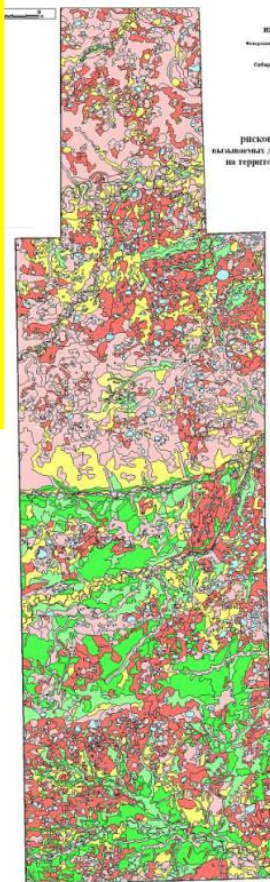
Образование **надмерзлотных таликов** на рубеже XX - XXI вв. в лесотундре Западной Сибири

Благоприятность
для
трубопроводного
строительства



Область
продвижения к
северу
предтундровых
редколесий и
потенциального
появления
участков
опускающейся
кровли ММП
(серый контур)

Надмерзлотные
талики (черная
штриховка)



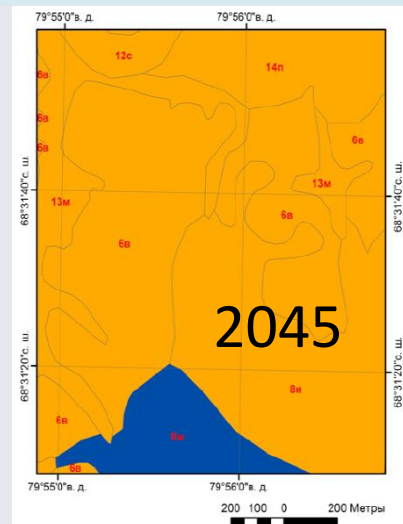
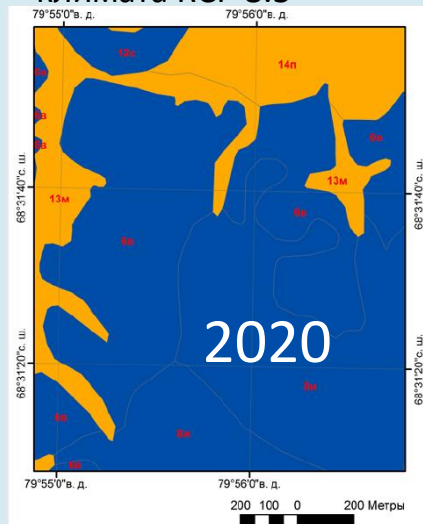
Пообъектный уровень – геотехнический мониторинг

Геоэкологический мониторинг Восточно-Мессояхского месторождения



Масштаб 1:2000...1:25 000

Карта общего технического состояния ММП в исследуемых ландшафтах Восточно-Мессояхского месторождения на 2020 г. и прогноз на 2045 г. по «экстремальному» сценарию потепления климата RCP 8.5





В.П.Мельников, В.А. Дубровин, А.В. Брушков, М.Н. Железняк, А.Б. Осокин, М.Р. Садуртдинов, Д.О. Сергеев

Мониторинг криолитозоны

Гидроспецгеология Минприроды, кафедра геокриологии МГУ, ИКЗ ТюмНЦ СО РАН, ИМЗ СО РАН,
Газпром Добыча Надым, Институт геоэкологии РАН



Государственный мониторинг криолитозоны должен представлять собой межведомственную систему :

- (1) регулярных наблюдений, сбора, накопления, обработки и анализа информации, в т.ч. на всю мощность мерзлоты (**карты**). Масштаб – сообразно актуальности и этапу освоения;
- (2) оценки динамики вечной мерзлоты как в естественных условиях (**фоновый мониторинг**), так и на освоенных территориях (**геотехнический мониторинг**);
- (3) составления **прогнозов изменений криолитозоны** под влиянием естественных факторов, земле- и недропользования, строительства и жилищно-коммунального хозяйства;
- (4) разработки методов и нормативов **регулирования состояния вечной мерзлоты** для рационального использования криогенных ресурсов и устойчивого развития.

И для решения этих задач имеется средство – геосистемный подход: природные геосистемы и инженерные объекты образуют **иерархию** и **типизированы**. Результаты их взаимного наложения тоже типизированы.



Геосистемный подход и мониторинг криолитозоны

Это особенно важно в современных условиях, когда возможности региональных и других натурных площадных геокриологических исследований ограничены организационно-экономически, данные фонового мониторинга немногочисленны и разрознены, а материалы геотехнического мониторинга разобщены по архивам различных ведомств и коммерческих обществ.

Полигон Воркутинский, лист: Q-41

Полигон Ямальский, лист: R-42

Полигон Норильский, лист: R-45-3,4

Полигон Хатанга, лист: R-48-A

Полигон Жиганский, лист: Q-51-B

Полигон Саскылах, лист R-50,1,2

Полигон Тикси, лист: R-52-1,2

Полигон Депутатский, лист R-54-B

Полигон Черский, лист: R-57-Г

Полигон Магаданский, лист: P-55-C,D

Полигон Анадырский, лист: Q-60-Г

Нельзя считать удовлетворительной принятую к исполнению программу фонового мониторинга ФА Росгидромет, предполагающей бурение по одной наблюдательной скважине глубиной 30 м на территории 140 метеостанций, расположенных в криолитозоне, т.к. большинство точек не репрезентативно, а глубина недостаточна для геокриологического прогноза.



Размещение полигонов государственного мониторинга вечной мерзлоты

The map illustrates the distribution of state monitoring polygons for permafrost across the Arctic region of Russia. The polygons are marked with red squares and labeled with codes and names. The locations are as follows:

- Q 39-1,2** (Чечерский)
- R 40-3,4** (Чечерский)
- Q 40-1,2** (Марьямский)
- R 41-3,4** (Марьямский)
- R 42-1,2** (Зобинский)
- R 43-1,2** (Зобинский)
- R 43-3,4** (Зобинский)
- Q 42-1,2** (Воркута)
- R 44-3,4** (Воркута)
- R 45-3,4** (Воркута)
- Q 45-1,2** (Воркута)
- S 47-3,4-Б,Г** (Хатангский)
- R 47-1,2-А,Б** (Хатангский)
- S 48-3-Б,Г** (Хатангский)
- R 48-1-А,Б** (Хатангский)
- R 50-1,2** (Хатангский)
- Q 51-3,4** (Жиганский)
- R 57-3,4** (Нерский)
- R 54-3,4** (Депутатский)
- P 56-3,4** (Магаданский)
- O 56-1,2** (Магаданский)

The map also shows the locations of major cities and the names of the surrounding seas: Карское море, Море Лаптевых, Берингово море, Охотское море, Чукотское море, and Японское море.

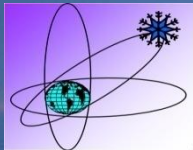
	сплошного распространения ММП (температура <-5)		островного распространения ММП
	сплошного распространения ММП (температура -1 -5)		мерзлая зона на шельфе морей
	прерывистого и массивно-островного распространения ММП		зона немерзлых пород

геокриологические полигоны и их названия

R 42 -1,2

границы листов 500 000 карт,
выбранные для обоснования
объектов мониторинга

 Арктической зоны РФ
 геокриологических зон
 южная краница ММП
 административных округов РФ
 нефтегазовые месторождения
 и их названия



*Earth
Cryosphere
Institute,
Tyumen SC
SB RAS*

**Владивосток
2025 09 22-26**

**СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ!**