

**Оценочное картирование
как основа выбора трасс линейных сооружений
на территории распространения
многолетнемерзлых грунтов**



**СЕВЕРНЫЕ
ИЗЫСКАНИЯ**

sev-iz.ru

**А.А. Попова, к.г.-м.н.,
ООО «Северные Изыскания»**

ОСНОВНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ СОСТАВЛЕНИЕ КАРТ

СП 47.13330.2016

Инженерные изыскания для строительства.
Основные положения. Актуализированная
редакция СНиП 11-02-96 4.27

4.27 Для подготовки документов территориального планирования Результаты инженерных изысканий, кроме сведений о природных условиях территории, должны содержать *карты территории* с указанием границ участков, подверженных проявлению и активизации опасных природных процессов и явлений, а также зон экологических ограничений

СП 446.1325800.2019

Инженерно-геологические изыскания для
строительства. Общие правила производства
работ

5.14 Результатом инженерно-геологической (инженерно-геокриологической) съемки являются *карты* инженерно-геологического районирования и инженерно-геологических условий [общие и (или) специальные], на которых должны быть показаны инженерно-геологические *факторы, учитываемые при территориальном планировании, планировке территории, выборе площадок (трасс) строительства (обосновании инвестиций), проектировании, строительстве зданий и сооружений.*

6.2.2 Материалы инженерно-геологических изысканий для подготовки документов территориального планирования должны содержать достаточные сведения для составления *карт инженерно-геологического районирования* территории и карт территорий, подверженных риску возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

**СП 493.1325800.2020 Инженерные изыскания для строительства
в районах распространения МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ**

**п.6. Инженерные изыскания в районах распространения
многолетнемерзлых грунтов для подготовки проектной документации**

Первый этап проектирования

из Т а б л и ц ы 6.1.2

**Ширина притрассовой полосы линейных сооружений,
расстояние между инженерно-геологическими
выработками и их глубина**

Виды линейных сооружений	Ширина полосы трассы, м	Расстояние между выработками по трассе, м	Глубина выработки, м, в зависимости от предполагаемого принципа использования грунтов в качестве оснований	
			I	II
1	2	3	4	5
Воздушная линия электропередачи	100–300	300–500	10–15	10–15

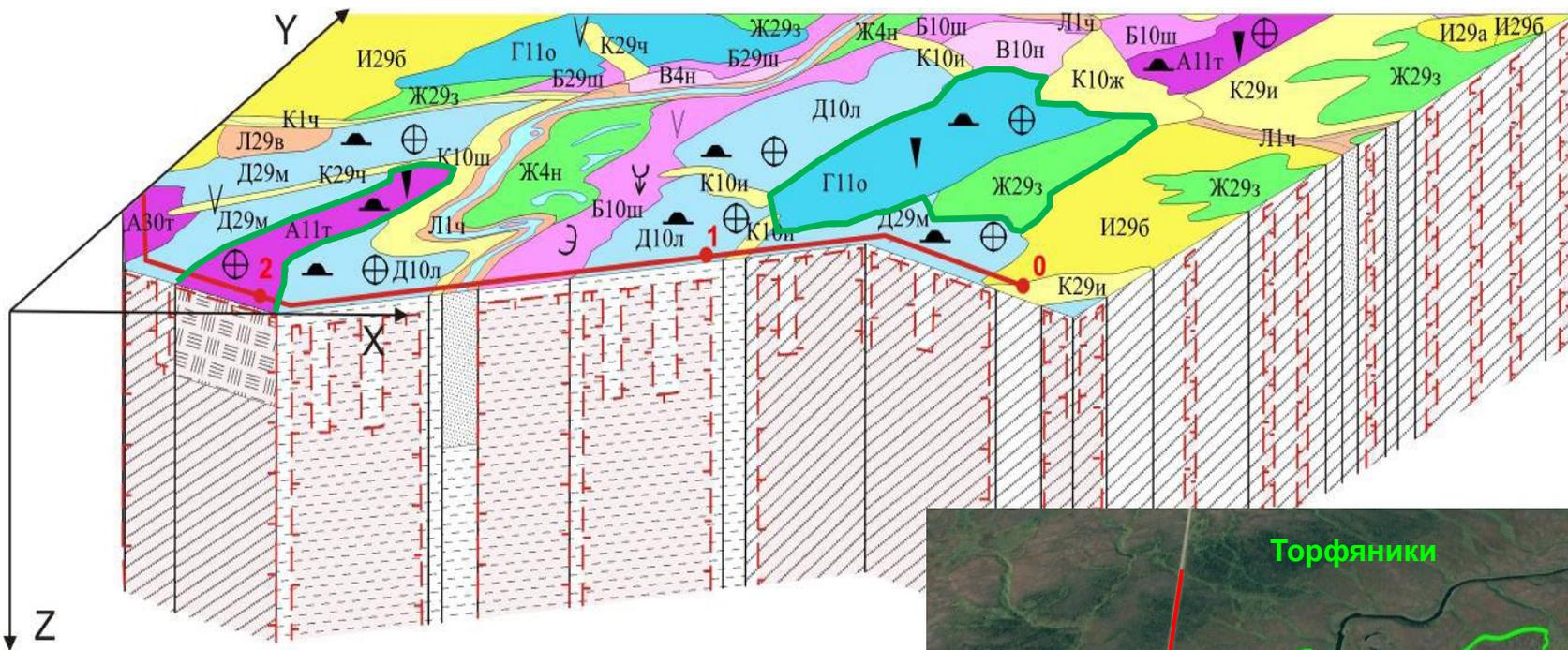
Второй этап проектирования

из Т а б л и ц ы 6.2.2

Глубина инженерно-геологических выработок в зависимости от типов фундаментов, состояния грунтов и принципов использования их в качестве оснований

Тип фундамента	Глубина инженерно-геологических выработок при использовании дисперсных грунтов оснований по принципу:	
	I	II
Твердомерзлые грунты		
Ленточные и отдельные опоры	7–10 м от подошвы фундамента	На 5 м глубже расчетной глубины оттаивания грунтов, но не менее 7–10 м от подошвы фундамента
Пластичномерзлые грунты		
Ленточные и отдельные опоры	На 3–5 м более суммы предполагаемой глубины фундамента и глубины механического и теплового взаимодействия, но не менее 12–15 м	На 3–5 м более суммы предполагаемой глубины фундамента и глубины зоны механического и теплового взаимодействия, но не менее 5 м ниже расчетной глубины оттаивания грунтов оснований
Твердомерзлые и пластичномерзлые грунты		
Свайные (при нагрузках на куст свай до 3 МН)	На 3–5 м глубже нижнего торца свай, но не менее 10–12 м	На 5 м глубже нижнего торца свай, но не менее 5 м ниже расчетной глубины оттаивания грунтов основания
Свайные поля размером 10x10 м (при нагрузках на куст более 3 МН)	На 10 м глубже нижнего торца свай	

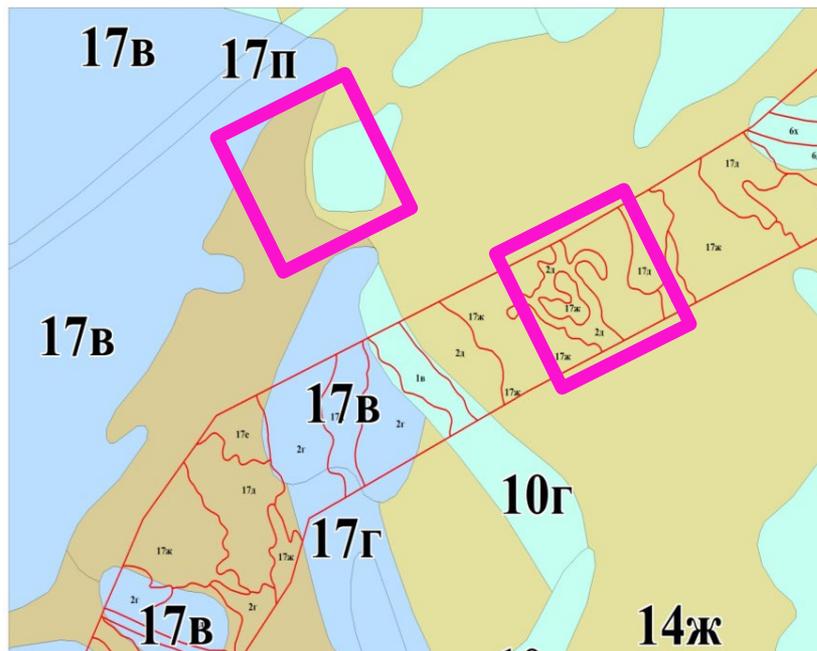
КАРТЫ РАЙОНИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ – ТРЕХМЕРНАЯ МОДЕЛЬ ГРУНТОВОЙ ТОЛЩИ



 многолетнемерзлые породы (ММП)



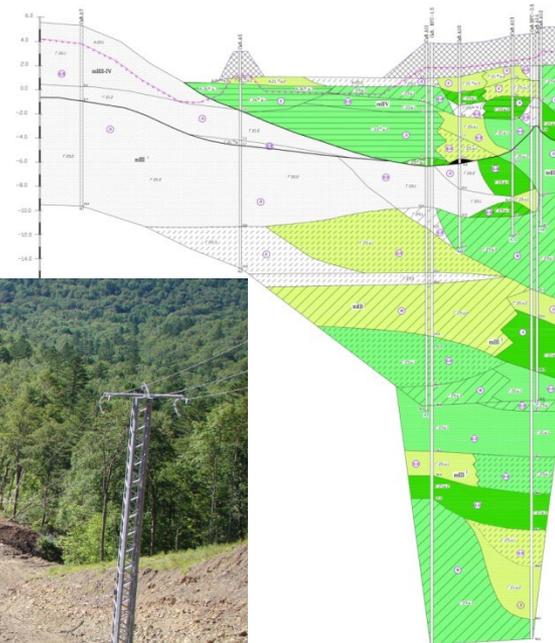
ЦЕЛЬ ОЦЕНОЧНОГО КАРТИРОВАНИЯ – ОПТИМАЛЬНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА



Большая ландшафтная дифференциация – до 5-6 ландшафтных единиц на 10 000 м² – влияет на устойчивость природной среды к техногенным воздействиям и **приводит к развитию опасных геологических процессов**

100 x 100
М

Большая дифференциация грунтовых условий – литологический состав, физико-механические свойства грунтов – **снижает несущую способность грунтов основания сооружения**



ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ И ТИПЫ КАРТ В СОСТАВЕ АЛЬБОМА ТЕМАТИЧЕСКИХ КАРТ

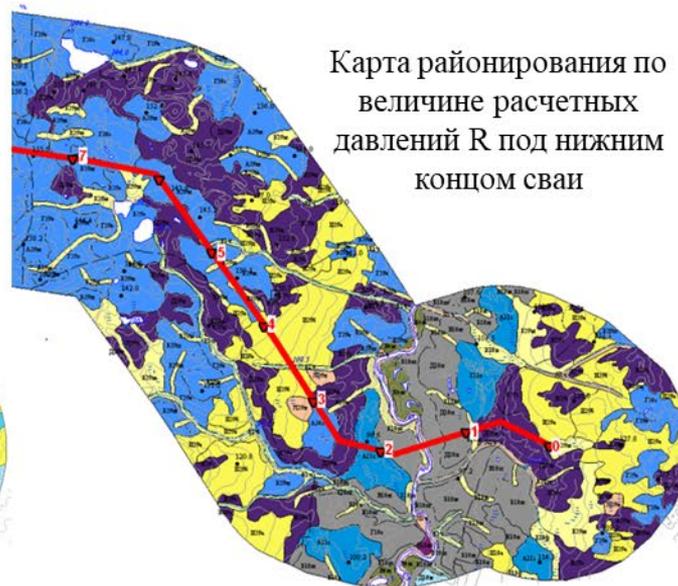
Группы карт	Типы карт
Инженерно-геологические	Карта инженерно-геологического районирования
	Карта сейсмогрунтовых условий
	Карта опасных экзогенных геологических процессов
Экологические	Карта ландшафтного районирования
	Почвенная карта
	Геоботаническая карта
	Карта животного мира
Гидрогеологические	Карта гидрогеологического районирования
	Карта защищенности подземных вод
Геотехнические	Карта районирования по условиям строительного освоения
	Карта районирования по потенциальной осадке грунтов
	Карта районирования территории по физико-механическим свойствам грунтов
	Карта районирования по рекомендуемым техническим решениям



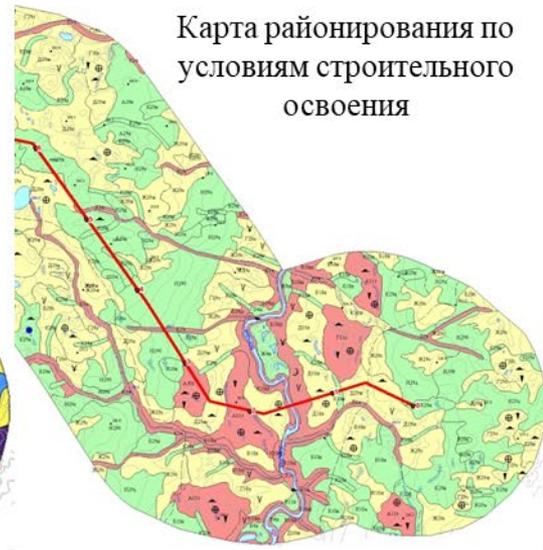
РАЗМЕЩЕНИЕ (ТРАССИРОВКА) ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ



Карта инженерно-геокриологического районирования



Карта районирования по величине расчетных давлений R под нижним концом свай



Карта районирования по условиям строительного освоения

ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ОПАСНЫХ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

а) Трасса 1



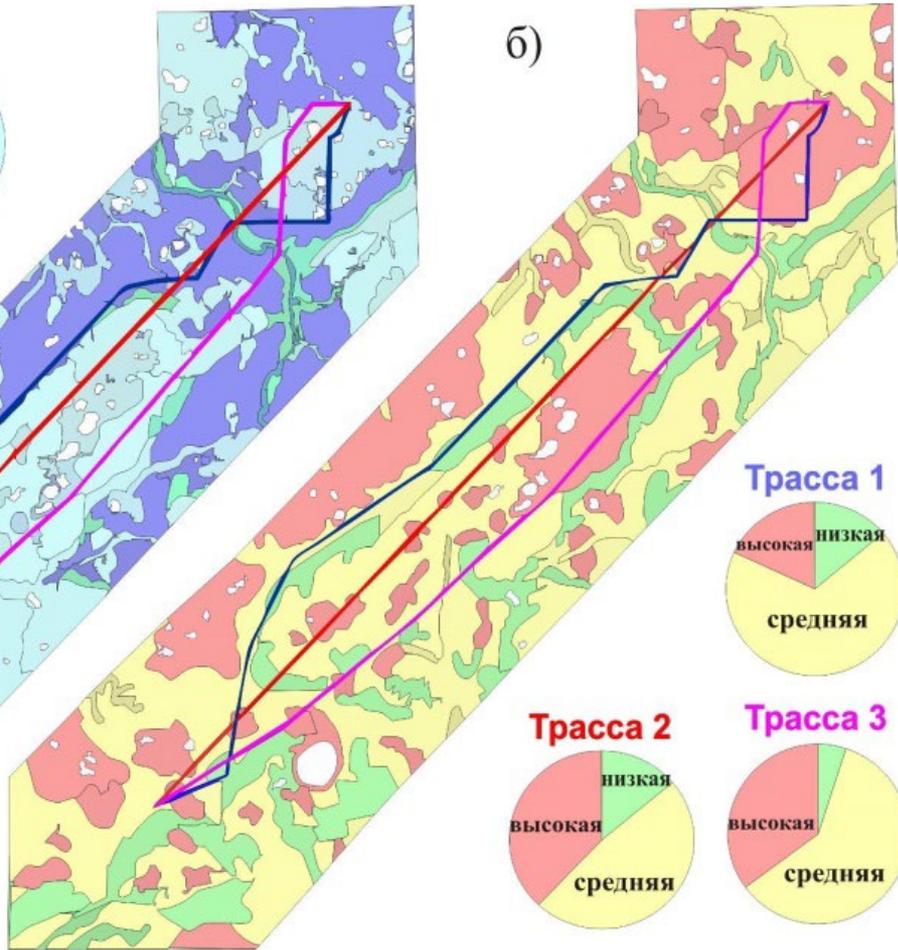
Трасса 2



Трасса 3



б)



Распределение районов по осям трех вариантов трассы с различными условиями

а) по потенциальному развитию пучения

б) с суммарной пораженностью опасными экзогенными геологическими процессами

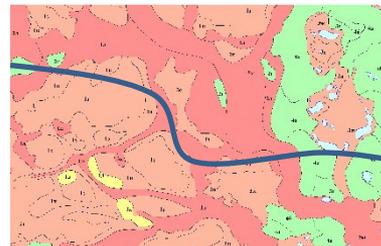


СИСТЕМА БАЛЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ВЗАИМОВЛИЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ И РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТЕХНОГЕННЫХ НАГРУЗОК ДЛЯ РАЙОНИРОВАНИЯ ПО УСЛОВИЯМ СТРОИТЕЛЬНОГО ОСВОЕНИЯ

Виды техногенных нагрузок		Линейные сооружения			
		Трубопровод на сваях, ВЛ	подземный трубопровод с отрицательной температурой продукта	подземный трубопровод с положительной температурой продукта	автодорога
Природные факторы оценки территории по условиям строительного освоения					
Распространение ММП	сплошное	1	1	4	1
	прерывистое	3	2	4	3
	массивно-островное	4	3	3	4
	островное	2	4	2	2
	талые породы	1	4	1	1
Среднегодовая температура грунтов	> 0	1	4	1	1
	0...-0,5	3	3	2	3
	-0,5...-2,0	2	2	4	2
	-2,0...-6,0	1	1	4	1
Льдистость грунтов	морозные	1	1	1	1
	слабольшедистые	1	1	2	2
	льдистые	1	1	4	3
	сильнольдистые	1	1	4	4
Засоленность грунтов	незасоленные	1	1	1	1
	слабозасоленные	2	2	2	2
	среднезасоленные	3	3	3	3
	сильнозасоленные	4	4	4	4

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ НАГРУЗОК

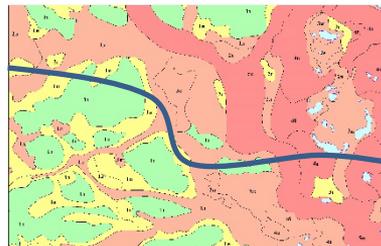
Степень сложности условий освоения	Устойчивость геологической среды к техногенным нагрузкам	Изменение инженерно-геологических условий
Наименее сложные	Геологическая среда устойчива к техногенному воздействию	Изменение инженерно-геокриологических условий и возникновение или активизация ЭГП маловероятны
Умеренно сложные	Геологическая среда относительно устойчива к техногенному воздействию	Возможны изменения инженерно-геокриологических условий и начальные фазы активизации ЭГП
Сложные	Геологическая среда не устойчива к техногенному воздействию	Прогрессивные изменения инженерно-геокриологических условий и активизация ЭГП
Крайне сложные		Необратимые изменения инженерно-геокриологических условий и активизация ЭГП



А - прокладка трубопровода на свайных опорах и ВЛ



Б - прокладка подземного трубопровода с положительной температурой продукта



В - автодорога

Фрагменты карт районирования по условиям строительного освоения для различных видов техногенных нагрузок

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО РАЗМЕЩЕНИЮ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

Схема районирования трассы нефтепровода по типам мерзлотно-грунтовых условий (табл. 1)

Распределение по площади

№ по таблицам	№ км участка	Преобладающие типы мерзлотно-грунтовых условий (более 50%)										
		100%					90%					70%
		Ia	Iб	IV	V	IV	V	Ia	Iб	IIIa	IIIб	IIIa
0%	а	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10%	IIa	б										
	IIб	в										
30%	IIIa	г										
	IIIб	д										
	IIIв	е										
	IIIг	ж										
	IIIд	з										
	IIIе	и										

Схема районирования трассы нефтепровода по типам мерзлотно-грунтовых условий (табл. 1)

Распределение по площади

№ по таблицам	№ км участка	Преобладающие типы мерзлотно-грунтовых условий (более 50%)										
		100%					90%					70%
		Ia	Iб	IV	V	IV	V	Ia	Iб	IIIa	IIIб	IIIa
0%	а	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10%	IIa	б										
	IIб	в										
30%	IIIa	г										
	IIIб	д										
	IIIв	е										
	IIIг	ж										
	IIIд	з										
	IIIе	и										

Тип грунтовых условий	Основания и фундаменты инженерных сооружений
Ia	Свайный фундамент (длина свай – 10м) без термостабилизации грунт
Ia	Фундамент мелкого заложения (только для подвижных опор трубопровода) без термостабилизации грунтов
Iб	Свайный фундамент (длина свай – 12м) без термостабилизации грунтов
Iб	Фундамент мелкого заложения (только для подвижных опор трубопровода) с заменой торфа, без термостабилизации грунтов
IIa	Свайный фундамент (длина свай – 10м) без термостабилизации грунтов
IIa	Свайный фундамент (длина свай – 8м) с вертикальными термостабилизаторами
IIб	Свайный фундамент (длина свай – 12м) без термостабилизации грунтов
IIб	Свайный фундамент (длина свай – 10м) с вертикальными термостабилизаторами
IIa	Свайный фундамент (длина свай – 8м) с вертикальными термостабилизаторами
IIб	Свайный фундамент (длина свай – 10м) с вертикальными термостабилизаторами
IIIa	Свайный фундамент (длина свай – 10м) с вертикальными термостабилизаторами
IIIa	Свайный фундамент (длина свай – 12м) с вертикальными термостабилизаторами
IIIб	Фундамент мелкого заложения (только для подвижных опор трубопровода) с анкерными термостабилизаторами
IIIб	Фундамент мелкого заложения (только для подвижных опор трубопровода) с анкерными термостабилизаторами
IV, V	Свайный фундамент (длина свай – 12м) без предварительного оттаивания грунтов, с теплозащитным экраном
IV, V	Фундамент мелкого заложения (только для подвижных опор трубопровода) с теплозащитным экраном

Карта инженерно-геокриологического районирования

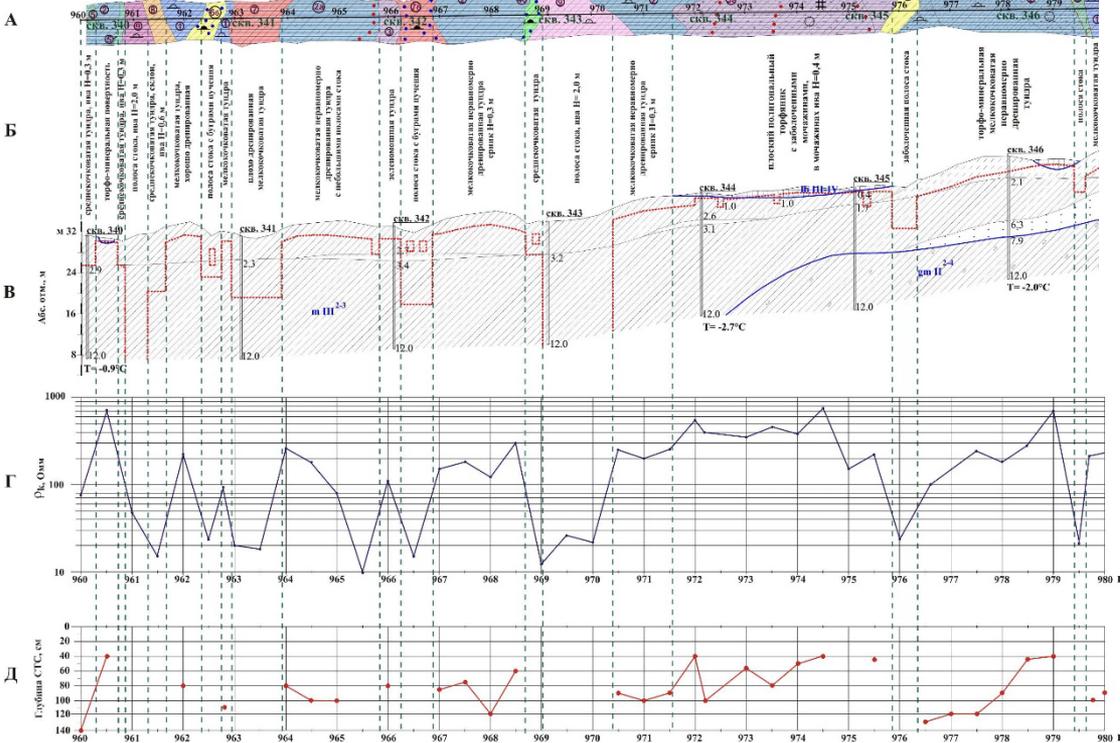
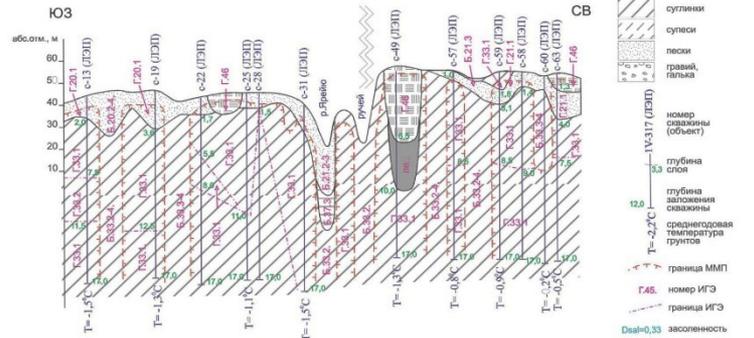
Карта районирования по типам мерзлотно-грунтовых условий и техническим решениям оснований и фундаментов

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ



Виды линейных сооружений	Ширина полосы трассы, м	Расстояние между выработками по трассе, м	Глубина выработки, м, в зависимости от предполагаемого принципа использования грунтов в качестве оснований	
			I	II
Воздушная линия электропередачи	100–300	300–500	10–15	10–15

Схематический инженерно-геоэкологический разрез грунтовой толщи III морской террасы



расчетное давление под торцом сваи
расчетное сопротивление по поверхности срезания



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



около г. Воркута