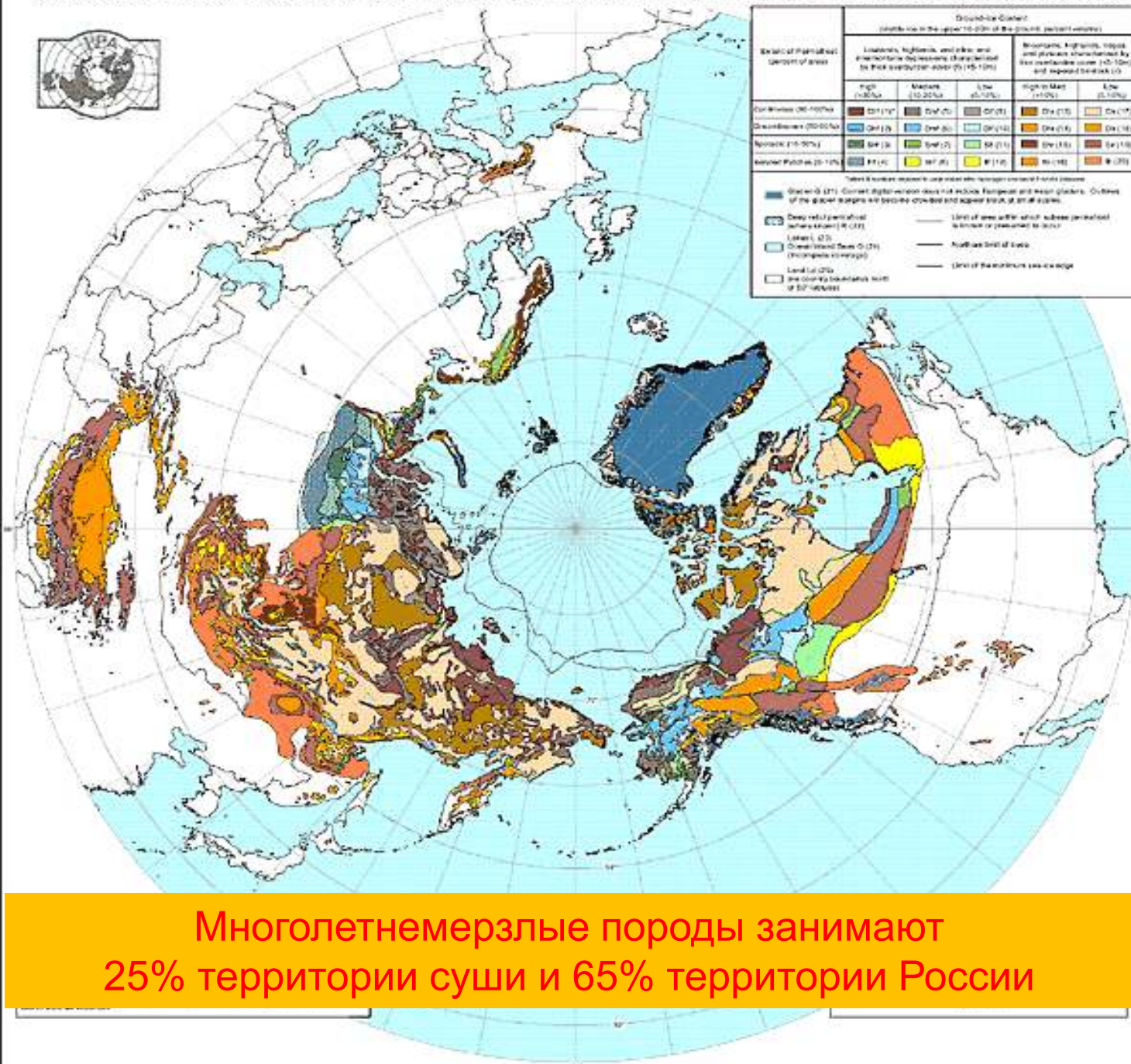


**ИНЖЕНЕРНО-ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И  
ОПАСНЫЕ КРИОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ГОРАХ И НА РАВНИНАХ**



# CIRCUM-ARCTIC MAP OF PERMAFROST AND GROUND-ICE CONDITIONS



Многолетнемерзлые породы занимают  
25% территории суши и 65% территории России

## Permafrost Extent



# Мощность криолитозоны

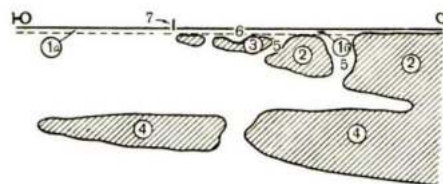
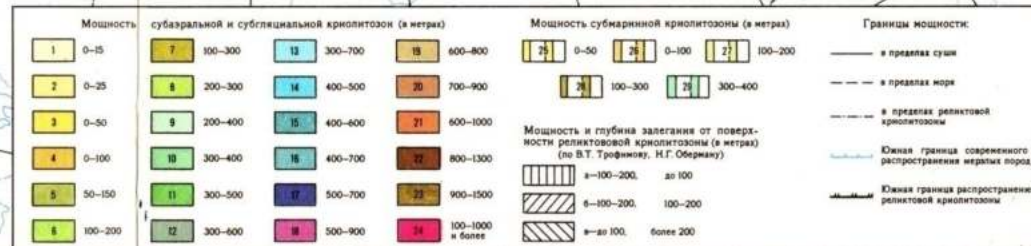
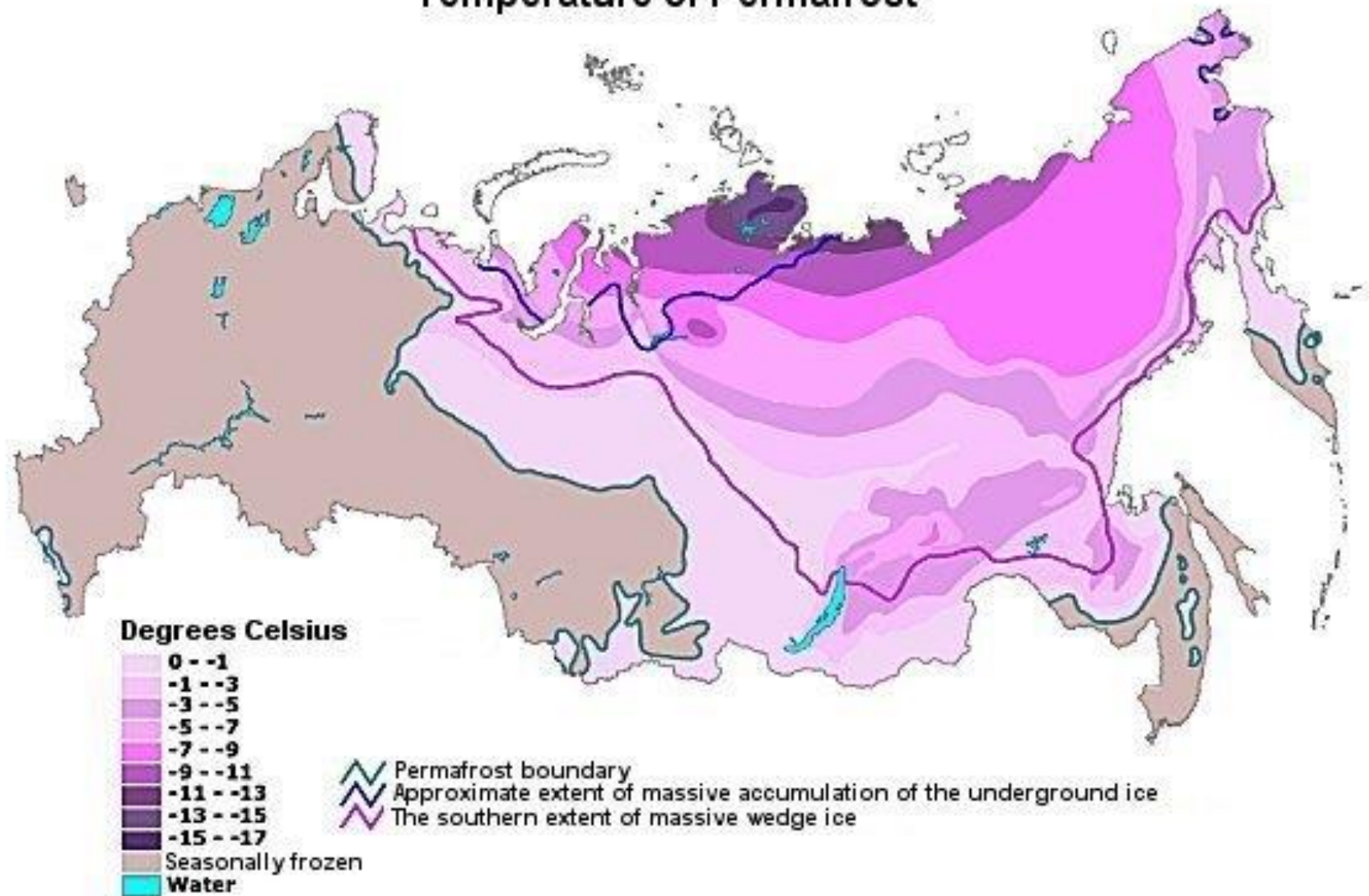


Схема вертикального разреза мерзлых толщ при движении с юга на север: 1 — слой сезонного промерзания (а) и протаивания (б); 2 — современные сливающиеся мерзлые толщи; 3 — современные несливающиеся мерзлые толщи; 4 — древние сливающиеся и несливающиеся мерзлые толщи; 5 — сквозные талики; 6 — несквозные или «ложные» талики; 7 — современная южная граница мерзлых пород

Специальное содержание разработано:  
Н.А. Нондратова, Э.Д. Елизин



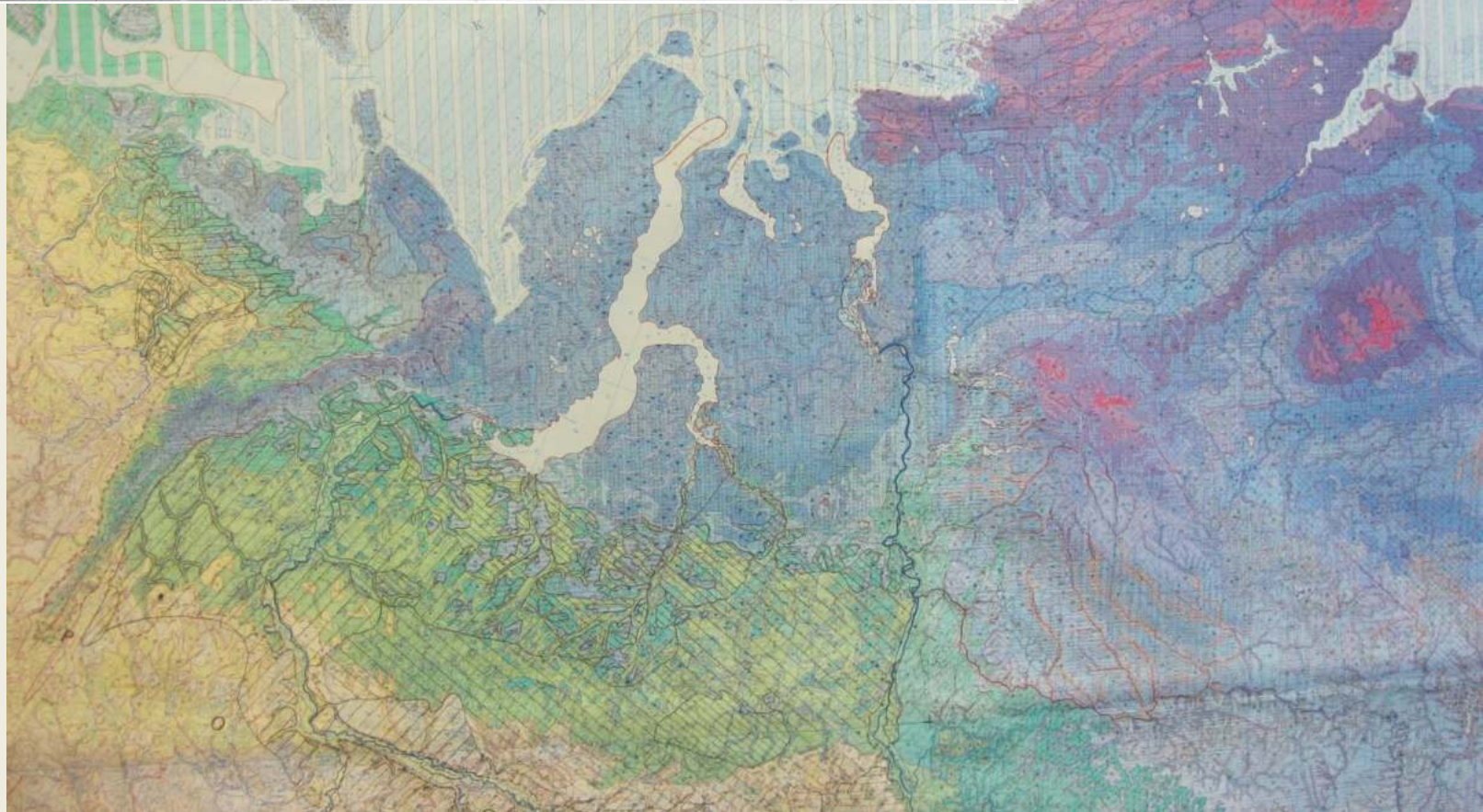
## Temperature of Permafrost



# Фрагмент геокриологической карты СССР

Распространение и среднегодовая температура мерзлых и талых пород.  
Типы сезонного промерзания и оттаивания пород

| Распространение<br>мерзлых и талых<br>пород                                                 | Сплошное распространение талых пород |       |       |       |       |      |     |     |            |     |     |     |                          |       | Преимущественно<br>сплошное распространение<br>талых пород   |     | Наслаивное<br>распространение<br>мерзлых пород |       | Преимущественно<br>сплошное<br>распространение<br>мерзлых пород |     |                              |     | Сплошное распространение<br>мерзлых пород |     |     |      |                           |       |       |       |           |  |  |  |  |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|-----|-----|------------|-----|-----|-----|--------------------------|-------|--------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------|-----|------------------------------|-----|-------------------------------------------|-----|-----|------|---------------------------|-------|-------|-------|-----------|--|--|--|--|--|--|
|                                                                                             |                                      |       |       |       |       |      |     |     |            |     |     |     |                          |       | Переходят мерзлых пород,<br>незначительные мелкие<br>острова |     | Редко-<br>распростра-<br>ненные, до<br>20%     |       | Массово-<br>распростра-<br>ненные, до<br>50%;                   |     | Примы-<br>слистые, до<br>80% |     | Радиально-тепловые<br>талые               |     |     |      |                           |       |       |       |           |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                             |                                      |       |       |       |       |      |     |     |            |     |     |     |                          |       | данн % до 1 % до 3%                                          |     | 2-4 1-3 0,5-2                                  |       | 2-0,5 1-1                                                       |     | 0,5-2 0,5-2                  |     | до 5% до 3% до 1%                         |     |     |      |                           |       |       |       |           |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                             |                                      |       |       |       |       |      |     |     |            |     |     |     |                          |       |                                                              |     |                                                |       |                                                                 |     |                              |     |                                           |     |     |      |                           |       |       |       |           |  |  |  |  |  |  |
| Среднегодовая<br>температура пород<br>на подложке слоя<br>годовых<br>колебаний, °С          | 19-21                                | 17-19 | 15-17 | 13-15 | 11-13 | 9-11 | 7-9 | 6-8 | 5-7        | 4-6 | 3-5 | 2-4 | 1-3                      | 0,5-2 | 2-0,5                                                        | 1-1 | 0,5-2                                          | 0,5-2 | 1-3                                                             | 2-4 | 3-5                          | 4-6 | 5-7                                       | 6-8 | 7-9 | 8-10 | 9-11                      | 10-12 | 11-13 | 12-13 | 13 и ниже |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                             | 1                                    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6    | 7   | 8   | 9          | 10  | 11  | 12  | 13                       | 14    | 15                                                           | 16  | 17                                             | 18    | 19                                                              | 20  | 21                           | 22  | 23                                        | 24  | 25  | 26   | 27                        |       |       |       |           |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                             |                                      |       |       |       | 9-13  |      |     |     | 5-9        |     |     |     | 1-5                      |       |                                                              |     |                                                |       |                                                                 |     | -1-5                         |     |                                           |     |     |      |                           |       | -5-13 |       |           |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                             |                                      |       |       |       | 28    |      |     |     | 29         |     |     |     | 30                       |       |                                                              |     |                                                |       |                                                                 |     | 31                           |     |                                           |     |     |      |                           |       | 32    |       |           |  |  |  |  |  |  |
| Тип сезонного<br>промерзания и от-<br>таивания пород<br>по среднегодовой<br>температуре, °С | Сезонное промерзание                 |       |       |       |       |      |     |     |            |     |     |     |                          |       | Сезонное оттаивание                                          |     |                                                |       |                                                                 |     |                              |     |                                           |     |     |      |                           |       |       |       |           |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                             | Субтропический                       |       |       |       | Южный |      |     |     | Устойчивый |     |     |     | Длительно-<br>устойчивый |       | Полупереходный                                               |     | Пере-<br>ход-<br>ный                           |       | Полупереходный                                                  |     | Длительно-<br>устойчивый     |     | Устойчивый                                |     |     |      | Арктический<br>и полярный |       |       |       |           |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                             | выше 15                              |       |       |       | 10-15 |      |     |     | 5-10       |     |     |     | 2-5                      |       | 1-2                                                          |     | -1-1                                           |       | -1-2                                                            |     | -2-5                         |     | -5-10                                     |     |     |      | ниже -10                  |       |       |       |           |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                             |                                      |       |       |       |       |      |     |     |            |     |     |     |                          |       |                                                              |     |                                                |       |                                                                 |     |                              |     |                                           |     |     |      |                           |       |       |       |           |  |  |  |  |  |  |

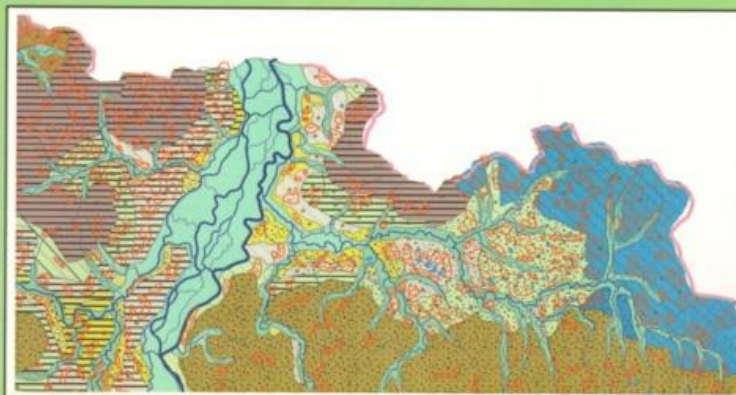


321.9  
726



В. Т. ПРОНИМОВ, Е. С. ИВАСЬКОВА

# ИНЖЕНЕРНО- ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ



УНИВЕРСИТЕТ  
экономики и статистики

**Инженерно-геологическое картирование** – прикладной раздел инженерной геологии, рассматривающий методы площадного изучения инженерно-геологических условий и отражения их на карте.

Используется для получения, обработки и представления площадной и объемной инженерно-геологической информации практически на всех этапах инженерно-геологических работ.

Включает в себя инженерно-геологическую съемку и тематические работы по изучению инженерно-геологических условий.

Способы отображения инженерно-геологической информации на картах рассматривает **инженерно-геологическое картографирование** - важный раздел инженерно-геологического картирования

# НАЗНАЧЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

Инженерно-геологические карты представляют собой обобщенное изображение на топографической основе комплекса геологических параметров, взаимодействие которых определяет инженерно-геологические условия, специфику изысканий, строительства и эксплуатации инженерных сооружений

# **КЛАССИФИКАЦИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ ПО СОДЕРЖАНИЮ**

- Карты инженерно-геологических условий
- Карты инженерно-геологического районирования
- Карты инженерно-геологические прогнозные
- Карты измененности инженерно-геологических условий

# **ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ ПО МАСШТАБУ**

- Обзорные (масштаб 1:1 500 000 и мельче)
- Мелкомасштабные (1:1 000 000 — 1:500 000)
- Среднемасштабные (1:200 000 — 1:50 000)
- Крупномасштабные (1:25 000 и крупнее)

**Обзорные и мелкомасштабные** карты предназначены для общего и перспективного планирования размещения всех видов строительства и подготовки программ дальнейших инженерно-геологических изысканий.

**Среднемасштабные** карты являются основными по масштабу, комплексно характеризующими инженерно-геологические условия территории для внестадийных этапов и начала проектирования сооружений и защитных инженерных мероприятий.

**Крупномасштабные** — специальные инженерно-геологические карты, которые составляются для проектирования одного или нескольких видов строительства

**Карты инженерно-геологических условий** отражают комплекс параметров или отдельные характеристики инженерно-геологической обстановки, которые учитываются при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации сооружений. К таким параметрам относятся: рельеф, геологическое строение, характер пород, геокриологические и гидрогеологические условия, современные геологические процессы и явления.

Эти данные изображаются на карте способом раздельного картографирования, суммарная их оценка не дается.

Карты инженерно-геологических условий подразделяются на **синтетические и аналитические**.

На **синтетических** картах инженерно-геологических условий отображается комплекс геологических факторов, определяющих инженерно-геологические условия территории. Они являются основной разновидностью карт, комплексно характеризующих инженерно-геологическую обстановку.

# Схема развития транспортной инфраструктуры северо-западной части Западной Сибири



«Мертвая дорога»  
Сталинская стройка 501-503



# УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

## ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

|                                                 |  |                                         |
|-------------------------------------------------|--|-----------------------------------------|
| Современные<br>отложения                        |  | Болотные отложения                      |
|                                                 |  | Аллювиальные отложения                  |
| Современные-<br>верхнечетвертичные<br>отложения |  | Озерно-аллювиальные отложения           |
|                                                 |  | Аллювиальные отложения                  |
| Верхнечетвертичные<br>отложения                 |  | Озерно-ледниковые отложения             |
|                                                 |  | Флювиогляциальные отложения             |
| Верхне-средне-<br>четвертичные отложения        |  | Ледниковые, ледниково-морские отложения |
|                                                 |  | Торф                                    |

## ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

|  |                 |
|--|-----------------|
|  | Торф            |
|  | Песок пылеватый |
|  | Песок мелкий    |
|  | Песок средний   |
|  | Песок крупный   |
|  | Супесь          |
|  | Суглинок        |
|  | Глина           |

## ЭЛЕМЕНТЫ ГЕОКРИОЛОГИИ

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
|  | Граница многолетнемерзлых пород     |
|  | Активный термокарст                 |
|  | Интенсивный термокарст              |
|  | Затухающий термокарст               |
|  | Бугры мерзлотного пучения           |
|  | Остаточно-полигональный микрорельеф |
|  | Термоабразия                        |

|  |                         |
|--|-------------------------|
|  | Категория просадочности |
|--|-------------------------|

|  |                             |
|--|-----------------------------|
|  | Температура мерзлого грунта |
|--|-----------------------------|

## ПРОЧИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

|  |                                                  |
|--|--------------------------------------------------|
|  | Границы геолого-генетических комплексов          |
|  | Озера:<br>1. граница озера<br>2. штриховка озера |

|  |                              |
|--|------------------------------|
|  | Ось проектируемой ж.д. линии |
|--|------------------------------|

## ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ КОЛОНКА

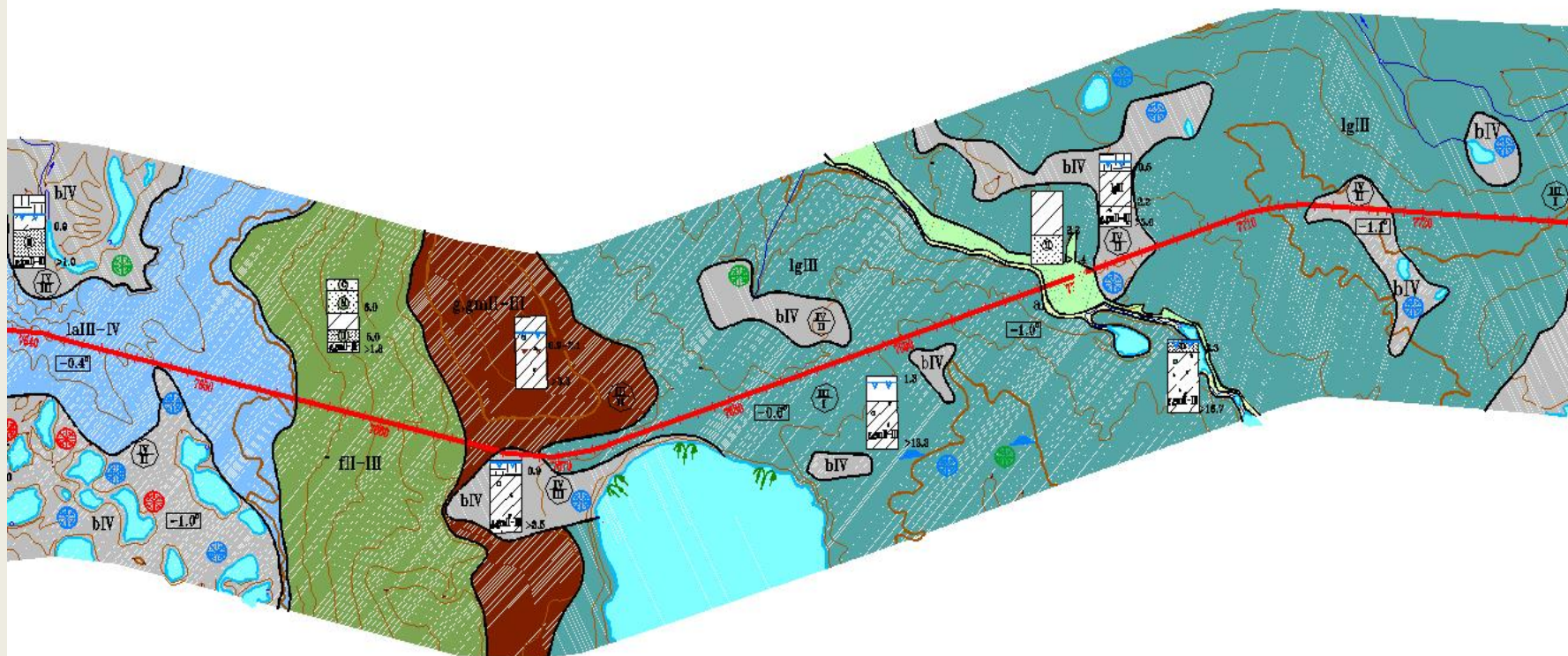
|  |                                                                               |
|--|-------------------------------------------------------------------------------|
|  | Справа-характерная мощность слоя, м<br>и глубина последнего разведанного слоя |
|--|-------------------------------------------------------------------------------|

"Багульник"

|  |     |       |
|--|-----|-------|
|  | 2.3 | 665.2 |
|--|-----|-------|

Месторождение песка: сверху-название месторождения, справа: в числителе-мощность полезной толщи, м, в знаменателе-запас месторождения, тыс. м³

Фрагмент синтетической карты инженерно-геокриологических условий полосы линии железной дороги масштаба 1:25 000



Карта инженерно-геокриологических условий района строительства водохранилища масштаба 1:2000

Условные обозначения к карте инженерно-геологических условий водохранилища на месторождении "Майское" Масштаб 1:2 000

1. Состав и генезис четвертичных отложений

| Состав                                                                                                    | Генезис        |                |                 |                 |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                                                                                           | a IV<br>e B-IV | d IV<br>a B-IV | ds IV<br>e B-IV | dc IV<br>e B-IV | es IV<br>e B-IV |
| Супесь гравийно-галечниковая, мощность до 4 м, подстилаемая суглинком щебенистым                          |                |                |                 |                 |                 |
| Суглинок пылеватый мощностью 0,5-3 м, подстилаемый супесью гравийно-галечниковой                          |                |                |                 |                 |                 |
| Суглинок пылеватый мощностью 0,5-3 м, подстилаемый суглинком с щебнем и суглинком щебенистым              |                |                |                 |                 |                 |
| Суглинок пылеватый мощностью 0,5-3 м, подстилаемый супесью с щебнем                                       |                |                |                 |                 |                 |
| Супесь щебенистая мощностью 0,5-2,5 м, подстилаемая суглинком щебенистым и щебенистым грунтом с суглинком |                |                |                 |                 |                 |

Торф мощностью до 1 м, перерывающий минеральные отложения

Стратиграфо-генетические комплексы:  
a IV - a B-IV - голоценовые, верхнеледниковые-голоценовые аллювиальные отложения  
e IV - голоценовые, делювиальные отложения  
ds IV - верхнеледниковые-голоценовые элювиальные отложения  
dc IV - голоценовые делювиально-солифлюкционные отложения  
es IV - голоценовые делювиально-солифлюкционные отложения  
es IV - голоценовые элювиально-солифлюкционные отложения

2. Температура многолетнемерзлых пород (ММП) сплошного распространения

| Среднегодовая температура пород, С° |         |          |
|-------------------------------------|---------|----------|
| -4...-5                             | -5...-6 | ниже -6° |

3. Льдистость грунтов (по ГОСТ 25.100-95)

А Льдистые (в 0,2 - 0,4)  
Б Сильнольдистые (в 0,4 - 0,6)  
В Дуплоидное строение разреза по льдистости  
в - льдистость за счет видимых включений льда

4. Глубина сезонного оттаивания грунтов  
1,2 - 1,5 глубина сезонного оттаивания, м

5. Физико-геологические процессы и образования

| а) Выявленные в масштабе карты | б) Не выявленные в масштабе карты | Процессы и образования                         |
|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|
|                                |                                   | Пластовые льды                                 |
|                                |                                   | Термокарст                                     |
|                                |                                   | Крумы                                          |
|                                |                                   | Структурные группы (замкнутые кольца и полосы) |
|                                |                                   | Солифлюкция                                    |
|                                |                                   | Заболочивание                                  |
|                                |                                   | Напеди                                         |

6. Границы

— стратиграфо-генетических комплексов  
--- участков с различной температурой ММП

7. Прочие обозначения

dc IV  
e B-IV стратиграфо-генетические комплексы

10 — 10 изолинии глубин залегания кровли коренных пород, м

зоны повышенной трещиноватости коренных пород

реки и ручьи

безрусовые пологие стока (давли)

техногенно нарушенные территории

дороги с насыпью

дороги без насыпи

контур водохранилища

270 — изолинии рельефа через 5 м

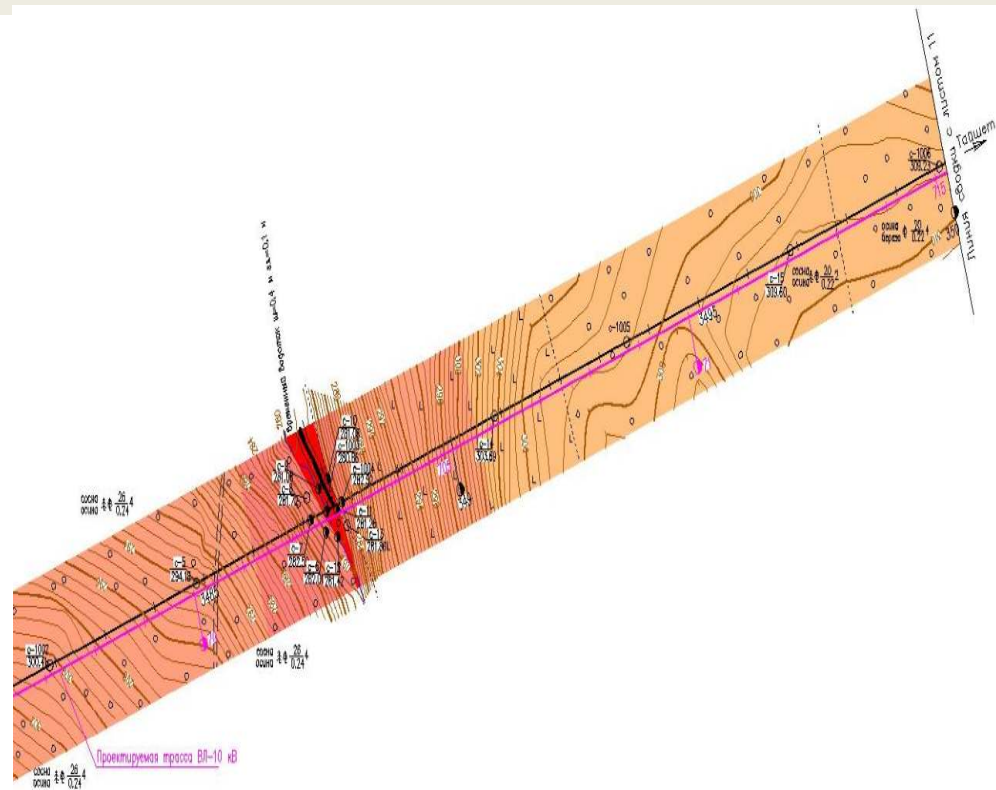


**Аналитические** карты инженерно-геологических условий характеризуют один или несколько наиболее важных показателей инженерно-геологической обстановки, важной для решения поставленной задачи. К этому виду относятся, например, карты просадочности лессовых грунтов, современных геологических процессов и явлений, вертикальной и горизонтальной расчлененности рельефа, степени пучинистости грунтов и т.п.

# Фрагмент аналитической карты инженерно-геокриологических условий полосы трассы нефтепровода масштаба 1:25 000

Условные обозначения и изображения

| Обозначение и изображение                                                          | Наименование                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Практически непучинистый грунт                                                             |
|    | Слабопучинистый грунт                                                                      |
|    | Среднепучинистый грунт                                                                     |
|    | Сильнопучинистый и чрезмерно пучинистый грунт                                              |
|    | Площади затопления, поймы                                                                  |
|    | Участки сплошного распространения мерзлых льдистых грунтов с температурой от 0 до -1° С    |
|  | Участки прерывистого распространения мерзлых льдистых грунтов с температурой от 0 до -1° С |
|  | Площади заболачивания                                                                      |
|  | Скважина безводная на плане, ее номер и отметка устья                                      |
|  | Скважина с водой на плане, ее номер и отметка устья                                        |
|  | Потенциальноопасные участки развития эрозии (при удалении растительного покрова)           |
|  | Буеры морозного пучения                                                                    |
|  | Потенциальноопасные участки развития оползневого процесса                                  |

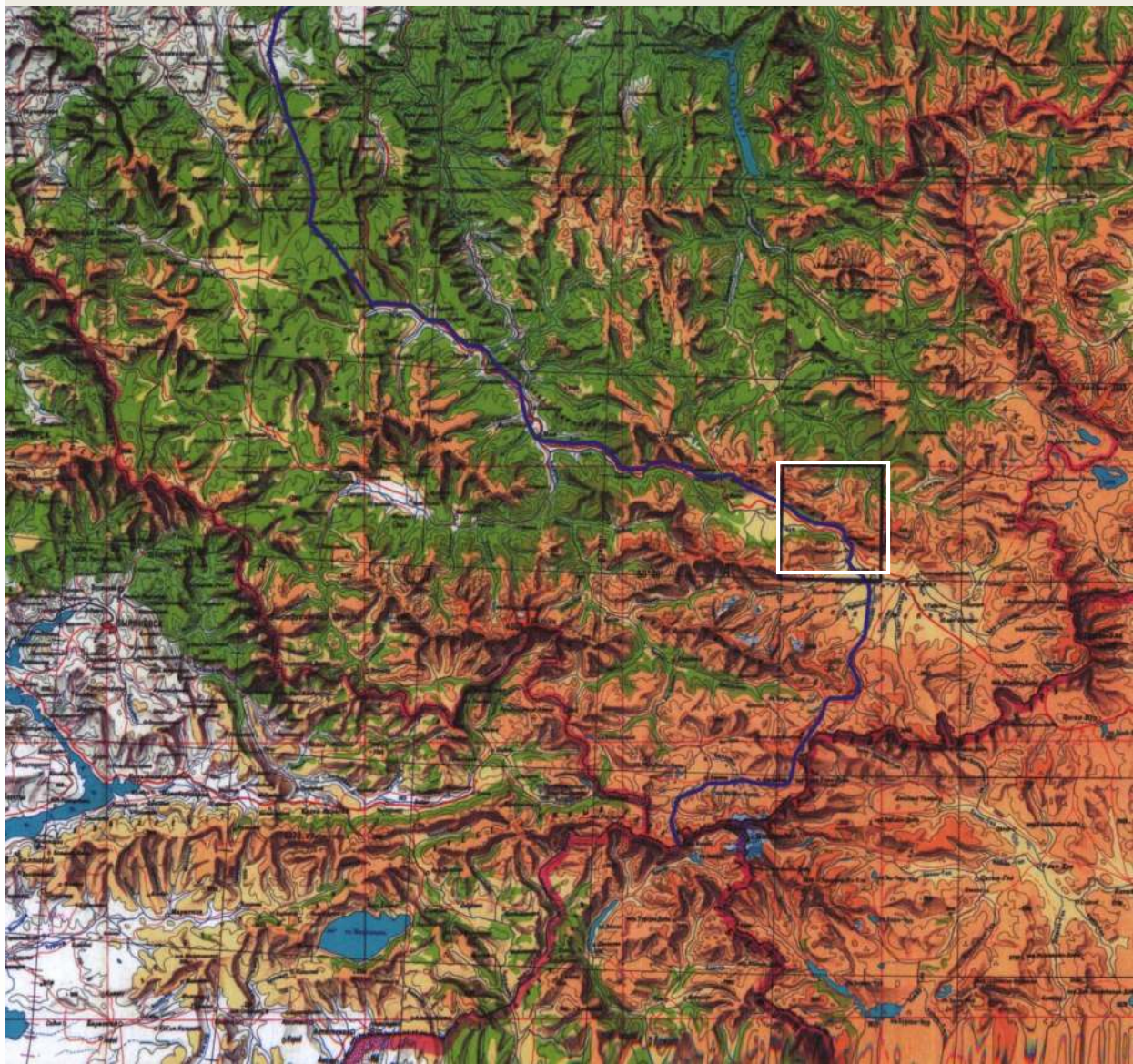
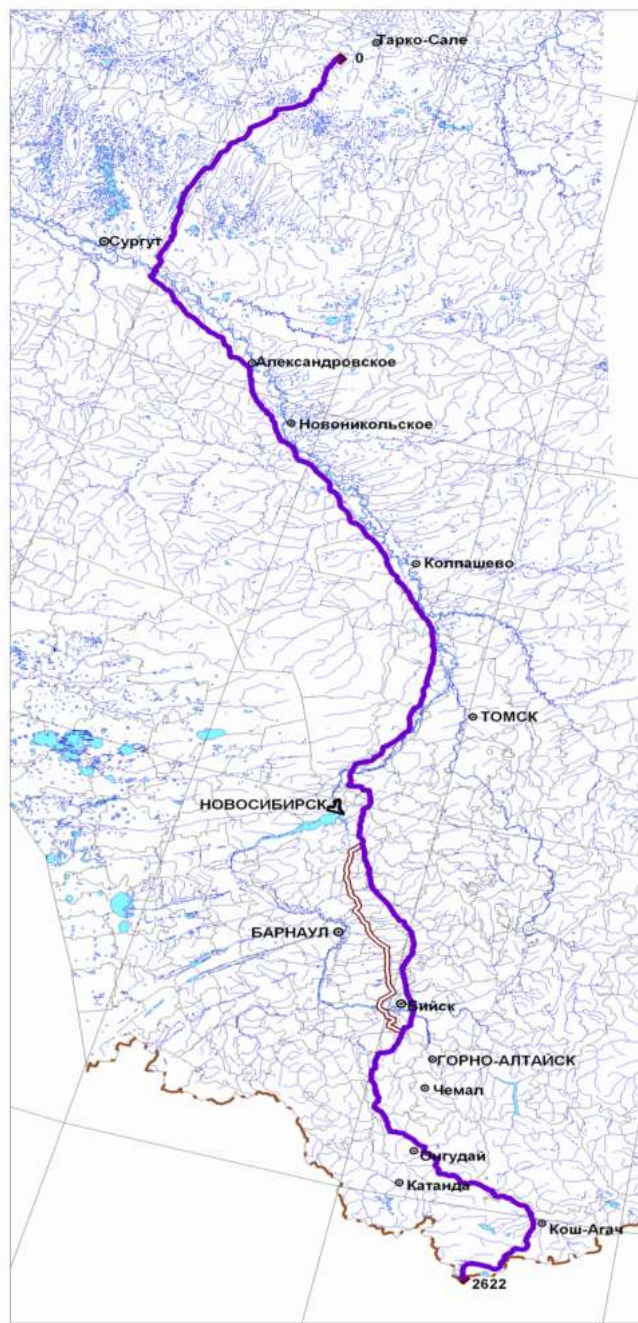


Карты оценочного инженерно-геологического районирования составляются в результате выявления в пространстве территориальных элементов, обладающих какими-либо общими инженерно-геологическими признаками и отграничения их от территорий, этими признаками не обладающих. На таких картах выделяются таксономические единицы, в пределах каждой из которых инженерно-геологическая обстановка в целом однородна.

По содержанию карты инженерно-геологического районирования могут быть **синтетическими и аналитическими**.

На **синтетических** картах инженерно-геологического районирования оценивается степень пригодности, благоприятности территории для строительства.

# Схема горного отрезка трассы газопровода «Алтай»



Длина трассы 2622 км

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ К СТРУКТУРНО - ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ

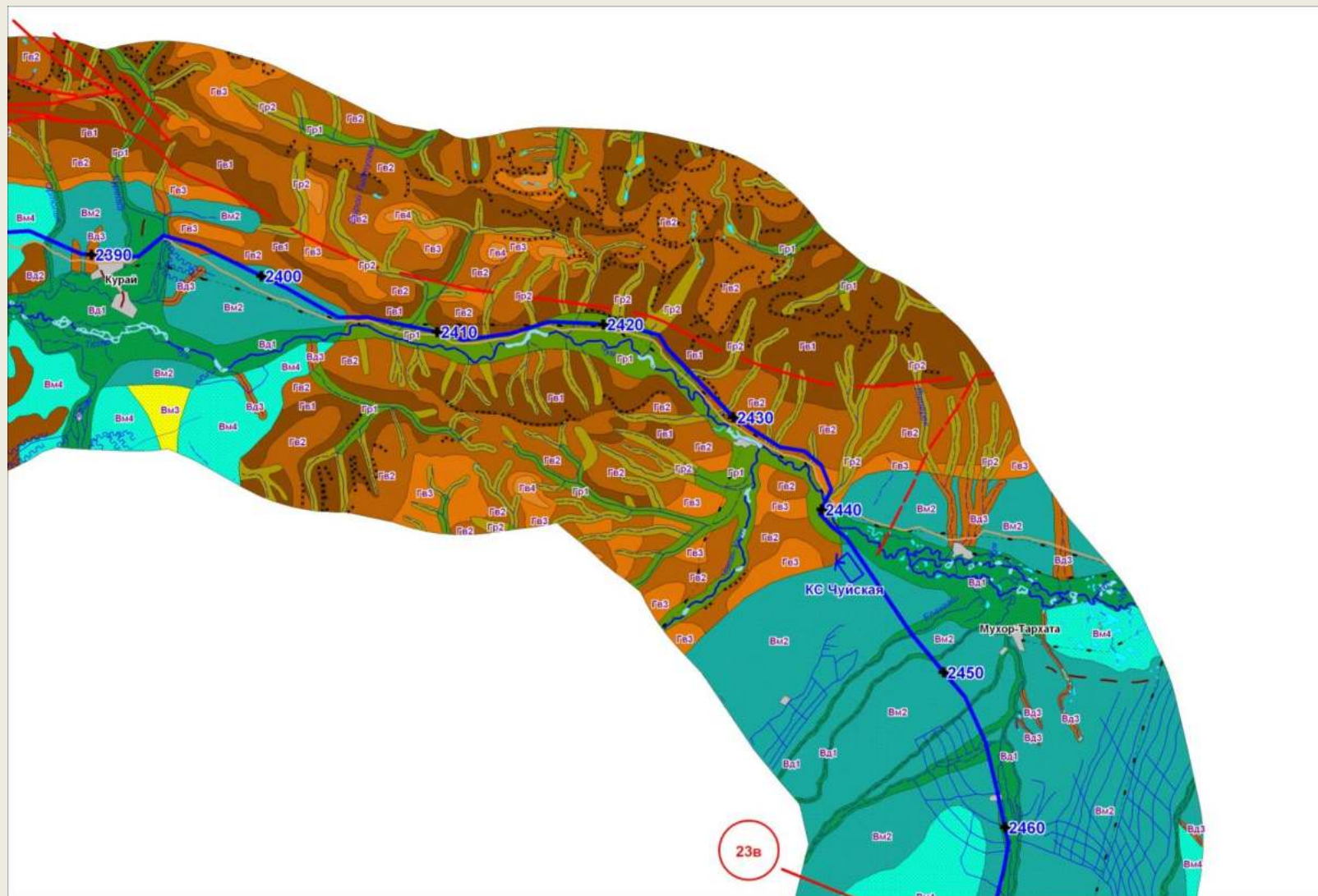
| ГОРЫ                     |                            |                           |                                                         |                          |                            |                           |                                                         |                           |                            |                           |                                                         | ВНУТРИГОРНЫЕ ВПАДИНЫ     |                                                                                          |                                                                        |                                   |                                                |                      |       |                         |                    |                     |                   |                                                  |
|--------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|----------------------|-------|-------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|--------------------------------------------------|
| ВЫСОКИЕ (>2300 м)        |                            |                           |                                                         | СРЕДНИЕ (1000-2300 м)    |                            |                           |                                                         | НИЗКИЕ (< 1000 м)         |                            |                           |                                                         | ДНИЩА ДОЛИН              |                                                                                          | Наклонные и субгоризонтальные аккумулятивные<br>поверхности, сложенные |                                   |                                                |                      |       |                         |                    |                     |                   |                                                  |
| Склоны<br>крутой<br>>20° | Склоны<br>крутой<br>12-20° | Склоны<br>крутой<br>6-12° | Плоскости<br>выравнивания<br>и склоны<br>крутой<br>< 6° | Склоны<br>крутой<br>>20° | Склоны<br>крутой<br>12-20° | Склоны<br>крутой<br>6-12° | Плоскости<br>выравнивания<br>и склоны<br>крутой<br>< 6° | Склоны<br>крутой<br>< 20° | Склоны<br>крутой<br>12-20° | Склоны<br>крутой<br>6-12° | Плоскости<br>выравнивания<br>и склоны<br>крутой<br>< 6° | Рыч. крутые<br>I порядка | Водооток I<br>порядка<br>(гравитационный<br>всплеск, ущелье<br>с временным<br>водотоком) | Ледниковые<br>отложения                                                | Вдоч.-<br>ледниковые<br>отложения | Долувально-<br>пролювиаль-<br>ные<br>отложения | Озерные<br>отложения | Пойма | Аллювиальные<br>террасы | Озерные<br>террасы | Защитные<br>террасы | Зеленые<br>склоны | Малые<br>древотенные<br>формы<br>(овраги, балки) |
| Гв1                      | Гв2                        | Гв3                       | Гв4                                                     | Гс1                      | Гс2                        | Гс3                       | Гс4                                                     | Гн1                       | Гн2                        | Гн3                       | Гн4                                                     | Гр1                      | Гр2                                                                                      | Вг                                                                     | Вф                                | Вл                                             | Вл                   | Вр    | Ва                      | Во                 | Вз                  | Вс                | Вм                                               |
|                          |                            |                           |                                                         |                          |                            |                           |                                                         |                           |                            |                           |                                                         |                          |                                                                                          |                                                                        |                                   |                                                |                      |       |                         |                    |                     |                   |                                                  |

Составленная в масштабе 1:200 000 структурно-геоморфологическая карта имеет своей целью:

- ! показать устройство поверхности полосы прохождения трассы;
- ! показать морфологические типы пересекаемого трассой рельефа;
- ! показать геотектоническую обстановку в контурах пересекаемых структур;
- ! служить основой для составления серии тематических карт, в том числе инженерно-геологического районирования, гидрогеологического районирования, сейсмогрунтовых условий.

Наличие такой основы обеспечивает преемственность при составлении карт, облегчает их взаимное сопоставление. В основе преемственности — существование парагенетических связей между такими элементами геологической среды, как морфоструктурные особенности территории, новейшая тектоника, состав и возраст пород. Наиболее отчетливо эти связи проявляются в горах, где состав и мощность осадков поверхностного чехла зависят от крутизны и протяженности склонов, состава пород коренной основы. С этими параметрами связаны и физико-геологические процессы склонового ряда.

Фрагмент структурно-геоморфологической карты  
масштаба 1:200 000



# Условные обозначения к карте инженерно-геологического районирования трассы газопровода «АЛТАЙ»

## I. ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ, ИХ СОСТАВ И МОЩНОСТЬ (ДО ГЛУБИНЫ 10 - 15 м)

| Геолого-генетические комплексы            | Геологический индекс  | Формы рельефа                                                          | Мощность отложений*, м | Индекс на карте | Состав отложений                                                                  |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           |                                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            |                        |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|-------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------|--|
|                                           |                       |                                                                        |                        |                 | Щебень, глыбы, дресва (> 50%) с песчаным, супесчаным или суглинистым заполнителем | Галечники с валунами, с прослоями песков | Галечники с песчано-суглинистым заполнителем, с прослоями суглинка, глин, супесей, река - песков | Пески, преимущественно мелко- и среднезернистые | Пески, подстилаемые суглинками и глинами | Суглинок, супеси с дресвой и щебнем | Пески с прослоями суглинка, глин, супесей | Пески с прослоями супесей, суглинка, глин, с включениями гравия, гальки, валунов | Суглинок и глина с прослоями песков, супесей | Глины, суглинок, супеси с прослоями песков | Суглинок, супеси, с включениями валунов, гальки, гравия | Лессовидные суглинок, супеси, иногда с порабощенными почвами | Суглинок, супеси, пески с гравием, галькой | Глины, суглинок, пески | Суглинок, глина, с прослоями песков и включениями гальки, щебня | Пески с дресвой и щебнем | Пески, галечники, суглинок, глина, супеси | Пески крупнозернистые, подстилаемые галечниками, местами с поверхности перекрывающиеся суглинками | Супеси и пески    | Лессовидные суглинок, подстилаемые разноморскими песками |  |
|                                           |                       |                                                                        |                        |                 | 1                                                                                 | 2                                        | 3                                                                                                | 4                                               | 5                                        | 6                                   | 7                                         | 8                                                                                | 9                                            | 10                                         | 11                                                      | 12                                                           | 13                                         | 14                     | 15                                                              | 16                       | 17                                        | 18                                                                                                | 19                | 20                                                       |  |
| Аллювиальные                              | aQ <sub>IV</sub>      | пойма                                                                  | 5-10                   | a <sub>1</sub>  |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           | 8a <sub>1</sub>                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            | 13a <sub>1</sub>       | 14a <sub>1</sub>                                                |                          |                                           | 18a <sub>1</sub>                                                                                  | 19a <sub>1</sub>  |                                                          |  |
|                                           |                       |                                                                        | >10                    | a <sub>2</sub>  |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 | 5a <sub>2</sub>                          |                                     | 7a <sub>2</sub>                           | 8a <sub>2</sub>                                                                  | 9a <sub>2</sub>                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            | 13a <sub>2</sub>       | 14a <sub>2</sub>                                                |                          |                                           | 18a <sub>2</sub>                                                                                  | 19a <sub>2</sub>  |                                                          |  |
|                                           | aQ <sub>III/IV</sub>  | пойма и I надпойменная терраса                                         | 1-5                    | a <sub>3</sub>  |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           |                                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            | 13a <sub>3</sub>       |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|                                           |                       |                                                                        | 5-10                   | a <sub>4</sub>  |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           | 7a <sub>4</sub>                                                                  | 8a <sub>4</sub>                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            | 13a <sub>4</sub>       | 14a <sub>4</sub>                                                | 15a <sub>4</sub>         |                                           | 17a <sub>4</sub>                                                                                  |                   |                                                          |  |
| Озерно-аллювиальные                       |                       |                                                                        | >10                    | a <sub>5</sub>  |                                                                                   | 2a <sub>5</sub>                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           | 7a <sub>5</sub>                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            | 13a <sub>5</sub>       |                                                                 | 14a <sub>5</sub>         | 15a <sub>5</sub>                          |                                                                                                   | 17a <sub>5</sub>  | 18a <sub>5</sub>                                         |  |
|                                           | aQ <sub>II</sub>      | II и III надпойменные террасы                                          | 5-10                   | a <sub>6</sub>  |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           | 7a <sub>6</sub>                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            | 13a <sub>6</sub>       |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   | 17a <sub>6</sub>  | 18a <sub>6</sub>                                         |  |
|                                           |                       |                                                                        | >10                    | a <sub>7</sub>  |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           | 7a <sub>7</sub>                                                                  | 8a <sub>7</sub>                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            |                        |                                                                 |                          |                                           | 17a <sub>7</sub>                                                                                  | 18a <sub>7</sub>  |                                                          |  |
|                                           | aQ <sub>I</sub>       | высокие надпойменные террасы                                           | >10                    | a <sub>8</sub>  |                                                                                   |                                          |                                                                                                  | 4a <sub>8</sub>                                 |                                          |                                     |                                           | 7a <sub>8</sub>                                                                  | 8a <sub>8</sub>                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            |                        |                                                                 |                          |                                           | 18a <sub>8</sub>                                                                                  | 19a <sub>8</sub>  |                                                          |  |
| Ледово-морские, аллювиально-морские       |                       |                                                                        | >10                    | a <sub>9</sub>  |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           | 7a <sub>9</sub>                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            |                        |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   |                   | 20a <sub>9</sub>                                         |  |
|                                           | laQ <sub>IV</sub>     | равнины низкие (каргинские и зырянские)                                | >10                    | la <sub>1</sub> |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           | 7a <sub>1</sub>                                                                  |                                              |                                            | 10a <sub>1</sub>                                        |                                                              | 12a <sub>1</sub>                           |                        |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|                                           |                       |                                                                        | >10                    | la <sub>2</sub> |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           | 7a <sub>2</sub>                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              | 12a <sub>2</sub>                           |                        | 14a <sub>2</sub>                                                |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|                                           | laQ <sub>III</sub>    | равнины средние (казанцевские)                                         | >10                    | la <sub>3</sub> |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           | 7a <sub>3</sub>                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              | 12a <sub>3</sub>                           | 13a <sub>3</sub>       | 14a <sub>3</sub>                                                |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
| Озерные, озерно-болотные                  |                       |                                                                        | >10                    | la <sub>4</sub> |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           | 7a <sub>4</sub>                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              | 12a <sub>4</sub>                           | 13a <sub>4</sub>       | 14a <sub>4</sub>                                                |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|                                           | gm, am Q <sub>I</sub> | внутригорные впадины                                                   | >10                    | la <sub>5</sub> |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           |                                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              | 12a <sub>5</sub>                           | 13a <sub>5</sub>       | 14a <sub>5</sub>                                                |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|                                           |                       | равнины высокие                                                        | >10                    | gm              |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           |                                                                                  |                                              |                                            | 9gm                                                     |                                                              |                                            |                        |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|                                           | I, lbQ <sub>IV</sub>  | поверхности выравнивания, пойма, террасы, озерные котловины            | 1-5                    | I               |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           |                                                                                  |                                              |                                            | 9I                                                      | 10I                                                          |                                            |                        |                                                                 | 14I                      |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
| Аллювиально-делювиальные                  |                       |                                                                        | 5-10                   | I <sub>1</sub>  |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           |                                                                                  |                                              |                                            | 9I <sub>1</sub>                                         | 10I <sub>1</sub>                                             |                                            |                        |                                                                 | 14I <sub>1</sub>         |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|                                           |                       |                                                                        | >10                    | I <sub>2</sub>  |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           |                                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            |                        |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|                                           | adQ <sub>IV</sub>     | долины малых рек                                                       | 1-5                    | ad <sub>1</sub> |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          | 5ad1                                |                                           | 7ad <sub>1</sub>                                                                 | 8ad <sub>1</sub>                             | 9ad <sub>1</sub>                           |                                                         |                                                              |                                            |                        |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   | 19ad <sub>1</sub> |                                                          |  |
|                                           |                       |                                                                        | 5-10                   | ad <sub>2</sub> |                                                                                   |                                          | 2ad <sub>2</sub>                                                                                 | 3ad <sub>2</sub>                                |                                          |                                     |                                           |                                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            |                        |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   | 19ad <sub>2</sub> |                                                          |  |
| Ледниковые                                | gQ <sub>III</sub>     | равнины, склоны, долины, внутригорные впадины                          | >10                    | g <sub>1</sub>  | 1g <sub>1</sub>                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           |                                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              | 11g <sub>1</sub>                           |                        |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|                                           |                       |                                                                        | 5-10                   | f <sub>1</sub>  |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           |                                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            |                        |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|                                           | fQ <sub>III</sub>     | равнины, склоны, долины, внутригорные впадины                          | >10                    | f <sub>2</sub>  |                                                                                   |                                          | 2f <sub>2</sub>                                                                                  |                                                 |                                          | 5f <sub>2</sub>                     |                                           | 7f <sub>2</sub>                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            |                        |                                                                 |                          |                                           | 18f <sub>2</sub>                                                                                  |                   |                                                          |  |
|                                           |                       |                                                                        | 3-10                   | v               |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 | 4v                                       |                                     |                                           |                                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            |                        |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   |                   | 20v                                                      |  |
| Делювиальные, делювиально-солифлюкционные |                       |                                                                        | 1-3                    | d <sub>1</sub>  | 1d <sub>1</sub>                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           | 6d <sub>1</sub>                                                                  |                                              |                                            | 9d <sub>1</sub>                                         |                                                              |                                            | 12d <sub>1</sub>       |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|                                           |                       |                                                                        | 3-5                    | d <sub>2</sub>  | 1d <sub>2</sub>                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          | 5d <sub>2</sub>                     | 6d <sub>2</sub>                           |                                                                                  |                                              | 9d <sub>2</sub>                            |                                                         |                                                              | 12d <sub>2</sub>                           |                        |                                                                 |                          | 16d <sub>2</sub>                          |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|                                           |                       |                                                                        | 5-10                   | d <sub>3</sub>  |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           | 6d <sub>3</sub>                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            |                        |                                                                 |                          | 16d <sub>3</sub>                          |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|                                           |                       |                                                                        | >10                    | d <sub>4</sub>  |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           | 6d <sub>4</sub>                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            |                        |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
| Делювиально-пролювиальные                 | dpQ <sub>IV</sub>     | днища временных водотоков, конуса выноса                               | 1-3                    | dp <sub>1</sub> | 1dp <sub>1</sub>                                                                  |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           | 6dp <sub>1</sub>                                                                 |                                              |                                            | 9dp <sub>1</sub>                                        |                                                              |                                            | 12dp <sub>1</sub>      |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|                                           |                       |                                                                        | 3-5                    | dp <sub>2</sub> | 1dp <sub>2</sub>                                                                  |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           | 6dp <sub>2</sub>                                                                 |                                              |                                            | 9dp <sub>2</sub>                                        |                                                              |                                            | 12dp <sub>2</sub>      | 13dp <sub>2</sub>                                               |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|                                           |                       |                                                                        | 5-10                   | dp <sub>3</sub> | 1dp <sub>3</sub>                                                                  | 2dp <sub>3</sub>                         |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           | 6dp <sub>3</sub>                                                                 |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            |                        |                                                                 |                          | 16dp <sub>3</sub>                         |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|                                           |                       |                                                                        | >10                    | dp <sub>4</sub> |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           | 6dp <sub>4</sub>                                                                 |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            | 13dp <sub>4</sub>      |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
| Пролувиальные                             |                       |                                                                        | 3-5                    | p <sub>1</sub>  |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           |                                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            |                        |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|                                           |                       |                                                                        | 5-10                   | p <sub>2</sub>  |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           |                                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            |                        |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|                                           |                       |                                                                        | >10                    | p <sub>3</sub>  |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           |                                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            |                        |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|                                           |                       |                                                                        | 0-1                    | c <sub>1</sub>  | 1c <sub>1</sub>                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           |                                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            |                        |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
| Делювиально-копловальные, копловальные    | dc, cQ <sub>IV</sub>  | склоны крутизной 6-12°, склоны крутизной 12-20°, склоны крутизной >20° | 1-3                    | c <sub>2</sub>  | 1c <sub>2</sub>                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           | 6c <sub>2</sub>                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            |                        |                                                                 |                          | 16c <sub>2</sub>                          |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|                                           |                       |                                                                        | 3-5                    | c <sub>3</sub>  | 1c <sub>3</sub>                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           | 6c <sub>3</sub>                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            |                        |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|                                           |                       |                                                                        | 0-3                    | e <sub>1</sub>  | 1e <sub>1</sub>                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           | 6e <sub>1</sub>                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            |                        |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|                                           |                       |                                                                        | 3-5                    | e <sub>2</sub>  | 1e <sub>2</sub>                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           | 6e <sub>2</sub>                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            |                        |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
| Элювиальные, элювиально-делювиальные      |                       |                                                                        | 5-10                   | e <sub>3</sub>  |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           | 6e <sub>3</sub>                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            |                        |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |
|                                           |                       |                                                                        | >10                    | e <sub>4</sub>  |                                                                                   |                                          |                                                                                                  |                                                 |                                          |                                     |                                           |                                                                                  |                                              |                                            |                                                         |                                                              |                                            | 12e <sub>4</sub>       |                                                                 |                          |                                           |                                                                                                   |                   |                                                          |  |

\*Мощность биогенных отложений (торфа): ++ до 1,0 м + 1-3 м X более 3,0 м

## II. Состав формаций коренных пород (второго от поверхности горизонта при глубине залегания до 10 м)

| Формации                |                                | Породы                                                                                                            | Индекс на карте |
|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Осадочные               | Терригенная (Pz-Kz)            | алевролиты, аргиллиты, глинистые сланцы, песчаники, конгломераты, гравелиты                                       | Т               |
|                         | Терригенно-карбонатная (Pz-Kz) | алевролиты, аргиллиты, глинистые сланцы, песчаники, конгломераты, гравелиты, известняки, мергели                  | К               |
| Магматические           | Интрузивные                    | граниты, грано-диориты, габбро, диориты, габбро-диабазы, диабазы                                                  | И               |
|                         | Гранитоидная (PR-Pz)           | туфо-конгломераты, туфосланцы, туфопесчаники, туфосланцы, порфириты, песчаники, конгломераты, туффиты, известняки | В               |
| Вулканоогенно-осадочная | Вулканоогенно-терригенная (Pz) |                                                                                                                   |                 |
| Метаморфическая         | Амфиболито-нейсовая (PR-G)     | гнейсы, перидотиты, гранито-гнейсы, серпентиниты, кварциты, сланцы, мраморы, силлициты                            | М               |

## III. Геокриологические условия

### IIIa. Распространение, мощность и температура многолетнемерзлых пород (ММП)

| Распространение ММП<br>(% от площади контура) | Мощность ММП, м | Средняя годовая температура ММП, °C |           |           |           |           |      |
|-----------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|
|                                               |                 | -2 ÷ -6                             | -0,5 ÷ -3 | -0,5 ÷ -2 | -0,1 ÷ -1 | -0 ÷ -0,5 | > 0° |
| Сплошное (>90)                                | > 150           |                                     |           |           |           |           |      |
| Прерывистое (60-90)                           | 30-150          |                                     |           |           |           |           |      |
| Массивно-островное (30-60)                    | 20-50           |                                     |           |           |           |           |      |
| Островное (10-30)                             | 10-30           |                                     |           |           |           |           |      |
| Спорадическое (<10)                           | < 20            |                                     |           |           |           |           |      |
| Талые грунты                                  |                 |                                     |           |           |           |           |      |

### IIIb. Лыдность грунтов

- Ⓐ Лыдные грунты (глинистые  $\lambda$  : 0,2-0,4, песчаные  $\lambda$  : 0,1-0,2)
- Ⓒ Сильнолыдные грунты (торф, глинистые  $\lambda$  >0,4)

### IIIa.

2,3 - 3,0 (1,5 - 2,5) Глубины сезонного оттаивания и промерзания (в скобках) пород, м

## IV. Экзогенные процессы и образования

- |                       |                     |                                                     |
|-----------------------|---------------------|-----------------------------------------------------|
| ▲ Обвалы и осыпи      | ⌒ Заболоченность    | ⌒ Пучение многолетнее                               |
| ⌒ Сели                | ⌒ Просадочность     | ⌒ Пучение сезонное                                  |
| ⊗ Карст               | ⌒ Речная эрозия     | ⌒ Солифлюкция                                       |
| ⌒ Оползни             | ⌒ Лавины            | ⊕ Термокарст                                        |
| ⌒ Овражная эрозия     | ⌒ Наледи            | ⬛ Погребенные льды                                  |
| ⌒ Суффозия            | ⌒ Курумы            | ⌒ Структурные грунты (каменные поля, россыпи и др.) |
| ⌒ Эоловые процессы    | ⌒ Засоление грунтов | ⌒ Термоабразия                                      |
| ⌒ Новообразования ММП | ⌒ Каменные глетчеры |                                                     |

## V. Тектонические разломы

### активные (позднеплейстоцен-голоценовые)

- достоверные
- - - предполагаемые

### потенциально активные (плиоцен-плейстоценовые)

- достоверные
- - - предполагаемые

### морфокинематические типы

- ⌒ сбросы\*
- ⌒ взбросы и взбросо-надвиги\*\*
- ⌒ сбросо-сдвиги\*\*
- ⌒ сдвиги
- разломы неустановленного типа

- (\* - штрихи обращены в сторону опущенного крыла;  
\*\* - штрихи обращены в сторону падения поверхности сместителя;  
- цвет морфокинематических типов разломов соответствует цвету разломов по их активности)

## VI. Границы

- ⌒ геоструктурных регионов
- ⌒ новейших структур первого порядка (мегаподнятий, крупных впадин и прогибов)
- ⌒ новейших структур второго порядка
- ⌒ инженерно-геологических районов
- ⌒ районов с различным распространением ММП

## VII. Индексы и номера

- инженерно-геологических районов
- тектонических разломов
- (наименование разломов см. табл. )

геоструктурных регионов:

- A - Западно-Сибирская платформа
- B - Алтай-Саянский эпиплатформенный орогенный пояс
- новейших структур первого порядка:

- AI - Надым-Тазовская впадина
- AI - Сибирско-Уральская новейшая гряда
- AI - Среднесибирская крупная впадина
- AI - Кетско-Валхский структурный залив
- AI - Васюганская гряда
- AI - Салаирско-Кузнецкий новейший щит
- AI - Купундженско-Барановская впадина
- BI - Горный Алтай

новейших структур второго порядка:

- AI-a - Ламинско-Аганская структурная ступень
- AI-a - Юганская впадина
- AI-a - Нижневалхский структурный прогиб
- AI-a - Кетско-Тимский прогиб
- AI-a - Колпашевский структурный залив
- AI-a - Шегарское сводообразное поднятие
- AI-a - Колывань-Томский прогиб
- AI-a - Салаирское сводово-глыбовое поднятие
- AI-a - Присалаирская моноклинь
- AI-a - Бийско-Барнаульская впадина
- BI-a - Северо-Алтайская структурная ступень
- BI-a - Теректинско-Сумбултинское сводово-глыбовое поднятие

масштаб 1:200 000



На **аналитических** картах инженерно-геологического районирования чаще всего оценивается степень пораженности территории геологическими процессами, степень опасности их развития, характер требующейся инженерной подготовки и т.п.

# Фрагмент легенды карты районирования территории по развитию опасных геологических процессов

## Экзогенные геологические процессы и степень пораженности территории

| Экзогенные процессы \ Степень пораженности, % | <10 | 10–25 | 25-50 | >50 |
|-----------------------------------------------|-----|-------|-------|-----|
| Термокарст                                    | T1  | T2    | T3    | T4  |
| Пучение                                       | П1  | П2    | П3    |     |
| Термоэрозия                                   | Тэ1 |       |       |     |
| Оползни                                       | Оп1 |       |       |     |
| Обвалы, осыпи                                 | O1  |       | O3    | O4  |
| Эрозия (речная и овражная)                    | Э1  | Э2    | Э3    | Э4  |
| Карст                                         | K1  |       |       |     |

## Степень опасности подрайонов по проявлению экзогенных геологических процессов

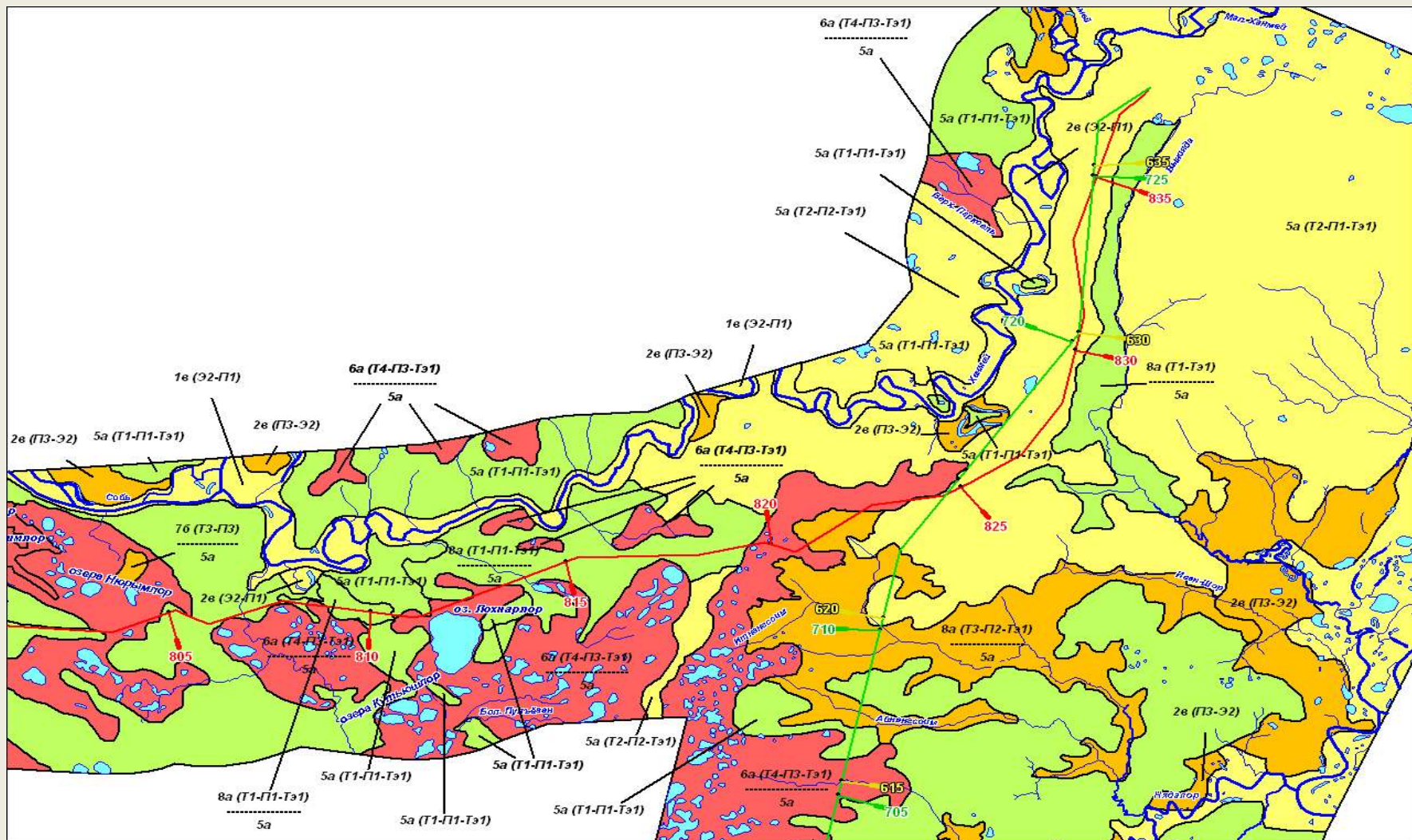
|                                                                                     |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | Очень опасная |
|  | Опасная       |
|  | Малоопасная   |
|  | Неопасная     |

## Индексы и номера

$\frac{10г (Т3-П2-Тэ1)}{5г}$

Индекс инженерно-геологического подрайона с геокриологической характеристикой и степенью пораженности экзогенными процессами, где  
 10г - индекс первого от поверхности инженерно-геологического района;  
 5г - индекс второго от поверхности инженерно-геологического района;  
 Т3, П2, Тэ1 - наименование процесса и степень пораженности им территории

# Фрагмент карты районирования территории по развитию опасных геологических процессов масштаба 1:100 000



# Оценка степени опасности криогенных процессов в полосе картирования

**Взаимосвязь пораженности территории криогенными процессами с их степенью опасности**

| Пораженность территории опасными криогенными процессами, % | Степень опасности проявления криогенных процессов |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| > 10                                                       | неопасная                                         |
| 10-25                                                      | малоопасная                                       |
| 25-50                                                      | опасная                                           |
| > 50                                                       | очень опасная                                     |

**Пораженность территории криогенными процессами (в % от площади геокриологических зон).**

| Степень опасности проявления криогенных процессов | Зоны распространения многолетнемерзлых пород |                     |            |                 |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------|------------|-----------------|
|                                                   | прерывистого                                 | массивно-островного | островного | редкоостровного |
| неопасная                                         | 35                                           | 84                  | 98         | 96              |
| малоопасная                                       | 12                                           | 11                  | 2          | 4               |
| опасная                                           | 8                                            | 3                   | 0          | 0               |
| очень опасная                                     | 45                                           | 2                   | 0          | 0               |

- Карты измененности инженерно-геологических условий характеризуют комплекс региональных и локальных природных и антропогенных геологических процессов и степень изменения геологической среды под влиянием деятельности человека.
- Общие карты этого типа отображают характер изменения инженерно-геологических условий под влиянием комплексного воздействия хозяйственной деятельности, а аналитические — под влиянием конкретного вида инженерно-строительной деятельности

# СХЕМА ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ «ЯМАЛ»





Размыв и сплывы грунта с неукрепленных откосов насыпи



Неравномерное оседание (просадки) на основной площадке насыпи

Пучение



Пучение грунта в центральной части откоса насыпи...



... и в основании балластной призмы

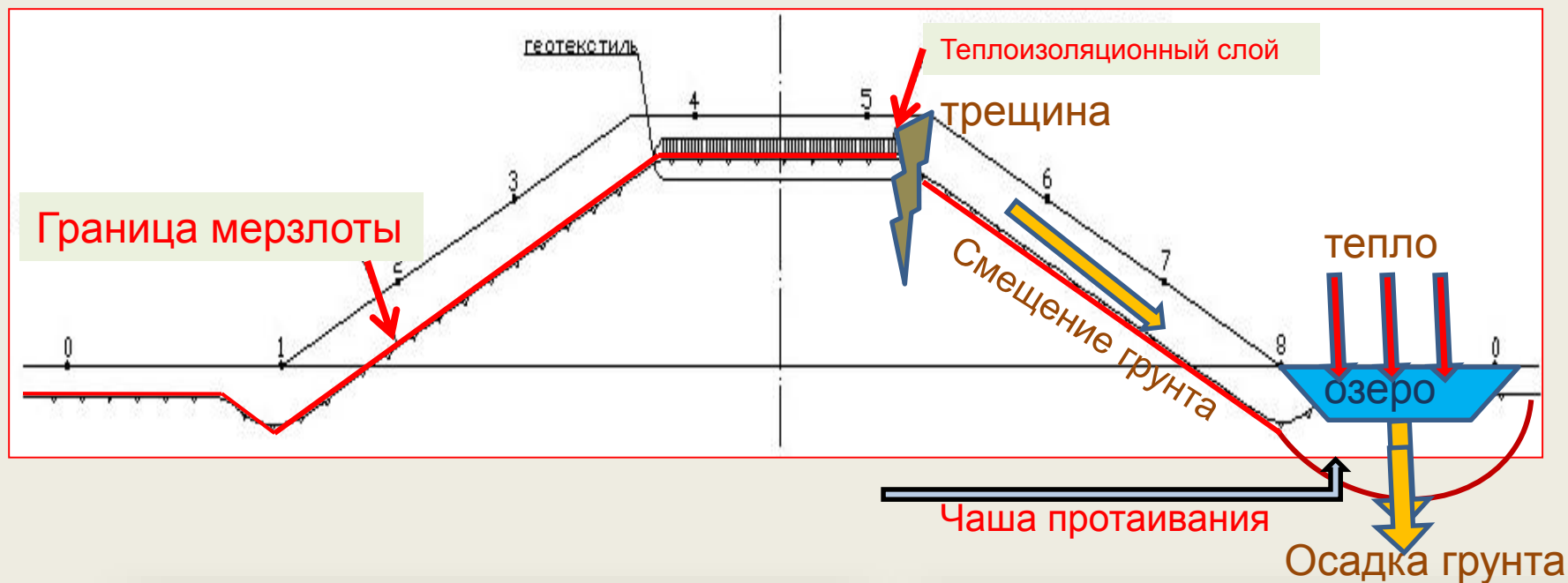
## Развитие опасных инженерно-геологических процессов в летний период



**Обводнение и заболачивание территории, примыкающей к насыпи**

**Застой  
поверхностной воды  
и формирование  
техногенных  
водоемов у входного  
и выходного  
оголовков  
водопропускных труб**





Продольные трещины на основной площадке насыпи – результат смещения грунта на откосе из-за обводнения основания земляного полотна

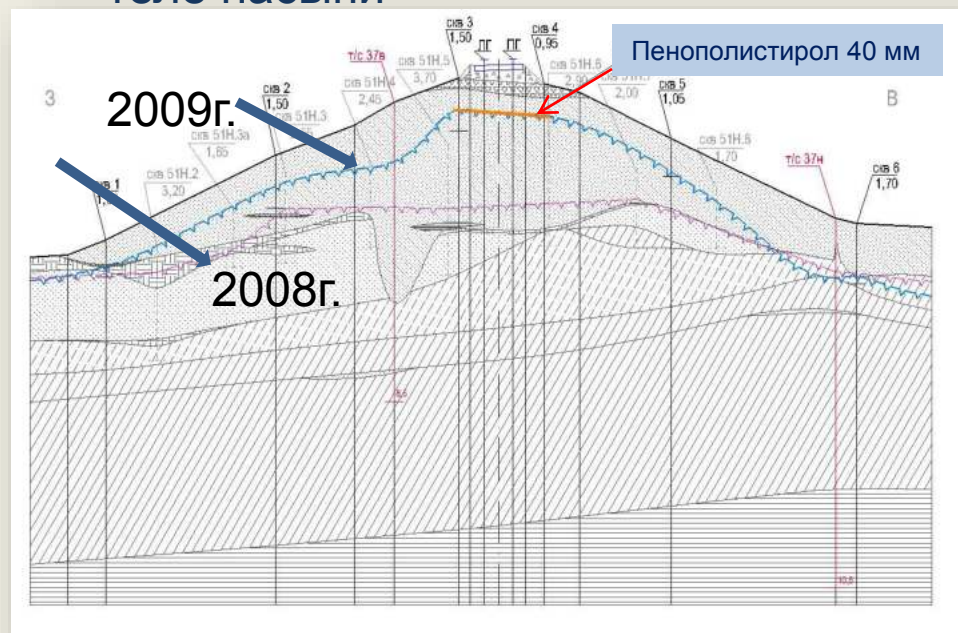


Укладка теплоизоляционных плит из пеноплекса в тело насыпи

Противоэрозионная обработка откоса насыпи раствором ПВС



Формирование мерзлого ядра в теле насыпи



# Условные обозначения к карте техногенной нарушенности территории при строительстве железнодорожной линии Обская–Бованенково (296км–418км)

## 1. Природные физико-геологические процессы

-  Пучение
-  Соливыщия
-  Эрозивно-дефляционная денудация
-  Морозовое растрескивание
-  Термозерозия
-  Термокарст

## 2. Техногенные физико-геологические процессы и образования

-  Обводнение и заболачивание
-  Эрозивно-дефляционная денудация
-  Оползни выдвигания от нагрузки движущегося транспорта
-  Шлейфы гравитовых наносов при размыве склонов насыпи
-  Просадки полотна на основной площадке
-  Эрозия

## 3. Геофизические аномалии в грунтах основания насыпи.

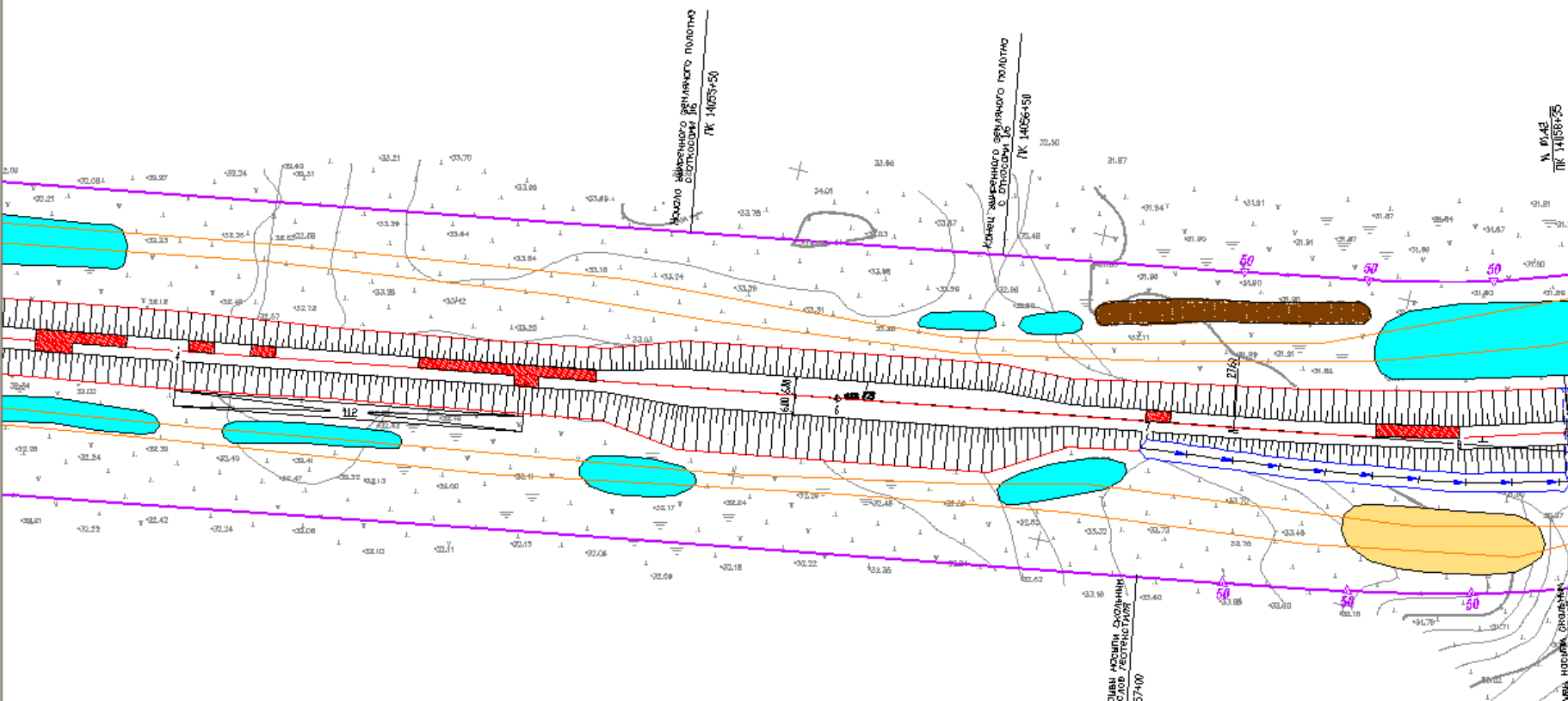
-  Положительные аномалии (высокая льдистость гравитов)
-  Отрицательные аномалии (повышенная температура мерзлых гравитов)
-  Зоны изменения температуры гравитов в основании насыпи, зафиксированные сравнительной оценкой геофизических характеристик у основания насыпи и в естественных условиях

## 4. Складирование грунтов для отсыпки насыпи

-  Бурты скальных пород
-  Бурты из песка
-  Отвалы торфа с песком, образовавшиеся при сооружении насыпи

## 5. Прочие обозначения

-  Озера
-  Засыпка термокарстового понижения местным гравитом
-  Нарушение почвенно-растительного слоя при проезде транспорта
-  Водопроводная труба
-  Водоток
-  Канавы стока
-  Водораздельные дамбы
-  Автодорожная насыпь
-  Полоса отчуждения
-  Рабочие поселки и стоянки строительной техники
-  Насыпь железной дороги
-  Насыпь железной дороги в местах развязок
-  Железнодорожная платформа
-  Проектируемое здание
-  Ось трассы



### 1. Природные физико-геологические процессы

- Почвенные
- Солончужная
- Эрозивно-денудационная денудация
- Морозовое растрескивание
- Термокарст

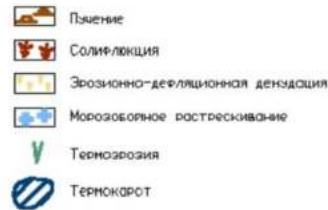
### 2. Техногенные физико-геологические процессы и образования

- Обводнение и засоление
- Эрозивно-денудационная денудация
- Оползни выдвигания от нагретого движущегося транспорта
- Шеллы гранитных износов при разрыве силочной насыпи
- Просадки полотна на основной площадке
- Эрозия

Фрагмент карты техногенной нарушенности полосы строительства железнодорожной линии Обская-Бованенково

# Условные обозначения к карте динамики техногенной нарушенности территории при строительстве железнодорожной линии Обская–Бованенково (366км–525км)

## 1. Природные физико-геологические процессы



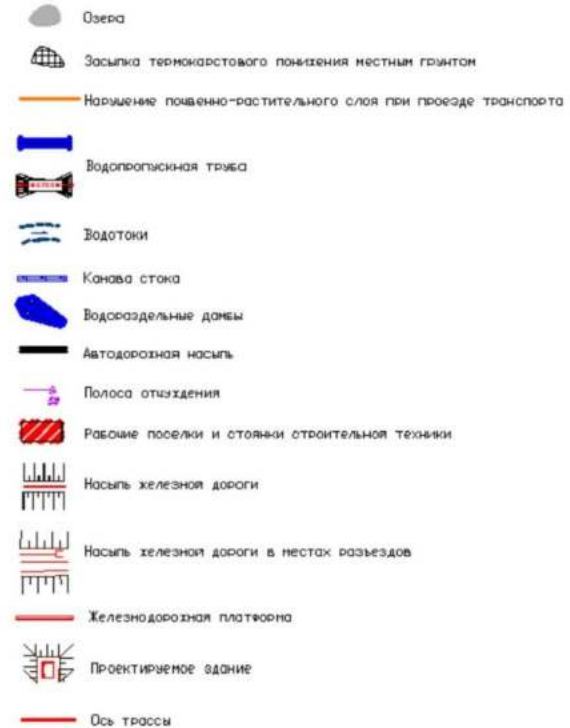
## 2. Динамика техногенных физико-геологических процессов и образований

| ПРОЦЕСС/ОБРАЗОВАНИЕ                                                                              | 2008 г | 2009 г                 |                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------|------------------------|
|                                                                                                  |        | положительная динамика | отрицательная динамика |
| Заболочивание                                                                                    |        |                        |                        |
| Обводнение                                                                                       |        |                        |                        |
| Деструктивные процессы (эрозия, дефляция), связанные с нарушением почвенно-растительного покрова |        |                        |                        |
| Оползни на откосах насыпи                                                                        |        |                        |                        |
| Шлепы грунтовых наносов при размыве склонов насыпи                                               |        |                        |                        |
| Прокладки грунта на обочине основной площадки насыпи                                             |        |                        |                        |
| Эрозия в полосе отчуждения                                                                       |        |                        |                        |
| Эрозия на насыпи                                                                                 |        |                        |                        |

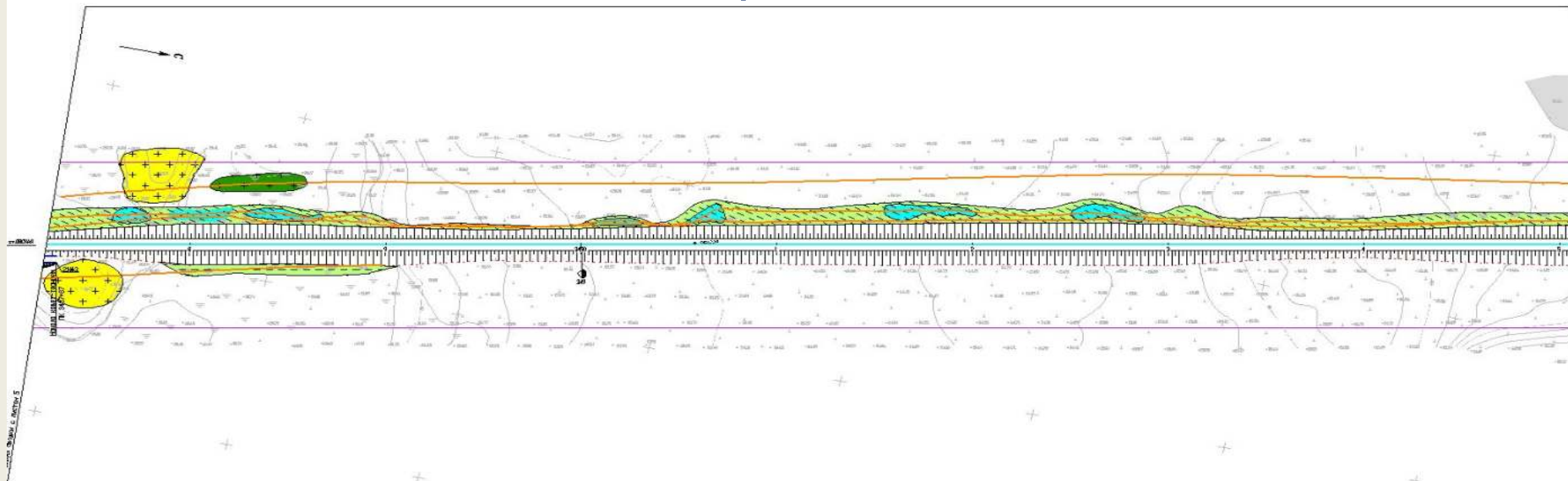
## 3. Складирование грунтов для отсыпки насыпи

| Тип отвала            | Состояние по сравнению с 2008г |             |             |
|-----------------------|--------------------------------|-------------|-------------|
|                       | Оставшиеся                     | Появившиеся | Исчезнувшие |
| Бурты скальных пород  |                                |             |             |
| Бурты из песка        |                                |             |             |
| Отвалы торфа с песком |                                |             |             |

## 4. Прочие обозначения



## Фрагмент карты динамики техногенной нарушенности полосы строительства



Установлено уменьшение площади заболачивания и обводнения, связанное с уменьшением степени техногенной нагрузки при переходе в режим рабочего движения.

Отмечено расширение поверхностей дефляции, на которых активно развивается эрозия.

Отмечено расширение поверхностей дефляции, на которых активно развивается эрозия.

# КРИОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ЯВЛЕНИЯ НА РАВНИНАХ И В ВЫСОКОГОРЬЕ

Основные отличия геокриологических условий высокогорий от равнин.

- Наличие высотной геокриологической поясности и широтной зональности на равнинах.
- Резкие контрасты геокриологических условий на небольших расстояниях, обусловленные различной ориентацией склонов горных хребтов по отношению к направлению солнечной радиации и влагонесущим потокам.
- Уменьшение мощности чехла рыхлых отложений и увеличение среднего размера частиц грунта при увеличении абсолютной высоты.
- Преобладание в горах криогенных процессов склонового ряда.



Формирование **бугров морозного пучения** связано с процессами повышенного льдообразования в локальных участках на небольших глубинах. При продвижении и замерзании воды под действием гидростатического давления в закрытых системах образуются инъекционные бугры пучения – **гидролакколиты** или **булгунняхы**.

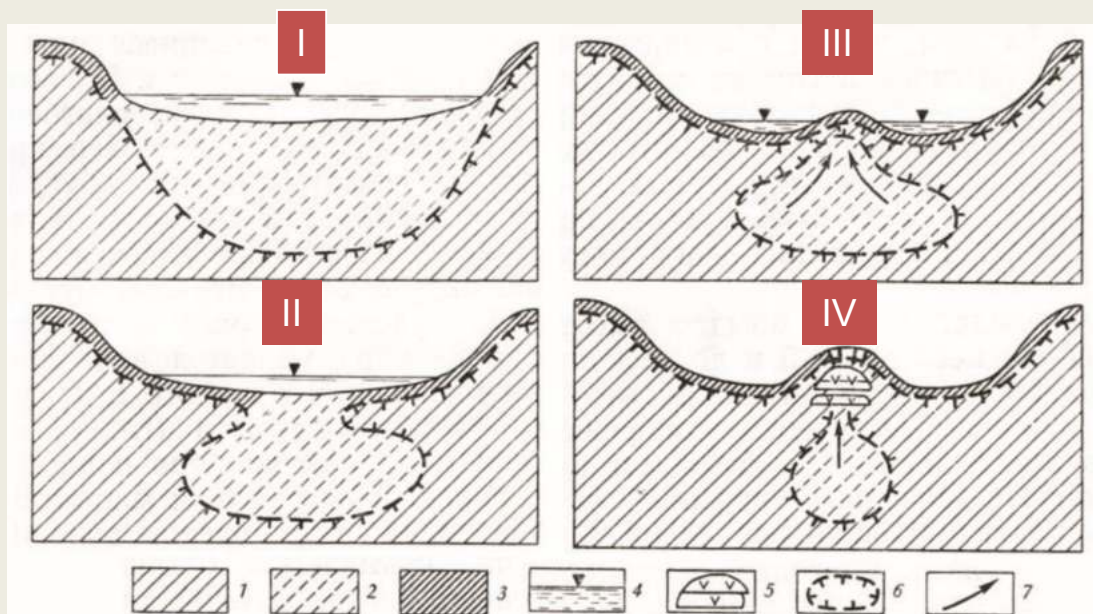


Схема образования булгунняхов: I - несквозной талик под озером; II - промерзание несквозного талика при уменьшении размеров озера; III - образование замкнутого промерзающего внутримерзлотного талика и начальный этап роста булгунняхы; IV - зрелая стадия роста булгунняхы. 1 - многолетнемерзлая порода; 2 - талая водонасыщенная порода; 3 - сезонноталый слой; 4 - уровень воды в озере; 5 - инъекционный лед; 6 - граница многолетнемерзлых пород; 7 - направление движения вод под действием гидростатического криогенного давления.

## Гидролакколит в речной долине





Пьедестальный **булгуннях** в Колымской низменности. Диаметр 200 м, высота – 40 м. В Канаде и на Аляске такие образования называются **пинго**

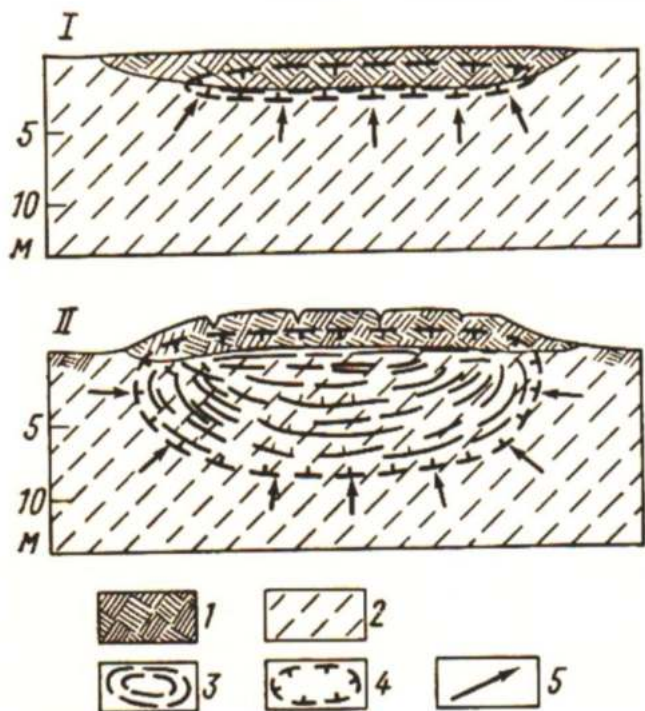


Схема образования многолетнего миграционного бугра пучения под торфяником: I - начальная стадия; II - зрелая стадия. 1 - торф; 2 - пылеватый суглинок; 3 - шлиры сегрегационного льда; 4 - граница многолетнемерзлой породы; 5 - направление миграционной влаги.



Плоскобугристые торфяники в речной долине



Бугры пучения в хасырее

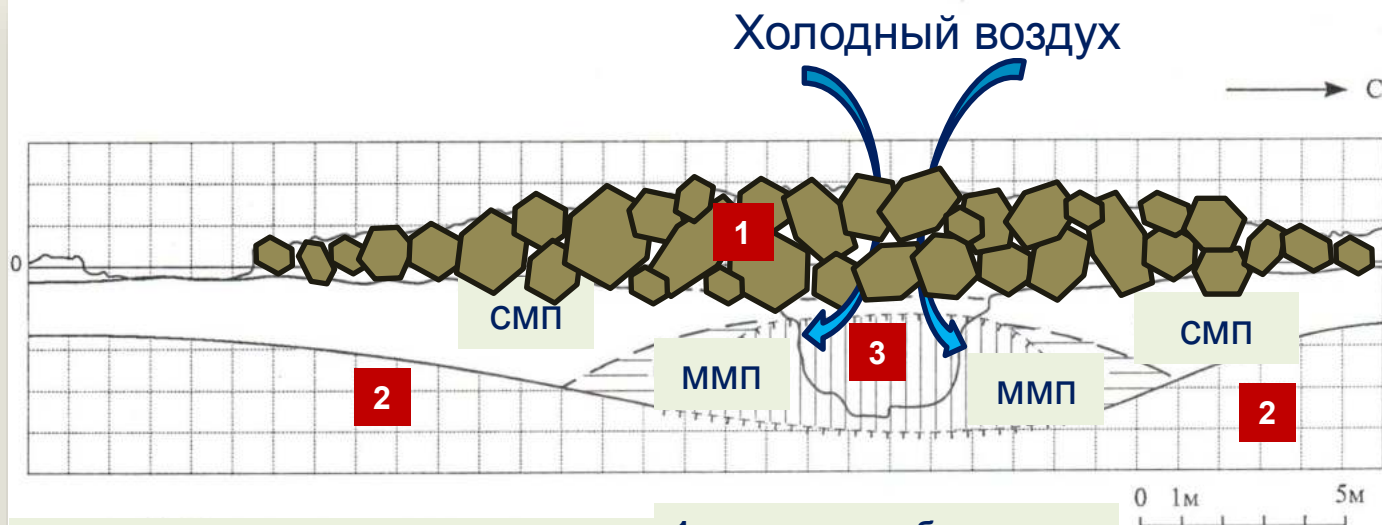


Сильнольдистое торфяно-минеральное ядро бугра пучения

При накоплении сегрегационного льда в грунте вследствие миграции влаги к фронту промерзания в открытых системах формируются миграционные бугры пучения с минеральным ядром - **туфуры**



## Схема формирования подкурганной мерзлоты



СМП – сезонномерзлые породы  
ММП – многолетнемерзлые породы

1 - каменная наброска  
2 – песчанистые глины  
3 – погребальная камера

## Поле туфуров во впадине



**Закрытая или аморфная солифлюкция** характерна для нижнего яруса солифлюкционного пояса, где движение грунтовой массы происходит под покровом прочной дернины. Движение грунта происходит за счет вязко-пластического течения и морозного крипа. Скорость движения 5-25 см в год.

### **Солифлюкционные валы и языки**



## Солифлюкционные террасы



**Солифлюкционные сплывы (быстрая солифлюкция) наблюдаются при прорыве дернового покрова и образовании криогенных оползней, объемы которых могут достигать нескольких тысяч кубометров**



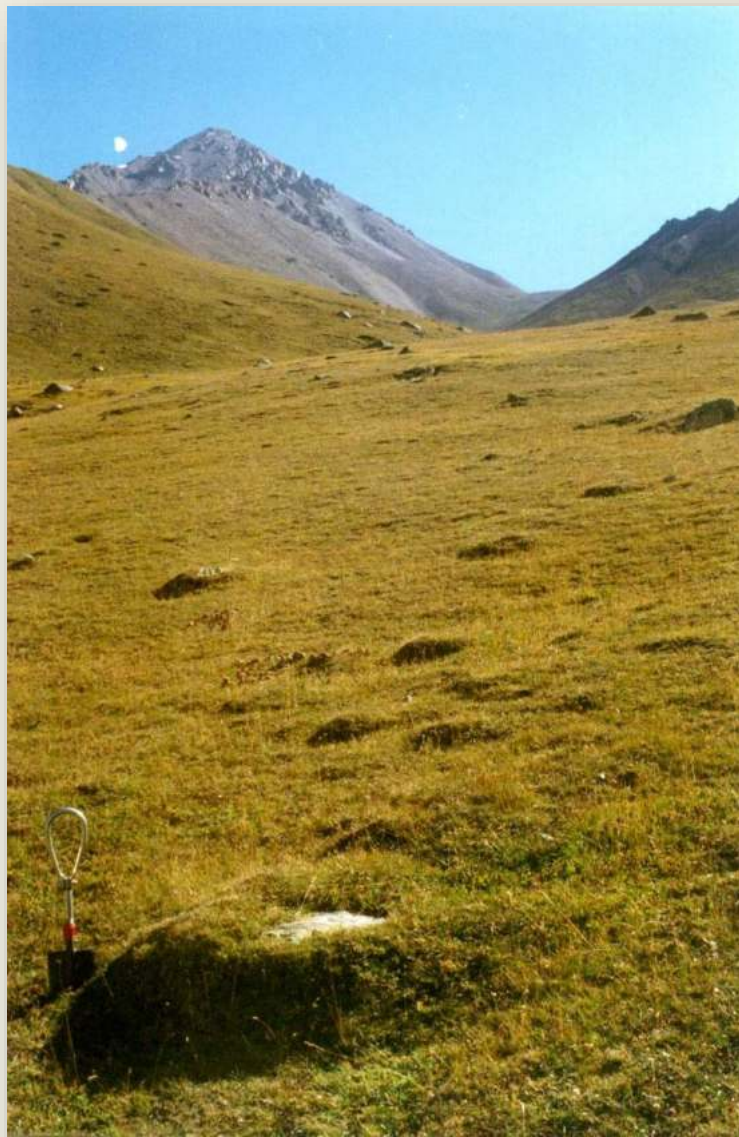
**Открытая или структурная солифлюкция** приурочена к верхнему ярусу, где растительный покров фрагментарен или отсутствует, а грунт содержит большое количество обломочного материала. Скорость движения 1-5 см в год





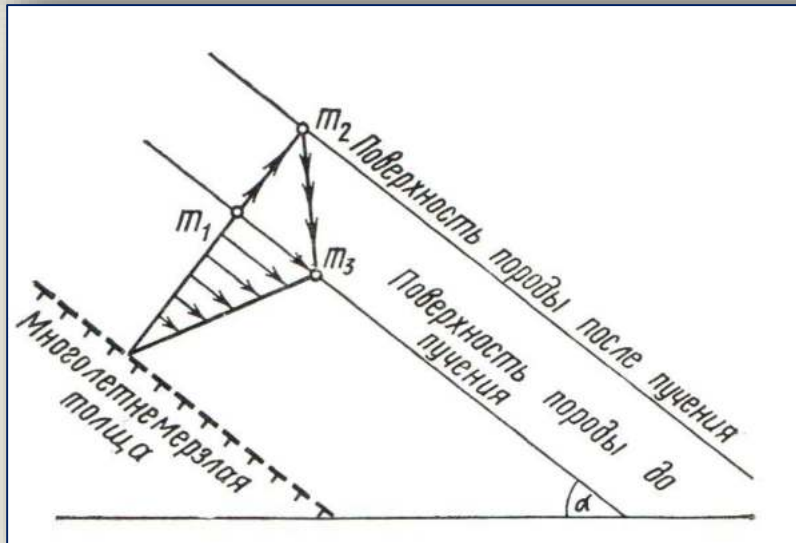
Солифлюкционная терраса с «пьяным лесом» в лесотундре Западной Сибири

**Бороздящие валуны** – разновидность солифлюкционных образований





**Стебельковый лед** –  
мощный агент  
перемещения  
дисперсного материала  
на склонах. Длина  
кристаллов может  
достигать 30 см



Механизм криогенной десерпции (морозный крип). Смещение  
поверхности грунта на склонах достигает 70 см в год

**Наледь** – это массив льда, образовавшийся на поверхности земли при послойном замерзании периодически изливающихся природных или техногенных вод. Наледи делятся на несколько типов

### Речная наледь (гидрогенная)



## Формирование и разрушение наледи на водопаде. Плато Путорана, Восточная Сибирь



## Наледь подземных вод (гидрогеогенная)



Самая крупная в России (вероятно, и в мире) наледь Улахан-Тарын находится на востоке Якутии, в долине р. Момы (правый приток р. Индигирки) Ее длина 23 км, ширина - 8 км, толщина - до 4-6 м, объем льда достигает 500 000 000 куб. м. В отдельные годы перелетовывает.

Такие наледь приурочены к молодым складчатым районам с характерными для них разломами земной коры, с которыми и связаны выходы подмерзлотных вод глубинной циркуляции. Источник, питающий наледь, имеет дебит около 10-12 м<sup>3</sup>/сек



## Наледь вод смешанного питания (гетерогенная)



## Наледный бугор



## Наледная поляна



**Курумы** – это скопления крупноглыбовых продуктов выветривания горных пород, покрывающие поверхности склонов и медленно смещающиеся вниз по склону

### Площадной курум



## Линейный курум (курум-поток)



# Курумные валы



## Сетчатые курумы



## Курумоосыпъ



**Термокарст** – процесс протаивания льдистых мерзлых грунтов и подземных льдов, сопровождающийся образованием просадочных, провальных форм рельефа



Начальная стадия термокарста



«Пьяный лес» – признак активного термокарста



Заболоченная термокарстовая котловина –  
затухающий термокарст

**Термоэрозия и термоабразия** - процессы теплового и механического разрушения мерзлых дисперсных пород водными потоками или волновой деятельностью



Термоэрозионная промоина в склоновых отложениях



Термоабразионный берег моря Лаптевых



Термоабразионный берег термокарстового озера.



Трещины и блоки отседания в торфянике

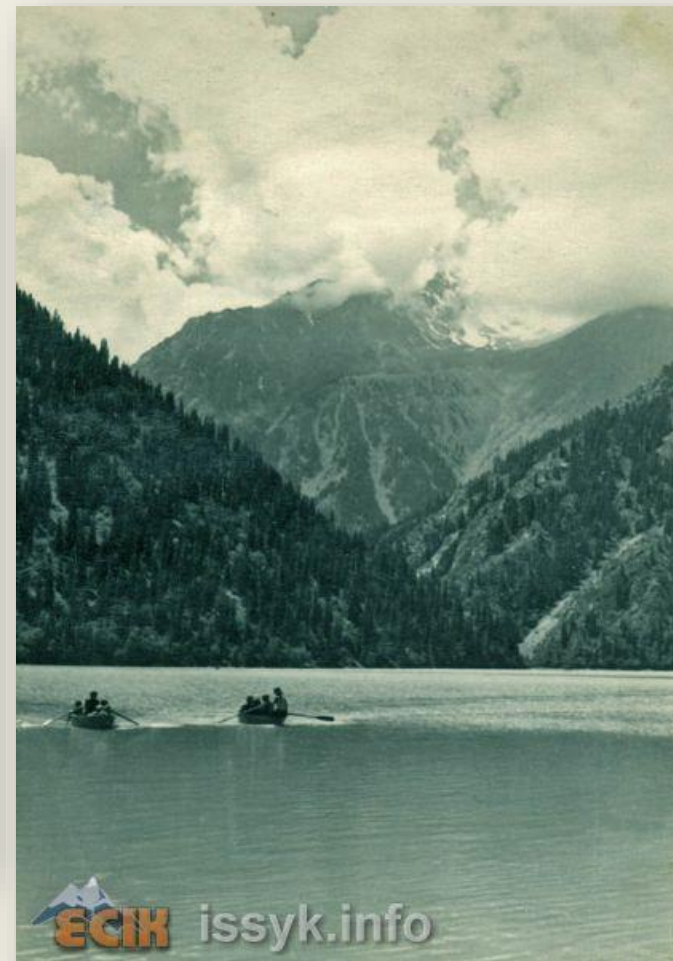
## Термокарст в озерно-аллювиальных отложениях



# Термокарст на современной морене

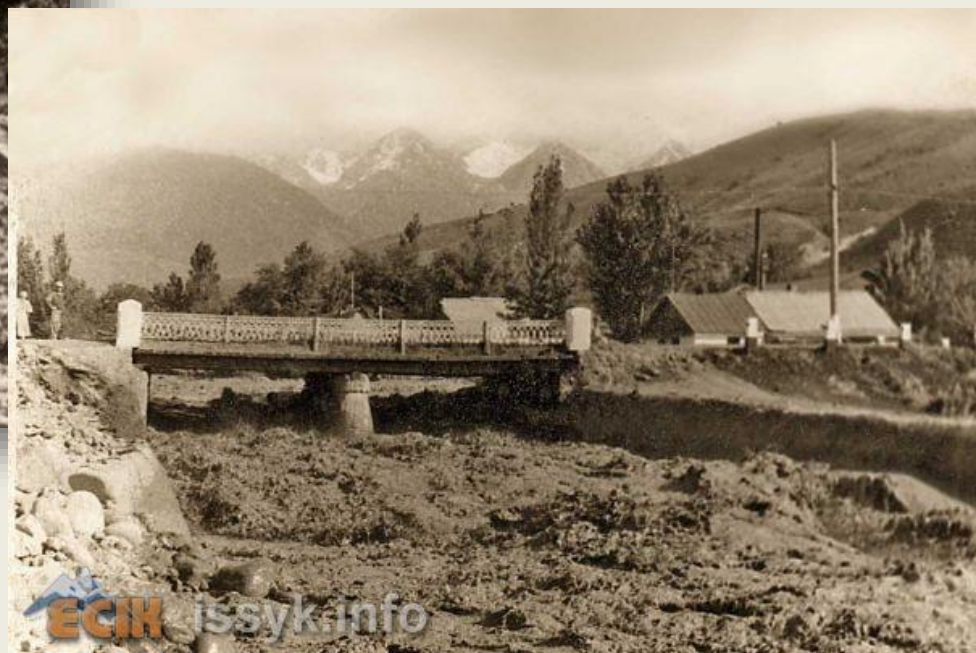


**Иссык** — озеро в одноименном ущелье Заилийского Алатау примерно в 70 км восточнее Алма-Аты. Высота над уровнем моря — 1756 метров. Образовалось примерно 8 тысяч лет назад в результате грандиозного сейсмогенного обвала, который создал естественную плотину высотой около 300 метров. Изначально длина озера составляла 1850 м, ширина 500 м, глубина — до 79 м.



Озеро Иссык до селя 7 июля 1963 г.

7 июля 1963 г. двенадцатиметровый вал селевого потока вырвался из-за крутого поворота Иссыкского ущелья и обрушился в озеро. Гигантская волна достигла естественной плотины и откатилась назад. За первым валом надвинулся второй, затем третий, который разрушил плотину. В результате возник еще более мощный сель, который частично разрушил г. Иссык на предгорной равнине.



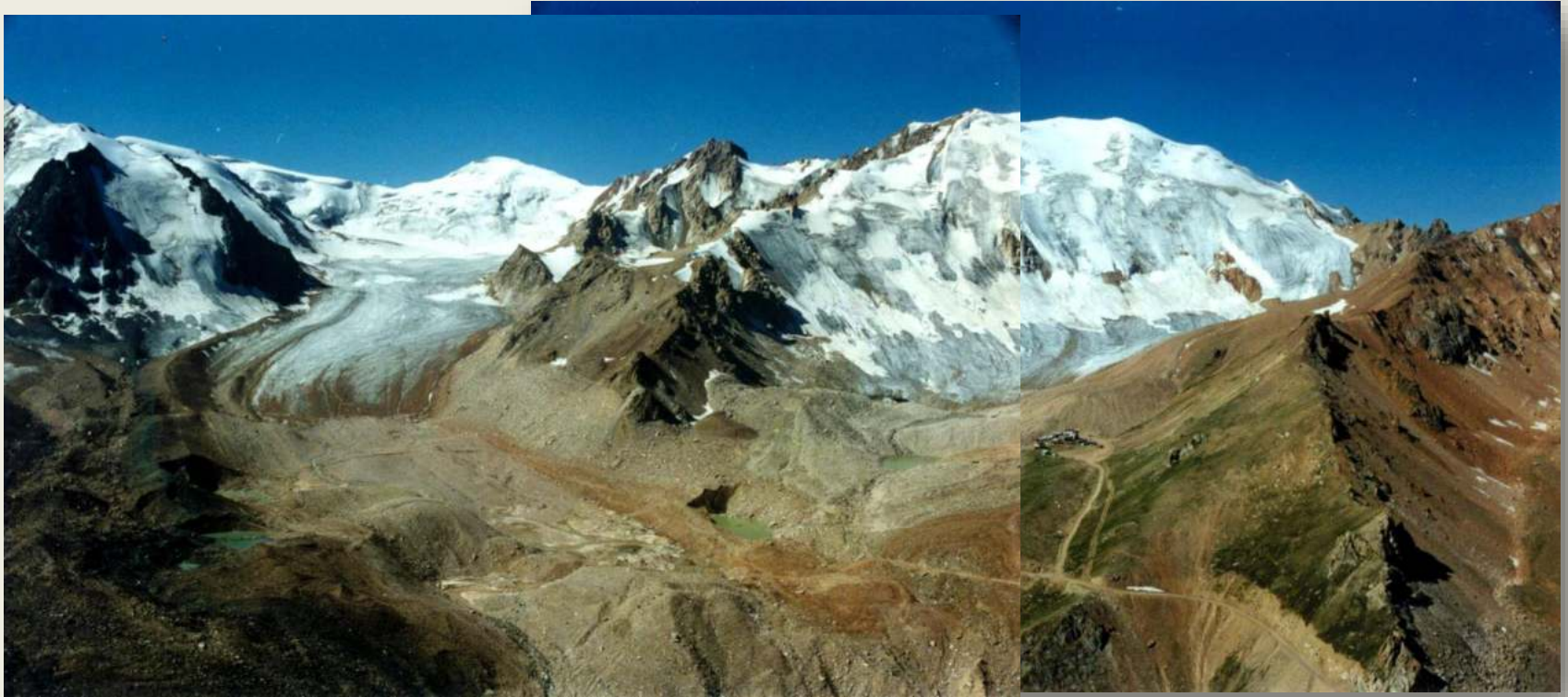
Селевой поток в г. Иссык

Селевой каньон ниже бывшего озера



Все, что осталось от озера Иссык

## Ледниковый бассейн Туюксу в верховьях р. Малой Алматинки (Северный Тянь-Шань, хр. Заилийский Алатау)



В течение 2-й половины XX в. оледенение Заилийского Алатау сократилось на 41%. Соотношение площадей ледников и морен изменилось с 89:11 в 1955 г. до 53:47 в 2004 г. Количество моренных озер  $S > 10\,000$  кв.м увеличилось с 10 до 70. Отступление языка ледника Центральный Туюксу составляло в среднем 10 м/год

Город Алма-Ата, расположенная у подножия Заилийского Алатау, не раз за свою историю подвергалась разрушительным атакам селевых потоков как ливневого, так и гляциального генезиса. При этом улицы города превращались в селевые русла, а дома часто срывались с фундамента и уносились потоком, иногда вместе с обитателями. Такие селевые катастрофы сопровождались многочисленными человеческими жертвами



Улицы г. Алма-Ата через несколько лет после селя 1921 г.



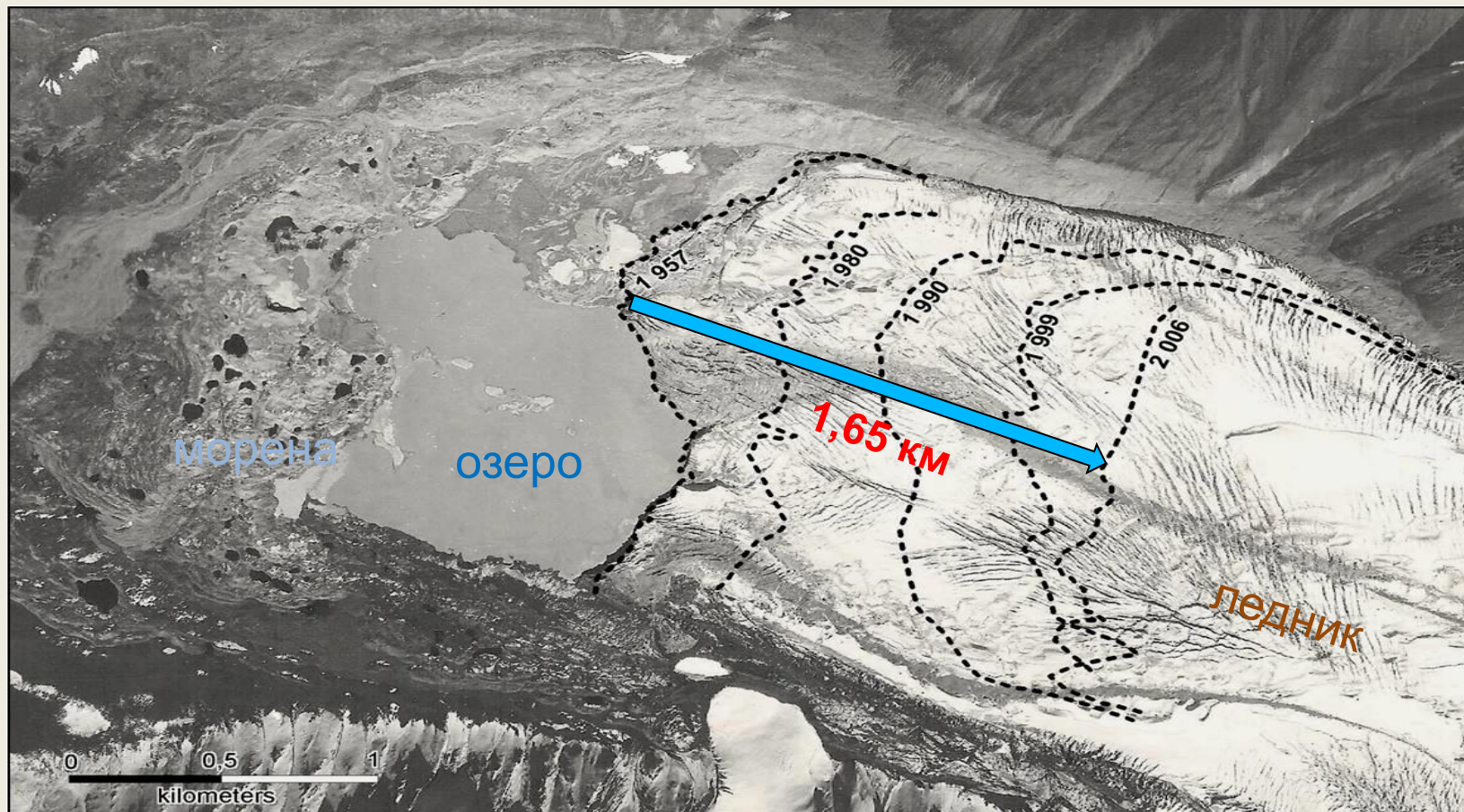
Ледовый стадион и плотина Медео.  
Высота плотины 150 м  
(первоначально 100 м)

Для защиты города и ледового стадиона от селевых потоков посредством двух направленных взрывов была создана противоселевая плотина, которая выдержала удар селя 1973 г.



Селехранилище

Интенсивное отступление крупных горных ледников сопровождается ростом площади акватории и объема приледниковых озер с одновременным возрастанием риска прорывоопасности за счет интенсивного вытаивания погребенных льдов в моренной плотине.



Голубой залив



В настоящее время глубина  
приледникового озера достигает 25 м,  
объем  
составляет около 50 млн. куб. м и  
продолжает  
увеличиваться

Озеро Петрова

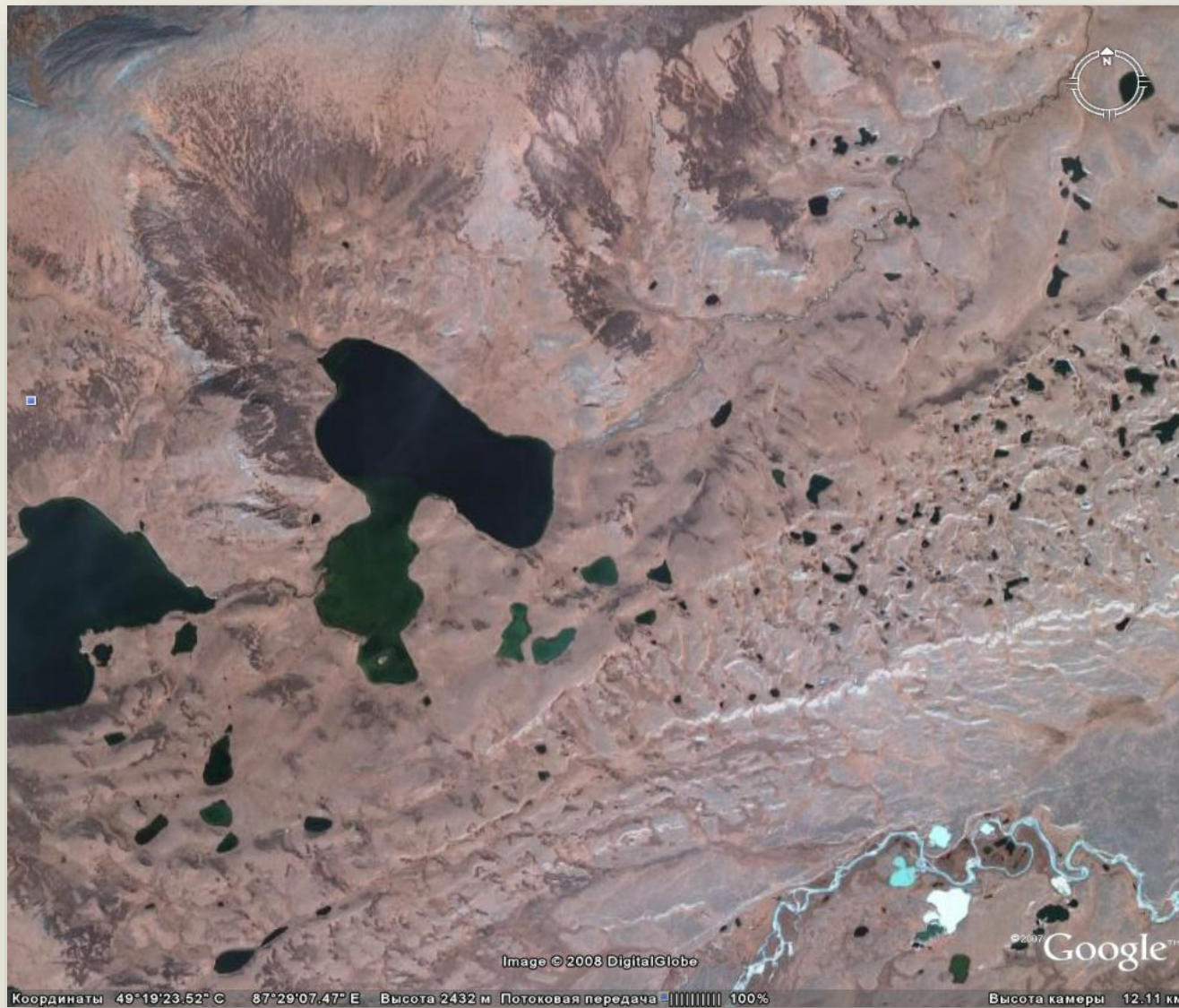
Ледник



## Термокарст на древней морене



## Термокарст на древней морене. Алтай, плато Укок. Космоснимок



**Каменные глетчеры** – это крупные скопления сцементированного льдом грубообломочного материала в горах, напоминающие по форме ледники или лавовые потоки и обладающие способностью к самостоятельному движению за счет пластических деформаций содержащихся в них ледяных включений при льдистости более 0,3-0,4 д.ед.

**Приледниковые каменные глетчеры** формируются в результате многолетнего промерзания ледниковых морен и занимают днища долин. Могут достигать нескольких километров в длину, скорость движения – от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров в год, иногда значительно больше



Высота фронтального уступа каменного глетчера достигает 30-40 м, его крутизна у активных образований – 38-42°



Напорные валики в основании фронтального уступа каменного глетчера – признак его движения в виде единого массива



**Присклоновые каменные глетчеры** возникают в результате промерзания обломочного материала осыпей и заполнения пустот между обломками льдом натечно-инфильтрационного генезиса. Располагаются на склонах долин и у их подножий



# Присклоновые каменные глетчеры. Космоснимок



Подпрудное озеро, образовавшееся при перегораживании долины двумя каменными глетчерами. Длина озера 860 м, максимальная ширина 270 м, глубина – до 25 м



## Каменный глетчер, надвигающийся на дорогу



## Перекрытие дороги каменным глетчером



## ТЕХНОГЕННЫЕ КАМЕННЫЕ ГЛЕТЧЕРЫ

В Норильске на склоне северной экспозиции горы Рудная расположен один из крупнейших в мире техногенных отвалов породы объемом около 60 млн. куб. м. Складирование отвальной массы производилась в течение 25 лет и было закончено в 1984 г. Фактическая высота отвала составляет 105–120 м, крутизна фронтального откоса – 30–36°. Отсыпка производилась отдельными ярусами на склон, имевший крутизну 12–15°





- Летом 1992 г. на верхней площадке отвала были обнаружены вертикальные просадки и трещины отрыва и отседания, глубина которых достигала 5–7 м, ширина сверху – до 0,5 м, протяженность – до 200–300 м.
- Средняя скорость движения возрастала от 5–10 мм/сут. (1992 г.) до 30–40 мм/сут. (1996 г.).
- В теплые периоды 1995–97 г.г. на отдельных участках инструментально фиксировалась скорость до 800–1000 мм/сутки

**В июне 1996 г. передняя часть отвала перекрыла реку «Медвежий ручей». При сходе отвала над руслом реки образовался своеобразный тоннель, состоящий из обломочных частиц, мелкозема, мусора, сцементированных льдом**



**Максимальное перемещение фронта отвала составило 450 м. За  
языком сформировалось подпрудное озеро**



Вода из подпрудного озера в период паводка частично размыв язык глетчера, при этом вниз по долине сошел сель, который разрушил автодорожный мост и ряд других сооружений

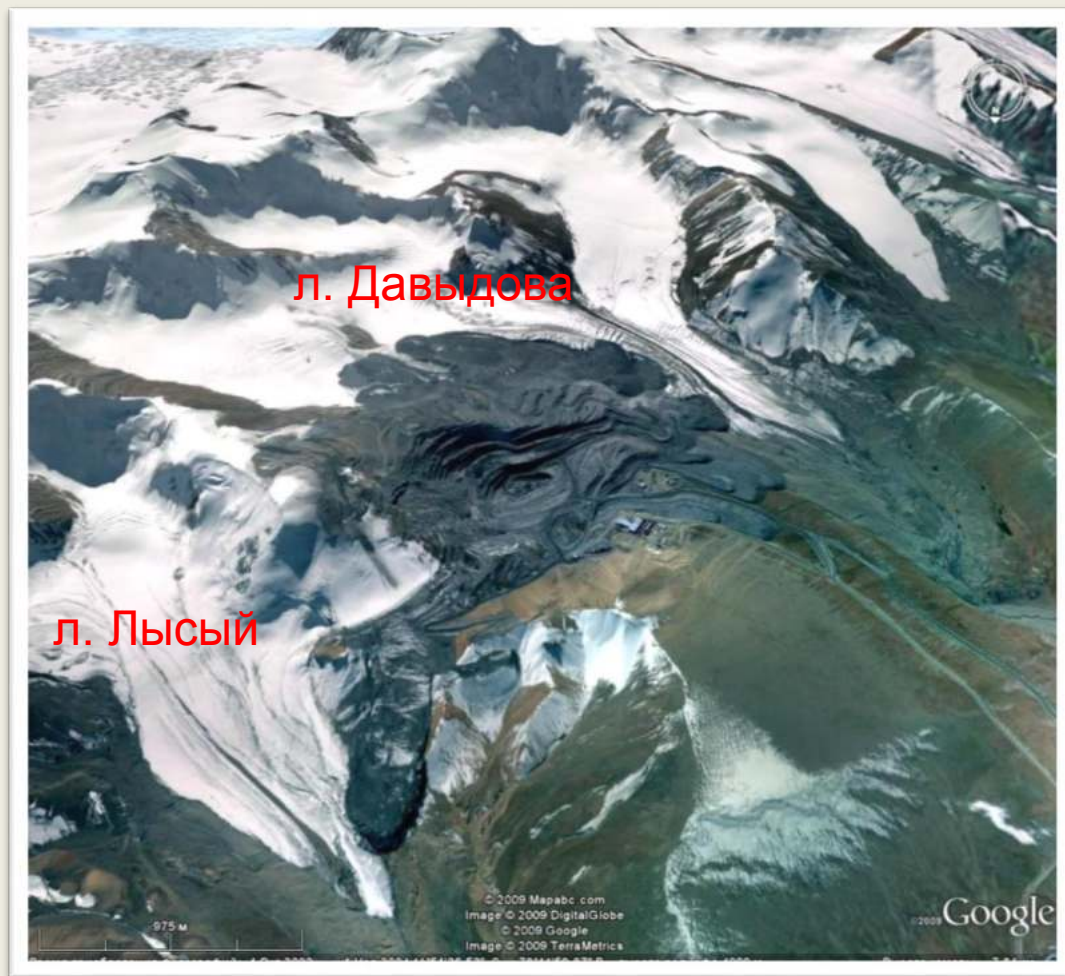


Рудник «Кумтор» расположен в горах Центрального Тянь-Шаня, в массиве Ак-Шийрак, на высотах от 3800 до 4200 м над уровнем моря. Комплекс инженерных сооружений рудника включает объекты с высоким потенциалом экологического риска: карьер глубиной свыше 700 м; золотоизвлекательную фабрику (ЗИФ); отвалы на ледниках; хвостохранилище и объекты инфраструктуры. Доля рудника «Кумтор» в ВВП Киргизии составляет около 25 %.

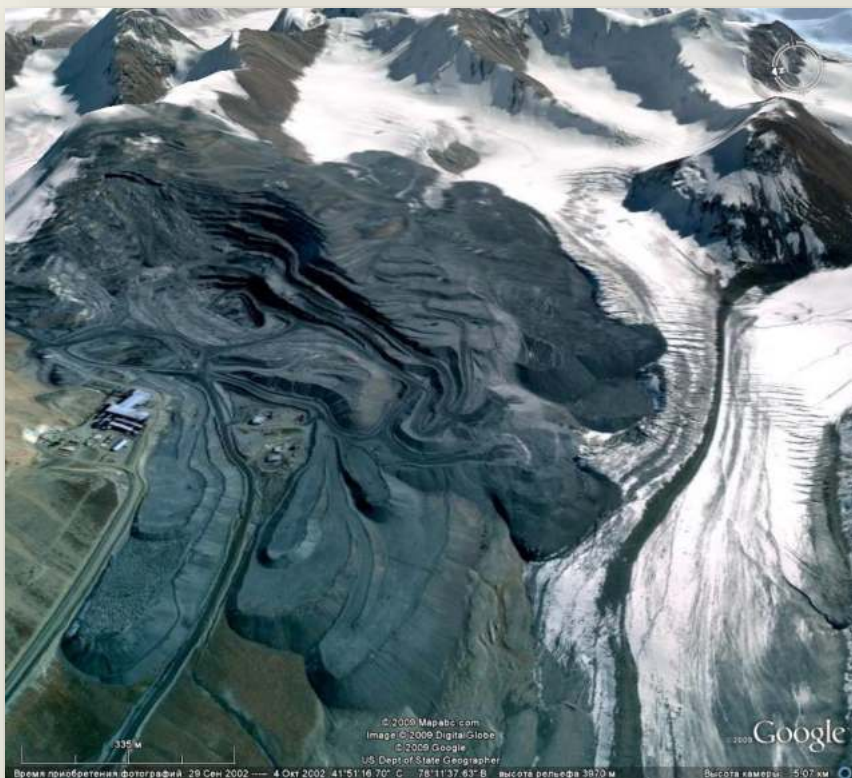
Район месторождения Кумтор характеризуется суровым резко континентальным климатом. Среднегодовая температура воздуха составляет  $-8,0^{\circ}\text{C}$  (как на Новой Земле). Среднегодовое количество атмосферных осадков - 323 мм. Среднегодовое число часов солнечного сияния - 2600 часов (как в Ташкенте).

Мощность слоя многолетнемерзлых пород (ММП) составляет от 100 до 250 м, их среднегодовая температура – минус  $3-5^{\circ}\text{C}$ . Глубина сезонно-талого слоя (СТС) от 0,5 до 2,5 м

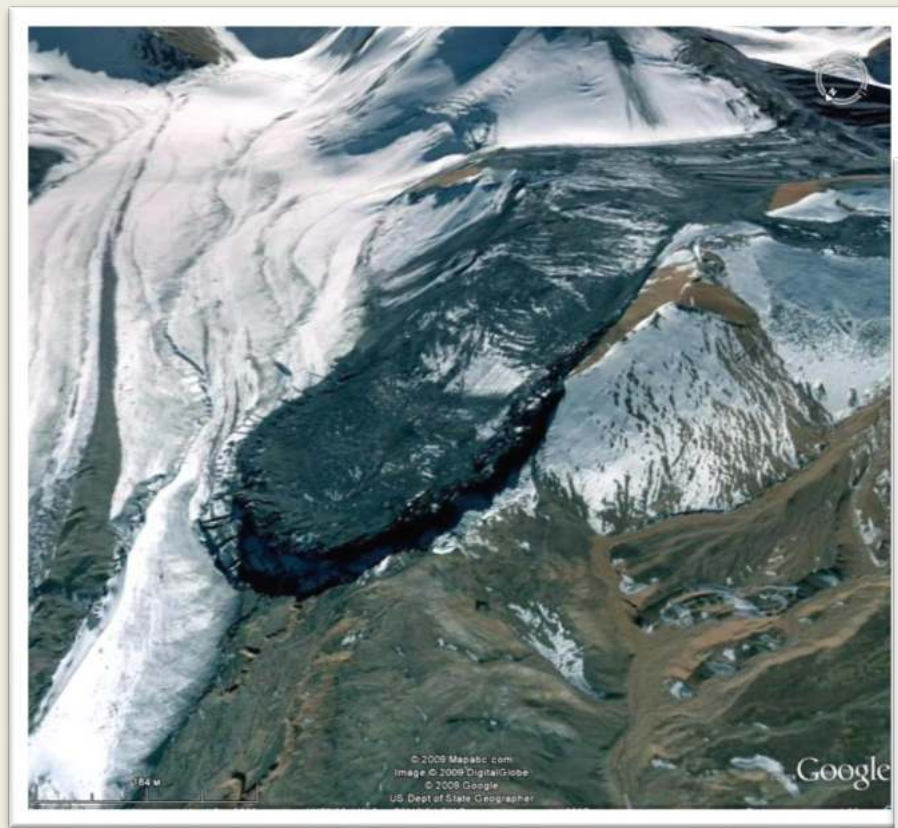




За время строительства и эксплуатации рудника «Кумтор» будет разработано в карьере и перемещено в отвалы пустых пород около 260 млн тонн и на отвалы забалансовой руды примерно 18 млн тонн, а также свыше 10 млн м<sup>3</sup> ледниковой массы. Часть отвалов пустых горных пород и ледниковых масс размещены непосредственно на ледниках Давыдова и Лысый



Складирование отвалов мощностью до 50 м на ледник Давыдова привело к перегрузке ледовой толщи. В результате лед начал выдавливаться из-под отвалов и ледник приобрел облик пульсирующего. Выше по течению ледник оказался подпружен, и поверхность его вспучилась



Круглогодичная отсыпка обломочного материала с 1996 г. на склон долины ледника Лысый крутизной 25-30° привела к формированию техногенного каменного глетчера длиной около 1000 м с морфологическими признаками активного движения

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

