





-  Повсеместная вечная мерзлота; глубина более 500 м
-  Повсеместная вечная мерзлота; глубина 300–500 м
-  Повсеместная вечная мерзлота; глубина 100–300 м
-  Локальная вечная мерзлота; глубина 100 м
-  Отдельные участки вечной мерзлоты; глубина 25 м

Многолетняя мерзлота



Многолетняя мерзлота



Многолетняя мерзлота



Криогенные процессы

Мерзлотные (криогенные) формы рельефа развиты в областях распространения вечной мерзлоты, но встречаются и в областях сезонного промерзания грунтов. Образование и развитие мерзлотных форм рельефа обусловлено криогенными процессами, связанными с промерзанием и протаиванием горных пород, содержащих различные типы воды, а также с зимним охлаждением верхних горизонтов мерзлых пород.

Мерзлотные формы рельефа

Криогенные процессы

1 криогенное выветривание

**2 криогенные склоновые процессы:
криогенный крип, солифлюкция**

**3 морозная сортировка, морозобойное
растрескивание**

4 термокарст

5 пучение

Криогенное выветривание

Криогенное выветривание (морозное выветривание) –
разрушение горных пород в результате периодических фазовых переходов от воды ко льду и обратно в их трещинах.

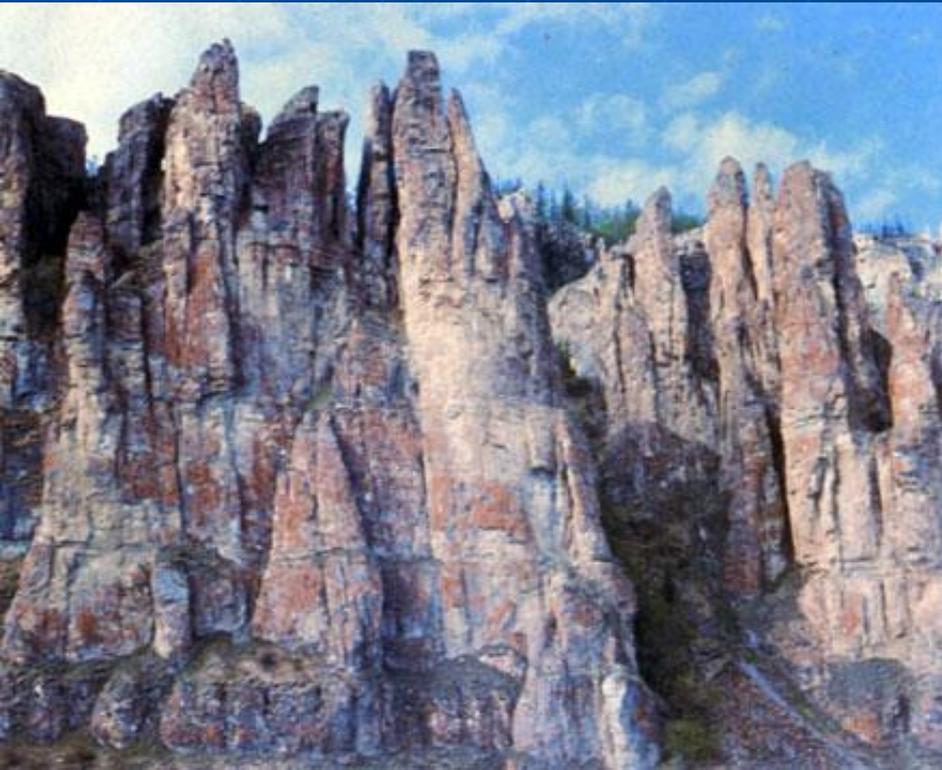


Криогенное выветривание

формы рельефа –

**останцы выветривания (кигилляхи), столбообразные скалы
неправильной формы**

**каменные россыпи (каменные моря), плащеобразные скопления
глыбового и щебнистого материала**



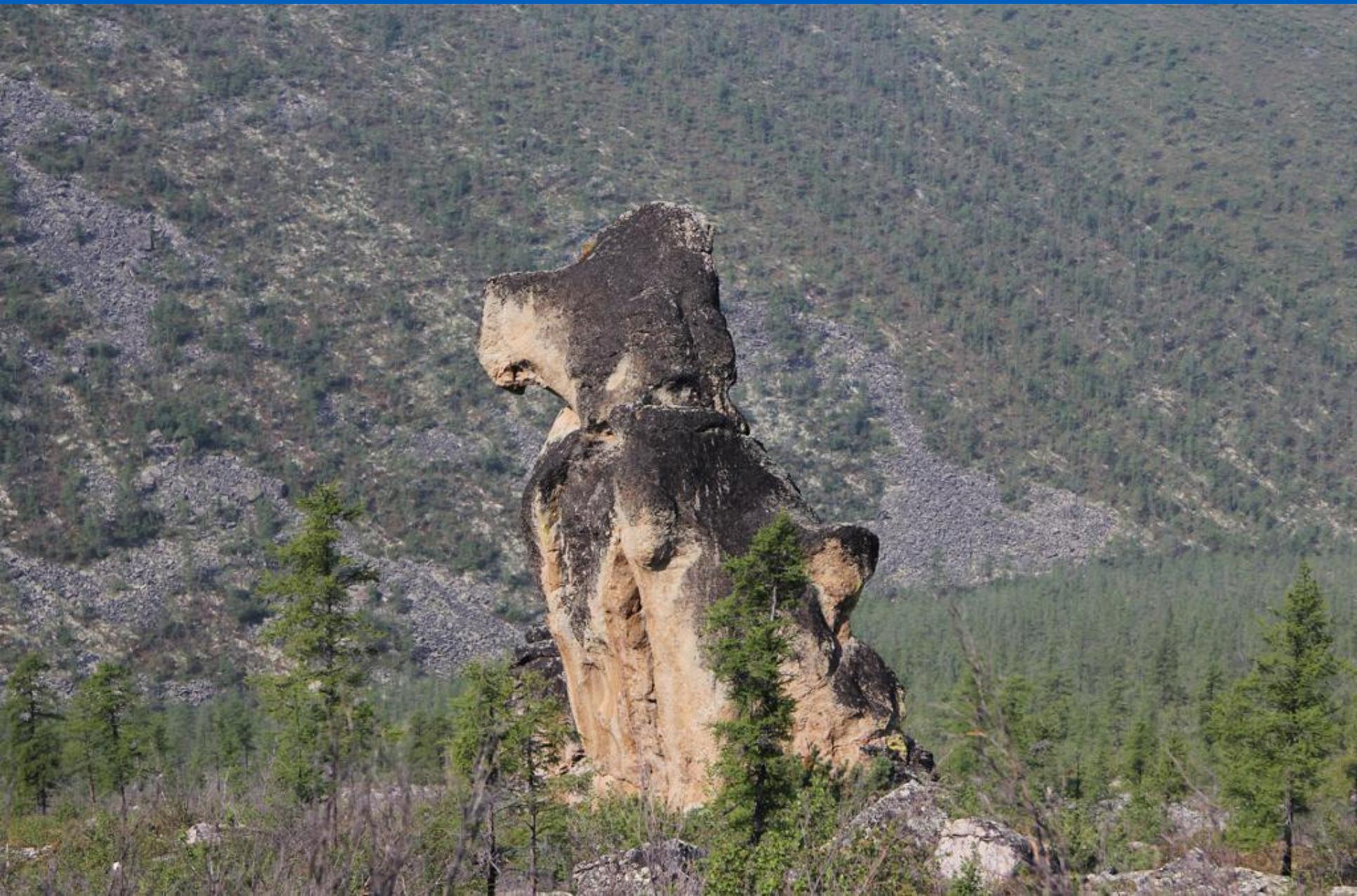
Останец «Хмурая скала»



Останцы



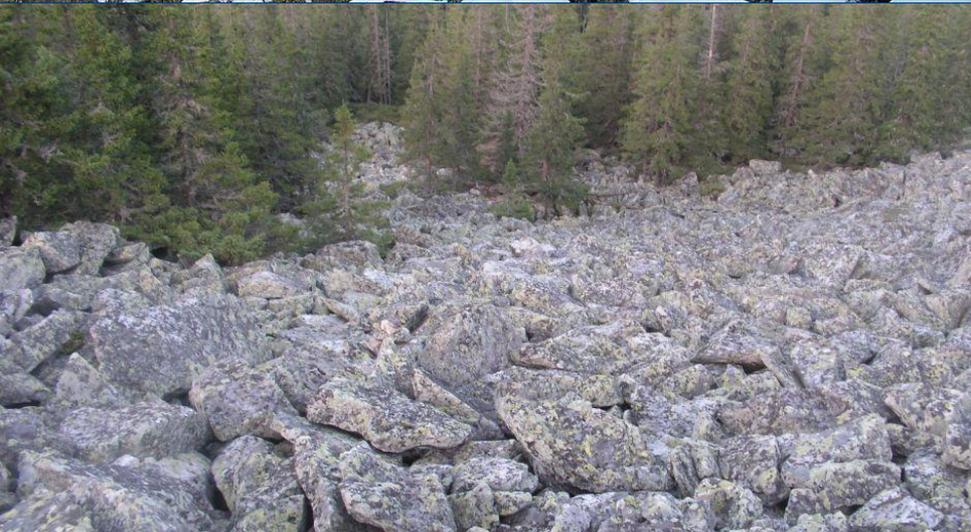
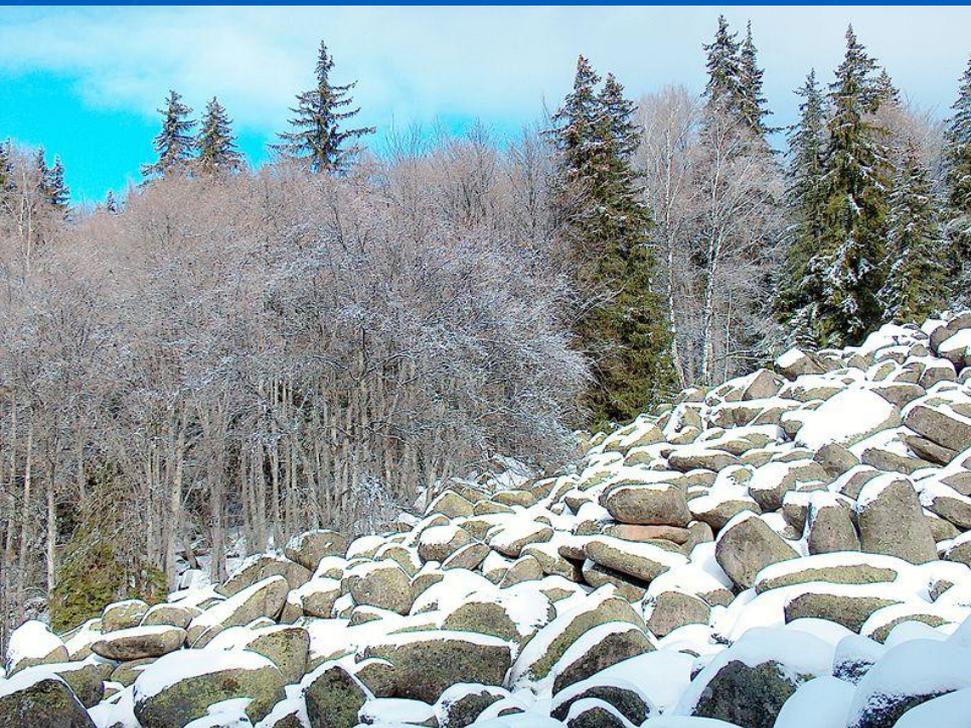
Останцы часто принимают причудливые формы



Курумы – каменное море, каменная река



Курумы – каменное море, каменная река



Останцы и каменные поля



Таас Кыстаабыт – Место, где зимуют скалы



Криогенный крип

Крип (англ. creep — ползти, сползать) — смещение рыхлого покрова вниз по склону.

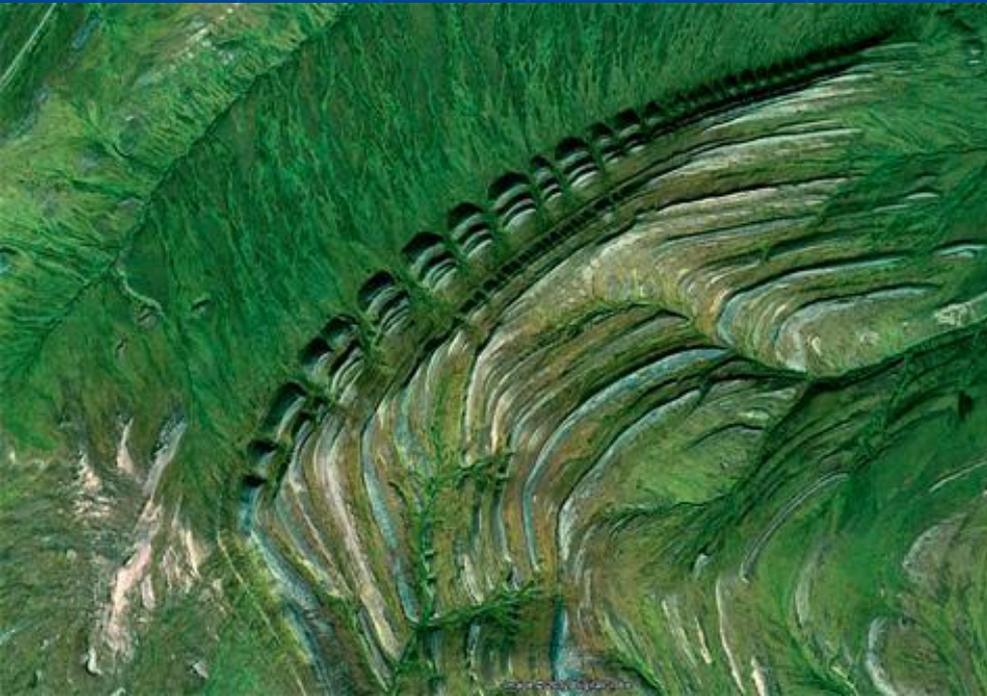
Криогенный крип — смещение рыхлого покрова вниз по склону из-за его попеременного промерзания и оттаивания.

Морозная сортировка

Морозная сортировка — сортировка разнозернистых рыхлых пород при их попеременном сезонном либо кратковременном промерзании и протаивании.

Солифлюкция

Солифлюкция (лат. *solum* - почва, земля и *fluctio* – истечение) – течение увлажнённых грунтовых масс по склонам, развивающееся в результате повторяющегося их промерзания – протаивания.



Морозная сортировка

*В результате морозной сортировки
образуется «структурный микрорельеф»:*

каменные сети

каменные кольца

каменные многоугольники



Структурный микрорельеф



Каменные кольца



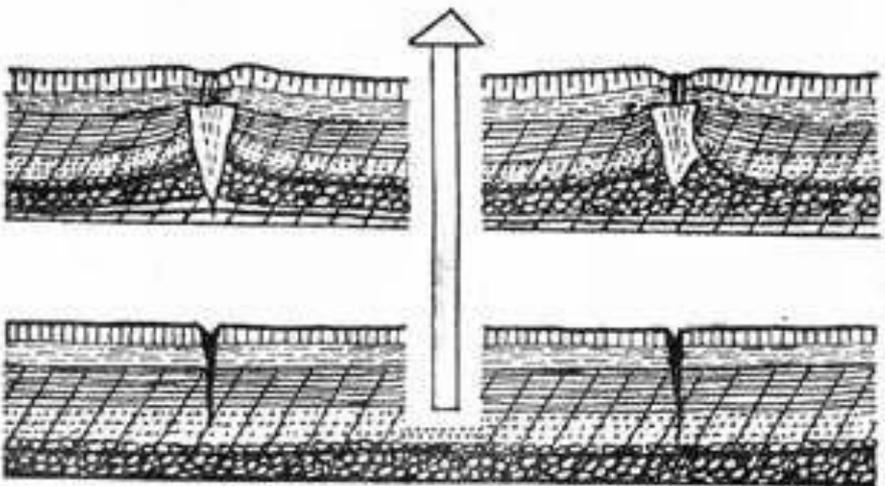
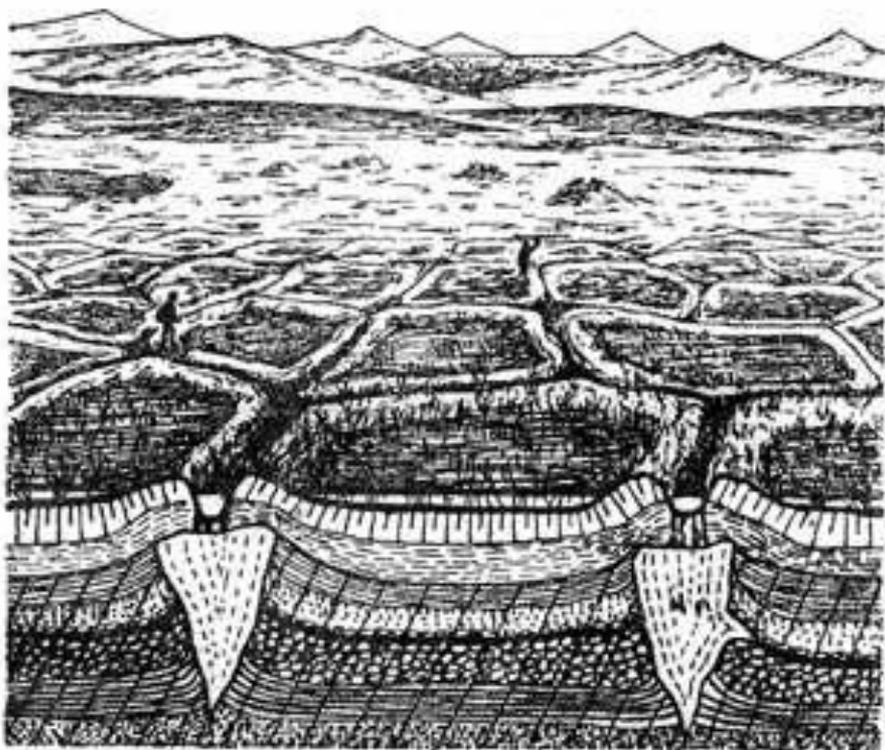
Морозобойное растрескивание

Морозобойное растрескивание – образование и рост трещин в породах при понижении температуры пород ниже 0°C .

В результате **морозного растрескивания** образуются **полигонально-жильные структуры:**

повторно-жильные льды
изначально-грунтовые жилы, песчаные жилы
пятна-медальоны

Морозобойное растрескивание



Пятна-медальоны

Выходы
Пятна-медальоны, 4500м

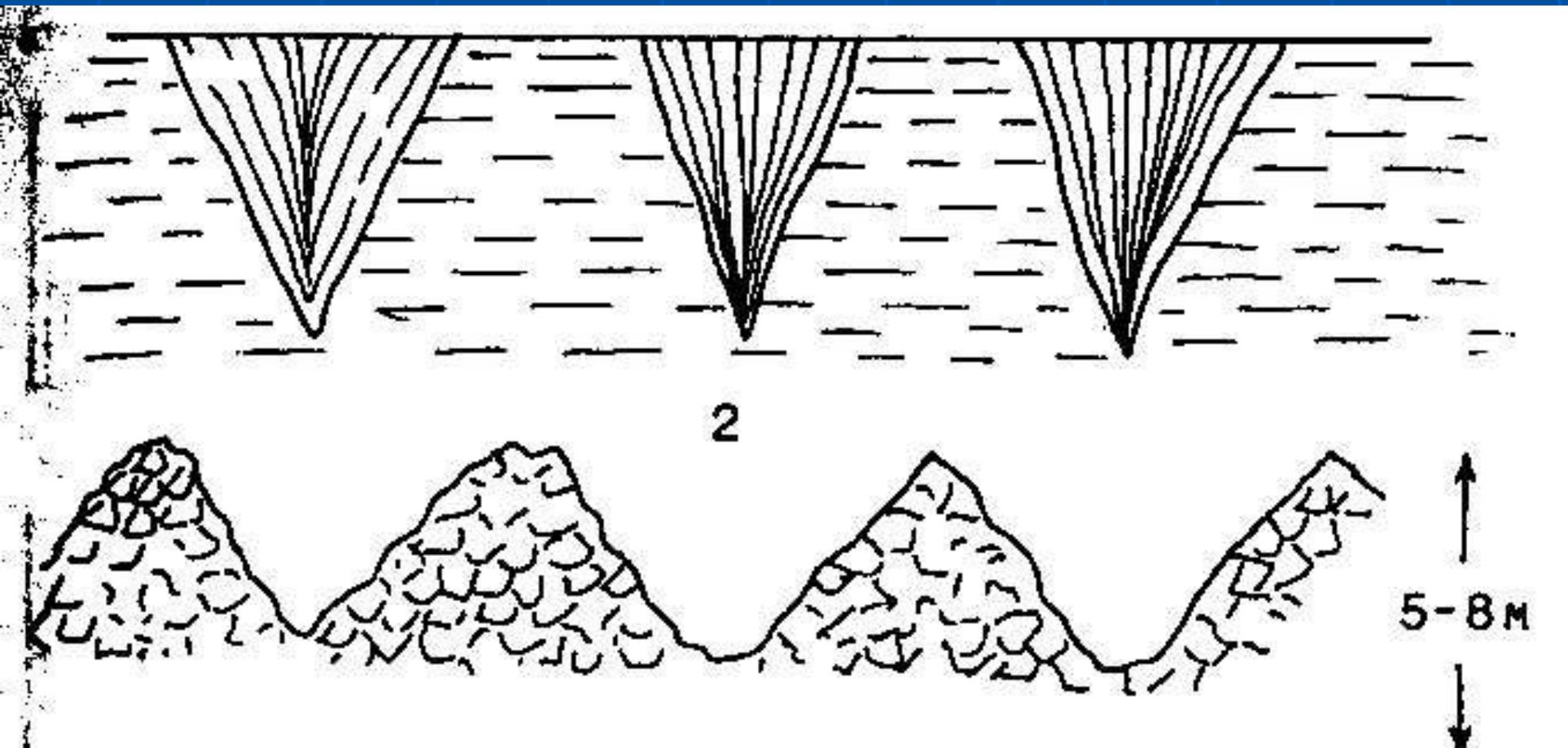


Каменные полосы



Морозобойное растрескивание

Таяние крупных повторно-жильных ледяных клиньев приводит к возникновению котловин протаивания, между которыми возвышаются конусовидные бугры, называемые *байджерахами (байджарахами)*.



Байджарахи

Высота **байджарахов** составляет 2-5 метров и если их много, то возникает своеобразный рельеф, похожий на многочисленные термитники.



Термокарст

Термокарст – вытаивание подземных льдов, сопровождающееся просадками поверхности Земли и появлением отрицательных форм рельефа и микрорельефа.

Термокарст обычно развивается прогрессивно, до полного вытаивания залежей льда или оттаивания льдистой породы, если в понижениях образуются озёра, аккумулирующие тепло.

Термокарстовые процессы приводят к появлению различных форм рельефа: от мелких термокарстовых западин до обширных термокарстовых озер и глубоких, разнообразных по площади котловин-аласов.

Озерная термокарстовая равнина



Image © 2011 DigitalGlobe

© 2011 Geocentre Consulting
Image © 2011 TerraMetrics

Google earth

Озерная термокарстовая равнина

Подобные территории представляют собой **слабоволнистые**, почти плоские поверхности, в которые вкраплены многочисленные **плоские понижения**.

Понижения могут быть заняты **озёрами** или **хасыреями (аласами)**.

Хасыреи (аласы) развиваются на месте спущенных озёр.

Если вытаивание жил происходит при хорошем оттоке воды, а блоки пород, вмещающие жилы льда, сложены малольдистыми достаточно прочными породами, то формируются останцы пород — **байджерахи**.

Хасырей



Криоаридные степи-прерии Якутии



Пучение

Пучение (морозное пучение грунта) – это результат объемного расширения воды, находящейся в нем до промерзания и дополнительно мигрирующей к границе промерзания в процессе перехода воды из жидкого состояния в твердое (лед).

Пучение грунта развивается вследствие притока (миграции) воды к фронту промерзания из нижележащих слоев.



Булгуннях, пинго, гидролакколит



Торфяные бугры



Многолетнемерзлый слой



Сезонномерзлый слой



Межмерзлотная вода



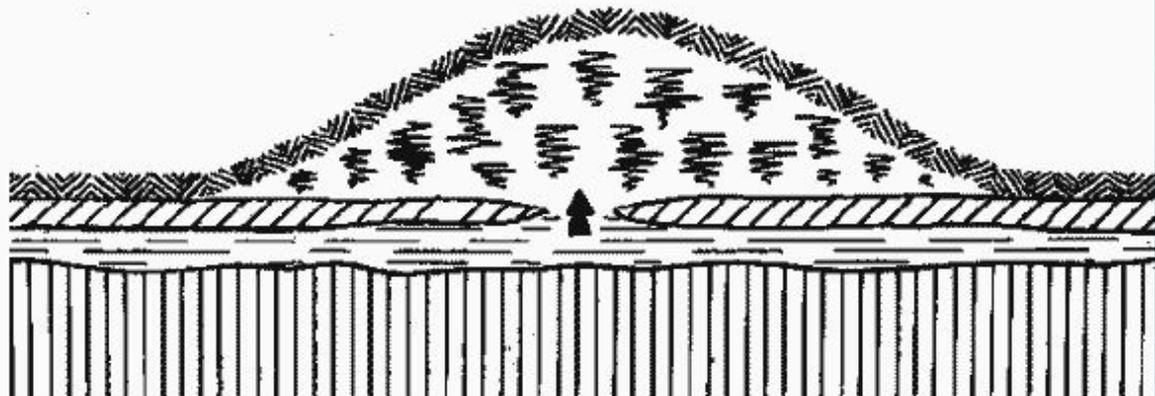
Прорыв сезонномерзлого слоя



Вода, прорвавшая сезонномерзлый слой и создающая при замерзании ядро гидролакколита



Мохово-травяной или торфяной покров



Термокарстовые озёра и бугры пучения



Многолетняя мерзлота





Булгуннях в Иркутской области

Булгуннях в Якутии



Булгуннях в Якутии

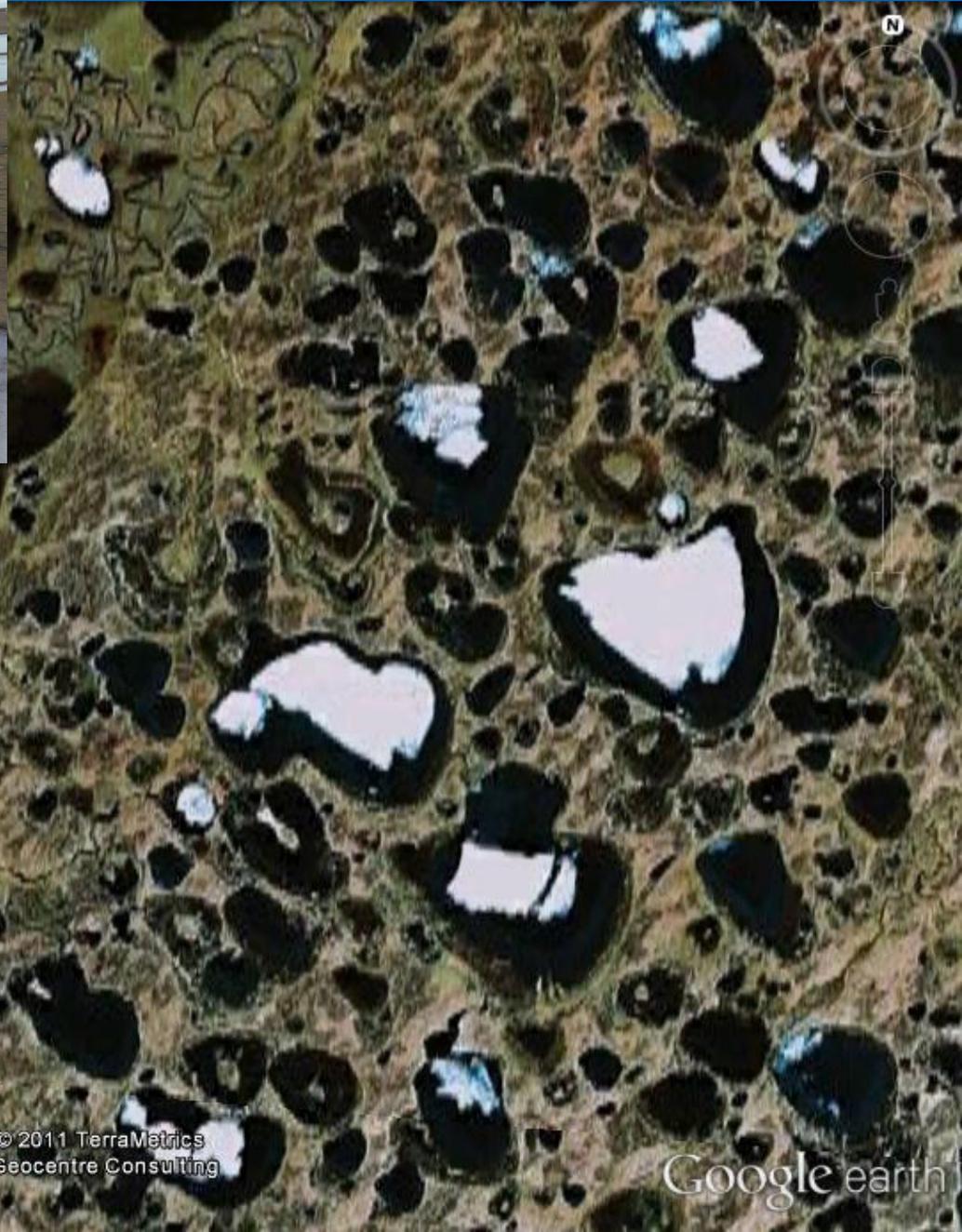
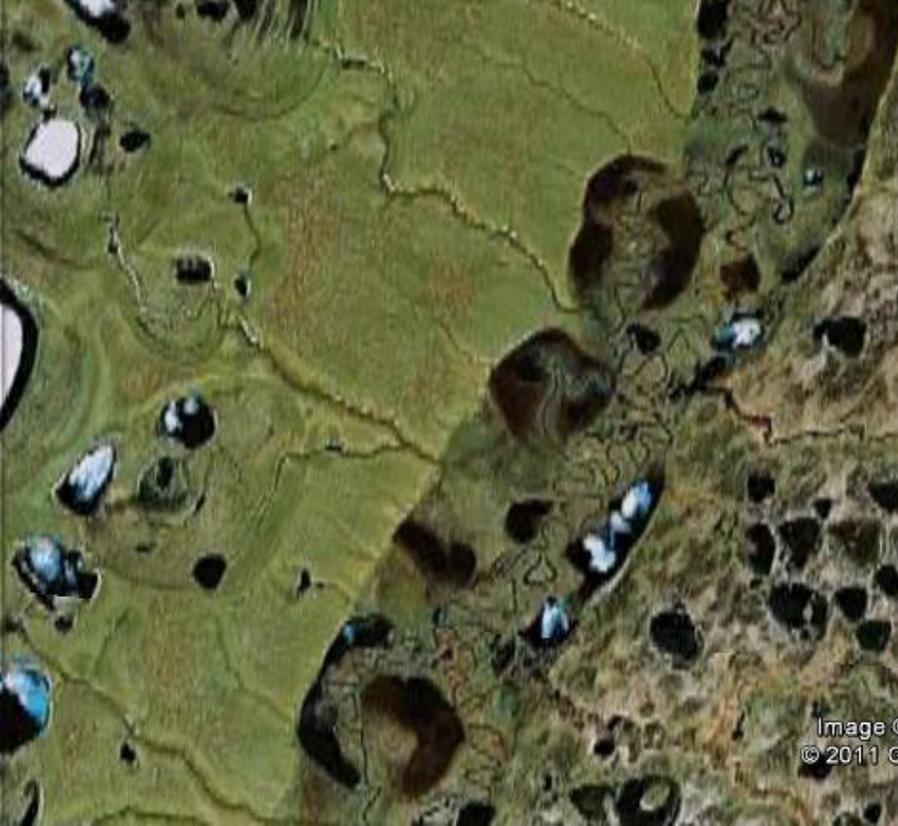


Image © 2011 TerraMetrics
© 2011 Geocentre Consulting

Google earth

Многолетняя мерзлота



Многолетняя мерзлота

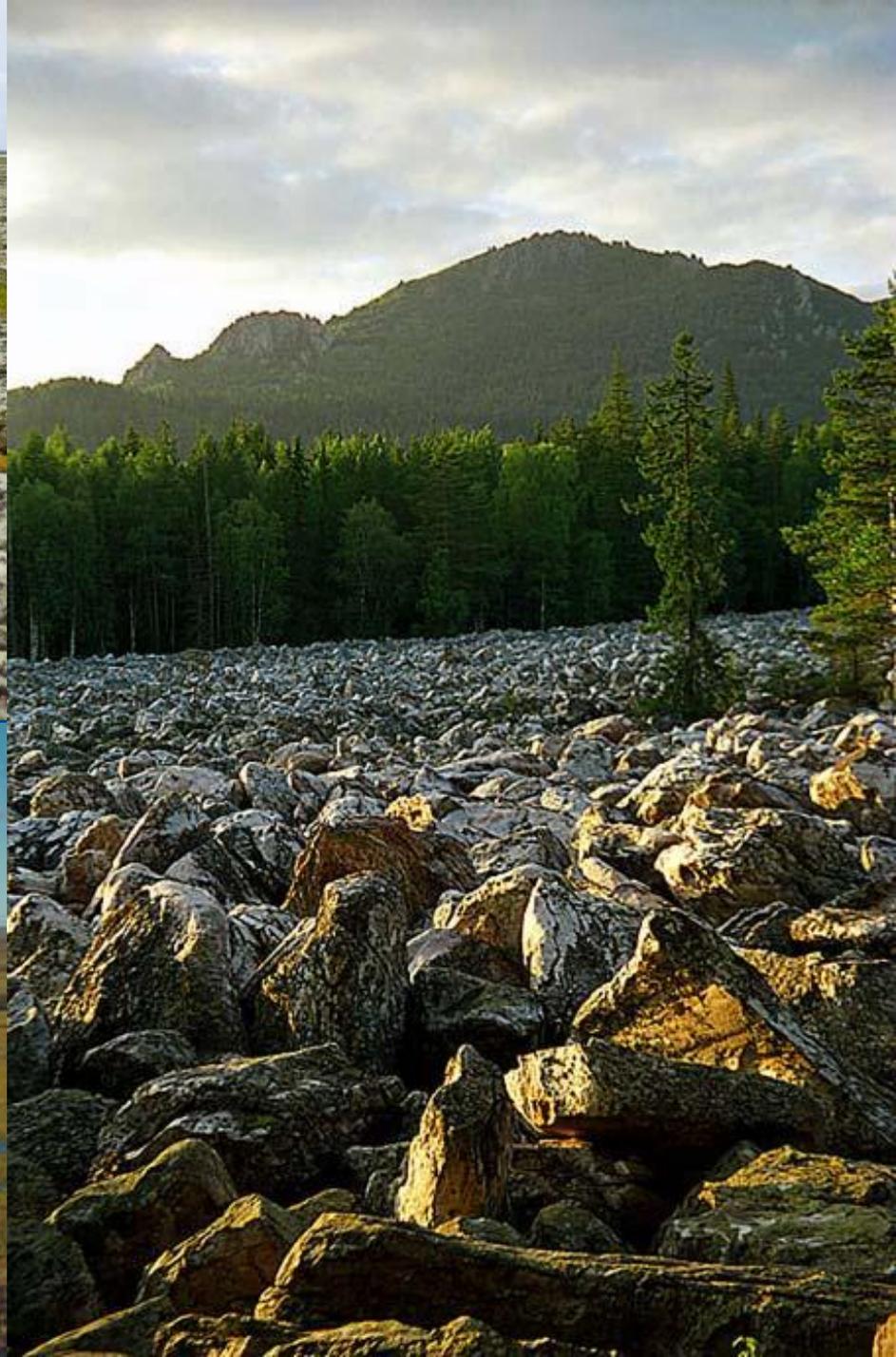


Полигональная тундра













Музей вечной мерзлоты





ЕНИСЕЙСКИЙ ЛЕД

Музей вечной мерзлоты



Музей вечной мерзлоты



Многолетняя мерзлота

СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН



Распространение многолетнемерзлых пород (ММП)

- зона редкоостровного, островного и массивно-островного распространения ММП со средними годовыми температурами ($T_{ср}$) от $+3$ до -1°C и мощностью (M) мерзлой толщи от 0 до 100 м
- $T_{ср}$ от -1 до -3° ; M от 50 до 300 м
- $T_{ср}$ от -3 до -5° ; M от 100 до 400 м
- $T_{ср}$ от -5 до -9° ; M от 200 до 600 м
- $T_{ср}$ ниже -9° ; M от 400 до 900 м и ниже
- безмерзлотные области
- южная граница криолитозоны

Масштаб 1:30 000 000





Строительство



Ледяные пещеры



Система пещер Олимпийская- Ломоносовская

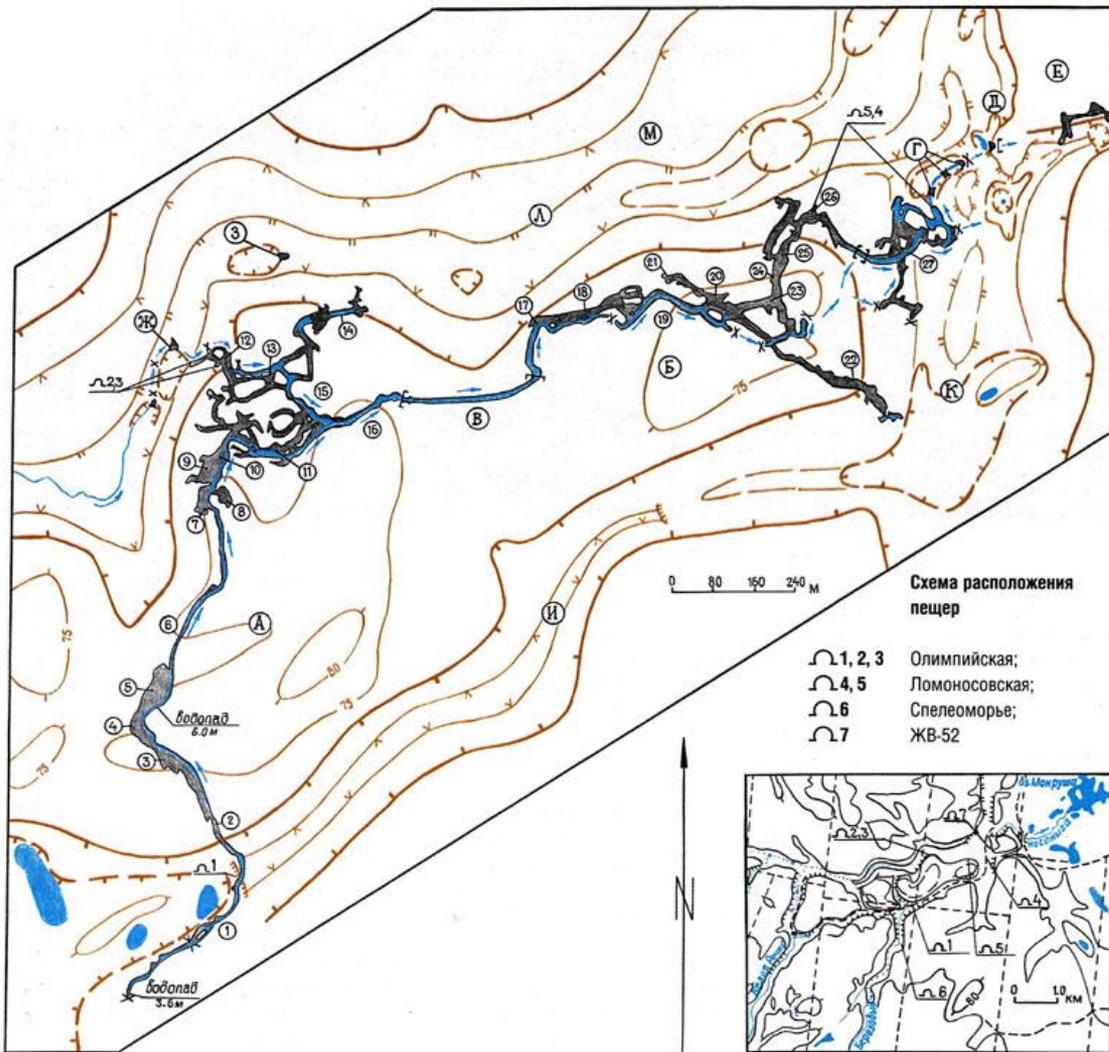
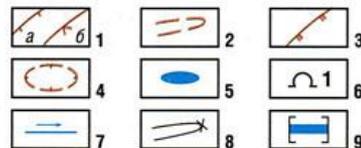
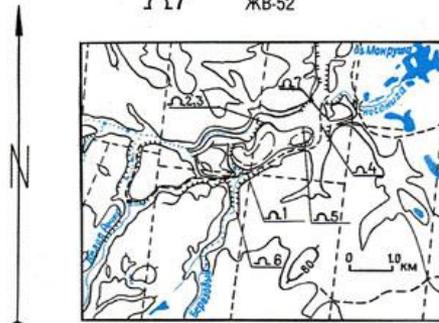


Схема расположения пещер

- 1, 2, 3 Олимпийская;
- 4, 5 Ломоносовская;
- 6 Спелеоморье;
- 7 ЖВ-52



Борта долин: 1а – бровки, 1б – подножья; 2 – переуглубленные участки днища; 3 – бровка террасы; 4 – карстовые котловины; 5 – карстовые озера; 6 – основные входы пещер; 7 – пещерные водотоки; 8 – краевые сифоны; 9 – промежуточные сифоны.

Пещеры: А – Олимпийская; Б – Ломоносовская; В – Промежуточный Сифон;
Г – ЖВ-10; Д – ЖВ-52; Е – ЖВ-54 (Хрустальная); Ж – Виола; З – Пессимистов.
Лога: И – Посторонний; К – Широкий; Л – Главный, в т.ч. М – терраса.

Спелеотопонимы (Олимпийская)

Ходы: 1 – Верхний Марафонский; 2 – Нижний Марафонский; 6 – Афродиты;
10 – Большой; 13 – Нить Ариадны; 14 – Озерный; 15 – Лагерный; 16 – Буян.

Залы: 3 – Кристальный; 4 – Предводопадный; 5 – Водопадный; 7 – Соборный;
8 – Круглый; 9 – Чюрлениса; 11 – Плоский; 12 – Арктика.

Спелеотопонимы (Ломоносовская)

Ходы: 18 – Невский Проспект; 19 – Двинской; 25 – Большой Голубинский;
27 – Малый Голубинский.

Залы: 17 – Петра Великого; 21 – Ал. Шренка; 20 – Центральный; 22 – Мертвый сезон;
23 – Угловой; 24 – Купол; 26 – Холодный.



Ледяные пещеры



Ледяные пещеры



Пещера «Голубиный провал»

