

ГІДРОЛОГІЯ ЛЬОДОВИКІВ



- Льодовики займають **11 %** суші, що становить приблизно **16 млн. км²**
- Льодовики можуть вкрити земну кулю шаром в **50 м**
- В льодовиках зосереджено величезні запаси прісної води



Льодовик – багаторічне природне накопичення льоду на земній поверхні. Утворюється з твердих атмосферних опадів у тих районах, де протягом року таких опадів випадає більше, ніж тане та випаровується.

Більшість розташовані біля Північного або Південного полюсів, але льодовики також існують високо в гірських масивах, таких як Гімалаї та Анди.



Льодовики утворюються в полярних або високогірних місцевостях, де постійно падають опади у вигляді снігу, який улітку не тане.



Яку функцію виконують льодовики на земній кулі?

- ❏ Льодовиковий лід – найбільший резервуар прісної води на Землі, який підтримує одну третину світового населення.
- ❏ Оскільки льодовикові маси залежать від довгострокових змін клімату (наприклад, опадів, середньої температури, хмарності), зміни льодовикових мас вважаються одними з найчутливіших індикаторів зміни клімату і є основним джерелом змін рівня океану.
- ❏ Льодовики регулюють температуру повітря, солоність Світового океану, стік гірських рік та ін.



Які основні закономірності утворення льодовика?



Окрім кліматичних умов утворенню льодовиків сприяють і умови орографічні та геоморфологічні:

- ❑ значні висоти,
- ❑ експозиція схилів (північна у Північній півкулі і південна у Південній),
- ❑ сприятлива орієнтація гірських хребтів по відношенню до напрямку перенесення вологих повітряних мас,
- ❑ плоскі або увігнуті форми рельєфу.
- ❑ Наприклад, на північних схилах Джунгарського Алатау кліматична снігова лінія розташована на висотах біля 3000 м, а на південних схилах - на висотах біля 3500 м.

Які основні закономірності утворення льодовика?



Головна причина зледеніння - кліматична. Основною умовою існування льодовиків є позитивний сніговий баланс, тобто переважання накопичування снігу над його витратами, чому сприяє велика кількість твердих атмосферних опадів і тривалий період від'ємних температур повітря.

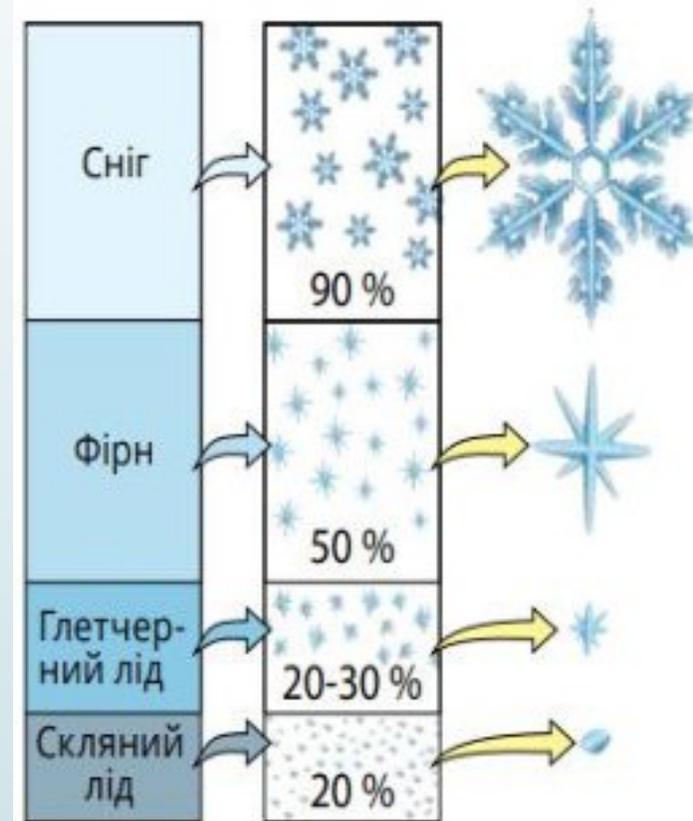
Для утворення льодовика необхідно:

1. щоб температура повітря було нижче 0°C ;
2. щоб снігу випадало більше, ніж може розтанути.



Перетворення снігу на лід Вміст повітря зазначено у %

За полярними колами, а також високо в горах, навіть улітку температура повітря залишається від'ємною. Тому сніг там не встигає розтанути, поступово нагромаджується, ущільнюється під тиском своєї маси й перетворюється на лід. Щороку нові шари снігу ховають і стискають попередні. Це стиснення змушує сніг перекристалізовуватися з утворенням крижаних зерен. Поступово ці зерна більшають, повітряні кишені між ними зменшуються. Приблизно через рік сніг перетворюється на фірн — проміжний стан між снігом і льодом. Поступово крижані кристали настільки стискаються, що повітряні кишені між ними стають крихітними. Утворюється блакитна маса великих крижаних зерен — глетчерний лід, який із часом перетворюється на скляний лід, що містить бульбашки повітря. Цей процес триває зазвичай понад сто років



Мал. 28.2 Перетворення снігу на лід.
Уміст повітря зазначено у відсотках

Снігова лінія — це умовна лінія, вище від якої в горах зберігається сніг, який не тоне, і перетворюється на лід



Снігова лінія

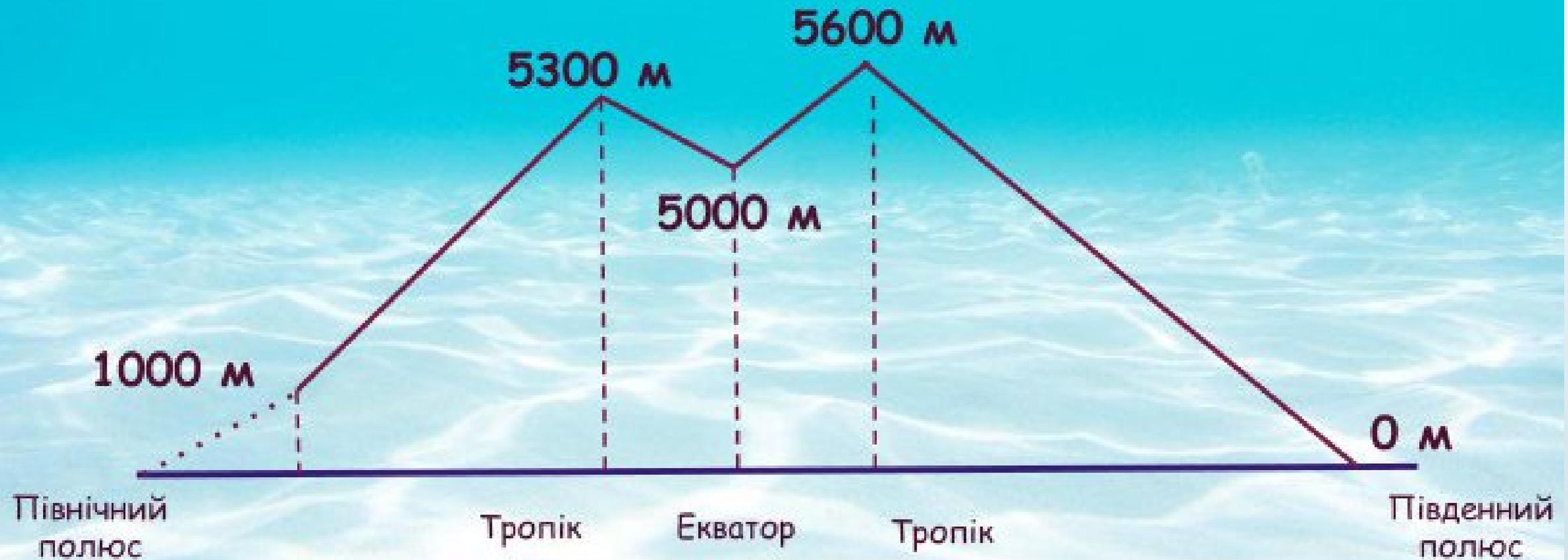
Снігова лінія є
нижньою межею
утворення льодовиків

Снігова лінія

- це лінія, яка поділяє ділянки з позитивним та від'ємним балансом снігу. Вище снігової лінії прибуток снігу більший за витрати, тому відбувається його накопичення, а нижче - втрати снігу перевищують надходження, тому сніговий покрив там буває періодично.



У горах, що знаходяться поблизу екватора, снігова лінія проходить на висоті 5000 м; над тропіками, де температура повітря дещо вища, — на висоті 5300 м.



Типи льодовиків: материкові (покривні) та гірські

ГІРСЬКІ - покривають вершини гір, що піднімаються вище снігової лінії.



ПОКРИВНІ - формуються в районах Землі, де снігова лінія розташована дуже низько, близько 0 м над океаном



Гірські льодовики

Гірські льодовики

Формуються в горах вище снігової лінії. Характеризуються невеликими розмірами. Швидкість руху доволі значна. Становлять менше, ніж 1,5 % площі усіх льодовиків. Поширені на всіх материках крім Австралії та Антарктиди.

Найбільші гірські льодовики - на Алясці в Північній Америці. Рекордсменом є льодовик Беринга завдовжки 203 км.



Гірські льодовики

Якщо льодовики сповзають нижче від снігової лінії, вони живлять ріки своєю водою.

Льодовики мають здатність рухатися, пливти під дією сили тяжіння.



Водночас льодовики розробляють долину та зносять до підніжжя гори уламки гірських порід, які називають **мореною**.

Гірські льодовики

Рухаються гірські льодовики зі швидкістю від кількох сантиметрів до 3 метрів на добу.

морена





Снігова лінія

морена

Танення льодовиків дає початок потічкам та річкам, утворюються озера.



Гірські льодовики

Одним із найдовших серед гірських льодовиків є льодовик **Беринга** на Алясці в Північній Америці. Його довжина 220 км.

Гірські льодовики вкривають вершини Гімалаїв



Гірські льодовики

Гірські льодовики вкривають вершини Тянь-Шаню



Гірські льодовики

Покривні льодовики, що мають форму щитів і куполів, вкривають Антарктиду та Гренландію.

Покривні льодовики



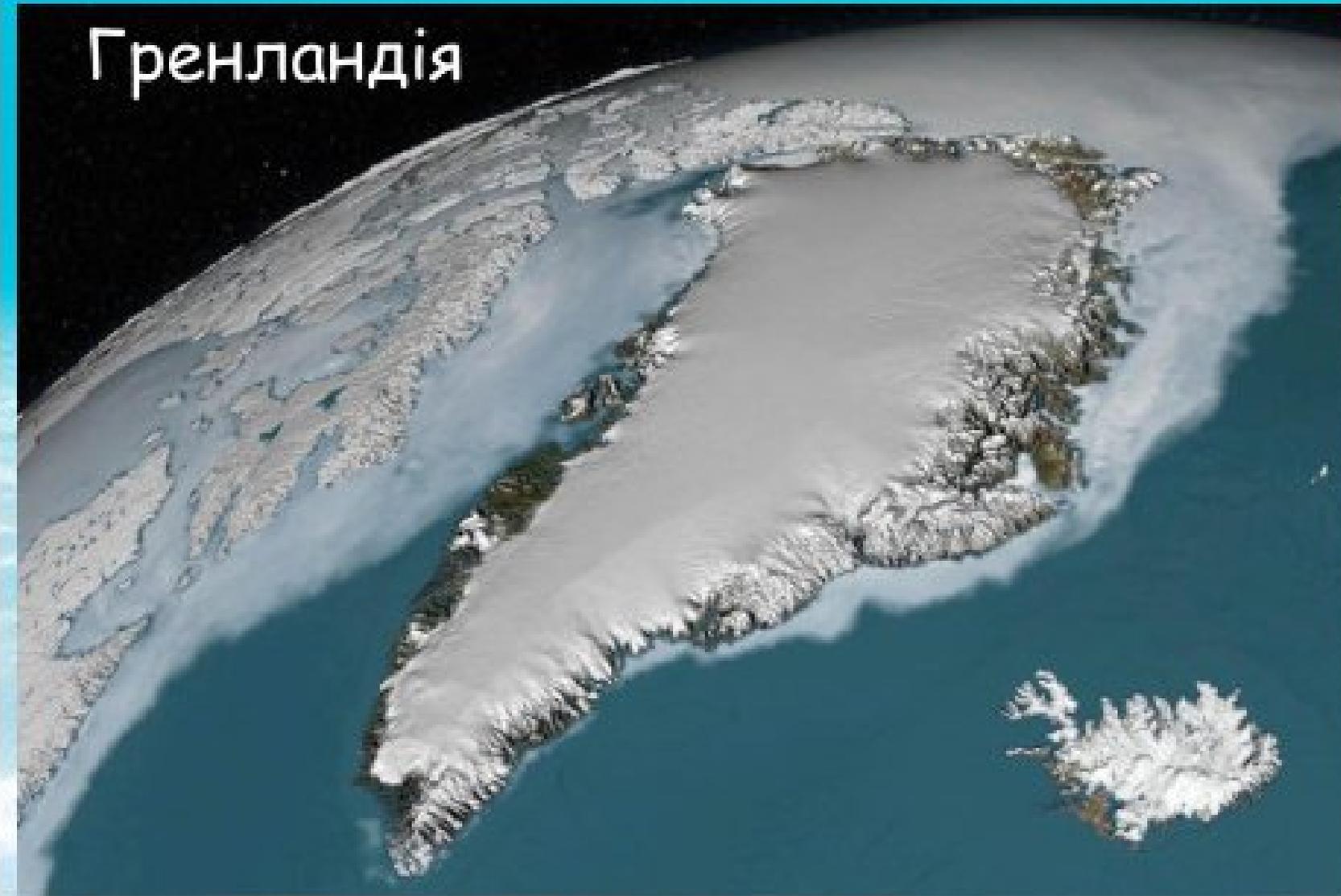
Покривні льодовики

Вкрита льодовиковим щитом товщиною 4,7 км. Покривний льодовик Антарктиди становить майже 90% усіх льодовиків планети. Якщо б цей льодовик розтанув, то рівень океану піднявся б на 65 м.

Антарктида



Гренландія



Гренландія на 90%
вкрита льодовим
куполом. Середня
товщина льодовика
близько 2 км.
Підраховано, якщо лід
острова повністю
розтане, рівень
Світового океану
підніметься на 7 м.

Покривні льодовики сповзають від центра до окраїн у різні боки до океанічних вод зі швидкістю 1 км/рік. Від льодовиків на виході в океан відколюються величезні брили льоду — **айсберги**, які певний час дрейфують в океані, іноді до 10 років, та поступово тануть.



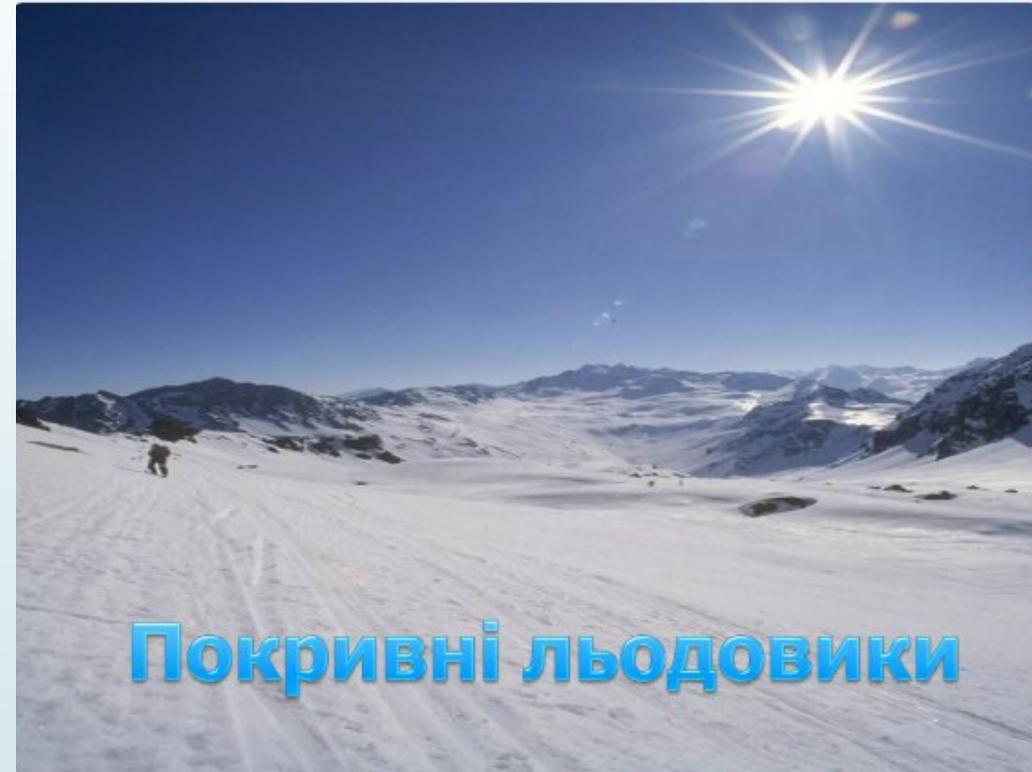


Найбільший у світі айсберг дрейфує після понад 30 років перебування на дні океану. Айсберг, який отримав назву А23а, відколовся від берегової лінії Антарктики у 1986 році. Але він швидко приземлився в морі Уедделла, ставши по суті крижаним островом. Його площа становить майже 4000 квадратних кілометрів, що більше ніж удвічі перевищує розмір Великого Лондона.

Покривні льодовики

Поширені на материках (Антарктида) або великих островах (Гренландія, Нова Земля, Земля Франца Йосифа тощо). Складають 98,5% усіх льодовиків. Форма майже не залежить від рельєфу підстилаючої поверхні і в основному обумовлена розподілом снігового живлення льодовика. Абляція незначна. Зменшення їх площі відбувається за рахунок обламування кінцевих частин льодовика, котрі сповзають у море. Ці уламки утворюють айсберги.

Айсберг – це відколені брили покривних льодовиків.



Покривні льодовики

Там де льодовик спускається в океан від

нього відколюється глиба льоду -

АЙСБЕРГ



Один айсберг середніх розмірів складається з такої ж кількості прісної води, яку виносить в море за рік невелика ріка.

Материкові (покривні) льодовики поділяються на:

- ❏ льодовикові куполи (опуклі льодовики потужністю до 1 000 м); льодовикові щити (великі опуклі льодовики потужністю більше 1000 м і площею поверхні понад 50 тис. км²);
- ❏ вивідні льодовики (це швидко рухомі льодовики, через які здійснюється основна витрата льоду материкових льодовиків; вони закінчуються у морі, утворюючи плавучі льодовикові язики, що дають початок багаточисельним айсбергам);
- ❏ шельфові льодовики (плавучі або ті, що частково спираються на морське дно льодовики, вони є продовженням льодовикових покривів суші, рухаються вони з берега до моря і утворюють великі айсберги).

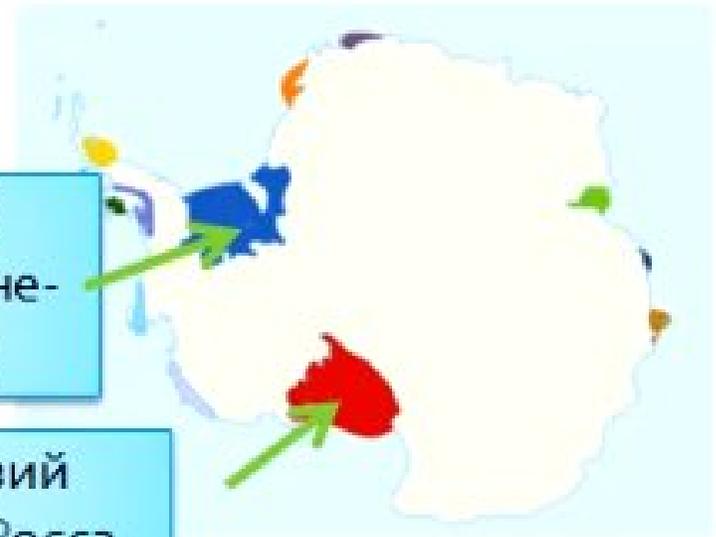
Серед материкових льодовиків виділяють і шельфові. **Шельфовий льодовик** – це продовження покривних льодовиків у морі.

Найбільшими у світі шельфовими льодовиками є шельфовий льодовик Росса (площа – 472 тис.км², ширина 800 км, довжина 1100км) і шельфовий льодовик Ронне-Фільхнера (площа – 472 тис.км²).



шельфовий
льодовик Ронне-
Фільхнера

шельфовий
льодовик Росса



Найбільші шельфові льодовики Антарктиди.

АЙСБЕРГИ

(нім. Eisberg – “льодяна гора”) - величезні брили льоду **покривних льодовиків** що відкололися від і плавають в океані.



Айсберги

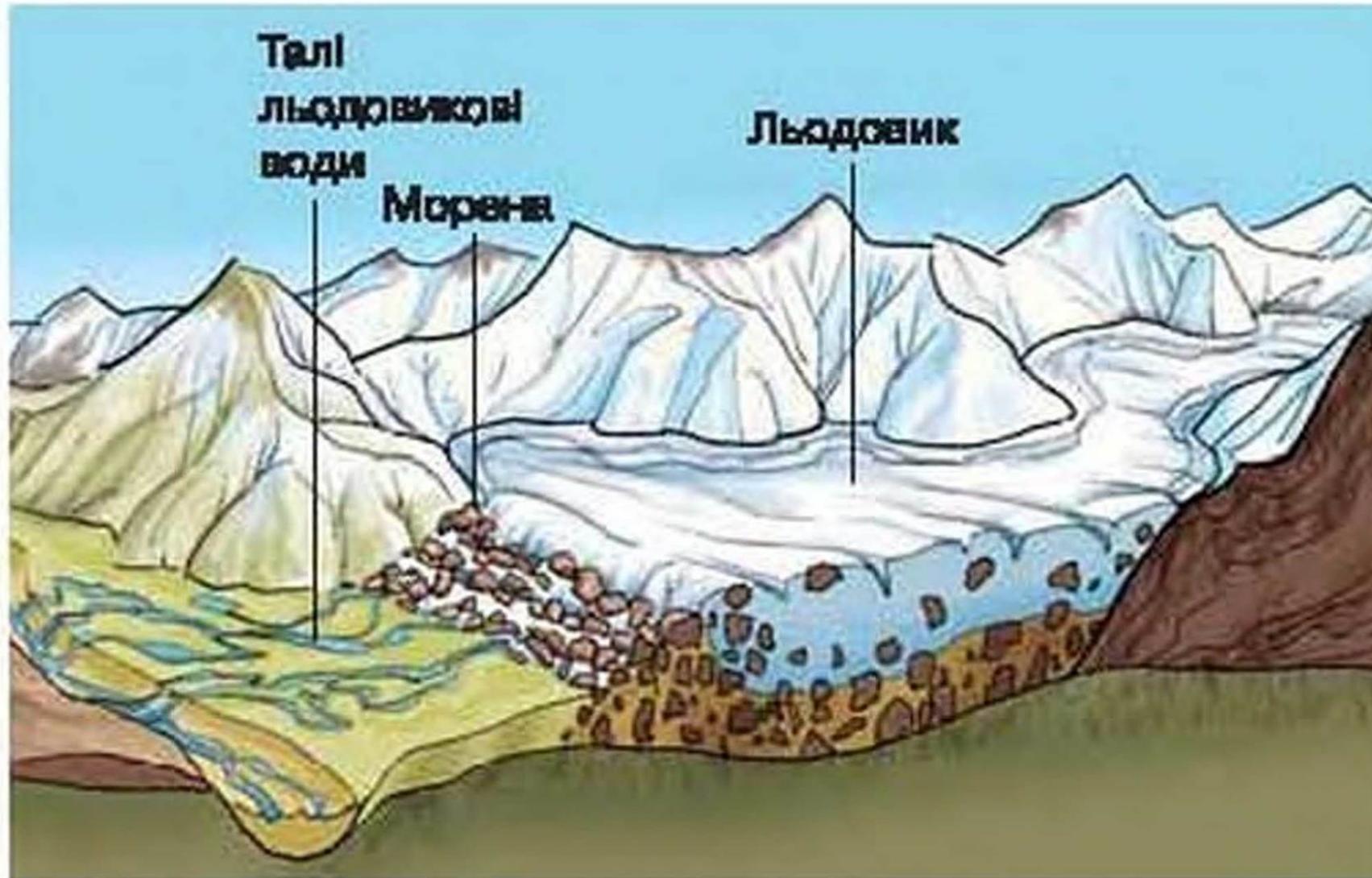
Айсберг – це частина льодовика, що відкололася. Це відбувається тоді, коли льодовик, рухаючись, досягає моря. Край льодовика відколюється і утворюється плаваючий айсберг. Розміри айсбергів різні. Невеликі, розміром 5-10 метрів в діаметрі, моряки називають «гроулерами». Але частіше зустрічаються айсберги діаметром більше 100 метрів. Щільність айсберга складає близько 90% від щільності води, тому над поверхнею знаходиться тільки одна дев'ята частина цієї крижаної гори, а вісім дев'ятих – приховані під водою.



Рух льодовиків

Льодовики рухаються, швидкість їх руху збільшується при підвищенні температури повітря та у звуженнях долин. Середня швидкість руху льодовика – 0,5 м на добу, найбільшу мають льодовики Гренландії – до 40 м на добу. Середня частина льодовика та його поверхневі шари рухаються швидше, ніж окраїнні та глибинні. Серед різних видів льодовиків за швидкістю виділяють, зокрема, і пульсуючі. Для них властивий нестійкий динамічний режим просування. Зазвичай вони мають невелику швидкість руху, проте в окремі нетривалі періоди різко прискорюють свій рух.

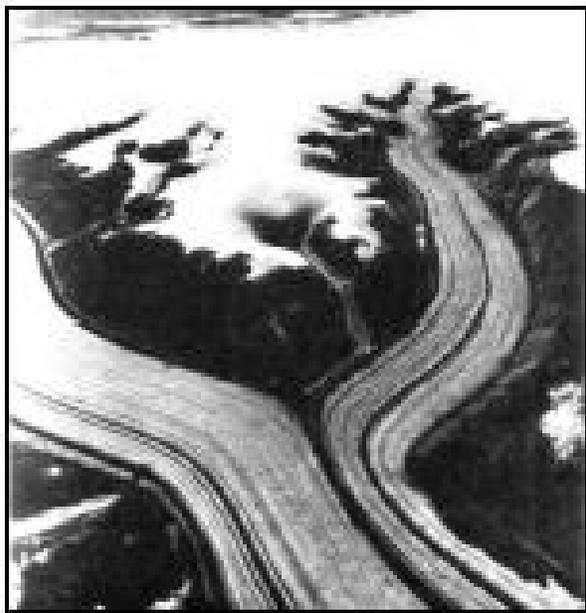




Біля краю
льодовика
залишаються
принесені ним
уламки гірських
порід, розміри
яких від піщинки
до валуна – це
морена.



Море́на – скупчення несортованого уламкового матеріалу, який переноситься і відкладається льодовиками.



Льодовик Коронейшин о. Баффінова Земля (Канада). Темні лінії — бокові і серединні морени.



Передгірський льодовик Маластіна (Аляска). Чітко розрізняються вигнуті смуги морен.



ФІРН

- ❏ маса, що складається з **крупнозернистого снігу** та зернистого льоду.
- ❏ Перехідна форма від снігу до глетчерного льоду.
- ❏ Утворюється в гірських областях і полярних країнах вище снігової лінії в результаті перетворення снігу під впливом тиску залягаючої вище снігової товщі, поверхневого танення та вторинного замерзання талої води.
- ❏ На материкових льодовиках Ф. покриває всю поверхню льодовика, а в гірських - накопичується в *карах* та *цирках*.



Рис. 1. Фірнове поле Високий Тауерн. Австрія

Кар

❏ форма рельєфа, природна чашоподібна заглибина у приповерхневій частині гір

❏ Має круті задні і бокові стінки, полого-увігнуте дно, зайняте, як правило, льодовиком.

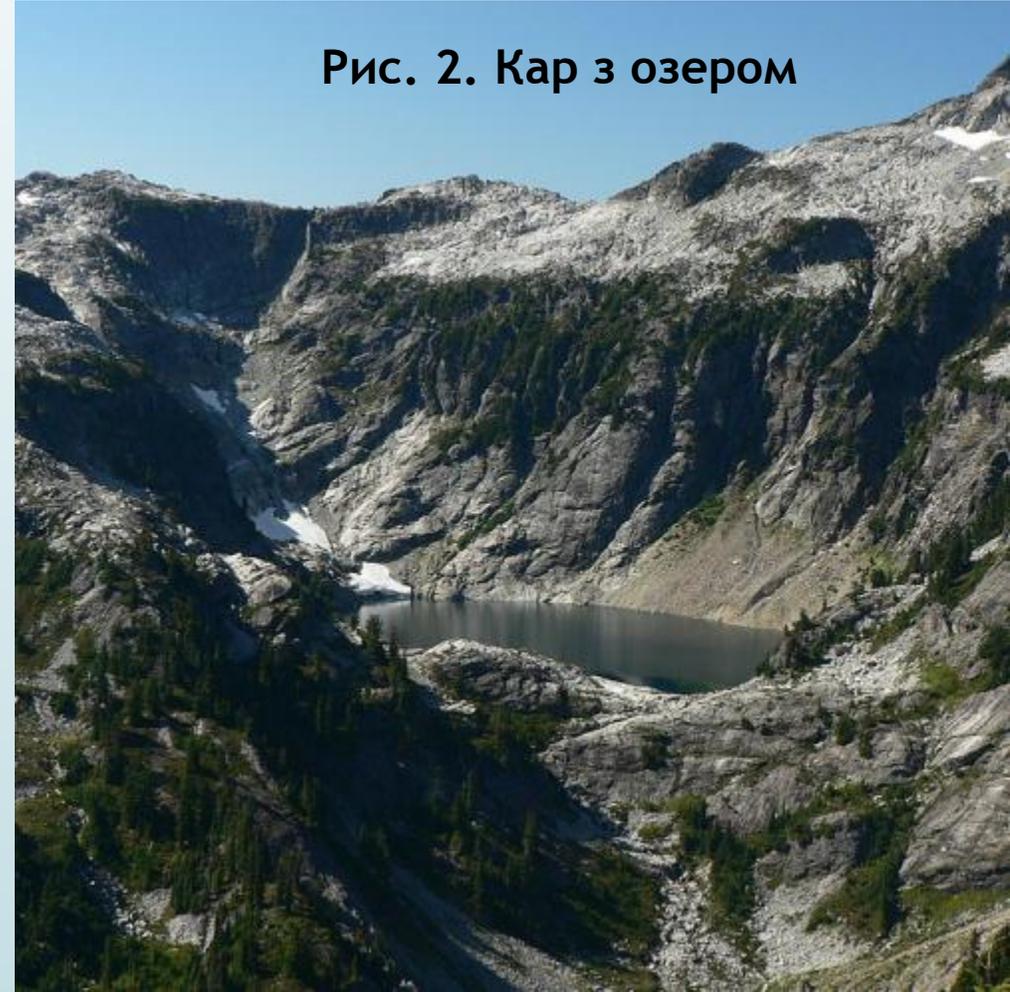
❏ Деякі кари вміщують накопичення *фірну*, інші - сезонні накопичення снігу.

❏ При відступанні льодовиків дно карів заповнене водою - в результаті формуються високогірні озера.

Рис. 1. Кар, зайнятий льодовиком



Рис. 2. Кар з озером



ЦИРК

❏ своєрідна екзотична форма рельєфу, яка нагадує амфітеатр.

❏ За походженням розрізняють наступні різновиди Ц.:

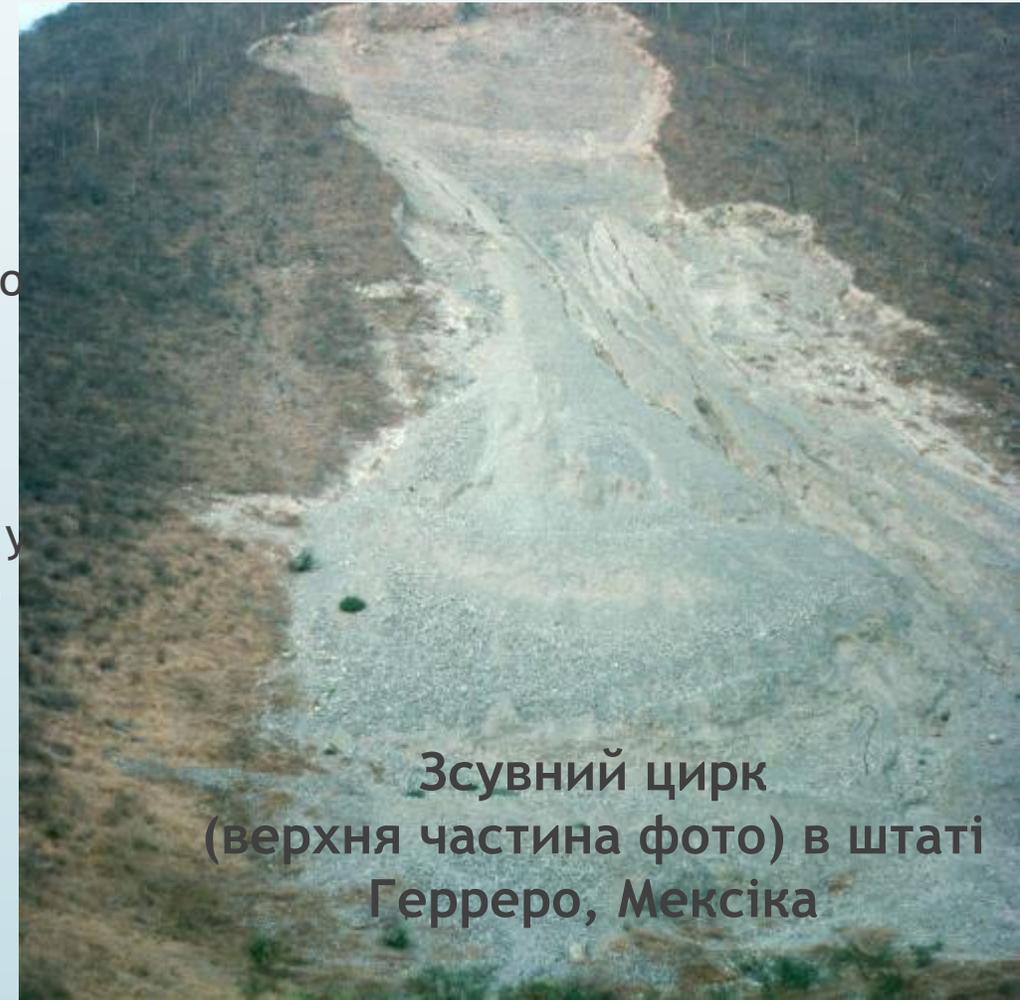
❏ 1) водозбірний - у верхів'ях річок та ярів;

❏ 2) льодовиковий - у верхів'ях льодовикового трогу, як правило, заповнений фірном та льодом;

❏ 3) зсувний - котловина у вигляді амфітеатру, що утворюється на крутих схилах в результаті зсувних процесів.



Льодовиковий цирк льодовика Кальдероне, Аппеніни



Зсувний цирк (верхня частина фото) в штаті Герреро, Мексіка

ГЛЕТЧЕ

Р

- ❏ Скупчення на земній поверхні (в горах та приполярних районах) великих мас льоду, який рухається під впливом власної ваги: льодовик.
- ❏ Під впливом тиску лід починає сповзати по схилах і утворює глетчер, або льодовик



Робота льодовиків

Скочуваючись по схилах гір, льодовики за допомогою вмерзлого в них каміння та через нерівність дна виконують велику руйнівну роботу - спричиняють льодовикову ерозію. Наслідком цієї ерозії є утворення специфічного ландшафту "кучерявих скель" (куполоподібних горбів) та "баранячих лобів" (яйцеподібних горбів). Такі форми рельєфу характерні для Скандинавії, Кольського півострова, північної частини Північноамериканського материка, тобто для шляхів руху давніх льодовиків. Змінена льодовиком місцевість характеризується наявністю борозен-жолобів завглибшки до 1 м і більше, шрамами на твердих породах, полірованими скелями тощо. На гірських схилах утворюються карі (плоскі заглиблення на крутих схилах) та льодовикові цирки (чашоподібні крутостінні ніші).

Для льодовикових долин характерна значна зміна похилів і навіть наявність ділянок із зворотним похилом. Долини мають коритоподібну форму з широким плоским дном та крутими схилами. Такі долини називаються трогами.

Усі продукти руйнування гірських порід (від найдрібніших часточок пилу до великих кам'яних брил), які потрапили в тіло льодовика, називаються моренами. Морени, які рухаються разом із льодовиком, називаються *рухомими*, а ті, що припинили рух, - *відкладеними*.

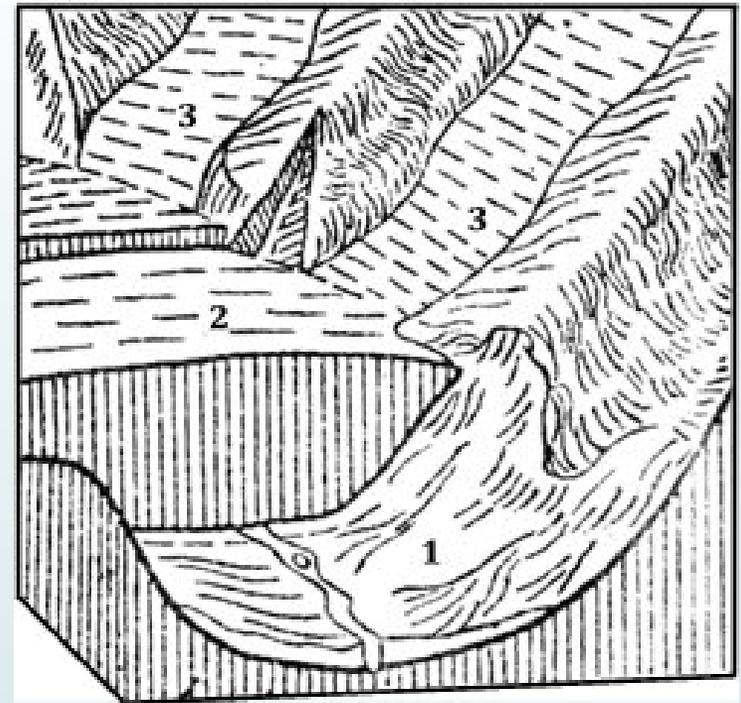


Схема льодовика:
1 - трог; 2 - льодовик, 3 - бокові льодовики

Робота льодовиків

1. Руйнівна – льодовикова ерозія

результат:

- **трог** - річкова долина з коритоподібним поперечним профілем, що утворилася в результаті проходження льодовика,
- **кар** - природна чашеподібна заглибина у привершинній частині гір з крутими скелястими стінами і полого увігнутим днищем,
- **гірський цирк** – утворюється внаслідок злиття карів,
- **озерні улоговини**.

Робота льодовиків

2. Транспортуюча (результат – перенесення наносів).

3. Накопичувальна – акумуляція

результат утворення:

- **зандрові рівнини** - хвилясті рівнини, утворені піщаними відкладами і галькою льодовикового походження
- **ками-** пагорби конічної форми утворенні льодовиковими відкладами,
- **ози** - валоподібні звивисті гряди висотою до 20–50 м і більше, шириною від 100 м до 1–2 км і довжиною до 30–40 км.

Морена - тверді відклади, які приносить льодовик

Особливе місце серед геофізичних процесів, які відбуваються в гідросфері, належить сніговим лавинам. Вони утворюються в гірських регіонах із розчленованим рельєфом. Сніг, який накопичується на схилах гір, під дією сили тяжіння за певних умов починає сковзати або осипатися вниз зі схилу, долаючи сили тертя в основі снігового пласту і на його межах. Почавши свій рух, нерідко навіть від випадкового незначного поштовху, снігова маса набирає швидкість, захоплює на своєму шляху сніг, каміння, дерева і валиться на пологі ділянки або дно долини.



Лавина - це снігові маси, які сповзають із похилої підстилаючої поверхні гірських схилів, захоплюючи із собою нові маси снігу.

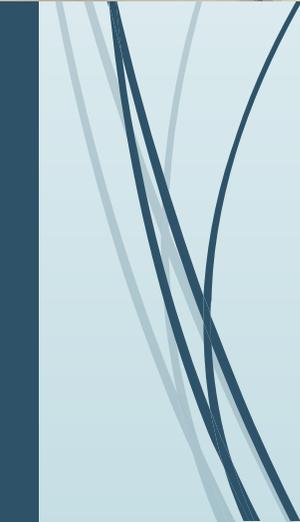
- ❏ Лавини, характерні для гірських масивів, де крутість схилів понад 15° , потужність снігу перевищує 0,5 м і можуть утворюватися як у холодну пору року, так і в теплу.
- ❏ Лавини бувають: сухі та мокрі, або ґрунтові.

Лавини Українських Карпат та гірського Криму

- ❏ Лавинна діяльність у горах України - Українських Карпатах та Гірського Криму - спостерігається щозими. При цьому тривалість сніголавинних сезонів складає 3-5 місяців у Карпатах та 2-4 місяця у Криму, впродовж яких спостерігаються в середньому 3-4 (максимально до 8) лавинонебезпечних періодів із тривалістю в кілька днів.
- ❏ Фізико-географічні умови Українських Карпат сприяють утворенню лавин: це й циклонічний тип погоди з рясними снігопадами, частими заметілями, неодноразовими відлигами протягом холодного періоду, а також наявність лавиноутворювальних форм рельєфу. Уся гірська територія Українських Карпат розташована в зоні накопичення достатніх для утворення лавин висот снігового покриву. Тут виділені, обстежені та описані 785 лавинних осередків.
- ❏ Найбільша довжина пробігу лавин становить понад 3 км, найбільш поширена - 100-500 м. Площі лавинних осередків сягають 40-50 га, здебільшого - 1-5 га. На високогір'ї лавини сходять інколи в одному місці кілька разів за зиму, найчастіше один раз на рік або один раз упродовж кількох років. Найбільші об'єми знесеного однією лавиною снігу досягають 0,5-1,0 млн м³, зазвичай же вони становлять від кількох сотень до десятків тисяч кубічних метрів. Подекуди інтенсивні снігопади чи відлиги призводять до менших за об'ємами лавин, але спричиняють їх масове сходження.



Сухі лавини - снігова маса зривається від найменшого струсу повітря чи підстилаючої поверхні (постріл, порив вітру, різкі звуки) у місцях, де кут похилу поверхні понад 45° , швидкість руху - до 80 - 100 м/с. Це зимові лавини.



Мокрі, або ґрунтові лавини – рухаються перекочуванням по змоченій талою водою поверхні ґрунту або снігу, обростають новими масами снігу, захоплюють каміння, землю, дерева тощо. Мокрі лавини дуже часто мають постійні шляхи руху, які називають лотками. Мокрі лавини характерні для теплої пори року.

На великих висотах всі лавини сухі. На низьких – влітку мокрі а взимку сухі.



Волога лавина. Язик лавини, впершись у підвищення, під тиском снігу, що напірав ззаду, повернув різко вліво.



Танення льодовиків на планеті.

Які можуть бути наслідки та як це зупинити?

Наслідки танення льодовиків дійсно катастрофічні не тільки для планети, а й для самих людей. Пришвидшення танення передбачає:

- ❑ Підвищення рівня світового океану. Окрім збільшення рівня світового океану, також змінюється температура, рух течій, положення тектонічних плит. У результаті це все може призвести до того, що рівень моря підніметься майже на 1 метр до кінця століття. Таким чином, люди, які мешкають на прибережних територіях, лишаться без даху над головою.
- ❑ Зникнення питної води. Частина запасу води зберігається саме в льодовиках світу. Як зазначає ООН, якщо не зменшити темпи танення льодового покриву землі, до середини століття більше половини людей житиме в регіонах, де хоча б час від часу бракуватиме питної води.
- ❑ Вода стає більш прісною. У зв'язку з таненням збільшується кількість прісної води, що активніше змішується із морською. Це не лише поступово позбавляє людей питної води, а й руйнує баланс морських екосистем.
- ❑ Зникнення вічної мерзлоти. Вічна або ж багаторічна мерзлота - це земні породи з температурою, нижчою за 0°С. Через глобальне потепління та незмінну температуру танення льоду, яка складає 0°С, вічна мерзлота тоне та вивільняє в атмосферу багато вуглецю.

Танення льодовиків на планеті.

Які можуть бути наслідки та як це зупинити?

- ❏ Появу нових бактерій та вірусів. У кризі можна знайти не тільки цікаві, а й небезпечні речі, як-от віруси та бактерії. Так, на Алясці знайшли РНК іспанського грипу, в Сибіру - фрагменти ДНК віспи.
- ❏ Підвищення температури землі. Льодовик – це своєрідне дзеркало, яке відбиває сонячні промені. Тому коли зменшується площа кріосфери, водночас зменшується здатність землі відбивати сонячні промені. Земля починає поглинати більше тепла, активніше віддавати його в атмосферу, і таким чином температура зростає швидше.
- ❏ Порушення маршрутів течій. Через потрапляння прісної води із розталих льодовиків менш солоня та легша вода не опускається вниз і течія не повертатиметься на південь. Це своєю чергою сповільнить рух течій та порушить систему циркуляції.
- ❏ Втрату дому багатьма тваринами. Втрата льоду в першу чергу нашкодить полярним ведмедям та тюлням, які виховують своїх дитинчат на льоду. Але водночас з ними страждатимуть й інші види, які будуть змушені пристосовуватись до нових умов життя.

Як зупинити танення льодовиків?

❏ Вчені з усього світу шукають способи зупинити процеси танення. Зокрема, пропонують встановлювати штучні бар'єри, які будуть ізолювати теплу воду від льодовиків, чи систему з невеликих пагорбів, які зупинятимуть айсберги. Наприклад, вчені з Європейського Союзу наук про Землю запропонували створити бар'єри з піску і гірських порід та розташувати їх біля основи льодовиків. Це потенційно може запобігти розмиванню льодовика.

❏ Але більшість науковців прийшли до висновку, що зупинити танення більшості льодовиків на планеті неможливо. Тому чи не єдиним способом врятувати залишковий льодовий покрив є перехід людства на відповідальне споживання, зокрема обмеження викидів та середньорічного підвищення температури на Земній кулі на 1,5 градуса.

Як танення льодовиків впливає на планету

-   Темпи танення льодовиків в Антарктиді виявилися недооціненими: до кінця тисячоліття цей процес спричинить підняття рівня моря на 3-4 метри.
-  Однак можливий і протилежний ефект: якщо сповільняться викиди парникових газів в атмосферу, танення льодовиків призведе до підняття суходолу Антарктиди.
-   Танення льодовиків може мати й неочікуваний вплив на нашу планету: як з'ясувалося, воно сповільнило обертання Землі через рух води від полюсів до екватора.



Посилання на відео

-  <https://www.youtube.com/watch?v=LKy9B7ScJ8>
-  https://www.youtube.com/watch?v=q-ytQ_0nv3A