

ЛЬОДОВИКИ – величезні маси природного рухомого льоду, які утворюються на земній поверхні внаслідок нагромадження, ущільнення і перекристалізації багаторічних твердих опадів. Розміщуються вони головним чином на суші й мають різноманітні розміри. Якщо льодовик має площу менше 0,1 км², то його називають малим. Найбільш крупні льодовики можуть досягати багатьох млн. км². Наприклад, льодовиковий щит Антарктиди досягає майже 14 млн. км², а його максимальна товщина перевищує 4,7 км.

В межах льодовиків виділяють області живлення та абляції (лат. – віднімання, віднесення

- зменшення маси льодовика або снігового покриву в результаті танення або випаровування, яке залежить головним чином від кліматичних факторів). Загальна площа сучасних льодовиків становить близько 16,3 млн. км² (10,9% площі суші), а загальний об'єм льоду в них досягає 30 млн. км³. Якщо всю масу сучасних льодовиків, яка майже в 32 рази більша за масу всіх поверхневих вод суші, розподілити по поверхні земної кулі, то товщина льодового панциру складе близько 50 м.

Льодовики можуть мати форму потоку, купола (щита) або плавучої плити (у тому випадку, коли вони сповзають у водойму). Частини льодовиків, що відкололись і пішли у морське плавання називаються айсберги. Вони можуть служити опосередкованим підтвердженням гігантських розмірів льодовиків. Зіткнення з айсбергом стало причиною найвідомішої морської катастрофи 20 ст. - загибелі „Титаніка”. Найбільш крупні айсберги, які мають довжину 170 км і об'єм льоду до 5 тис. км³, зустрічаються поблизу берегів Антарктиди.

Існування льодовиків пов'язане з „хіоносферою”. **ХІОНОСФЕРА** (від гр. Chion - сніг і сфера) - частина тропосфери, в якій при контакті з землею поверхнею можливе зародження й існування сніжників і льодовиків. Хіоносферу можна також тлумачити, як оболонку холоду, або морозну сферу, що оточує всю Землю і в якій є можливим постійний позитивний баланс твердих опадів.

Верхня межа цієї оболонки не встановлена, оскільки на планеті не існує гір такої висоти, які б могли її досягнути і залишитись з безсніжними вершинами подолавши її.

Нижня межа хіоносфери в основному збігається з **СНІГОВОЮ ЛІНІЄЮ** – рівнем (умовною лінією на земній поверхні), на якому кількість твердих опадів дорівнює витратам на їх танення. Нижче цієї межі снігу надходить менше ніж витрачається і сніговий покрив буває періодично, а вище від неї накопичення твердих атмосферних опадів переважає над їх таненням і вони поступово перетворюються в лід.

В гідрології виділяють два типи снігової лінії - *кліматичну*, яка визначається кліматичними умовами місцевості та *орографічну*, що залежить від місцевих особливостей рельєфу (експозиції та крутизни

схилів). Орографічна снігова лінія характерна для гірських областей, в межах яких тверді опади можуть накопичуватись нижче кліматичної снігової лінії і утворюють постійні сніжники. Орографічна снігова лінія може знаходитись на кілька десятків і, навіть, сотень метрів нижче за кліматичну.

Розміщення снігової лінії тісно пов'язане з кліматичними умовами (у напрямку від високих широт до екватора вона піднімається досягаючи максимуму в межах тропіків і дещо знижується в районі екватора) та особливостями рельєфу. Наприклад, в Антарктиді снігова лінія знаходиться на рівні моря, у субтропіках – на висоті 6500м, на екваторі – 4900м, а на Тибетському нагір'ї піднімається до 7 тис. м.

У субширотно розташованих гірських районах північної півкулі снігова лінія на схилах північної експозиції розміщена нижче, ніж на схилах південної експозиції (Джунгарський Алатау – відповідно 3000 і 3500м). На висоту снігової лінії також суттєво впливає розміщення гірських хребтів відносно руху повітряних мас. Так, на навітряних (західних) схилах Великого Кавказу вона лежить на висоті 2800-3000м, а на підвітряних (східних) – на висоті 3300-3500м.

Розміщення снігової лінії досить сильно залежить від форм рельєфу. На крутих схилах сніг здувається вітром або сповзає, а на плоских та увігнутих – лежить протягом багатьох років. Крім того, на накопичення снігу впливає взаємне розташування схилів. Периферійні частини гірських масивів одержують більше опадів, ніж центральні, куди повітряні маси надходять дуже сухими. Внаслідок цього в центральних частинах гірських масивів снігова лінія лежить вище, ніж на їх околицях.

Утворення, живлення і будова льодовиків

Лавини та умови їх сходу.

ЛАВИНА (від сер.-вік. лат. *labina* - зсув) (сніговий обвал), маса снігу, що падає або сповзає з крутих схилів гір, подібно до обвалу і захоплює з собою все нові й нові маси снігу. Основними умовами утворення лавин є крутизна схилів понад 15° і потужність снігового покриву більше 0.5м. Швидкість їх руху в середньому становить 20-30 м/с. Падіння лавини супроводжується утворенням повітряної передлавиної хвилі, яка чинить великі руйнування.

Утворення лавин відбувається як у холодну (*зимові лавини*), так і в теплу (головним чином весною (*весняні лавини*)) пору року.

Зимові лавини, які мають ще й іншу назву – *сухі* або *пилові*, виникають за умови коли свіжий сніг випадає на промерзлу тверду поверхню старого снігу, накопичується на ньому у великій кількості і, долаючи незначну силу зчеплення, починає сповзати вниз по схилу. Першочерговим поштовхом для сповзання може бути порив вітру або навіть струс повітря від пострілу

чи сильного окрику. Особливо нестійким є молодий сніг на схилах кут яких становить 45° і більше.

Гігантські маси снігу, зриваючись зі схилів, розпорошуються і часто мчать вниз зі швидкістю урагану (80-100м/с), захопивши з собою каміння, дерева і, навіть, будівлі.

Весняні лавини, які часто називають мокрими або грунтовими, виникають коли сніг у значній мірі перероджується і вбирає багато талої води. Рух таких лавин відбувається головним чином шляхом перекочування, а їх швидкість значно нижча ніж зимових. Під час руху вони вбирають нові маси перезволоженого снігу, захоплюють землю, каміння, дерева та ін.

Досить часто сходження весняних лавин відбувається по одних і тих же заглибленнях поверхні, які називають лотками.

На льодовику Федченка (Памір), інколи при сповзанні лавини вночі можна помітити її блакитне або жовтувате свічення, викликане електричними розрядами, які виникають при терті частинок снігу.

Лавини є небезпечними явищами, що несуть загрозу життю людей і завдають великих матеріальних збитків (знищують населені пункти й лісові масиви, засипають русла гірських річок і викликають паводки та ін.). Для боротьби з лавинами споруджують спеціальні дамби, щити та лавинорізи, які відводять їх від будівель. Запобігати виникненню лавин можна шляхом заліснення й терасування схилів.

Багато лавин буває в таких гірських країнах, як Альпи (500-600 за зиму), Кавказ, Памір. Зустрічаються вони і в Карпатах.

Утворення льодовиків відбувається завдяки накопиченню та перекристалізації атмосферних опадів.

Живлення льодовиків відбувається:

- через атмосферні опади;
- внаслідок сублімації (до 10%) утворюється паморозь, яка на льодовиках Антарктиди за рік утворює шар у 22 мм;
- сніг, що переноситься до льодовиків вітром;
- за рахунок снігу лавин.

Тверді опади, нагромаджуючись на дні та схилах западин, починають формувати льодовики. Виникнення і розвиток льодовиків тісно пов'язані з кліматом, рельєфом і таким метеорологічним явищем як альbedo. Для існування льодовиків потрібний вологий клімат з від'ємними зимовими та літніми температурами. Варто зазначити, що влітку можуть спостерігатися і плюсові температури, але період з теплою погодою має бути коротким, щоб сніг, який випав, не встиг розтанути.

Як зазначалось вище, льодовики мають області живлення (акумуляції) і абляції.

Перша з них розташовується вище снігової лінії. Саме в ній відбувається накопичення снігу у від'ємних формах рельєфу. Тут він

періодично розтає (вдень) та замерзає (вночі) утворюючи *наст*. З часом, згори на нього випадає або привноситься вітром новий шар свіжого снігу. Це повторюється регулярно. В результаті маса снігового покриву постійно зростає і призводить до його ущільнення. Внаслідок цього, нижні, найбільш спресовані шари снігу, переходять у пухирчасту сіро-білу масу, яка складається з деформованих льодових зерен. Ця маса називається зернистим льодом або **фірном** і має щільність 0.3-0.5.

Він має шарувату будову і різну потужність прошарків, оскільки товщина снігових покривів, з яких він утворився, нерівномірна. З часом фірн все більше ущільнюється і переходить у **білий фірновий лід** (щільність 0.85), а далі в чистий прозорий лід блакитного кольору (щільність 0.88-0.94), який називається **льодовиком** або **глетчерним льодом**. Підраховано, що на утворення 1м³ глетчерного льоду витрачається близько 11м³ снігу.

Зміна кольору та щільності льоду при формуванні льодовиків зумовлена елімінуванням (видаленням) з маси льоду пухирців повітря. Зокрема, пухкий(свіжий) сніг містить до 90% повітря, фірн – 60%, фірновий лід – 30%, глетчерний – 15%, а маса 1м³ складає відповідно 92 кг, 367, 642 та 917 кг.

Важливе значення при утворенні льодовиків має **режеляція** (змерзання окремих брил при стиканні). При температурі 0°C режеляція відбувається за нормального тиску, а при більш низьких температурах – за підвищеного.

Слід відзначити, що **в будові** льодовиків виділяють 2 основні частини. Верхню – *крижку* і нижню – *пластичну*. Така будова льодовиків має важливе значення для оцінки їх динамічних властивостей (руху).

Важливою властивістю льоду є його **пластичність** (здатність текти під дією сили ваги). Вона також залежить від температури й тиску. Чим ближче показники температури до 0°C і, чим більшого тиску зазнає лід, тим еластичнішим він стає.

Під дією сили тяжіння та пластичності льодовики рухаються (сер. $V = 0.5$ м/добу; макс. $V = 40$ м/добу (Гренландія - льодовик Якобсхавн, що впадає в затоку Диско, має швидкість понад 7 км за рік)). Дуже рухомими є пульсуючі льодовики. В їх житті періоди відносного спокою, що тривають від 10 до 50-100 років, чергуються з періодами коротких, швидких рухів, або пульсацій, під час яких швидкість руху льодовика може досягнути 100-120 м за добу, а його язик зміститися на 10-15 км. це нерідко призводить до катастрофічних наслідків - льодяних обвалів, снігових лавин, проривів підпруджених озер, паводками й селями. Широко відомими стали зрушення памірського льодовика Ведмежий у 1963 та 1973 роках, які на щастя, не призвели до стихійного лиха. Під час руху льодовика на його тілі виникають поперечні та поздовжні **тріщини**(сер. $h = 50$ м; макс. $h = 250$ м). Подібно до річок, льодовики при зустрічі можуть зливатися в один великий

льодовик. Інколи трапляються двох'ярусні льодовики, які утворюються шляхом натікання одного льодовика на інший.

В області абляції відбувається зменшення маси льоду в результаті танення, відколювання, випаровування та здування снігу вітром.

Загалом маса льодовиків змінюється у часі, головним чином у зв'язку зі зміною клімату. В геологічному минулому неодноразово були періоди коли льодовики займали значно більшу площу, ніж зараз.

Робота льодовиків та особливості зменшення об'єму

Льодовики, як рухомі природні об'єкти, виконують три типи роботи: 1) *руйнування* (ерозія), 2) *транспортування* та 3) *аккумуляцію* продуктів руйнування.

Руйнівна робота (ерозія) проводиться льодовиком та вмерзлим у нього камінням при сходженні по схилах гір. В результаті ерозійної діяльності утворюються специфічні форми рельєфу:

на привершинних схилах – кари і цирки; в долинах та на місцевості – баранячі лоби, кучеряві скелі, борозни-жолоби (до 1м і більше), шрами на твердих породах, поліровані скелі.

В процесі свого руху льодовик так відполіровує свою долину, що вона набуває коритоподібного вигляду. Такі долини одержали назву *трогів* (нім. - корито).

Переносяться продукти руйнування, які мають спільну назву *морена* (фр. - moraine), в тілі льодовика. Вони можуть бути представлені, як найдрібнішими частинками пилу, так і великими кам'яними уламками чи брилами. Морени в тілі льодовика поділяються на *поверхневі* (формується на поверхні льодовика у результаті надходження уламків зі схилів), *внутрішні* (виникають з поверхневого матеріалу, що вмерзає в тіло льодовика) та *донні* (представлені більш обкатаним матеріалом, вибраним льодовиком з дна та частково внутрішньою і поверхневою мореною). Оскільки, всі названі типи морени перебувають у русі, то їх можна назвати *рухомими моренами*.

Акумуляція (відкладення) матеріалу відбувається у вигляді валу в кінцевій частині льодовика (*кінцева морена*), та у вигляді валів по боках льодовика (*бокова морена*). *Всі морени, що припинили рух називаються відкладеними*.

Зменшення об'єму льодовиків.

Зменшення об'єму льодовиків відбувається як внаслідок механічних причин (видування, обвали), так і шляхом танення та випаровування з їх поверхні (абляції).

До основних причин, що зумовлюють абляцію належать:

1) сонячна радіація, 2) теплове випромінювання вільних від снігу скель, 3) надходження теплого повітря, 4) рідкі опади. Величина абляції сильно залежить від експозиції схилів (Пн.↔Пд.).

Абляція буває поверхнева, внутрішня та підльодовикова.

Поверхнева абляція, яка має найбільше значення в гідрологічних процесах, виникає при безпосередньому нагріванні льоду сонячними променями, теплим повітрям або дощами.

Внутрішня абляція проходить за рахунок внутрішнього тертя окремих частинок льоду, циркуляції повітря та води в товщі льодовика.

Підльодовикова абляція виникає завдяки теплу, що надходить від поверхні гірських порід, які мають більшу температуру ніж льодовик, а також при підвищенні тиску на нижній межі льодовика.

Хід танення льодовика буває добовий, сезонний та річний (він повторює хід температури повітря). Саме з цим пов'язане зростання витрати води на річках, що живляться льодовиковими водами, у другій половині дня, навесні та влітку і зменшення вночі, восени та взимку.

Інтенсивність абляції сильно впливає на розміри льодовиків. Коли вона посилюється льодовик регресує (нині це відбувається по всій планеті), а коли послаблюється – прогресує (зледеніння і т.д.).

Типи льодовиків

В гідрології прийнято виділяти два **основні типи** льодовиків: **материкові** (покривні, льодовикові щити, льодовики розтікання) та **гірські**.

Материкові льодовики характеризуються великими розмірами та плоскоопуклою формою, яка не залежить від рельєфу місцевості. До материкових (покривних) льодовиків можна віднести льодовиковий щит Антарктиди (S=13.9 млн. км², потужність: сер. – 1720м, макс. – 4200м (інколи 4700м)), якщо його розглядати як єдиний покривний льодовик. Це можна робити досить умовно, оскільки тут, у межах єдиного покриву, виділяють окремі льодові потоки, спрямовані від центру материка до периферії. Найбільший серед них - льодовик Бідмора (довжина 200 км, ширина до 40 км). Покривні льодовики Гренландії та інших островів Арктики значно поступаються за своїми розмірами Антарктичним.

Напрямок руху материкових льодовиків залежить від розподілу тиску і від похилу їх поверхні. Явище абляції на таких льодовиках незначне. Зменшення площі льодовика відбувається за рахунок обламування його крайових частин, які сповзають у море. Найчастіше це трапляється у його шельфовій частині.

Таким чином можна стверджувати, що шельфові частини материкових льодовиків (**шельфові льодовики**) є найбільш рухомим їх

продовженням. Найкрупніший серед шельфовий льодовиків - льодовик Росса в Антарктиді. Частіше за все саме уламки з таких льодовиків утворюють *айсберги*.

Айсбергом прийнято вважати льодову гору, яка піднімається над рівнем моря не менше, як на 5м; при меншій висоті це буде уламок айсберга. Через те, що щільність льоду менша за густину морської води, айсберги на 1/5 свого об'єму піднімаються над поверхнею води і на 4/5 занурені у воду.

Гірські льодовики (*льодовики стоку*) мають відносно невеликі розміри, а їх форма тісно пов'язана з гірським рельєфом. Швидкість руху гірських льодовиків вища ніж материкових, а температура льоду близька до температури його танення.

Найчастіше виділяються наступні **типи гірських льодовиків**:

- **кальдерні** (ісп. – великий котел)– займають кратери згаслих вулканів і мають досить значні розміри:

- **карові** (нім. - чаша)– невеликого розміру льодовики розташовані в чашоподібних заглибленнях на схилах гір;

- **висячі**– утримуються на схилах (іноді крутих), у неглибоких западинах, які не мають чіткого обмеження з боків;

- **зіркоподібні** – виникають за умови, коли з одного фірнового басейну на вершині гори радіально розходиться кілька окремих язиків. Вони характерні для районів вулканізму (гори Аляски, Чилійсько-Аргентинські Анди, Ельбрус, Казбек), де їх досить часто називають *льодовиками конічних вершин* і для районів старих гір та гірських плато (Скандинавські гори, о-ви Арктики і Антарктики), де вони одержали назву *льодовики плоских вершин*;

- **долинні льодовики** – найпоширеніші – вони починаються на вершинах або в карах і спускаються у вигляді язика, займаючи долини з характерним коритоподібним поперечним профілем (троги). Для них характерна чітка межа між областю живлення і областю стоку. В залежності від регіону поширення долинні льодовики мають різну за складністю будову. Серед них виділяють:

- **прості** (альпійські) – складаються з одного потоку і відіграють незначну роль у живленні річок (поширені головним чином у Альпах),

- **складні** (кавказькі) – являють собою льодовикові потоки з притоками, значною мірою впливають на живлення річок (поширені головним чином на Кавказі),

- **деревоподібні** (тянь-шанські) – за зовнішнім виглядом нагадують дерево, мають досить значну за площею зону живлення, володіють великими запасами води і відіграють значну роль у живленні річок (поширені в Тянь-Шані, Памірі, Гімалаях на Алясці),

- туркестанські – мають малу площу живлення (інколи й зовсім позбавлені фірнового басейну) і велику площу стоку (поширені в Середній Азії).

Поширення льодовиків та їх значення для географічної оболонки

Природно, що льодовики можуть існувати лише там, де спостерігаються стійкі низькі температури повітря і випадає досить багато снігу. Зазвичай, це приполярні або високогірні райони планети **98.8%** площі льодовиків припадає на Антарктиду, Гренландію та острови Північного Льодовитого океану (Нова Земля, Елсмір, Баффінова земля, Земля Франца-Йосифа, Північна земля, о. Девон та ін.), решта – **1.5%** - залишається на долю гірських льодовиків (Гімалаї, Памір, Альпи, Кавказ, Алтай, Камчатка, Тянь-Шань, Кордільєри, Анди, г. Кіліманджаро („батько снігів” – мовою масаї) та ін.).

Значення льодовиків для географічної оболонки:

1. Льодовики впливають на клімат.
2. Створюють специфічні льодовикові форми рельєфу й неповторні за красою та суворістю нівально-гляціальні високогірні ландшафти.
3. Вони є „кладовими” прісної води, в яких зосереджено майже 69% світових запасів резервної прісної води.
4. Танення льодовиків формує значну частину річкового стоку в гірських районах, особливо літом, коли вода дуже потрібна для зрошення сільськогосподарських культур. Наприклад, у Середній Азії, де льодовики займають всего 5% території, їх доля у річковому стоці складає за рік 20%, а літом -50%.
5. Повені та селі спричинені таненням льодовиків часто призводять до руйнування споруд, загибелі тварин і людей.