



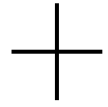
+ Мерзлотная Россия: земля, которая не тает

Многолетний лёд держит почву и меняет реки,
рельеф, строительство и добычу ресурсов.

Где находится мерзлотная зона



Основная область распространения мерзлоты в России тянется к востоку от Енисея. Она охватывает Якутию, Чукотку, Магаданскую область, север Красноярского края и Камчатку, где условия сильно различаются.



Вечная мерзлота — грунт, который не оттаивает полностью как минимум два года подряд.

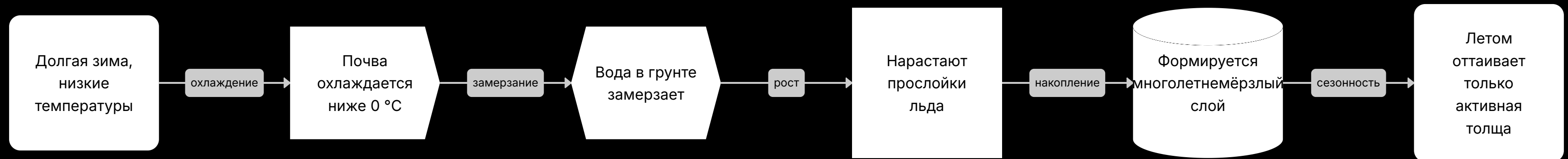
2 года

Если грунт остаётся промёрзшим дольше этого срока, его относят к многолетнемёрзлым.

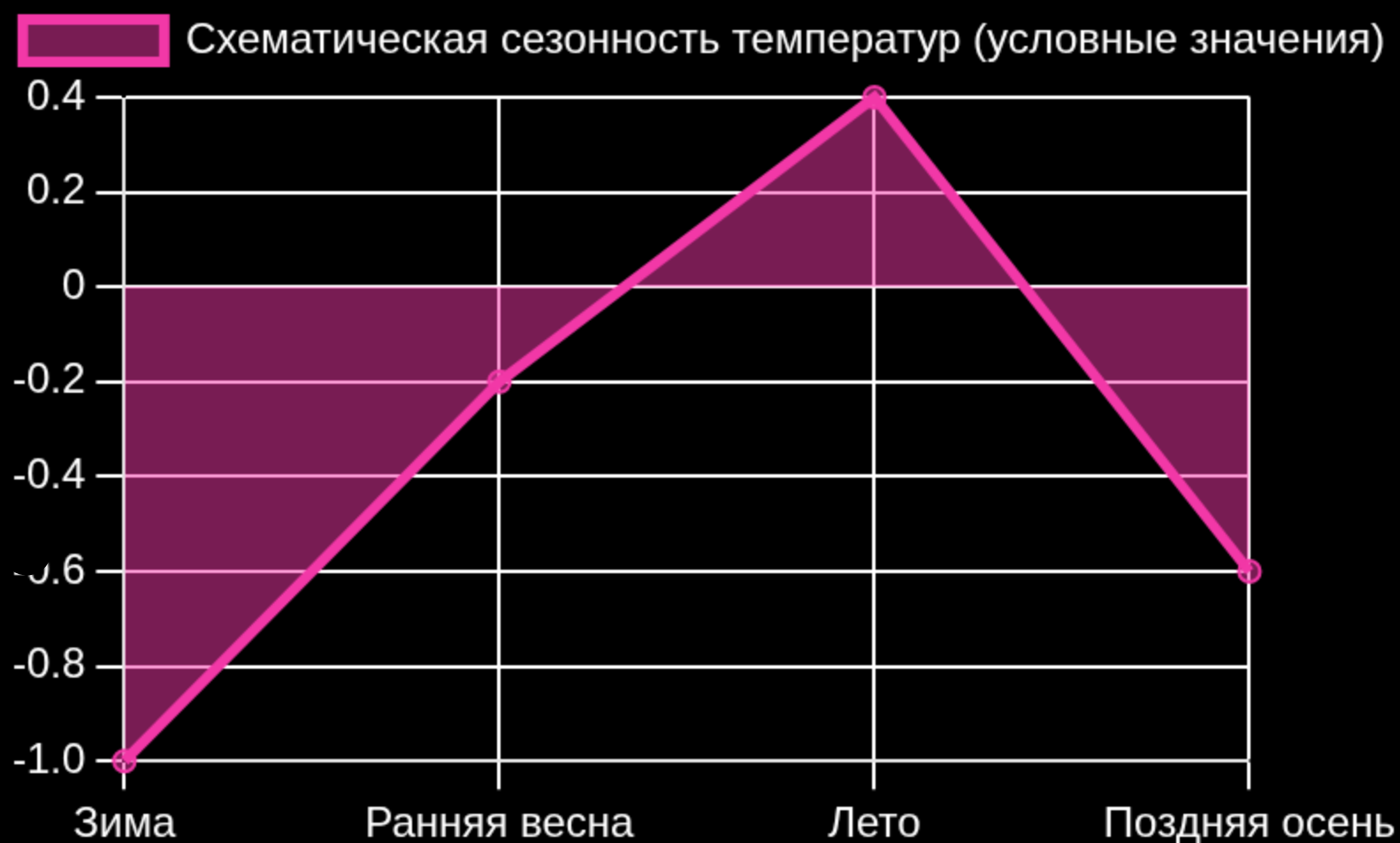
По определению многолетнемёрзлых грунтов в учебных материалах по геокриологии

Как формируется мерзлота

Схема процесса в мерзлотной зоне: от охлаждения к образованию многолетнего слоя



Температурный контраст Сибири



Холодный период в районах Якутии и Чукотки длится заметно дольше тёплого.

- Из-за этого грунт не успевает прогреться «сверху донизу» за короткое лето.

Когда тёплое время сильно короче холодного, промерзание сохраняется год за годом, а устойчивое оттаивание возможно лишь на ограниченной глубине и недолго.

Схема по описанию сезонных режимов для Якутии и Чукотки (иллюстративные значения)

Ландшафты Северо-Восточной Сибири



Тундра: где холод «держит» землю

Тундровые просторы выглядят тихими, но процессы идут постоянно. Низкие температуры замедляют разложение растительных остатков, а вода часто остаётся у поверхности, образуя сырые участки и мхи. Из-за этого ландшафт меняется медленно, словно «по календарю холода».



Лиственничная тайга и медленные перемены

В тайге северо-востока растут в основном выносливые виды, и сезонные различия ощущаются особенно ярко. Деревья растут медленнее, потому что тёплый период короткий. Мерзлые грунты удерживают влагу, поэтому местами появляется «переувлажнённость», а почвы остаются плотными и холодными.



Мёрзлые болота и термокарстовые озёра

Там, где под землёй есть подземный лёд, поверхность может неожиданно проседать. Так формируются впадины, которые заполняются водой и превращаются в озёра термокарстового происхождения. Даже после образования таких форм природа не торопится — всё зависит от того, как ведёт себя лёд и температура.

Основные районы мерзлоты

Регион	Тип и особенности
Якутия	Сплошная и очень мощная мерзлота
Чукотка	Сплошная мерзлота при суровом климате
Магаданская область	Неравномерное распространение мерзлоты
Север Красноярского края	Сплошная мерзлота
Камчатка	Пятнистая мерзлота, зависит от рельефа и влажности

Карта мерзлотной зоны неодинакова: где-то мерзлота сплошная и мощная, а где-то она пятнистая и зависит от рельефа и влажности.

На востоке страны мерзлота чаще проявляется как сплошной фон, но в отдельных территориях её распространение прерывистое, а состояние сильнее зависит от местных условий.

Географические обзоры и справочные материалы по мерзлоте России

Почему мерзлота важна для рек и озёр



Оттаивает не везде и не всегда

Мёрзлый грунт плохо пропускает тепло и воду, поэтому поверхностное и подземное водообменное смешение ослаблено. Режим водоёмов становится более «сезонным» и предсказуемым.



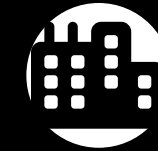
Весной вода остаётся близко к поверхности

Талые воды быстро растапливают верхнюю активную толщу, но не уходят глубоко. Поэтому в низинах накапливается влага — появляются ручьи, заболоченные участки и мелкие озёра.



Болота и ручьи как итог накопления влаги

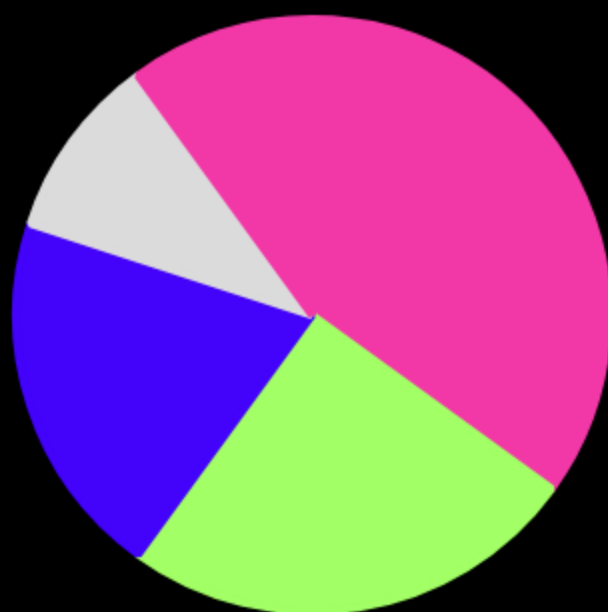
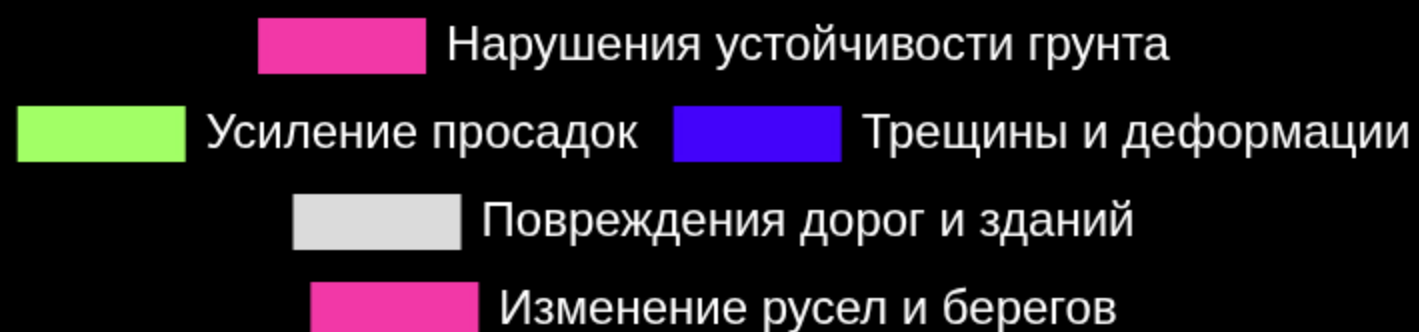
Из-за ограниченного просачивания вода держится дольше, растительность получает больше влаги у поверхности, а грунт остаётся сырым. Так формируются болота и водотоки небольших размеров.



Термокарст создаёт новые озёрные впадины

Многие озёра возникают, когда внутри почвы тает подземный лёд и образуются пустоты. Поверхность оседает, формируя впадины, которые затем заполняются водой.

Что происходит при потеплении



Когда активный слой оттаивает глубже, грунт теряет устойчивость. Это отражается на дорогах, зданиях и на форме берегов рек и озёр, где меняется размыв.

Главная «точка запуска» — нарушения устойчивости мерзлотных грунтов: они приводят к цепочке последствий для природы и инфраструктуры.

Схематическая диаграмма на основе перечня последствий потепления для мерзлотных районов

Термокарст и просадки грунта



Когда лёд внутри почвы начинает таять, в толще грунта образуются пустоты. Давление сверху распределяется иначе, и поверхность постепенно оседает.



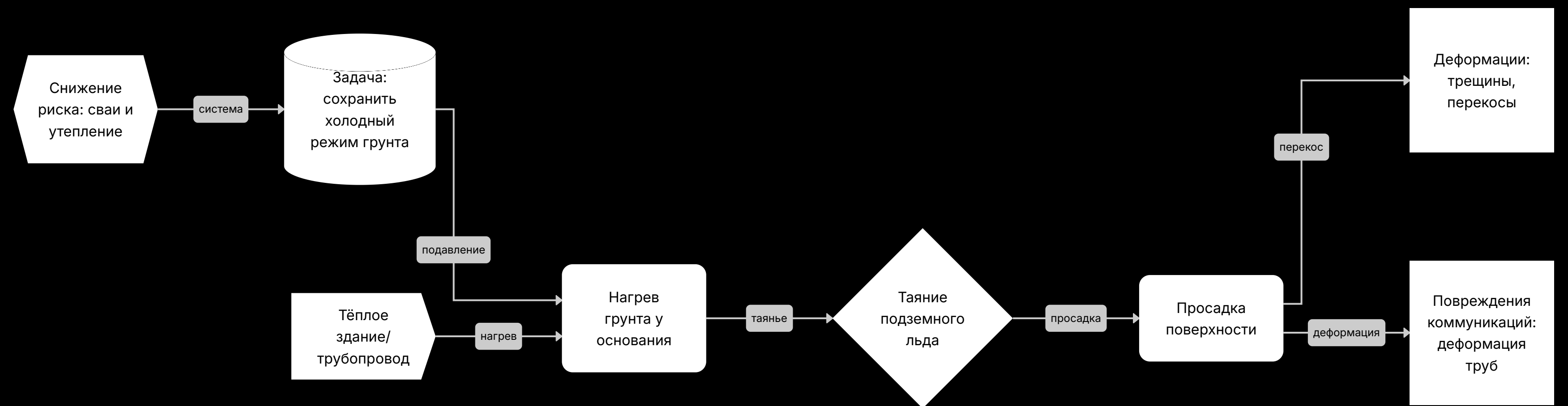
Оседание может проявляться по-разному: возникают провалы, трещины и бугры. Часто появляются впадины, которые затем заполняются водой и превращаются в озёра.



В Якутии термокарст заметнее, потому что в породах нередко содержится много подземного льда. Резкие сезонные перепады температуры ускоряют разрушение поверхности.

Как тепло «будит» мерзлоту под зданиями

Схема цепочки последствий для оснований в мерзлотной зоне (принципиальный механизм)



Как люди обустраиваются в холодной зоне



- **Посёлки на сваях: дом выше земли**

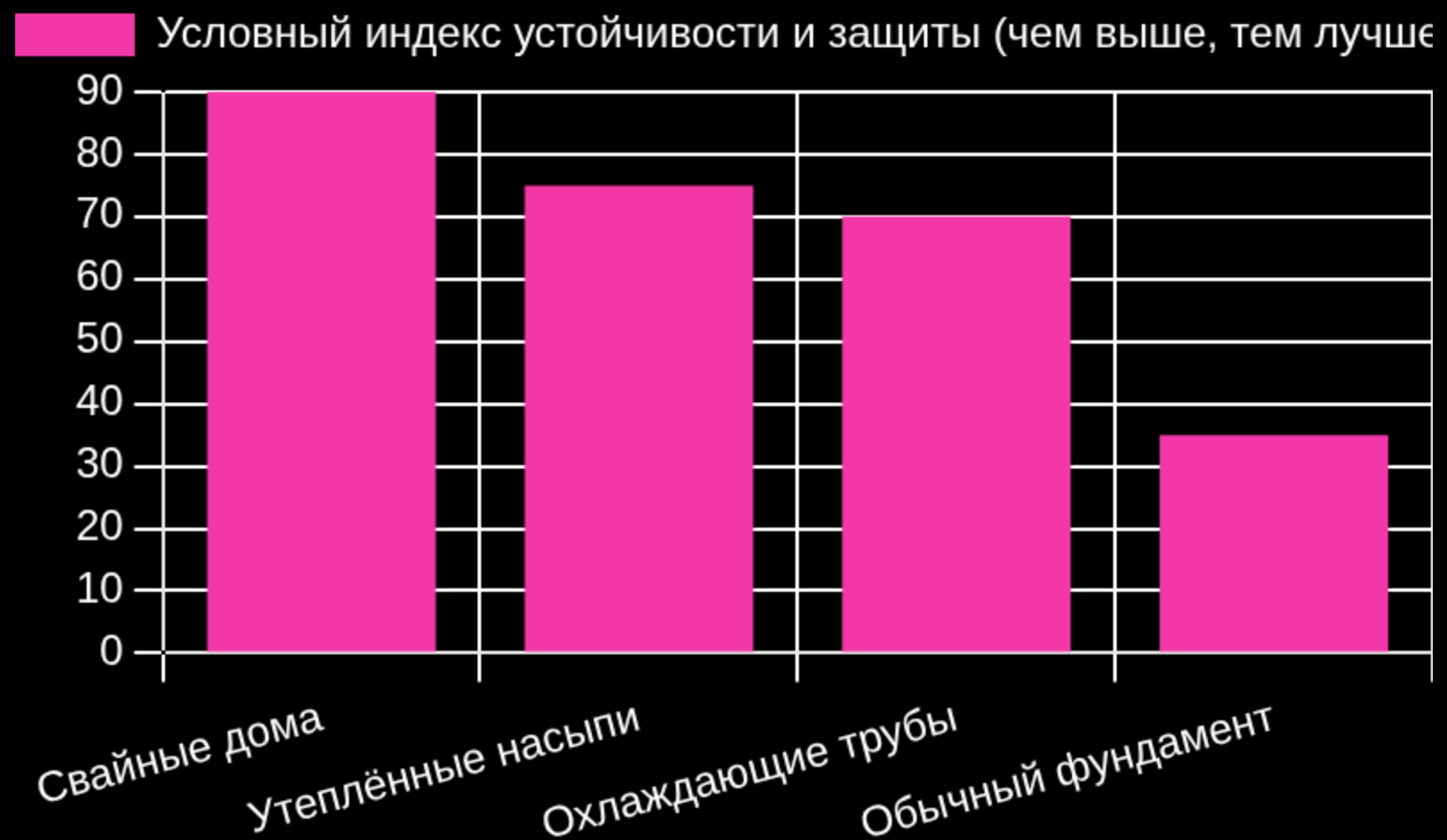
В Восточной и Северо-Восточной Сибири жильё нередко ставят на сваи. Так снижается нагрев почвы и уменьшается вероятность просадок. Сверху дома выглядят «высоко», а под ними остаётся пространство, где грунт охлаждается и дольше сохраняет мерзлое состояние.



- **Зимняя дорога и северный завоз**

Когда большую часть года вокруг холодно и мало транспорта, выручает зимняя инфраструктура. Люди используют снегоходы и зимники — дороги по снегу и льду. Поставки делают «северным завозом», чтобы привезти всё нужное до того, как навигация закончится.

Сравнение способов строительства в мерзлоте



Чтобы основа оставалась стабильной, выбирают решения, которые уменьшают прогрев грунта летом и снижают просадки при таянии.

По сравнению с обычным фундаментом свайные и холодосберегающие подходы лучше защищают основание от потери устойчивости при потеплении.

Иллюстративная сравнительная шкала для слайдовой диаграммы (условные значения, не статистика).

Как мерзлота влияет на добычу



Минералы в мерзлых толщах

Алмазы, золото, уголь и редкие металлы встречаются в районах, где грунт проморожен многие годы. Добыча начинается с оценки подземного льда и устойчивости пород.



Специальные дороги для техники

Чтобы доставлять оборудование и материалы, строят подъездные пути и площадки. Мерзлый грунт нужно беречь от лишнего нагрева, иначе техника может «проваливаться» и возрастут задержки.



Буровые работы и контроль температуры

Сложность в том, что бурение и прокладка коммуникаций меняют тепловой режим площадки. Поэтому требуется постоянный контроль состояния грунта и планирование технологических этапов.



Вахтовые посёлки и складские зоны

Удалённые месторождения требуют автономной жизни и временных инфраструктур. Посёлки и склады размещают и обслуживают так, чтобы не нарушать мерзлоту и не провоцировать аварии на основании.

Города и хозяйство в мерзлотной зоне

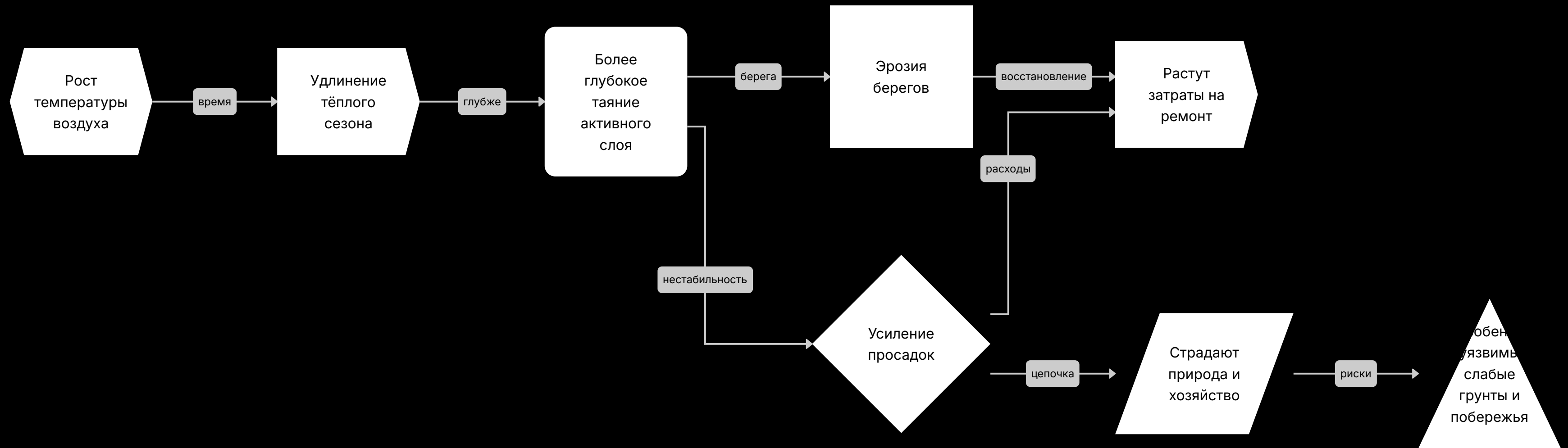
- Таблица показывает, какую проблему чаще всего приходится учитывать и какие приспособления используют.
- У разных городов «лицом» выходят разные условия: где-то главный риск — просадки, где-то — транспорт и погодные ограничения.

Региональные географические обзоры (сводные материалы).

Город	Природная проблема	Приспособление
Якутск	Просадка грунта	Свайные дома
Норильск	Сильный холод и ветер	Утепление и мощная энергетика
Анадырь	Транспортная изолированность	Морское снабжение
Тикси	Короткая навигация	Летний завоз грузов

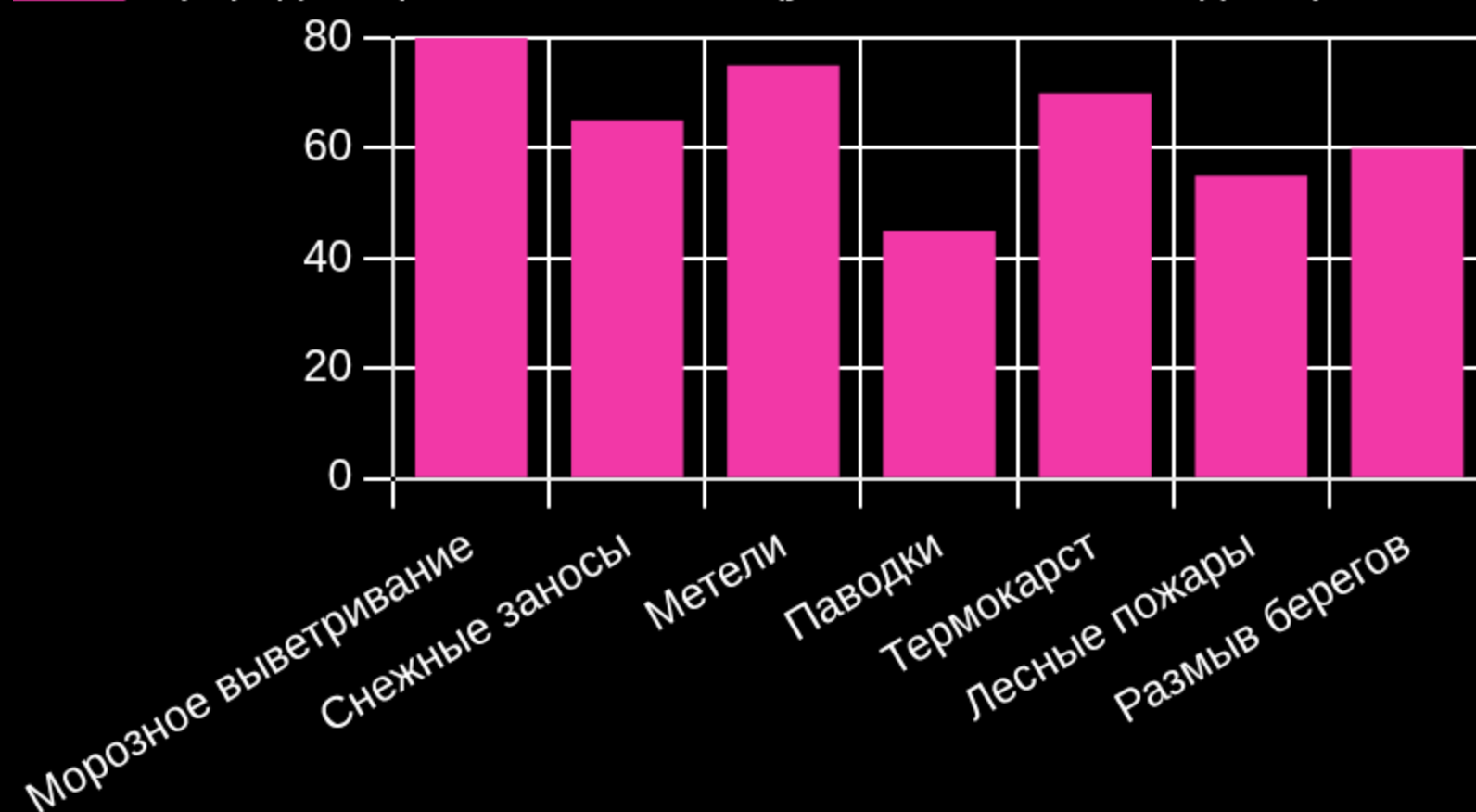
Почему потепление усиливает проблемы на Севере

Логическая цепочка последствий для мерзлотных территорий



Природные риски мерзлотной зоны

■ Природные риски по сезонам (условные значения для сравнения)



Часть угроз сильнее проявляется зимой

- (мороз, ветер), а летом заметнее становятся пожары и размыв берегов.

Риски действуют одновременно и по

- сезонам меняют «главного виновника», поэтому планирование должно быть круглогодичным.

Сводное описание рисков по мерзлотным территориям (график — иллюстративная сравнительная диаграмма, условные значения).

Научные станции и наблюдения

Контроль активного слоя

Определяют мощность активного слоя — верхней части, которая оттаивает летом. Сравнение сезонов помогает оценить, растёт ли глубина таяния с годами.

Регулярные измерения

Учёные измеряют температуру грунта и следят, как меняется промерзание и оттаивание. От этого зависит, насколько быстро меняется устойчивость оснований.

Результаты для практики

Наблюдения используют при проектировании сооружений и оценке рисков. Так же данные помогают понять, как меняются северные территории под влиянием климата.

Промерзание и просадки

Измеряют глубину промерзания и скорость просадки поверхности. Эти данные важны для расчёта дорог, трубопроводов и фундаментов.

Север как часть культурной карты России



Якутские узоры и жизнь рядом с мерзлотой

Орнаменты, которые можно увидеть в традиционных мотивах и предметах быта, отражают жизнь в холодных условиях. В мерзлотной зоне узоры, одежда и домашние решения учитывают долгую зиму и необходимость беречь тепло. Природный ритм влияет на повседневность почти каждый день.



Сани, упряжки и путь по зимнему пейзажу

В северных районах транспорт часто связан с сезоном: зимой удобнее перемещаться на санях и упряжках, а летом — искать более доступные маршруты. У народов Севера, включая якутов, эвенов, чукчей и долган, хозяйство тесно связано с охотой и рыболовством. Дальние расстояния помогают преодолевать традиционные навыки.

Главный вывод: мерзлота меняет всё

Мерзлотная зона формирует природу, помогает создавать озёра и болота и задаёт правила для строительства. Её потепление повышает риски для дорог, домов и рек, поэтому изучать её особенно важно.

