



НИИОСП
ИМ. Н.М. ГЕРСЕВАНОВА



НИЦ строительство
научно-исследовательский центр



С 1927 ГОДА

95
ЛЕТ

«Инженерная защита опор ВЛ от криогенного процесса курумообразования»

Чернятин Дмитрий Владимирович

Лаборатория 18 механики опасных природно-техногенных процессов и разработки методов инженерной защиты. ; e-mail: chernyatindv@gmail.com

НИИОСП им.Н.М.Герсеванова АО «НИЦ «Строительство» 109428, Москва, Рязанский просп., д. 59 Тел./Факс: (499) 171-22-40 Факс: (499) 170-27-57 сайт: niiosp.ru ; e-mail: niiosp@niiosp.ru

В 2021 г. «Удоканская медь» возвела 23 опоры высоковольтной линии электропередачи 220 кВ на участке от подстанции «Удоканский горно-металлургический комбинат (ГМК)» до подстанции «Блуждающий».



Фото: <https://www.chita.ru/text/gorod/2021/02/18/71181767/>

«Новая высоковольтная линия электропередачи протянется на 25 километров от подстанции 220 кВ «Чара» в селе Новая Чара до площадки «Удоканский ГМК». Всего энергетикам предстоит возвести 121 конструкцию.

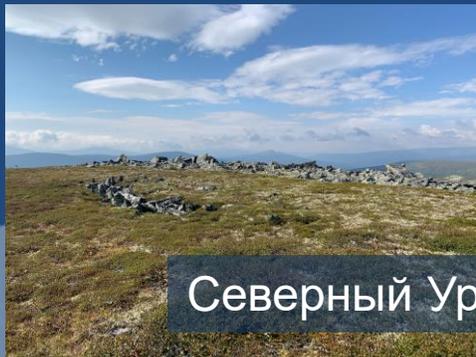


Фото: <https://www.chita.ru/text/gorod/2020/06/10/71152712>

Согласно определению из СП 493.1325800.2020 курумы — это скопление крупнообломочного скального грунта, перемещающегося вниз по склону с крутизной менее угла естественного откоса под действием геокриологических процессов и силы тяжести.



Курум на Северном Урале
Фото Чернятина Д.В. 2020 г. 3



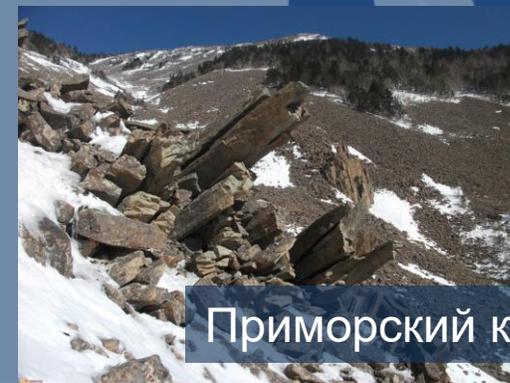
Северный Урал



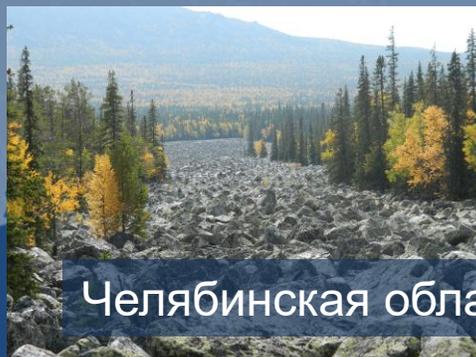
о. Шпицберген



Плато Пutorана



Приморский край



Челябинская область

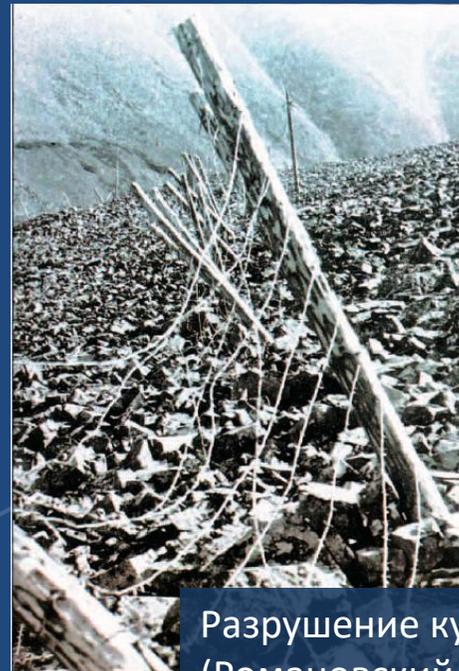


Забайкальский край

<https://webmineral.ru/photo/item.php?id=118>



Разрушенный курумом портал штольни.
Сендученское месторождение, Якутия.



Разрушение курумом заграждения
(Романовский, Тюрин)



Разгрузка курумолетчера на дорогу
(Геокриол. опасности России, 2000)



Курум засыпает дорожное полотно
(Геокриол. опасности России, 2000)

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СВОД ПРАВИЛ

СП 25.13330.2020

ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ
НА ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

СНиП 2.02.04-88

Издание официальное

Москва 2020

На сегодняшний день какой-либо нормативной базы регулирующей проектирование инженерной защиты конкретно от курумов **НЕТ**.

СП 25.13330.2020 п. 14.18

1. Мероприятия по инженерной защите и охране окружающей среды следует проектировать комплексно с учетом геокриологических условий и прогноза их изменения в процессе строительства (с учетом поэтапности) и эксплуатации объектов
2. Осуществление мероприятий инженерной защиты не должно приводить к активизации опасных криогенных процессов на склонах и примыкающих территориях
3. Техническая эффективность и надежность сооружений и мероприятий инженерной защиты должны подтверждаться расчетами, а в обоснованных случаях - моделированием (натурным, физическим, математическим).

Инженерная защита территорий, зданий и сооружений — это комплекс инженерных сооружений и мероприятий, направленный на предотвращение отрицательного воздействия опасных геологических, экологических и др. процессов на территорию, здания и сооружения, а также на защиту от их последствий (СП 116.13330.2012).

Оползни

Обвалы

Сели

Лавины

Карст

Подтопление

Переработка берегов

Морозное Пучение

Наледообразование

Термокарст

Затопление

Курумообразование



Курумообразование

МИНИСТЕРСТВО РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СВОД ПРАВИЛ

СП 116.13330.2012

**ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ТЕРРИТОРИЙ,
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ ОПАСНЫХ
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Актуализированная редакция

СНиП 22-02-2003

Издание официальное

Москва 2012

**МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

СВОД ПРАВИЛ

СП 493.1325800.2020

**ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
В РАЙОНАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ
МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ**

Общие требования

Издание официальное

Москва 2020

**СП 493.1325800.2020 п. 4.3.13.6. В районах
развития курумов должны быть установлены:**

- характеристика обломочного материала (размер, степень окатанности, петрографический состав);
- состав и характеристики заполнителя;
- характеристика слоя льдов и (или) ледогрунтов, залегающих в подошве курума (слоя проскальзывания), их мощность и состав (при наличии);
- мощность курума в разрезе;
- характеристики перемещения курума (направление, скорость, уклон);
- температура в теле и подошве курумов.



Разгрузка на поверхность грунтовых вод
после подрезки курума (Тюрин, Романовский)



Образование наледи после подрезки
курума (Тюрин, Романовский)

Практические рекомендации по инженерному освоению курумов

Инженерно-геологическая оценка сегментов склонов	Вид курума	Способ прокладки дороги					Прокладка дороги не рекомендуется	
		Любой	Насыпь		Полувыемка-полунасыпь			
		Комплекс специальных инженерно-мелиоративных мероприятий						
		Строительство без предварительной специальной подготовки	Отвод подповерхностного стока водоотводными канавами	1. Частичная выемка грубообломочного материала потоков 2. Укладка бетонных плит, перекрывающих потоки 3. Создание насыпи	1. Полная выемка грубообломочного материала потоков 2. Создание водопропускных сооружений 3. Создание арматуроподобных створов 4. Создание насыпи 5. Создание насыпи с укладкой бетонных плит	1. Подрезка курума на глубину, обеспечивающую полное протавление ледогрунтового слоя 2. Создание полотна дороги после протавления льда	1. Подрезка курума с частичной выемкой грубообломочного материала потоков 2. Укладка бетонных плит, перекрывающих потоки	Преодоление курумов с помощью строительства мостов
БЛАГОПРИЯТНЫЕ	Сетчатый							
	Нишевый	Дорога по нивационной площадке						
	Уступов нагорных террас		Вкrest простирання склона					
	Нивационных ступеней							
	Структурный							
	Покровные курумы выпучивания							
УСЛОВНО БЛАГОПРИЯТНЫЕ	Пятнистые							
	Покровы распученной скалы		При небольшой распученности и содержании льда					
НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ	Потоково-сетчатый							
	Шлейфовидные потоковые				При $W_{\text{потоков}} < 3 \text{ м}$			
	Потоки курумов							
	Потоковые			При $W_{\text{потоков}} < 3 \text{ м}$	При $W_{\text{потоков}} > 3 \text{ м}$			
	Нишево-сетчатые, сетчато-нишевые			При $W_{\text{потоков}} < 3 \text{ м}$	При $W_{\text{потоков}} 5-6 \text{ м}$			
	Полигональные		$h_{\text{нас}} > h_{\text{тикс.сл.}}$ в 2 раза					
	Поясные		Насыпь по нивационной площадке					
КРАЙНЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ	Курумные покровы							
	Шлейфовидные покровные курумы							
	Курумоосыпи							
	Ложбинный							
	Курумолетчеры							

Примечание: $h_{\text{нас}}$ — мощность насыпи, м; $h_{\text{тикс.сл.}}$ — мощность тиксотропного слоя, м; $W_{\text{потоков}}$ — ширина потоков курумов; прямоугольники серого цвета или с текстом указывают на способ прокладки дороги для данного вида курумов.

Рекомендации по размещению опор ВЛ при инженерном освоении курумов

	Классификация склона по степени опасности строительства			
	<i>Благоприятные</i>	<i>Условно благоприятные</i>	<i>Неблагоприятные</i>	<i>Крайне неблагоприятные</i>
Рекомендации по мероприятиям инженерной защиты	<p>Возведение опор ВЛ не требует обязательных специальных мелиоративных мероприятий и сооружений для инженерной защиты</p>	<p>1. Требуется предварительная подготовка площадки возведения опор ВЛ, путем организации полки с помощью врезки и(или) устройства насыпи. Глубина подрезки должна приниматься с строения курума и мощность грубообломочного чехла.</p> <p>2. На площадке необходима дренажная системы для сохранения условий стока вод СТС (СМС) близкими к естественным.</p>	<p>Строительство без предварительного снятия или закрепления грубообломочного чехла невозможно. Рекомендуемый комплекс мероприятий по инженерной защите в каждом случае индивидуален.</p>	<p>Рекомендуется избегать размещения опор ВЛ на участках данной категории. Строительство может привести к развитию неблагоприятных инженерно-геологических процессов (мощным термокарстовым просадкам, термоэрозии и др.).</p> <p>В случае не возможности избежать размещения опор на данном участке, может потребоваться полное снятие грубообломочного чехла</p>

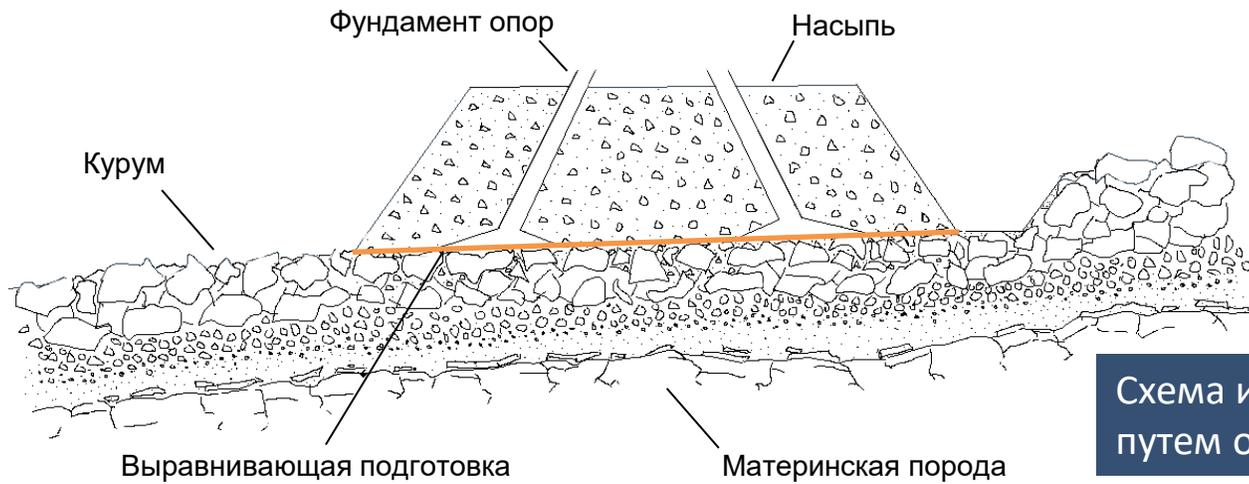


Схема инженерной защиты опоры ВЛ путем организации насыпи

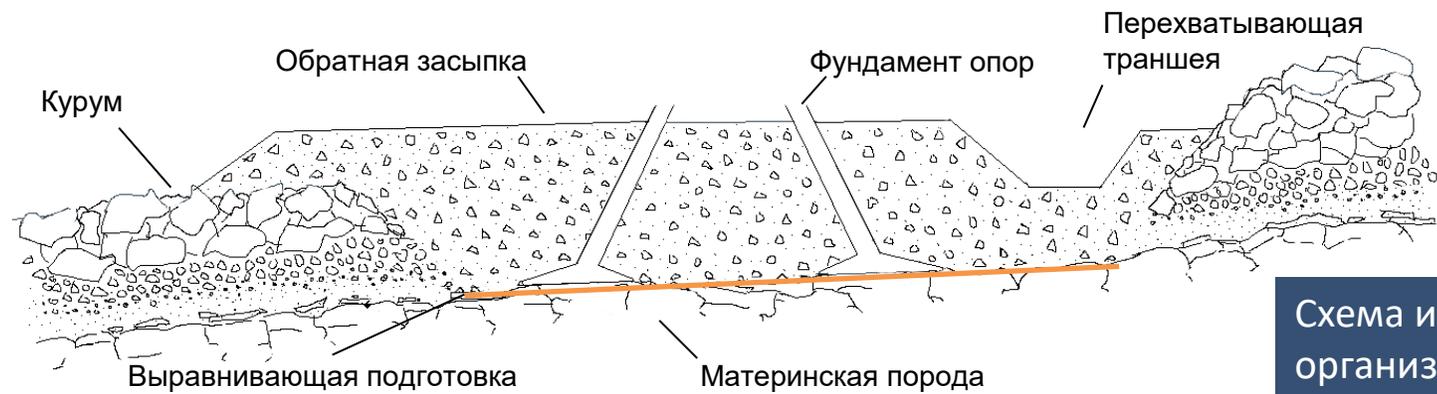
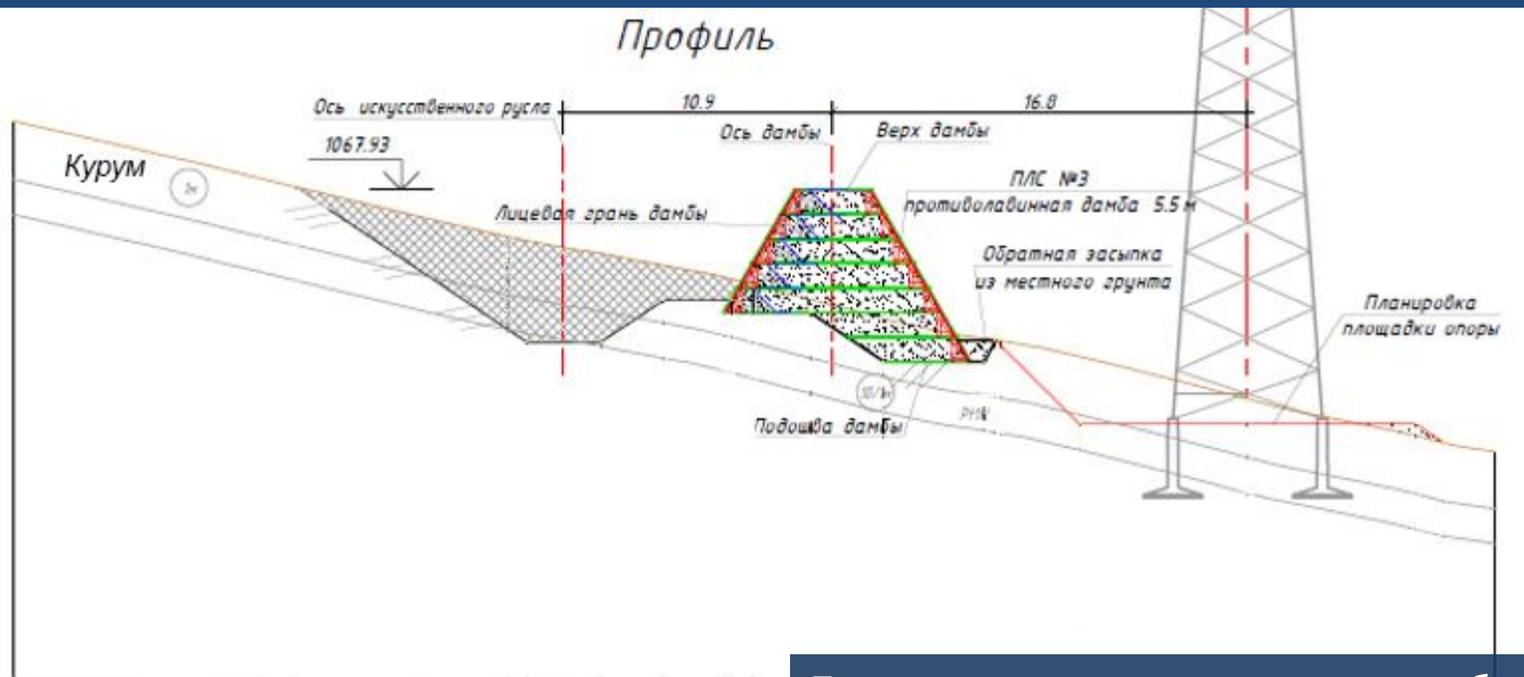
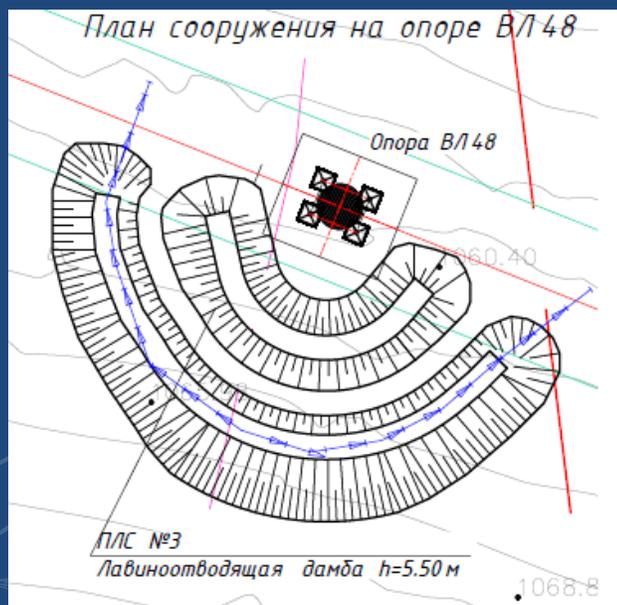
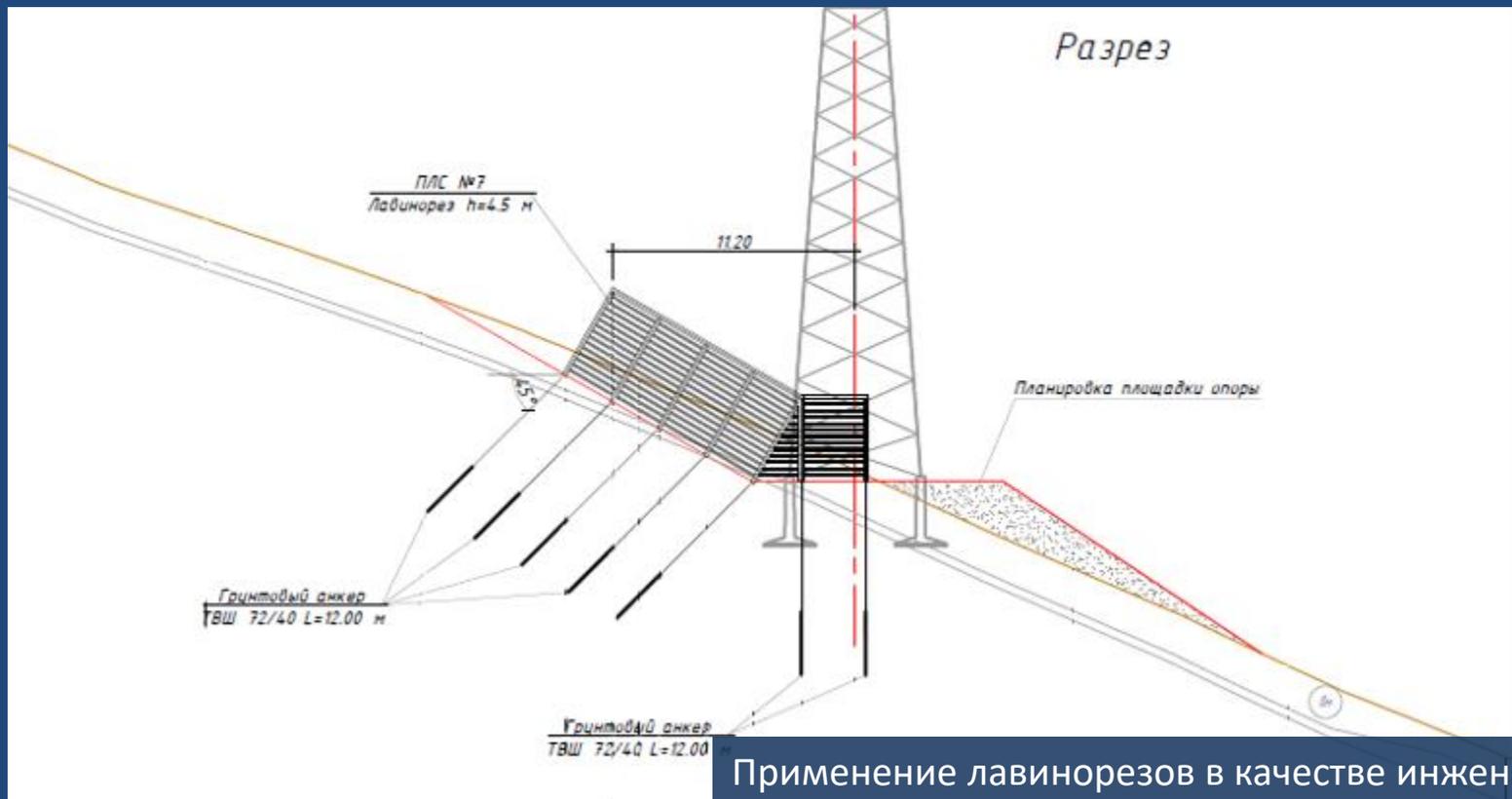


Схема инженерной защиты опоры ВЛ путем организации выемки и частичной насыпи



Применение противолавинных дамб в качестве инженерной защиты ВЛ от курума



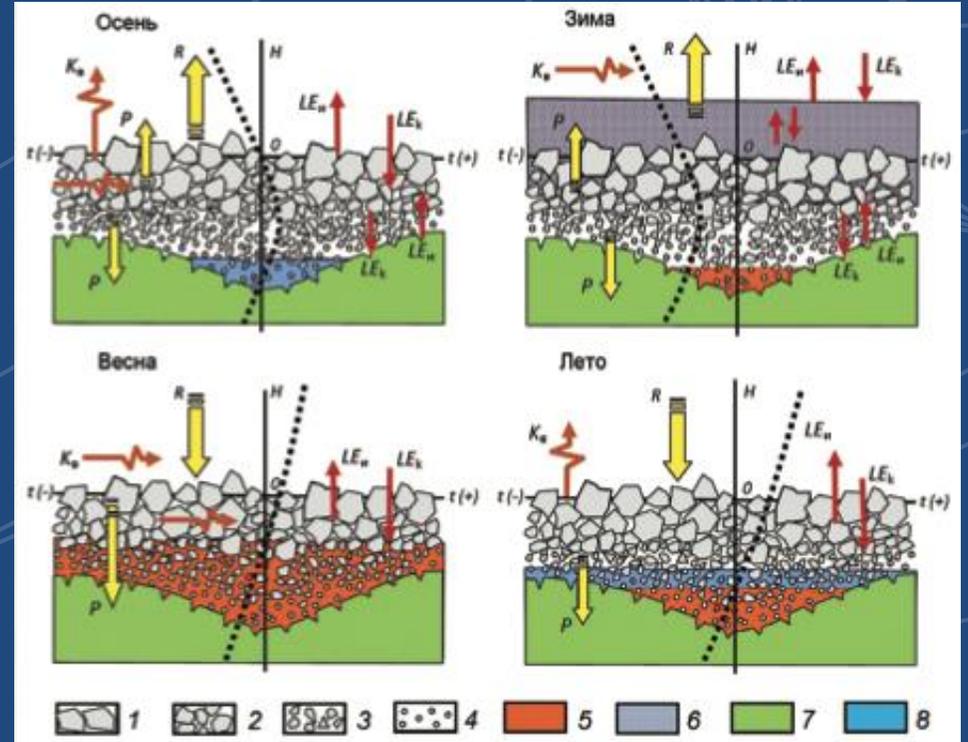


Применение лавинорезов в качестве инженерной защиты ВЛ от курума

Схема тепловых потоков в курумных отложениях в различное время года (Алексеев В.Р.)

ВАЖНО!

На участках формирования курумов необходимо очень осторожно осуществлять любую хозяйственную деятельность. Снятие или уплотнение чехла крупнообломочных отложений изменяет структуру теплового баланса покровного комплекса, нарушает его теплозащитную функцию и, таким образом, вызывает необратимый процесс деградации вечной мерзлоты со всеми вытекающими негативными последствиями



1 – глыбы горных пород диаметром более 1,5 м; 2 – обломки горных пород диаметром 0,5 – 1,5 м; 3 – обломки и полуокатанные «валуны» диаметром 0,1 – 0,5 м; 4 – дресва и щебень с супесчаным и песчаным заполнителем; 5 – конжеляционный лёд; 6 – снежный покров; 7 – многолетнемёрзлые горные породы; 8 – надмерзлотные воды.

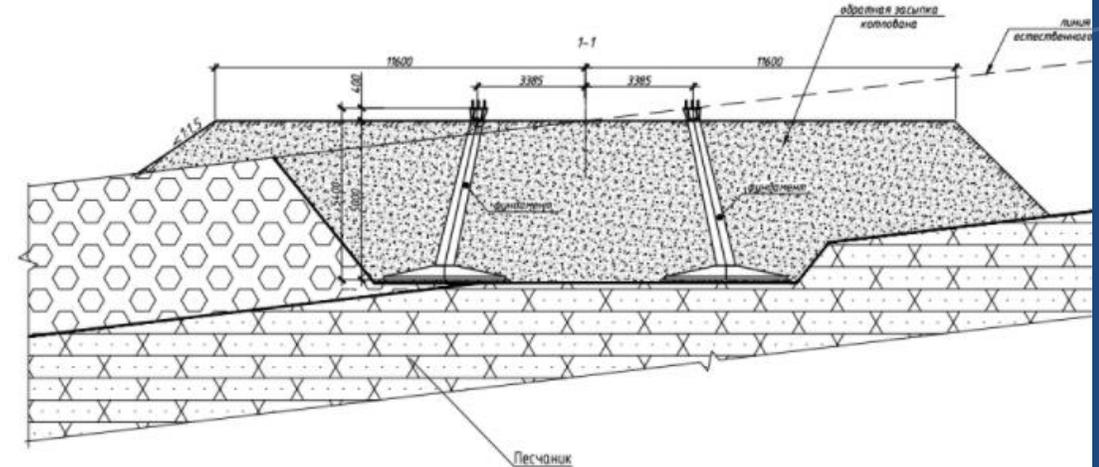
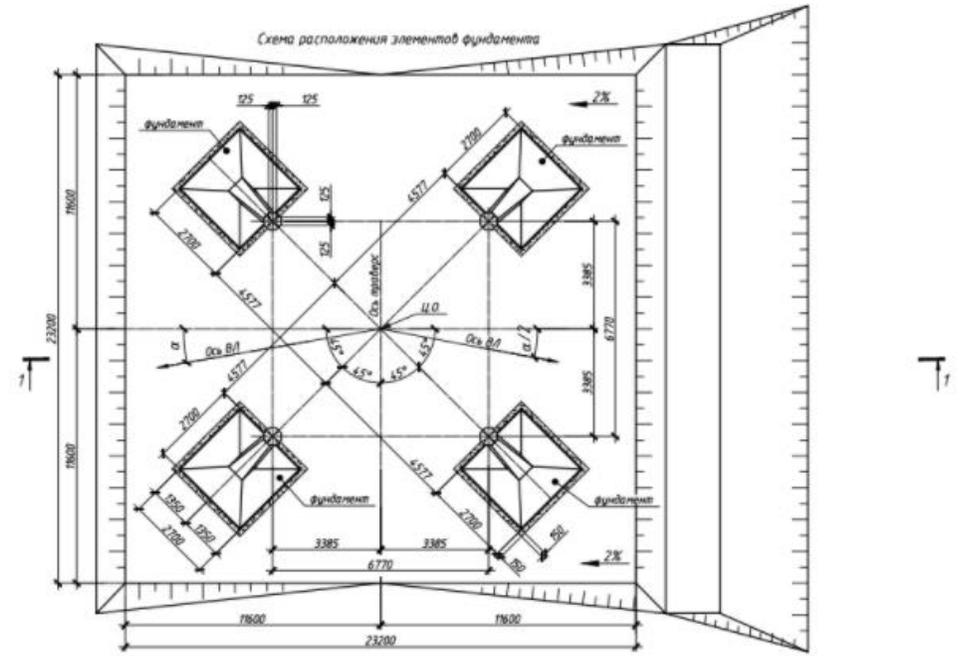
В 2021 году 18 лаборатория НИИОСП им. Н.М. Герсевича было выполнено научно-техническое сопровождение проектирования фундаментов опор ВЛ для ГМК «Удоканская медь».



Железобетонные подножки с плоской платформой в основании



https://nedradv.ru/nedradv/ru/page_news?obj=9e732e1d9f7a9c490ac6d53



РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ В PLAXIS 2D ПО ВТОРОЙ ГРУППЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ

1 - Расчетный случай (без рва)

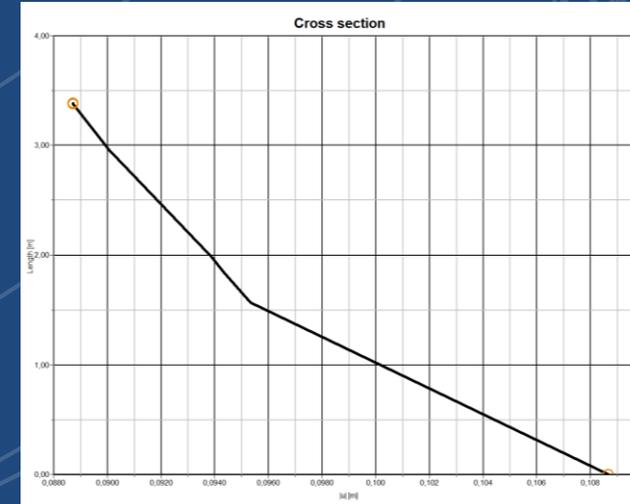
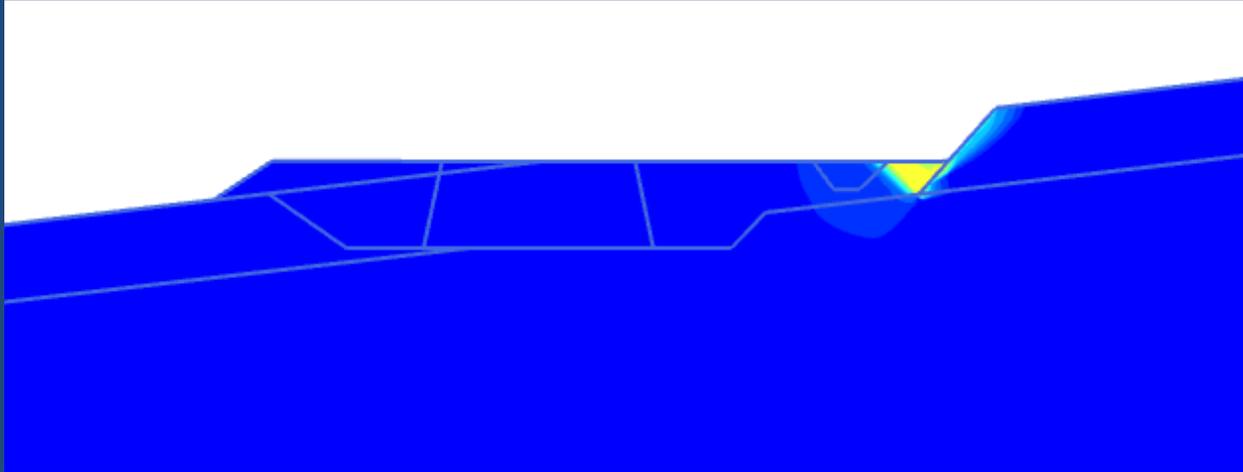


график перемещения у опоры $D_{max}=0,108$ м

2 - Расчетный случай (с рвом)

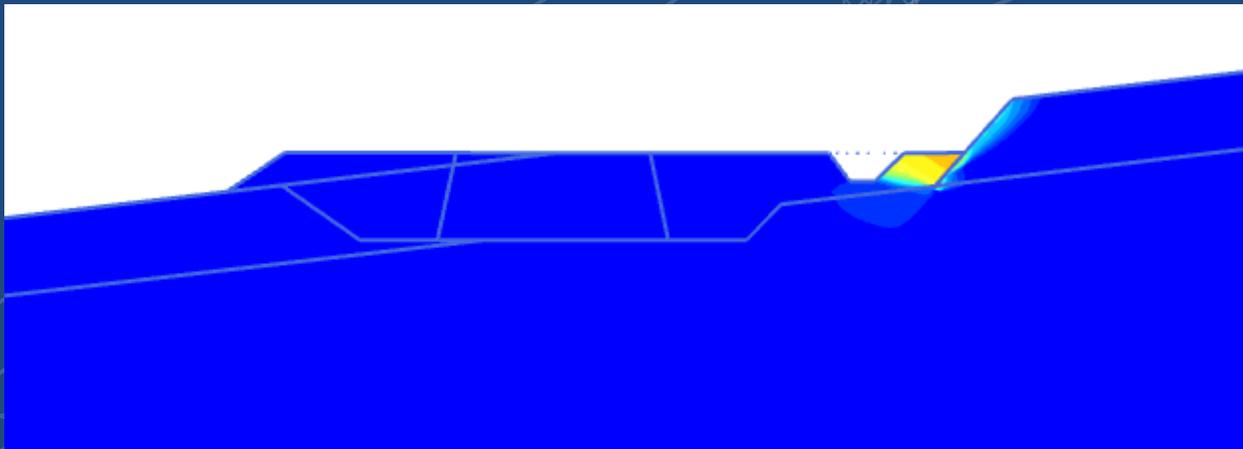


график перемещения у опоры $D_{max}=0,091$ м

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для безопасного и экономически эффективного строительства на участках с развитием курумов, необходимо уделять достаточное внимание изучению процесса курумообразования на стадии инженерно-геологических изысканий. И на основе полученных данных, проведя экспертный анализ, при необходимости разрабатывать индивидуальные решения по инженерной защите сооружения.



Благодарю за внимание!

Чернятин Дмитрий Владимирович

Младший научный сотрудник лаборатории №18 механики опасных природно-техногенных процессов и разработки методов инженерной защиты. ; e-mail: chernyatindv@gmail.com

НИИОСП им.Н.М.Герсеванова АО «НИЦ «Строительство» 109428, Москва, Рязанский просп., д. 59 Тел./Факс: (499) 171-22-40 Факс: (499) 170-27-57 сайт: niiosp.ru ; e-mail: niiosp@niiosp.ru