



## ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА УЧАСТКА БАМ В ХАБАРОВСКОМ КРАЕ. ОПЫТ ООО «ПК ТРУМЕР»

### ИЛЬТУГАНОВ И.Е.

Руководитель проектно-изыскательной группы  
ООО «ПК ТРУМЕР»

### АННОТАЦИЯ

Публикация посвящена комплексному проекту инженерной защиты перегона Тулучи – Акур на Байкало-Амурской магистрали в Ванинском районе Хабаровского края. Данный участок протяженностью 2 км, расположенный в горной местности, характеризуется высокими рисками возникновения камнепадов и снежных лавин. В работе рассматривается осуществление его инженерной защиты в 2023–2024 годах по проекту, выполненному компанией «СпецПроектПуть» при участии ООО «ПК ТРУМЕР», с проведением строительно-монтажных работ компанией «ТрансГеоСервис». Описываются проведенные обследования местности, включая геологические и геодезические исследования, а также детали реализации проектных решений по установке противокаменных и противолавинных барьеров. Статья подчеркивает важность точности инженерных изысканий и профессионального подхода к реализации проектов инженерной защиты на опасных участках железнодорожных путей.

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

опасные склоновые процессы; инженерная защита; инженерные изыскания; террасирование склона; противокаменные барьеры; противолавинные барьеры; железнодорожные пути; Байкало-Амурская магистраль; перегон Тулучи – Акур.

# ENGINEERING PROTECTION OF A BAM SECTION IN THE KHABAROVSK TERRITORY. THE EXPERIENCE OF PC TRUMER LLC

## IL'TUGANOV I.E.

Head of the design and engineering survey group of PK TRUMER LLC

## ABSTRACT

The publication is devoted to a comprehensive project for engineering protection of the Tuluchi-Akur section on the Baikal-Amur Mainline in the Vanino District of the Khabarovsk Territory. This 2 km long section, which is located in a mountainous area, is characterized by high risks of rockfalls and snow avalanches. The paper considers the implementation of its engineering protection in 2023–2024 according to the project carried out by the SpetsProektPut company with the participation of PK TRUMER LLC, with construction and installation work carried out by the TransGeoService company. The article describes the conducted surveys of the area, including geological and geodetic studies. It also describes details of the implementation of design solutions for the installation of anti-rockfall and anti-avalanche barriers. The article emphasizes the importance of accuracy of engineering surveys and professional approaches to the implementation of engineering protection projects on hazardous sections of railway tracks.

## KEYWORDS:

hazardous slope processes; engineering protection; engineering surveys; slope terracing; anti-rockfall barriers; anti-avalanche barriers; railway tracks; Baikal-Amur Mainline; Tuluchi-Akur section.

## Проектирование надежной инженерной защиты от опасных склоновых процессов ▶

Для защиты от опасных склоновых процессов на сегодняшний день существует множество различных технических решений. Опыт реализации аналогичных проектов показывает, что в зависимости от условий проектировщиками предлагаются изменение рельефа склона путем искусственного террасирования, сооружение улавливающих бетонных стенок и капитальных галерей, установка защитных тросово-сетчатых конструкций. При этом для принятия наиболее эффективного проектного решения определяющим всегда является выбор оптимального варианта защиты при эффективном расходовании финансовых средств.

На выбор того или иного проектного решения инженерной защиты могут повлиять сложный рельеф, трудности с логистикой для доставки техники и выполнения строительных работ, пожелания заказчика и многое другое.

Определяющую роль играет и корректность отчета, подготовленного изыскательскими организациями на предпроектной стадии. Стоит отметить, что эти работы часто выполняются недостаточно качественно, содержат неполный объем информации и нередко приводят к принятию некорректных,

экономически неэффективных или ненадежных проектных решений.

В связи с этим специалисты ООО «ПК ТРУМЕР» для каждого из своих объектов проводят дополнительные обследования, в том числе с применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). При этом, как правило, выполняются дополнительные геологические и геодезические полевые исследования.

При проведении геологических работ инженеры по горным рискам анализируют объемы проявлений и интенсивность опасных природных процессов на изучаемой территории. Как правило, эти исследования включают в себя: геоморфологическую оценку всех прилегающих к объекту склонов от зоны аккумуляции до зоны зарождения, картирование опасных склоновых процессов, статистический анализ аккумулятивного обломочного материала, документацию деформаций на существующих защитных конструкциях и других объектах инфраструктуры, выделение приоритетных нестабильных склонов, анализ трещиноватости и определение потенциальной блочности обломков.

При геодезических исследованиях специалисты используют полеты БПЛА для получения наиболее актуальной информации о нестабильных склонах.

Главной задачей на данном этапе работ является создание точной цифровой модели рельефа, которая в обязательном порядке захватывает зоны зарождения, транзита и аккумуляции материалов при склоновых процессах. Зачастую площадь цифровой модели рельефа, полученной специалистами компании «ПК ТРУМЕР», превышает площадь топографической съемки, используемой проектировщиками, более чем в 10 раз. Быстро выполнить съемку подобной площади возможно благодаря проведению воздушного лазерного сканирования (ВЛС) с БПЛА. При этом высокая точность финальной топографической съемки обеспечивается использованием высокоточного лазерного сканера (лидара) в режиме RTK (Real Time Kinematic – «Кинематика в реальном времени»).

Помимо «классической» топографической съемки, полевая геодезическая команда производит полеты БПЛА с высокоточной фотокамерой для получения фотограмметрической 3D модели высокой точности (2 см/пиксель).

Оба вида работ дополняют друг друга. В результате проектировщики оперативно получают наиболее актуальные данные в объеме, необходимом для выбора типов систем инженерной защиты и расчетов требуемых характеристик.

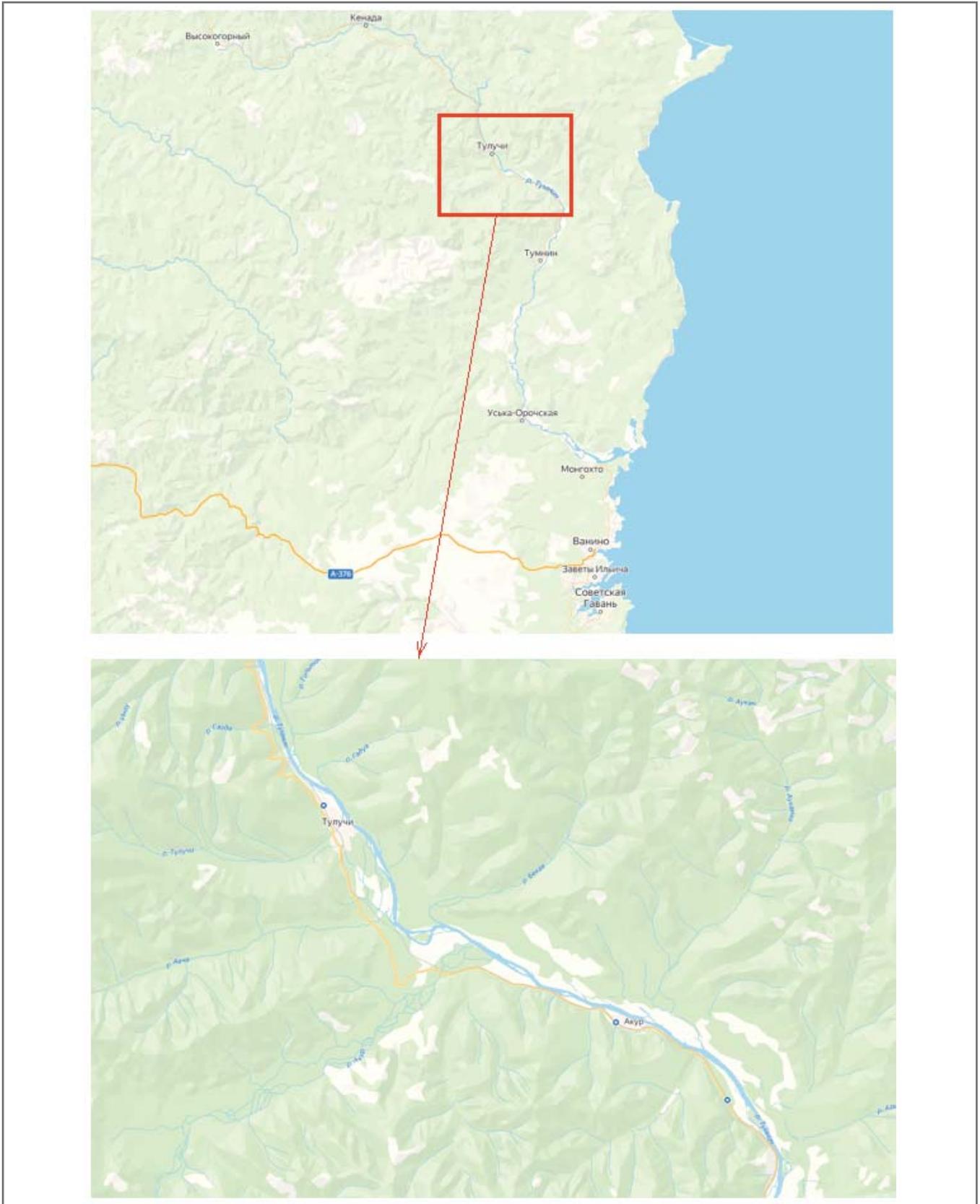


Рис. 1. Расположение территории работ на карте

**Создание инженерной защиты участка Байкало-Амурской магистрали ▶**

Перегон Тулучи – Акур находится в Ванинском районе Хабаровского края. Он расположен на участке Байкало-Амурской магистрали между городами

Комсомольск-на-Амуре и Советская Гавань (рис. 1).

В данном районе активно вдоль Байкало-Амурской магистрали развиты опасные гравитационные процессы. Рассматриваемый в статье участок является отрезком перегона Тулучи – Акур дли-

ной 2 км (рис. 2), которому постоянно угрожает сход камнепадов и снежных лавин. Для обеспечения бесперебойного и безопасного железнодорожного сообщения, защиты инфраструктуры и людей генпроектировщиком ООО «СпецПуть-Проект» совместно со специалистами



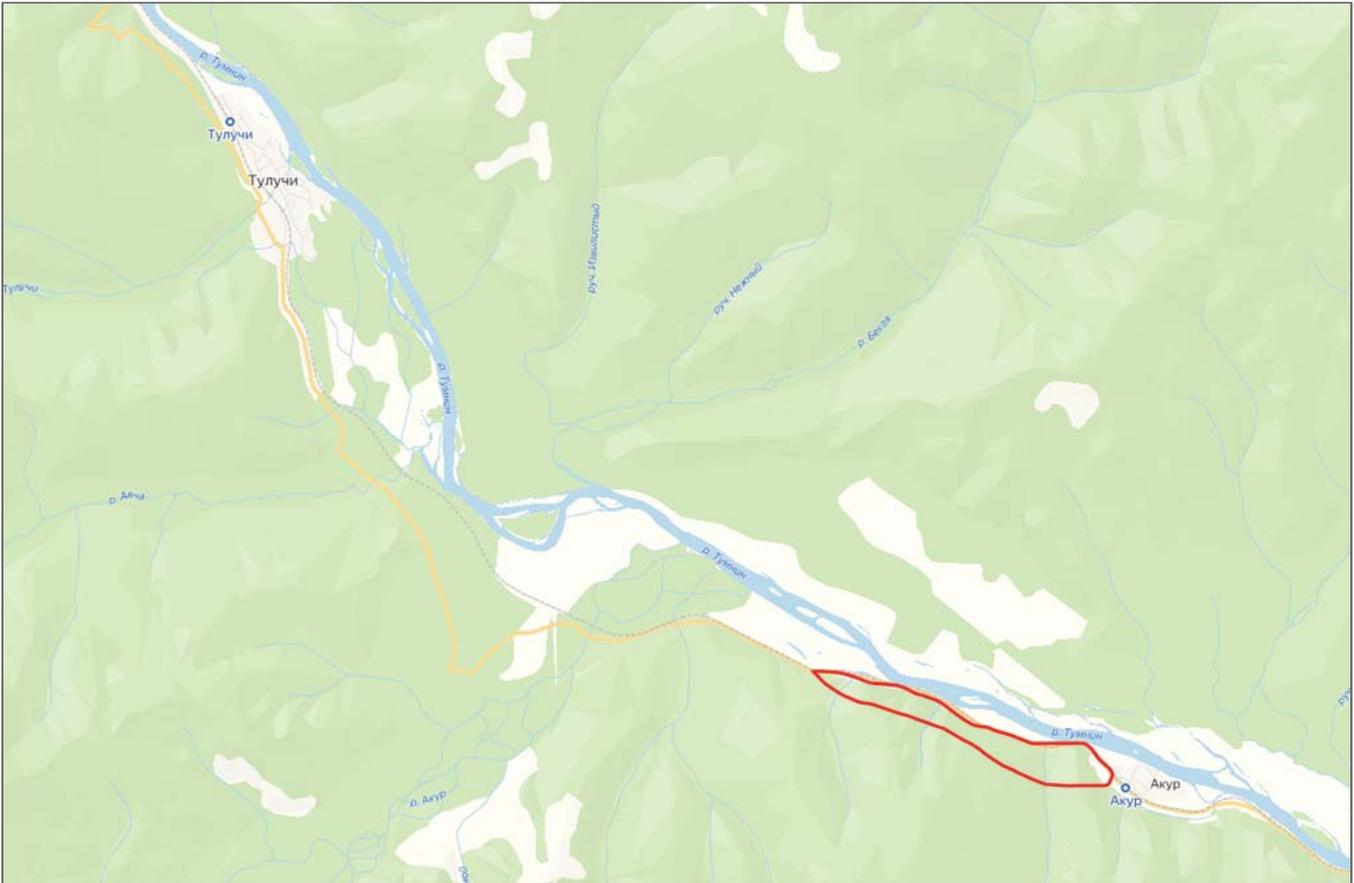


Рис. 2. Участок работ на карте (обведен красной линией)

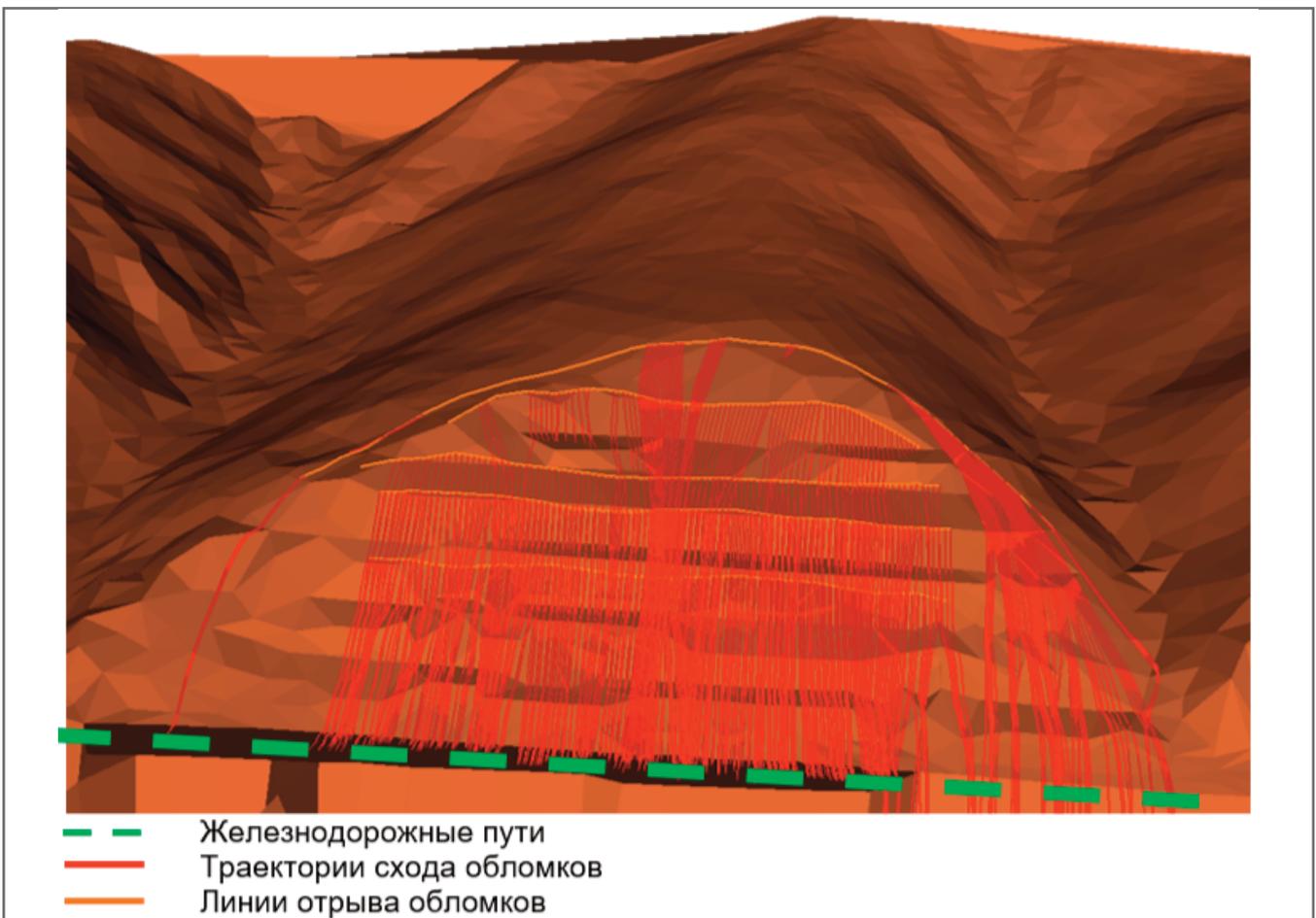
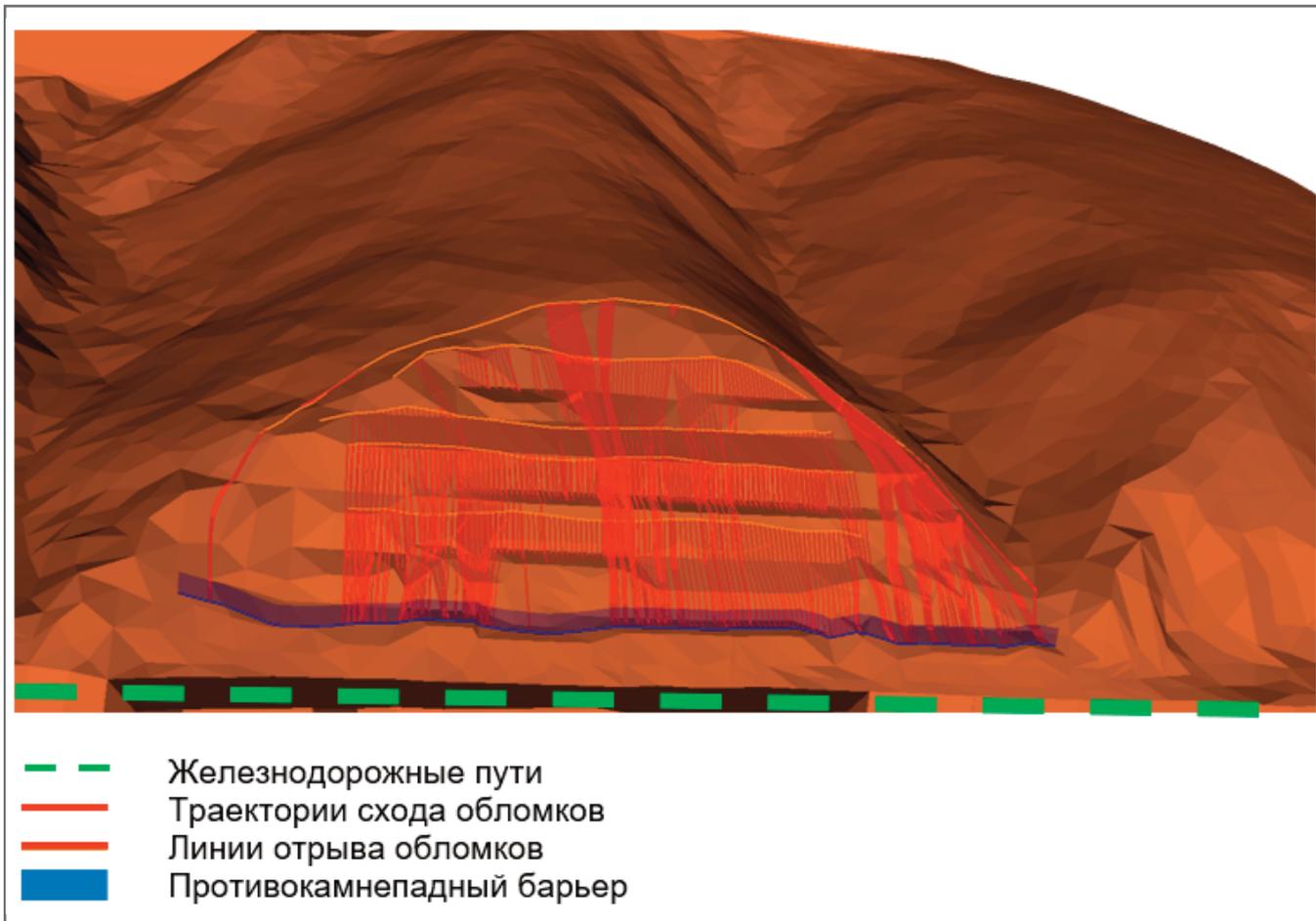


Рис. 3. Пример компьютерного моделирования схода обломочного материала на железнодорожные пути



**Рис. 4.** Компьютерное моделирование схода обломочного материала на железнодорожные пути с учетом установки противокамнепадного барьера TS-500-ZD высотой 4 м



**Рис. 5.** Установленный противокамнепадный барьер TSC-500-ZD высотой 4 м



**Рис. 6.** Процесс монтажа снегоудерживающих барьеров Snow Rake Dk 2.0

ООО «ПК ТРУМЕР» в 2020–2023 годах был разработан масштабный проект по инженерной защите этого участка.

Для рассматриваемого участка полевые выезды выполнялись дважды – в 2020 и 2023 годах. Осенью 2020 года инженеры по горным рискам еще до начала строительных работ провели обследование нестабильных склонов. Были выделены участки железнодорожных путей, которым угрожают камнепады и лавины.

Летом 2023 года полученные ранее данные были актуализированы и дополнены.

Несмотря на то что системы инженерной защиты занимают лишь малую часть в проектах модернизации перегонов БАМа, их проектирование имеет свои особенности. Ввиду этого специалисты проектного отдела компании «ПК ТРУМЕР» всегда работают в кооперации с главным проектировщиком. Задачей проектной группы является

расчетное обоснование выбора типа защитных конструкций, их характеристик и расположения.

Выбор каждого защитного барьера на участке выполнялся на основе расчетов, 2D и 3D моделирования (например, рис. 3) и опыта реализации подобных проектов, в том числе за рубежом.

По результатам камеральной обработки полученных данных генпроектировщик совместно со специалистами

компании «ПК ТРУМЕР» было разработано оптимальное решение по инженерной защите рассматриваемого участка (рис. 4).

Для защиты от камнепадов было выбрано комбинированное решение с возведением террас и установкой на них противокампнепадных барьеров.

Проектом была предусмотрена установка трех рядов камнеулавливающих ограждений TS-1000-ZD+S высотой 6 м, выдерживающих энергию удара до 1000 кДж, с общей длиной 728 м. А для зимнего периода эксплуатации была предусмотрена адаптация барьеров под статическую снеговую нагрузку.

Также была запроектирована установка двух рядов противокампнепадных барьеров TSC-500-ZD высотой 4 м, выдерживающих энергию удара до 500 кДж, с общей длиной 168 м (рис. 5), а также двух рядов барьеров TSC-500-ZD высотой 3 м, выдерживающих энергию удара до 500 кДж, с общей длиной 216 м.

Важно упомянуть, что в ходе расчетов и моделирования использовались только те данные, которые были получены в ходе полевых работ: размеры блоков, которые сошли со склонов, актуальный рельеф, потенциальные зоны отрыва обломков и т.д. Это позволило произвести расчеты, наиболее приближенные к реальности.

Для защиты от лавин было предложено возведение каскада из рядов снегоудерживающих барьеров в зонах зарождения снежных лавин. Проектом была предусмотрена установка 29 рядов противолавинных барьеров Snow Rake Dk 2.0 высотой 2 м с общей длиной 1545 м.

Расчетные обоснования противолавинных барьеров основывались на данных инженерно-гидрометеорологических изысканий (ИГМИ), многолетних наблюдений службы пути и на отраслевых нормативных документах (в том числе европейских).

Помимо расчетных обоснований типов и характеристик защитных конструкций проектный отдел проработал с генпроектировщиком все детали, связанные с этими конструкциями: выбор типа анкерного крепления, расчеты усилий, оказываемых на анкер, глубина его забуривания и пр.

Результатом совместной работы над проектом стало получение положительного заключения Главгосэкспертизы.

Несмотря на удаленность объекта, поставка защитных систем завершилась в срок и уже в 2023 году начались строительные-монтажные работы.



Рис. 7. Проведение строительно-монтажных работ на склоне

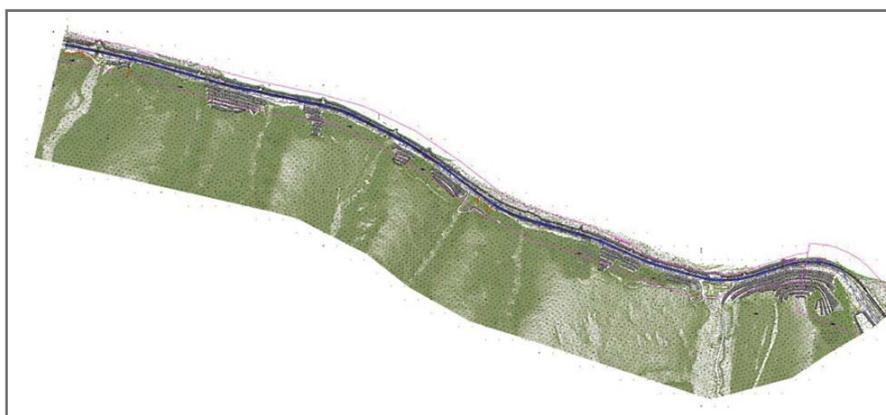


Рис. 8. Результаты топографической съемки участка с построенными защитными сооружениями (масштаба 1:500)



Рис. 9. Ортофотоплан участка с построенными защитными сооружениями

Генподрядчиком, производившим строительные-монтажные работы, выступила компания «ТрансГеоСервис» (рис. 7).

Поскольку защитные конструкции состояли из большого количества элементов (стоек, рулонов сетки, оттяжек, тросов разных диаметров и др.), на всех этапах работ специалисты компании

«ПК ТРУМЕР» консультировали генподрядчика при монтаже.

В августе 2023 года работы на объекте завершились. И в ходе полевого выезда инженеры по горным рискам оценили качество проведенных монтажных работ, а геодезическая группа выполнила исполнительную съемку объекта (рис. 8, 9). 