



Аспирант СКГМИ (ГТУ)
В.Х. Кесаонов

Проектирование местоположения новых противолавинных галерей на участке ТрансКАМа

В.Х. Кесаонов

ОСНОВНЫЕ ЗАМЕТКИ О ТРАНСКАМЕ

Участок Транскавказской автомагистрали (ТрансКАМ) от г. Алагира до Рокского тоннеля, проходящего под Главным Кавказским хребтом, имеет протяженность 70,0 км. На этом участке ТрансКАМ пересекает четыре хребта: Лесистый, Скалистый, Боковой и Главный Кавказский хребет. До Зарамагской котловины дорога располагается в нижних ярусах долины р. Ардон. Высота расположения дорожной полки над поймой варьирует от нескольких метров до 100 метров в районе строительства плотины Зарамагской ГЭС.

Практически полностью, расположенный в горных условиях, участок дороги отличается особой сложностью в эксплуатации. Вся территория прохождения автомобильной дороги подвержена воздействию различных по генезису и интенсивности неблагоприятных экзогенных геологических процессов, таких как сели – главным образом паводковые и оползневые, которые проявляются практически по всем притокам и балкам. Формирование селевых потоков, проявление которых отличается внезапностью, часто приводит к разрушению участков дороги.

По части опасности, исходящей от схода снежных лавин, можно отметить следующее. В общей сложности на 28-километровом участке от п. Бурон до северного портала Рокского тоннеля по данным СКВС расположены 234 лавинных очага, 172 из них непосредственно угрожают и могут создавать лавинные завалы на автодороге. Из 172 лавинных очагов, угрожающих дороге, 14 расположены на противоположном от дороги склоне. Орографически, от п. Бурон до п. Нар автодорога расположена по правому борту ущелья, затем переходит на левый и через 3,3 км по «Чертову» мосту опять возвращается на правый борт (рис. 1а). Только перед самым порталом Рокского туннеля, расположенным в левом борту, существует еще один мост.

Наибольшая плотность лавинных очагов приурочена к 8-километровому участку дороги от

«Чертова» моста (86 км дороги) до северного портала Рокского тоннеля. Здесь дорога подвержена воздействию 100 лавинных очагов. Плотность составляет 12 ЛО/км. Для сравнения: на участке п. Бурон – с. Н. Зарамаг плотность лавинных очагов на один погонный километр составляет 4,5 ЛО/км. Превышение дорожной полки на рассматриваемом участке над дном ущелья в среднем составляет 20–30 метров, что способствует уменьшению объемов лавинных завалов на полотне дороги, так как зона основной аккумуляции лавинного снега приходится на пойменную область долины.

За последние годы, по данным ТЦМП ГУ МЧС России по РСО-А, на полотне автодороги сошло следующее количество лавин:

В сезон 2004–2005 годов сошло 254 лавины, принудительно было спущено – 91.

В сезон 2005–2006 годов сошло 275 лавин, принудительно было спущено – 62.

В сезон 2006–2007 годов сошло 268 лавин, принудительно было спущено – 53.

В сезон 2007–2008 годов сошло 251 лавина, принудительно было спущено – 114.

В районе ТрансКАМа безопасность от лавин обеспечивается проведением комплекса профилактических мероприятий в два этапа.

Этап выявления, предупреждения и снятия угроз лавинной опасности обеспечивается Рокским противолавинным отрядом СКВС Росгидромета. Это достигается технологически – артиллерийскими обстрелами лавиноопасных склонов, организационно – прогнозами лавинной опасности и рекомендациями по эксплуатации автодороги. Эффективное функционирование Рокского ПЛО является определяющим фактором обеспечения безопасности и может быть достигнуто при неукоснительном выполнении технологии профилактического обрушения лавин и строгом соблюдении ведомственных «Методических рекомендаций» по информационному обслуживанию.

На этапе реагирования безопасность эксплу-

атации ТрансКАМа обеспечивается взаимодействием ГУ МЧС России по РСО-А, ГУ УпрДор «Северный Кавказ», Владикавказским пограничным отрядом, Северо-Осетинской таможней, УГИБДД МВД РСО-А, СО Гидрометцентром, СО ПСО МЧС России.

Существующая схема функционирования подсистемы РСЧС в этом районе действует в рамках межведомственного документа «Единый регламент взаимодействия министерств, ведомств и организации Республики Северная Осетия-Алания по обеспечению безопасности дорожного движения по Транскавказской автомагистрали в зимний период», который был разработан, согласован с заинтересованными ведомствами и организациями и утвержден в 2007 году.

В целом выполнение пунктов «Единого регламента...» должно обеспечивать безопасную эксплуатацию ТрансКАМа в условиях лавинной опасности.

Судя по вышеизложенной информации, обеспечение эксплуатации дороги в зимний период времени – дело весьма трудоемкое и затратное, не исключающее временную приостановку транспортного потока на период непогоды, проведения мероприятий по принудительному спуску лавин и последующей расчистки дорожного полотна от лавинных завалов.

Лучшим средством для обеспечения безопасности и бесперебойности функционирования автомагистрали в зимний период являются противолавинные галереи. В настоящее время на участке оборудована одна противолавинная галерея длиной около 900 метров (ПК 245+00 – ПК 253+90). Она защищает самый поражаемый интервал дороги, расположенный к югу от балки Алхатком – правой ветви долины р. Закка. Всего галерея нейтрализует 6 лавин. Остальные 7 километров расчищаются.

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПОРАЖАЕМЫХ УЧАСТКОВ ДОРОГИ

Учитывая, что строительство противолавинной галереи – дело дорогостоящее, в данной работе предпринята попытка решения вопроса с экономической позиции.

В табл. 1 приведены статистические данные по лавинной обстановке в границах рассматриваемого участка. Плановое положение лавиносборов показано на космическом снимке (рис. 1а). Также на рисунке показано полотно дороги с указанием пикетов, положение существующей противолавинной галереи, проектируемое положение новых тоннелей и галерей. Диаграмма, представленная на рисунке (рис. 1б), составлена по таблице 1. На горизонтальной оси показан метр-раж по оси дороги (соответствующий пикетам). По вертикальной оси – объем лавины в тыс. м³

(черная линия) и условная величина поражающего параметра лавины: $A=L \cdot h \cdot q \cdot 200$ (серая линия). Масштабирующий коэффициент «200» позволяет показать параметры А и V наглядно в едином поле построения диаграммы. Коэффициент корреляции для этих рядов составляет: $K_{\text{корр}} = 0,72$. Следует отметить, что лавины №65 (балка Алхатком) и № 96 (балка Водопадная), несмотря на свой большой объем, не отличаются значительным поражающим фактором, так как зоны аккумуляции основной массы снега расположены в самих балках.

АНАЛИЗ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

К настоящему времени проведены изыскательские работы для проектирования еще трех галерей и двух тоннелей на данном участке ТрансКАМа. Проектное положение этих галерей показано на рис. 1-а (с приставкой «Ростов»). На участке ПК 204+90 – ПК 207+50 строительство галереи оправдано – с очень многоснежного и крутого склона сходят среднескоростные лавины, завалы от которых полностью располагаются на дорожной полке. Это четко отслеживается на диаграмме (рис. 1-б). Тоннель длиной около 250 метров, продолжающий галерею сквозь скальный выступ до ПК 211+00 фактически будет защищать от лавин № 33 и 35, очень частых, но сравнительно, маленьких. Для защиты от них достаточно возведение галереи, длиной около 70 метров. В аналогичных лавинных условиях проектируется и второй тоннель, длиной около 250 метров (ПК 249+00 – ПК 257+20). Изменению подлежит только номер лавины: №79. Защитная галерея, продолжающая второй тоннель до ПК 258+60, нужна, потому что будет нейтрализовать сразу две лавины: небольшую, но частую – №80 и большую скоростную лавину №81 (см табл. 1 и рис. 1).

Очевидно, что обозначенные выше мероприятия далеко не полностью решают проблему бесперебойного движения по ТрансКАМу в зимний период. Использование информации, проявленной на диаграмме и фотоплане (рис. 1), помогает легко обозначить наиболее опасные и поражаемые участки дороги. Такие участки отмечены отрезками линии серого цвета – проектируемого положения 11 новых противолавинных галерей. В таблице 2 собраны сведения о пикетажном положении и протяженности наиболее опасных участков.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО КОНСТРУКЦИОННЫМ ОСОБЕННОСТЯМ ПРОТИВОЛАВИННЫХ ГАЛЕРЕЙ

Изначальным предназначением противолавинной галереи является защита опасного участка дороги от поражающих факторов лавины:

Таблица 1

**Статистические данные по параметрам лавинных завалов
на дорожной полке ТрансКАМа**

№ п/п	№ ЛО	Макс количество лавин за сезон 1986-1987 гг. (ц)	Количество лавин за 8 лет до уровня дороги	Частота схода лавин	Длина завала (L) м		Высота завала (h) м		Объем лавины (V) тыс. м ³		Лавинная активность A=L*h*Q	Пикеты	
					макс.	характ.	макс.	характ.	V макс	V хар			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
48	27'	2	3	0,4	21	0-5	1	0	1	0,4	42	204,50	
49	27'	4	14	1,8	43	10-20	3	0,5	7	2,2	516	205,00	
50	28	11	46	5,8	101	50-80	10	5	33	24	11110	206,00	
51	29	9	24	3	79	25-50	7	4	36	0,7	4977	206,70	
52	30	11	40	5	57	10-40	7,5	2	10	0,1	4702,5	207,70	
53	31	9	28	3,5	34	15-25	6,5	1	1,5	0,1	1989	208,10	
54	32	10	21	2,6	42	15-20	4	1,5	1,8	0,4	1680	208,60	
55	33	8	25	3,1	49	15-25	5	2	5	0,6	1960	210,20	
56	35	10	39	4,9	70	25-40	6	2	10	0,1	4200	211,30	
57	36	4	7	0,9	38	0-5	1	0	1	0,1	152	211,70	
58	37	5	9	1,1	70	10-20	3,5	1	14	0,7	1225	214,00	
59	38	4	4	0,5	35	0-5	2,5	0,5	10	0,2	350	215,50	
60	39'	3	3	0,4	55	10-15	1,5	0,5	2,5	2	247,5	216,30	
61	39	9	25	3,1	59	30-40	5,5	3	30	0,1	2920,5	217,10	
62	40'	5	5	0,6	10	0-5	1,5	0	1	0,1	75	217,50	
63	40"	3	3	0,4	27	0-5	2,5	0	1	0,1	202,5	217,80	
64	40	9	28	3,5	53	40-50	5	3	42	0,4	2385	218,00	
65	41	12	36	4,5	50	30-40	4	3	5	0,2	2400	218,50	
66	41'	9	15	1,9	30	15-20	3,5	2,5	2,5	0,5	945	218,90	
67	41"	9	7	0,9	26	10-15	3,5	1	1,5	0,1	819	219,20	
68	42	10	23	2,9	45	25-30	5	2,5	1,8	5,6	2250	219,70	
69	43	13	35	4,4	68	40-60	6	4	84	0,3	5304	220,50	
70	44	5	18	2,3	39	20-30	2,5	1,5	4	0,2	487,5	221,50	
71	45	6	16	2	36	15-20	2,5	1,5	2,7	2,2	540	222,30	
72	46	13	46	5,8	103	40-70	7	3	33	0,2	9373	223,00	
73	46'	5	9	1,1	53	30-40	3,5	2,5	3	0,1	927,5	223,70	
74	46"	5	8	1	75	15-20	2,5	1	1,8	0,6	937,5	225,00	
75	47	10	32	4	55	30-40	3,5	2	8,4	0,1	1925	226,00	
76	48	4	7	0,9	38	10-15	2	1	1,5	0,1	304	226,70	
77	48'	3	3	0,4	15	0-5	2	0,5	1	0,6	90	228,00	
78	49	11	38	4,8	64	30-50	5	2,5	9	0,3	3520	228,60	
79	50	11	27	3,4	45	20-30	2,5	2	5	0,2	1237,5	229,30	
80	51	7	12	1,5	38	10-20	2	1	3	0,1	532	230,20	
81	52	6	8	1	21	0-5	1	0	1,5	0,7	126	230,70	
82	53	12	46	5,8	84	30-60	8	3	25	0,3	8064	231,20	
83	53'	7	8	1	45	10-20	2	1	1,8	0,1	630	231,70	
84	53"	4	6	0,8	26	5-10	1	0,5	1,2	0,1	104	232,60	
85	54	13	30	3,8	56	30-40	7	3	10	0,6	6096	233,00	
86	55	10	26	3,3	59	15-30	3,5	3	7	0,5	2065	233,50	
87	55'	6	7	0,9	33	5-15	1,5	1	1,2	0,1	297	234,00	
88	56	11	27	3,4	100	50-80	10	7	100	6,6	11000	235,00	
89	56'	8	12	1,5	60	5-15	3	1	10	0,6	1440	235,40	
90	57	10	26	3,3	85	35-80	8	4	54	38	6800	236,20	
91	58	4	11	1,4	80	10-20	3	1	3	0,2	960	237,00	
93	60	9	26	3,3	62	35-45	7	4	42	2,8	3906	240,30	
94	61	9	27	3,4	70	30-40	5,5	3	21	1,4	3465	240,70	
95	62	9	22	2,8	35	20-30	4	2	13	0,9	1260	240,80	
96	63	10	26	3,3	55	30-40	5,5	3	10	0,6	3025	241,00	
97	64	8	20	2,5	60	20-35	5	2,5	6	0,4	2400	241,50	
98	65	3	8	1	90	10-60	5	2,5	630	42	1350	243,80	
99	66	12	32	4	80	30-45	7	3	10	0,7	6720	245,30	
100	66'	5	8	1	45	10-15	3	1,5	1,5	0,1	675	245,80	
101	67	Противолавинная галерея											246,50
102	68	Противолавинная галерея											247,60
103	69	Противолавинная галерея											247,90
104	70	Противолавинная галерея											249,00
105	71	Противолавинная галерея											249,60
106	71'	Противолавинная галерея											250,00
107	72	Противолавинная галерея											251,50
108	73	Противолавинная галерея											252,00
109	74	Противолавинная галерея											253,00
110	75	Противолавинная галерея											253,60
111	75'	Противолавинная галерея											254,00
112	75"	5	11	1,4	27	15-20	1	1	1,5	0,1	135	254,50	
113	79	10	17	2,1	42	25-35	2	1	2,5	0,2	840	257,00	
114	80	10	33	4,1	61	20-40	4,5	3	7,5	0,5	2745	258,10	
115	81	10	28	3,5	95	40-60	6	4	84	56	5700	258,80	
116	82	4	9	1,1	68	15-20	2	1	4	0,3	544	259,50	
117	83	9	28	3,5	85	40-60	6,5	4	48	3,2	4972,5	260,30	
118	84	10	23	2,9	53	30-40	3,5	2	7,5	0,5	1855	261,00	
119	86	11	30	3,8	56	40-45	4	3	11	0,7	2464	263,60	
120	87	12	32	4	52	25-40	3,5	2,5	7,5	0,5	2184	264,00	
121	88	8	16	2	34	10-20	2	1,5	2,4	0,2	544	264,40	
122	89	9	16	2	33	15-25	2,5	1,5	4	0,3	742,5	265,80	
123	90	7	17	2,1	33	20-25	2,5	1,5	1,2	0,1	577,5	266,10	
124	91	8	22	2,8	60	45-50	8	6	108	7,2	3840	267,70	
125	91'	8	35	4,4	50	25-40	6,5	5	9	0,6	2600	268,30	
126	91"	1	1	0,1	45	15-25	1,5	0,8	1,5	0,1	67,5	267,30	
127	92	5	11	1,4	38	25-30	2	1	3	0,2	380	269,10	
128	93	6	21	2,6	68	40-50	4,5	3	18	1,2	1836	269,50	
129	94	5	18	2,3	90	15-35	2,5	1	4,5	0,4	1125	270,50	
130	95	1	1	0,1	45	0-5	1	0	1,5	0,1	45	272,50	
131	96	2	3	0,4	80	30-40	3	1,5	450	30	480	273,40	
132	97	0	0	0	0	0	0	0	1,3	0,2	0	273,50	
133	98	5	12	1,5	108	20-60	6	2	70	4,6	3240	275,30	
134	99	1	4	0,5	20	0-5	0,5	0	7,5	0,5	10	277,00	
135	100	3	7	0,9	58	0-5	2,5	0	23	2,6	435	278,80	
136	101	3	8	1	109	20-30	3	2	5	0,4	981	280,40	

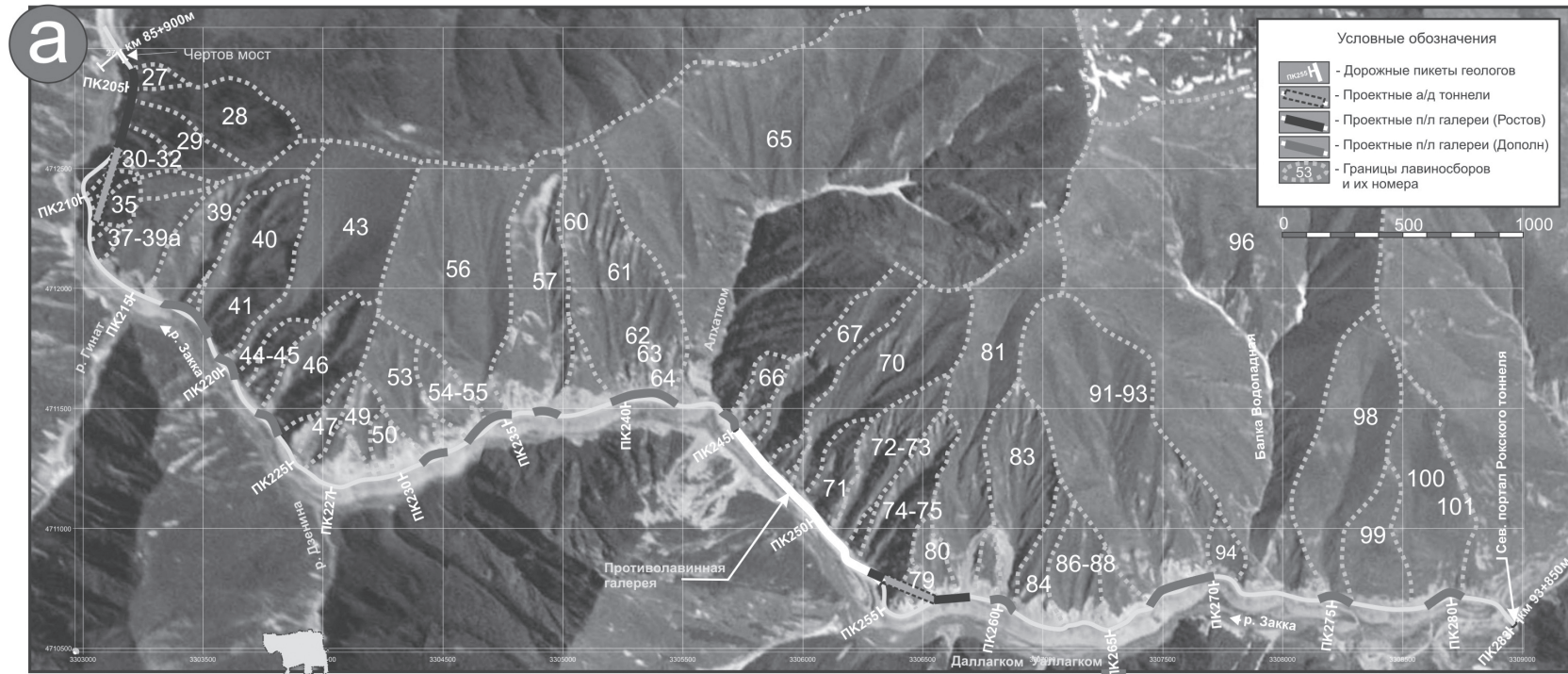


Рис. 1. Космофотоплан участка Транс КАМ от Чертова моста до южного портала Рокского туннеля и диаграмма поражаемости дороги лавинами



Рис. 2. Противолавинная галерея на ТрансКАМе

ударной волны, удара фронта лавины и аккумуляции снежных завалов на полотне дороги. Разрушительное действие двух первых факторов очевидно. Исходя из этих условий, можно сформулировать основной принцип в разработке конструкции противолавинной галереи: *архитектура галереи должна органично вписываться в существующий рельеф при пересечении лавинного лотка, не образуя сколь-нибудь значительных помех для движущихся снежных масс*. К сожалению, этот принцип не был учтен во время проектирования существующей противолавинной галереи. Она изначально была отнесена от верхового откоса на недопустимое расстояние и имела плоскую, горизонтальную крышу, представляя собой перед падающей под углом 45° лавиной заградительное сооружение, принимающее **на себя** всю мощь лавинного удара. Даже большая прочность ей не помогла. Одной из лавин галерея была сильно разрушена в своей северной части. После такого события на ее кровле был искусственно сооружен насыпной, прислоненный к коренному склону откос, что, собственно, и стало гарантией устойчивости данного сооружения в будущем (рис. 2).

Дальнейшее оснащение лавиноопасных участков автомагистрали защитными галереями следует проводить с учетом обозначенного выше принципа. На рисунке 3, на примере реальной геометрии поперечного профиля через дорожный врез, продемонстрирована идеология формирования облика противолавинной галереи, предназначенной для защиты от

мощных высокоскоростных лавин, каковыми изобилует данный участок ТрансКАМа. Профиль свода галереи, сопряженный с профилем лавинного склона, создает условия, значительно уменьшающие (тангенциальные) сдвигающие нагрузки на сооружение при прохождении лавины. Обтекаемая конфигурация такого перекрытия исключает возможность воздействия ударного уровня от движущейся снежной массы и обеспечивает отсутствие «слабых точек», присущих резким изломам в конструкции сооружения.

Из опыта эксплуатации ТрансКАМа в зимний период времени известно, что административное регулирование транспортного потока действует не безотказно. Много трагических случаев связано с быстрым развитием экстремальной лавинной ситуации. Человеческий фактор в недооценке реальной опасности, как правило, играет решающую роль. Принятие в 2007 году «Единого регламента взаимодействия министерств и организаций Республики Северная Осетия-Алания по обеспечению безопасности дорожного движения по Транскавказской автомагистрали в зимний период» нацелено на повышение безо-

Таблица 2

Пикетные значения наиболее лавиноопасных участков

№	№ лавины	№ участка	начальный ПК	конечный ПК	длина участка (м)
1	39	1	216,00	218,50	250,00
2	40				
3	43	2	219,40	220,75	135,00
4	46	3	222,20	223,60	140,00
5	53	4	230,60	232,00	140,00
6	54	5	233,00	235,40	240,00
7	56				
8	57	6	236,50	237,50	100,00
9	60	7	239,50	242,00	250,00
10	83	8	259,60	260,40	80,00
11	91	9	267,00	270,00	300,00
12	93				
13	98	10	274,50	275,70	120,00
14	100	11	278,80	280,50	170,00
15	101				
сумма					1925 метров

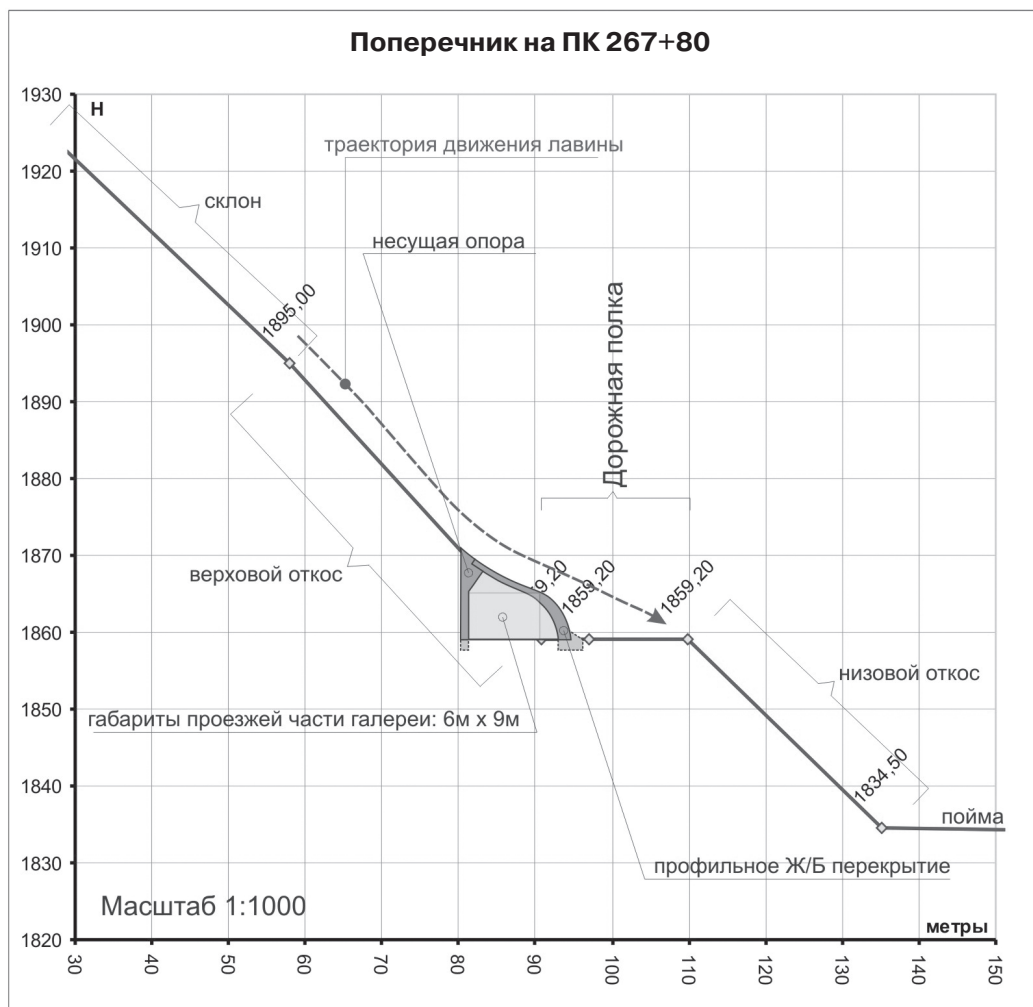


Рис. 3. Определение местоположения секции противолавинной галереи и профиля перекрытия на примере поперечного сечения через ПК 267+80 ТрансКАМа

пасности, однако проблему перебоев в движении – главной причине, мобилизирующей человека на максимальный риск, – он не решает. Про-

тиволавинные галереи позволят свести к минимуму время простоя транспорта и значительно повысят уровень безопасности движения.

Литература

1. Отчет ОАО «Севосгеологоразведка»: Инженерно-геологические изыскания к проекту «Автомобильная дорога Алагир – Ниж. Зарамаг до границы с Республикой Грузия, противолавинные галереи и туннели на участке 85+900 км – 91+800 км», 2005 г. (Информационный отдел Северо-Кавказского филиала Территориального Фонда Информации по Южному ФО).

2. Отчет ГПП «Севосгеологоразведка»: «Технико-Экономическое Обоснование III-очередки

строительства ТрансКАМа, инженерно-геологическое доизыскание», 1996 г. (Информационный отдел Северо-Кавказского филиала Территориального Фонда Информации по Южному ФО).

3. Адцеев В.Г. «Доклад о готовности функциональной подсистемы РСЧС по обеспечению безопасности от лавин на ТрансКАМе в пределах Республики Северная Осетия-Алания», ТЦМПГУ МЧС России по РСО-А. – Владикавказ, 2008 г. (Ведомственная информация).