



# ЗАЩИТА ФЕДЕРАЛЬНОЙ ДОРОГИ «АМУР» (ЧИТА — ХАБАРОВСК) ОТ ОПАСНЫХ ИНЖЕНЕРНО- ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ

## HOW TO PROTECT THE «AMUR» FEDERAL HIGHWAY (CHITA — KHABAROVSK) FROM DANGEROUS ENGINEERING- GEOCRYOLOGICAL PROCESSES AND PHENOMENA

### КОНДРАТЬЕВ В.Г.

Научный руководитель НПП «ТрансИГЭМ», профессор кафедры гидрогеологии и инженерной геологии горного факультета Забайкальского государственного университета, д.г.-м.н., г. Чита, v\_kondratiev@mail.ru

### КОНДРАТЬЕВ С.В.

Аспирант кафедры гидрогеологии и инженерной геологии Забайкальского государственного университета, г. Чита, skondratev@gmail.com

### KONDRATIEV V.G.

Research manager of the «TransEGEM» RPE, professor of the Hydrogeology and Engineering Geology Department of the Mining Faculty of Trans-Baikal State University, Chita, ScD (doctor of science in Geology and Mineralogy), v\_kondratiev@mail.ru

### KONDRATIEV S.V.

Post-graduate student of the Hydrogeology and Engineering Geology Department of the Mining Faculty of Trans-Baikal State University, Chita, skondratev@gmail.com

### Ключевые слова:

автодорога «Амур» (Чита – Хабаровск); вечная мерзлота; деформации земляного полотна; стабилизационные мероприятия; инженерно-геокриологический мониторинг.

### Key words:

«Amur» highway (Chita – Khabarovsk); permafrost; embankment deformations; stabilization measures; engineering-geocryological monitoring.

### Аннотация

**В статье рассматривается современное состояние автодороги «Амур» (Чита – Хабаровск). Описываются причины многочисленных деформаций ее земляного полотна. Приводится критический анализ предлагаемых проектными организациями технических решений по его стабилизации. Предлагаются пути решения проблемы. Обосновываются необходимость создания, структура и схема функционирования системы инженерно-геокриологического мониторинга дороги.**

### Abstract

**The article considers the current state of the Transbaikalian section of the «Amur» highway (Chita – Khabarovsk), describes the causes of numerous deformations of its embankment, critically analyzes some technical decisions proposed by design organizations to stabilize the embankment, proposes some ways to solve the problem, justifies the structure, functioning scheme and necessity of creation of the engineering-geocryological monitoring system of the highway.**

Имеющая для России важнейшее стратегическое значение федеральная автомобильная дорога «Амур» (Чита — Хабаровск) [1], строительство которой было завершено в сентябре 2010 года, испытывает все возрастающее негативное воздействие инженерно-геокриологических процессов (рис. 1, 2). Об их опасности и необходимости своевременной защиты автодороги в период ее проектирования и сооружения говорилось и писалось неоднократно [2–5], в том числе и на общероссийских конференциях изыскательских организаций [2, 3]. К сожалению, наши предложения [4, 5, 8, 9] дирекцией строительства дороги и Федеральным дорожным агентством (Росавтодором) в основном игнорировались под предлогом дефицита времени и денег. Теперь деньги у агентства появились, много денег<sup>1</sup>, а дорога становится все хуже и хуже<sup>2</sup>. При этом руководители Росавтодора весьма поверхностно воспринимают проблему разрушительного воздействия мерзлотных процессов на дорогу и наивно полагают, что американцы нам помогут<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> 288,95 млрд руб. в 2011 г., 335 млрд руб. в 2012 г. и 408 млрд руб. в 2013 г. При этом затраты на содержание и ремонт дорог растут быстрее, чем в целом бюджет Росавтодора. Например, по плану 2013 г. они в 1,48 раза больше, чем в 2012 г.

<sup>2</sup> Вот один из отзывов о дороге на сайте г. Читы за 14.11.2012 г.: «Если в позапрошлом году можно было ездить спокойно, в прошлом уже с опаской, то в этом знаков «тительки» на каждом километре и «Амурских волн» становится все больше... Года через два там можно будет ездить только на внедорожниках».

<sup>3</sup> См. отчет о пресс-конференции руководителя Федерального дорожного агентства Романа Старовойта (23.07.2013 г.) в пресс-центре РБК на сайте Росавтодора.



Как известно, решение о строительстве автодороги Чита — Хабаровск было принято Советом Министров СССР в 1966 году. Затем более 10 лет Союздорпроект, Иркутскгипродорнии и Дальгипродорнии проводили изыскания и проектирование дороги. Строительство началось в 1978 г., завершилось в сентябре 2010 г. и обошлось в 200 млрд рублей.

Дорога имеет протяженность 2165<sup>4</sup> км и пересекает с запада на восток Забайкалье и Приамурье — территории с весьма неоднородными геоморфологическими, геолого-тектоническими и ландшафтно-климатическими условиями, что, в свою очередь, предопределяет значительную неоднородность инженерно-геокриологических условий вдоль ее трассы. Она проходит через районы с очень сложными, сложными, относительно сложными и относительно простыми инженерно-геокриологическими условиями. Причем сложность условий в основном определяется наличием и льдистостью многолетнемерзлых пород, их просадочностью при оттаивании, а также пучинистостью при промерзании сезонноталых и сезонномерзлых грунтов.

При строительстве и в первые годы эксплуатации дороги произошли существенные изменения мерзлотной обстановки и активизировались неблагоприятные инженерно-геокриологические процессы, в частности термокарст, пучение, солифлюкция, термоэрозия, наледообразование и др., разрушающие ее и создающие предпосылки к снижению скорости и безопасности движения по ней автомобилей. Уже в год завершения строительства магистрали 263 км (12,1%) нуждались в капитальном ремонте, а около 400 км (18,5%) — в реконструкции<sup>5</sup>. Иными словами, проектная скорость движения автомобилей 100 км/ч почти на трети протяженности только что построенной дороги «Амур» не обеспечена. Не зря В.В. Путин назвал ее «хорошей проселочной дорогой», проехав в августе 2010 г. от Хабаровска до Читы.

Прошло три года, и дорога стала еще хуже<sup>6</sup>. Стремительно растет количество мест с просадками земляного полотна, обусловленными оттаиванием (деградацией) многолетнемерзлых грунтов в ее основании.

По данным ФКУ «Упрдор "Забайкалье"» (табл. 1), на забайкальской части автодороги «Амур» в 2011 г. отмечалось 68 мест с просадками земляного полотна (их пытались устранить силами подрядных организаций в рамках гарантийных обязательств). В 2012 г. таких мест стало почти в пять раз больше (327) и на их устранение дополнительно было потрачено 34265 тыс. руб. На июнь 2013 г. насчитывалось 330 мест с просадками и затраты составили уже 11738,8 тыс. руб. При

<sup>4</sup> По уточненным данным, 2112,588 км.

<sup>5</sup> Из интервью директора ФГУ ДСД «Дальний Восток» Швецова В.А., опубликованного 10.02.2010 г. на сайте Росавтодора.

<sup>6</sup> Отзыв руководителя Новосибирского отделения Федерации авто владельцев России Владимира Кириллова после пробега Новосибирск — Магадан за 18.06.2013 г.: «Трасса, по которой ехал Владимир Путин на своей желтой "Ладе-Калине", разваливается, ее нет практически. За Читой — провалы в дороге, и практически на каждом километре стоят по одному-два знака ограничения скорости до 50 км в час. Видно, что машины просто ударяются днищем и вываливаются с трассы. Ехать там на большей скорости невозможно» (ИА «Сибград», 18.06.2013 г.).



Рис. 1. Состояние автодороги «Амур» на участке «км 531» (21 мая 2013 г.)



Рис. 2. Деформированная водопропускная труба на участке «км 526» автодороги «Амур» (25 декабря 2012 г.)

этом отмечается рост затрат на устранение просадок с 838 руб. в 2012 г. до 950 руб. в 2013 г. на 1 м<sup>2</sup>. К концу года затраты будут значительно больше, поскольку основной объем дорожных работ обычно выполняется во второй половине года.

Аналогична ситуация и на амурской части дороги. По данным ФКУ ДСД «Дальний Восток» (табл. 2), с 2010 г. по июнь 2013 г. пришлось ремонтировать 178,025 км, а затраты составили около 4302937 тыс. руб.

Надежды Росавтодора на гарантийные обязательства строителей, выданные на три года, рухнули. Стало очевидно, что просадки земляного полотна — это не мел-

Таблица 1

Характеристики просадок и затраты на их устранение	Год		
	2011	2012	2013 (на июль)
Количество просадок, шт.	68	327	330
Общая площадь просадок, м <sup>2</sup>	-	103159	103960
Площадь устраненных просадок, м <sup>2</sup>	Просадки устранялись по гарантиям строителей	40874	12357
Затраты на устранение просадок, тыс. руб.		34265	11739
Затраты на устранение 1 м <sup>2</sup> просадок, руб.	-	838	950

\* Кроме того, систематически выполняются работы по восстановлению ровности покрытия в рамках текущего содержания дороги. По состоянию на июль 2013 г. было выявлено 330 просадок, устранено 111, осталось 119. На устранение просадок дополнительно на 2013 г. затребовано 51610,6 тыс. руб.

Таблица 2

Ремонт автодороги «Амур» на амурском участке («км 794 (741+588) – км 1811 (1752+205)» в 2010–2013 гг. (по данным ФКУ ДСД «Дальний Восток»)						
Год	Отремонтировано, км		Стоимость ремонта, тыс. руб.			
	капремонт	ремонт	капремонт		ремонт	
			всего	на 1 км	всего	на 1 км
2010	12,406*		131643,433**			
	7,806	4,600	113811,430	14579,993	17831,003	3876,6522
2011	27,715		694023,990			
	23,015	4,700	645194,780	28033,664	48829,210	10389,194
2012	51,301		952416,790			
	10,301	41,000	330933,640	32126,845	621478,150	15158,004
2013	86,603		2524852,847			
	75,823	10,780	2388805,987	31505,031	136046,680	12620,302
Всего	178,025		4302937,060			
	116,945	61,080	3478750,837	297466,891	824186,223	13493,553

\* В верхней строке за каждый год указана суммарная протяженность участков, на которых были произведены ремонт и капремонт.  
 \*\* В верхней строке за каждый год указана общая сумма, потраченная на ремонт и капремонт.

кие недоделки строителей, а системные просчеты Росавтодора и проектировщиков дороги. Ее трасса проходит по территории с вечной мерзлотой и глубоким сезонным промерзанием грунтов, а необходимого геокриологического обоснования изысканий, проектирования и строительства автодороги не было. Отсутствие надлежащей геокриологической информации часто

приводило либо к недооценке опасности возможных инженерно-геокриологических процессов и явлений и применению ненадежных технических решений и конструкций элементов дороги, либо, наоборот, к переоценке такой опасности и применению излишне дорогостоящих и длительных по исполнению технических решений и конструкций [4, 5].

Таблица 3

Мероприятия по предотвращению деформаций земляного полотна автодороги «Амур», предложенные ОАО «Иркутскгипродорнии»				
Тип	Мероприятие	Дефекты земляного полотна и покрытия	Условия применения	Примечания В.Г. Кондратьева
1	Приоткосные бермы из суглинистого грунта с каменным заполнителем	Просадки обочин и откосов, продольные трещины на покрытии и обочине	Льдонасыщенные грунты в основании насыпи. Верхний горизонт многолетней мерзлоты (ВГММ) вошел в насыпь. Поверхностный водоотвод обеспечен	Зачем бермы из суглинка при обеспеченном водоотводе?
2	Приоткосные бермы из суглинистого грунта с каменным заполнителем, водоотводный лоток из геомембраны	Просадки, продольные и поперечные трещины, сетка трещин	Льдонасыщенные грунты в основании насыпи. ВГММ понизился под насыпью. Замена и осадка грунтов при строительстве	Зачем бермы из суглинка при водоотводном лотке?
3	Приоткосные бермы и водоотводные валики из суглинистого грунта с каменным заполнителем		Насыпи на косогоре, фильтрация воды в откос насыпи	Зачем бермы из суглинка при водоотводном валике?
4	Укрепление грунтов основания криогелем	Просадки, волны, продольные и поперечные трещины на покрытии	Переувлажненные, сильнольдистые, недреннирующие грунты. Наличие водотока	Как закачать криогель в недреннирующие грунты? Это не остановит деградацию многолетней мерзлоты.
5	Укрепление грунтов основания сухобетонной смесью		Лед или сильнольдистые грунты в основании насыпи	Это не остановит деградацию многолетней мерзлоты.
6	Сезонно-охлаждающие устройства (СОУ)			Это лишь локальное воздействие в радиусе 3–4 м
7	Солнцеосадкозащитные навесы			Переувлажненные и сильнольдистые просадочные грунты



Сейчас Росавтодор судорожно пытается остановить разрушение автодороги «Амур»: в спешном порядке проводятся изыскания и разработка стабилизационных мероприятий, ведутся разговоры об организации опытных стационаров и привлечении американцев, проводятся заседания техсоветов и отдельных секций... Так, в июле 2013 г. в Росавтодоре состоялось заседание научно-технического совета, где представители ФКУ «Упрдор "Забайкалье"», ФКУ ДСД «Дальний Восток», ОАО «Иркутскгипродорнии», ООО «СметаПлюс» сделали доклады по проблеме стабилизации деформирующихся участков дороги. На него также были приглашены два американца. Заседание готовилось пять месяцев, на него возлагались большие надежды.

Арсенал технических решений, предложенных ОАО «Иркутскгипродорнии» по рекомендациям ООО «Сибиндор» и Института мерзлотоведения СО РАН, невелик (табл. 3). При этом мероприятия типов 1–6 бесполезны, а первые три даже вредны. Примечания автора по этому поводу приведены в последнем столбце таблицы 3 и более подробно рассмотрены ниже.

Приоткосные бермы (типы 1–3) окажут противоположное ожидаемому действие — увеличат чашу оттаивания многолетнемерзлых грунтов и вызовут дополнительные длительные просадки дороги. Это подтверждено 40-летним опытом Байкало-Амурской магистрали (БАМ), где также пытались бороться с просадками земляного полотна с помощью берм. Дополнение берм водоотводными лотками или валиками не спасет ситуацию.

Применение криогеля (тип 4) или сухобетонной смеси (тип 5) не может остановить деградацию многолетней мерзлоты в основании дороги, поскольку ее асфальтовое покрытие будет по-прежнему прогреваться солнечной радиацией и летними дождями, а снежный покров на обочинах и откосах насыпи, а также в канавах будет препятствовать охлаждению их зимой — и деформации будут продолжаться.

Применение одиночных сезонно-охлаждающих устройств (СОУ) (тип 6), устанавливаемых через каждые 3 м вдоль дороги, не может прекратить деградацию многолетней мерзлоты в ее основании вследствие их локального влияния, поэтому деформации в этом случае тоже будут продолжаться. Об этом свидетельствует 10-летний опыт их применения на Тибете и 25-летний — на БАМ.

Тем не менее предлагается применить эти мероприятия для стабилизации 72,66 км земляного полотна. Стоимость этих мероприятий составляет 2 943 836 490 руб., средняя цена ремонта 1 м дороги — 40515 руб. Стабилизации же земляного полотна при этом не произойдет по изложенным выше причинам.

Только солнцезащитные навесы (тип 7) могут быть полезны, поскольку доказали свою эффективность на Аляске [11], Тибете (рис. 3) [10] и на БАМ [7]. Их эффективность обусловлена предотвращением поступления прямой солнечной радиации и теплых летних осадков на поверхность защищаемого массива грунта и усилением теплоотдачи из него зимой, поскольку под навесом не формируется снежный покров [6]. Стоимость же навеса, как показал опыт работ на БАМ [7], в 20–25 раз меньше стоимости берм из скального грунта.

В арсенале специалистов имеются и другие эффективные решения по стабилизации земляного полотна на льдистых многолетнемерзлых грунтах [6].



Рис. 3. Сооружение солнцезащитного навеса на Цинхай – Тибетском шоссе, сентябрь 2003 г.



Рис. 4. Состояние автодороги «Амур» на переходе через ручей Чичон (на участке «км 247», 16 августа 2012 г.)



Рис. 5. Состояние автодороги «Амур» на переходе через ручей Чичон (на участке «км 247», 21 мая 2013 г.)

ООО «СметаПлюс» на научно-техническом совете Росавтодора докладывало о проекте капитального ремонта участка автодороги «Амур» на переходе через ручей Чичон («км 247»), постоянно деформирующегося с 2001 г. (рис. 4, 5) (о причинах деформаций в этом месте и путях их прекращения писалось много раз раньше [2–5, 9]). Правильно понимая причину многолетних деформаций автодороги «Амур» на этом участке и направление возможных стабилизационных мероприятий на нем, ООО «СметаПлюс» предложило громоздкий, дорогостоящий и неэффективный набор мероприятий (эти мероприятия и комментарии автора по ним рассмотрены в таблице 4). Они во многом умозрительны и не обоснованы теплотехническими расчетами. Их реализация не приведет к длительной стабилизации участка — будут напрасно потрачены средства и потеряно время, как и при предыдущих ремонтных работах в этом месте в 2006, 2008 и 2010 гг. Поражает размах проектировщиков: почти полмиллиарда рублей на 200 м дороги (в 2006 г. ремонт участка обошелся в 10 млн руб.). Предложенный проект нуждается в коренной переработке, поскольку не решает главной за-



Рис. 6. Основной способ устранения просадок на федеральной трассе «Амур» (16 августа 2012 г.)

дачи — стабилизации участка, а стоимость его реализации чрезмерна. Необходимо разработать другие технические решения, которые позволят не только стабилизировать участок и предотвратить дальнейшее опасное развитие деформаций автодороги «Амур» на переходе через долину ручья Чичон, но и кардинально уменьшить стоимость и продолжительность ремонта. При этом следует иметь в виду, что отработанные на этом участке эффективные в техническом и экономическом отношении стабилизационные мероприятия могут стать полезными и на других участках дороги, где имеются льдистые грунты и где также развиваются деформации земляного полотна вследствие деградации многолетней мерзлоты.

ООО «Сибиндор» на научно-техническом совете Росавтодора докладывало о «Методических рекоменда-

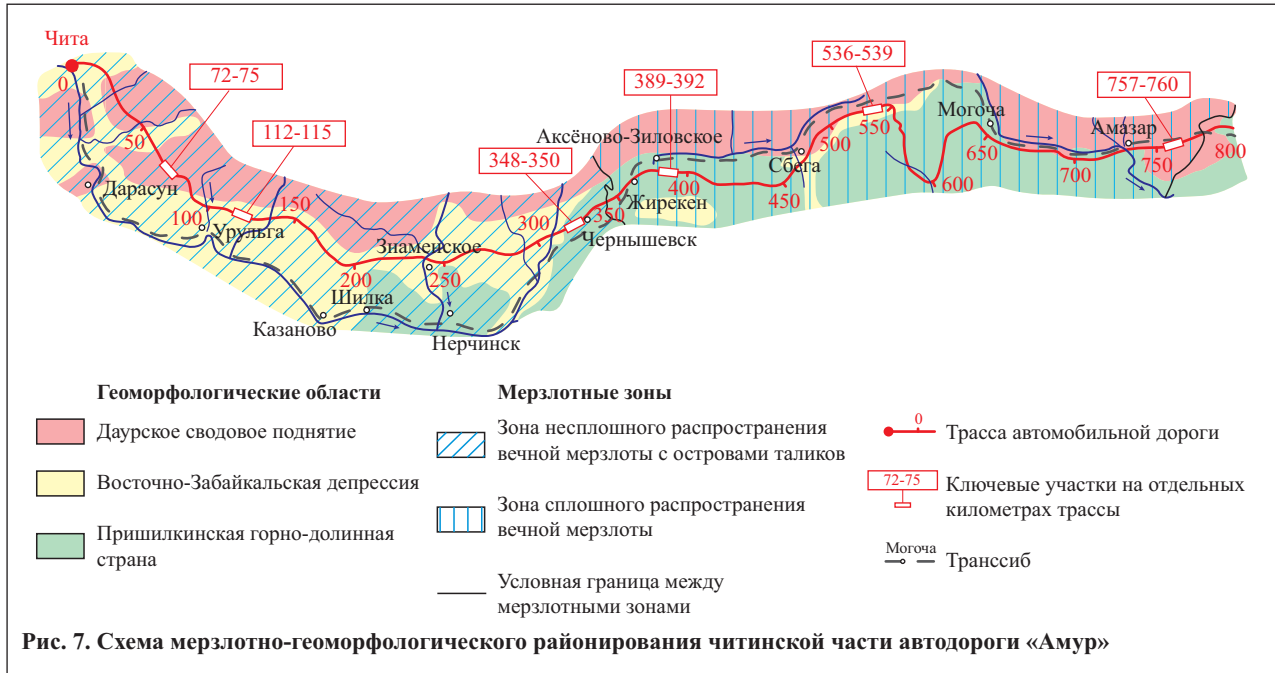
циях по геокриологическому прогнозированию устойчивости дорожных сооружений при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог» — сочинении сумбурном и мало относящемся к теме. Докладчик даже не смог ответить на вопрос о том, что он понимает под «геокриологическим прогнозированием».

Присутствовавшие на научно-техническом совете Росавтодора американцы не выступали, а общение с ними после заседания на тему дорог в криолитозоне показало, что они не в теме: на Аляске не бывают, американских и тем более российских или китайских специалистов, занимающихся дорогами в криолитозоне, не знают, их интересуют только вопросы продвижения на российский рынок американских продуктов, в частности асфальтовых заводов. Едва ли такие специалисты будут полезны в вопросах дорожного дела в криолитозоне. Видимо, Росавтодор собирается лишь постоянно «закатывать в асфальт» (рис. 6) проседающую автодорогу «Амур»<sup>7</sup>, благо денег на это выделяется все больше и больше.

<sup>7</sup> Информационное агентство «Чита.Ру» 25.08.2012 г. сообщило: «Американский асфальтобетонный завод запустили в Могочинском филиале ЗАО «Труд». Чтобы обеспечить дорожникам намеченный объем работ по устранению просадок на федеральной трассе «Амур», на завод поставят 76 вагонов песка, 120 тонн битума, 120 тонн минерального порошка и разные присадки, необходимые для производства асфальта».

Таблица 4

Мероприятия по предотвращению деформаций земляного полотна автодороги «Амур» на переходе через ручей Чичон (на участке «км 247»), предложенные ООО «СметаПлюс»		
№	Мероприятие	Примечания В.Г. Кондратьева
1	Разборка насыпи, вырезка талых грунтов из основания насыпи, заполнение котлована послойно промораживаемым грунтом и сооружение новой насыпи из послойно промораживаемого грунта – создание «холодного ядра»	Это мероприятие технически осуществимо, но предложенная технология нецелесообразна. Надмерзлотный талик под насыпью можно проморозить и без разборки насыпи высотой до 20 м и разработки котлована глубиной до 7–8 м. Главное — прекратить дальнейшую деградацию многолетней мерзлоты под насыпью
2	Консервация «холодного ядра» в насыпи с помощью теплоизоляции	Это утопия. Без ежегодной «подпитки» холодом «холодное ядро» исчезнет под отепляющим воздействием солнечной радиации через откосы насыпи и черное асфальтобетонное покрытие. Устройство вентилируемых труб диаметром 1 м в основании насыпи – полезное мероприятие для охлаждения нижележащих грунтов основания насыпи, в особенности в сочетании с теплоизоляцией над трубами, однако диаметр их должен быть в 2–3 раза меньше и укладывать их следует не выше 0,5 м от подошвы насыпи. «Холодное» же ядро вентилируемыми трубами охлаждаться не будет из-за расположения над ними теплоизоляции
3	Размещение гидроизоляционной пленки над «холодным ядром» для предотвращения попадания грунтовых вод в тело насыпи, а также устройство в земляном полотне каптажного дренажа из полиэтиленовых труб с полиэтиленовыми смотровыми колодцами	На рассматриваемом участке нет потока таких вод в земляном полотне – соответственно, и защита от них не нужна. Необходима защита поверхности и откосов насыпи от теплых дождевых вод, выпадающих здесь в основном в июле — августе и составляющих около 70% годовой суммы осадков
4	Устройство банкета в нагорной стороне земляного полотна для обеспечения поверхностного водоотвода	В этом нет необходимости, т.к. дождевые воды свободно стекают по существующей задернованной поверхности
5	Размещение в теле насыпи естественно вентилируемых прослоек из бутового камня	Это малоэффективное мероприятие в условиях преобладания безветренной погоды в зимний период, а размещение каменных прослоек над теплоизоляцией практически полностью исключит их охлаждающее воздействие на «холодное ядро»
6	Укрепление откосов насыпи засевом многолетних трав с целью уменьшения воздействия солнечной радиации на поверхность земляного полотна	Это малоэффективное мероприятие с точки зрения уменьшения воздействия солнечной радиации на земляное полотно. Незначительный эффект затенения поверхности откосов травой будет снижен отепляющим влиянием более рыхлого и мощного снежного покрова на техногенном травяном покрове по сравнению с естественным

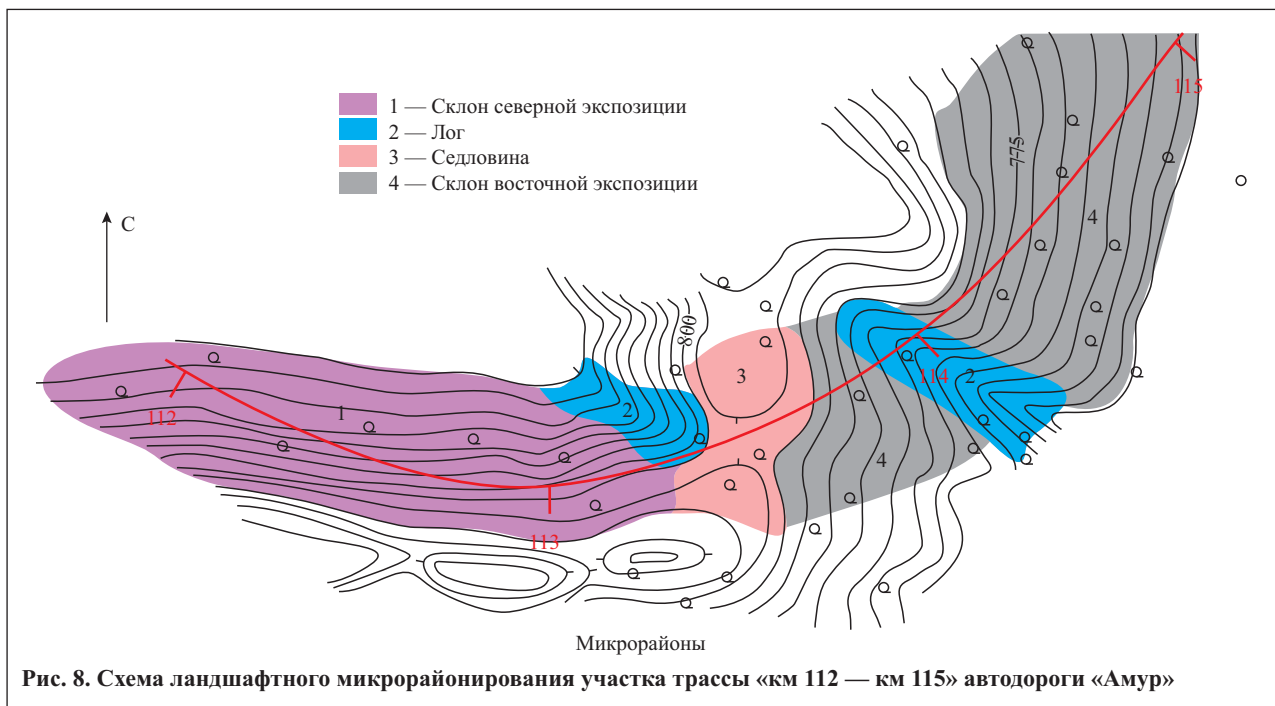


Для обеспечения устойчивости и надежности автодороги «Амур» в период ее эксплуатации необходимы: своевременное выявление закономерностей развития мерзлотных условий на трассе; систематический контроль их динамики и криогенного воздействия на элементы дороги; осуществление защитных мероприятий. Наиболее эффективно это возможно в рамках системы инженерно-геокриологического мониторинга автодороги, осуществляемой на единой научно-методической основе. Такая основа была разработана НПП «ТрансИГЭМ» в 2004–2006 гг., передана в Росавтодор в 2006 г. в виде проекта ОДМ «Рекомендации по инженерно-геокриологическому обоснованию эксплуатации федеральной автомобильной дороги "Амур" Чита — Хабаровск», опубликована в 2010 г. в виде монографии [9] и передана в ОАО «Иркутсгипродор» в 2012 г. в виде программы инженерно-геокриологического мониторинга автодороги.

Пространственное представление об инженерно-геокриологических условиях дороги дают: обзорная схема мерзотно-геоморфологического районирования ее трассы в масштабе 1:1 000 000–1:2 000 000 (рис. 7), крупномасштабные врезки по ее наиболее характерным (ключевым) участкам в виде инженерно-геокриологических схем микрорайонирования в масштабе 1:8 300–1:20 000 (рис. 8), продольные профили по ее оси (рис. 9) и таблицы (табл. 5).

В соответствии с административным делением территории прохождения автодороги «Амур» схема мерзотно-геоморфологического районирования ее трассы состоит из трех<sup>8</sup> частей — читинской («км 0 — км 794»), амурской («км 794 — км 1811») и еврейской («км 1811 — км 2165»).

<sup>8</sup> В данной статье приведена только первая часть схемы для читинской части трассы автодороги (см. рис. 7).





На вышеуказанной схеме выделены шесть геоморфологических областей (Даурское сводовое поднятие, Восточно-Забайкальская депрессия, Пришилкинская горно-долинная страна, Амурская депрессия, Буринско-Амурская складчато-глыбовая горная область, Сунгари-Амурская депрессия) и 5 мерзлотных зон (сплошного, несплошного с островами таликов, островного, редкоостровного распространения вечной мерзлоты и глубокого сезонного промерзания грунтов). Шестнадцать крупномасштабных врезок распределены следующим образом: семь относятся к читинской части (как наиболее сложной в мерзлотно-геологическом отношении), семь — к амурской (наиболее протяженной), две — к еврейской (наименее протяженной и простой в мерзлотно-геологическом отношении).

Предложенная в вышеупомянутых рекомендациях концепция системы инженерно-геокриологического мониторинга автодороги «Амур» (СИГМА «Амур»)

призвана обеспечить систематичность контроля, оценки, прогноза и управления развитием инженерно-геокриологических процессов на трассе автодороги для обеспечения стабильности ее земляного полотна и искусственных сооружений. В концепции СИГМА «Амур» разработаны и подробно описаны:

- структура этой системы, включающая блоки: наблюдений; сбора, обработки, анализа, оценки и хранения информации; прогноза и разработки защитных мероприятий; защиты (реализации защитных мероприятий);
- схема функционирования системы во времени, предусматривающая ряд упорядоченных процедур, организованных в циклы получения данных наблюдений, оценки опасности инженерно-геокриологических процессов, прогноза их дальнейшего развития, управления неблагоприятными процессами;
- функциональная структура системы, состоящая из нескольких подсистем различного назначения и

Таблица 5

Инженерно-геологические условия участка «км 112 — км 115» трассы автодороги «Амур»											
Микро-район	Геоботанические условия	Состав пород		Мерзлотные условия							Пересечение микро-района автодорогой, № ПК
		Коренные породы	Четвертичные отложения	Распространение ММП*	Мощность ММП, м	Криогенная текстура	Льдистость (влажность), %	Среднегодовая температура пород, °С	Глубина сезонного оттаивания (промерзания), м	Криогенные процессы и явления	
1. Склон северной экспозиции		не вскрыты	дресвяный и щебнистый грунт, суглинок песчанистый		>15	массивная в дресвяном и щебнистом грунтах; тонко- и редкослоистая в суглинках	3,9–19,5 в дресвяном и щебнистом грунтах; 35,3 в слабозаторфованных суглинках	-1,0÷-1,3	2,2–4,3	термокарстовые просадки и пучение грунтов на ПК50	49–62
2. Лог	Редкий смешанный лес (береза, сосна)	не вскрыты	дресвяный и щебнистый грунт, суглинок песчанистый	несплошное с островами таликов	не вскрыты	-	5,5–16,0	-1,0÷-1,3	2,2–3,3	пучение грунтов	62–63
		граниты непрочные выветрелые	дресвяный грунт, суглинок песчанистый		не вскрыты	-	5,5–13,3	-1,0÷-1,3	2,2–3,3	пучение грунтов	68–71
3. Седловина	не вскрыты	дресвяный грунт, суглинок песчанистый, супесь песчанистая	не вскрыты		-	5,5–16,0	?	2,2–3,3	?	63–67	
4. Склон восточной экспозиции	не вскрыты	дресвяный грунт, суглинок песчанистый	не вскрыты		-	5,5–10,4	?	2,2–3,3	?	67–68	
	граниты непрочные выветрелые	дресвяный грунт, суглинок песчанистый	не вскрыты	-	5,5–23,0	?	2,2–3,3	пучение грунтов	71–80		

\* ММП — многолетнемерзлые породы.



функций: иерархической, объектов мониторинга, функциональной, производственных работ, научно-методического обеспечения и технического обеспечения;

- объект инженерно-геокриологических исследований в СИГМА «Амур», состоящий из трех взаимосвязанных частей: геолого-географических условий трассы, мерзлотной обстановки, автодороги;
- комплексная программа организации системы, призванная обоснованно определить оптимальный состав и последовательность практических действий по ее организации и функционированию;
- план реализации комплексной программы организации системы, предусматривающий три этапа: подготовительный, создания информационной базы данных, функционирования системы;
- предложения по организационному обеспечению функционирования системы.

В рекомендациях изложен *технологический регламент инженерно-геокриологического сопровождения эксплуатации автодороги «Амур»*, основными задачами которого являются:

- предупреждение опасных проявлений инженерно-геокриологических процессов на основе наблюдений за состоянием земляного полотна и искусственных сооружений и за возникновением и развитием этих процессов в полосе отвода земель, а также на основе прогноза их динамики;
- разработка рекомендаций по защите автодороги, преимущественно превентивной, от неблагоприятных инженерно-геокриологических процессов.

На основе рассматриваемых рекомендаций можно было еще на завершающей стадии строительства автодороги разработать проект создания СИГМА «Амур» с детальной проработкой организационных, финансовых, методических и технических аспектов инженерно-геокриологического сопровождения ее эксплуатации, в том числе текущего содержания, ремонта, капитального ремонта и реконструкции. Однако этого сделано не было — пошли традиционным путем: ремонт по мере появления деформаций дороги.

В заключение еще раз подчеркнем: необходимо безотлагательно обеспечить федеральную автодорогу «Амур» (Чита — Хабаровск) защитой от опасных инженерно-геокриологических процессов и явлений — создать систему инженерно-геокриологического мониторинга дороги, сравнимой с Транссибирской и Байкало-Амурской магистралями по значению для развития Забайкалья, Дальнего Востока и страны в целом [1]. Без такой защиты она обречена на перманентный ремонт, постоянные ограничения скорости движения автомобилей и колоссальные в связи с этим финансовые и материальные потери государства и населения.

В России, как известно, на 70% территории распространены вечная мерзлота и глубокое сезонное промерзание грунтов. Именно в таких регионах в ближайшие 15–20 лет будет в основном развиваться инфраструктура страны и будут строиться дороги. И именно там нужна новая идеология дорожного хозяйства: мерзлотная составляющая должна пронизывать весь процесс изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации дорог в криолитозоне. Без

этого невозможно экономически оптимальным способом обеспечить транспортную и экологическую безопасность автодорог Сибири, Забайкалья, Дальнего Востока и Европейского Севера. Автодорога «Амур» это наглядно показала. Сейчас на очереди автодорога «Виллой», где заказчики, изыскатели и проектировщики те же... Говорят, надо создавать опытные полигоны для изучения опыта дорог в криолитозоне. Не надо их создавать — ведь вся автодорога «Амур» является полигоном для опытов. ❄

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов Н.Ф. «Амур» собирает Россию. М.: Информавтодор, 2003. 200 с.
2. Кондратьев В.Г. Геокриологические проблемы содержания федеральной автодороги «Амур» Чита — Хабаровск / Материалы 6-й Общероссийской конференции изыскательских организаций «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации». М.: ОАО «ПНИИИС», 2011. С. 101–104.
3. Кондратьев В.Г. Изыскания и проектирование автодороги «Амур» Чита — Хабаровск как повторение ошибок БАМ / Материалы 8-й Общероссийской конференции изыскательских организаций «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации». М.: ОАО «ПНИИИС», 2012. С. 79–81.
4. Кондратьев В.Г. Не повторить ошибок БАМа // Дороги России XXI века. 2003. № 5. С. 17–19.
5. Кондратьев В.Г. О геокриологическом обосновании изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации автодороги Чита — Хабаровск / Материалы Научно-практической конференции «Проблемы проектирования и строительства автомобильной дороги Чита — Хабаровск». Иркутск: Изд-во ОАО «Иркутск-гипродорнии», 2003. С. 57–163.
6. Кондратьев В.Г. Стабилизация земляного полотна на вечномерзлых грунтах: монография. Чита: Полиграф-Ресурс, 2011. 177 с.
7. Кондратьев В.Г., Валиев Н.А. Воздействие криогенных процессов и явлений на земляное полотно БАМ на участке Наледный — Хани и возможные пути его защиты / Труды 7-й Научно-технической конференции с международным участием «Современные проблемы проектирования, строительства и эксплуатации земляного полотна железных дорог» (Чтений, посвященных памяти профессора Г.М. Шахунянца), г. Москва, 17 ноября 2010 г. М.: Изд-во МИИТ, 2011. С. 114–117.
8. Кондратьев В.Г., Соболева С.В. Концепция системы инженерно-геокриологического мониторинга автомобильной дороги «Амур» Чита — Хабаровск: монография. Чита: Забтранс, 2010. 176 с.
9. Кондратьев В.Г., Соболева С.В., Палкин Д.Д. Инженерно-геокриологические аспекты обеспечения безопасности федеральной автодороги «Амур» Чита — Хабаровск // Мир дорог. 2010. № 51. С. 2–4.
10. Feng Wenjie, Wen Zhi, Sun Zhizhong, Wu Junjie. Application and effect analysis of awning measure in cold regions / Proceedings of the 8-th International Symposium on Permafrost Engineering, 15–17 October 2009, Xi'an, China. P. 148–160.
11. Zarling J.P., Breley A.W. Thaw stabilization of roadway embankments constructed over permafrost: report № FHWA-AK-RD-81-20 Juneau, Alaska, USA: Alaska Department of Transportation & Public Facilities, 1986.