

В. И. Коннов¹

¹ Забайкальский институт железнодорожного транспорта, г. Чита, Российская Федерация

ИССЛЕДОВАНИЕ ПУЧЕНИЯ НА УЧАСТКЕ ДОРОГИ В ЗАБАЙКАЛЬЕ

Аннотация. В Забайкалье имеется большое количество участков, на которых происходят процессы пучения грунтов в холодный период года и просадки грунтов в теплый период. Для решения этой задачи проведено обследование участка автомобильной дороги Улан-Удэ – Чита км 55+000 – км 55+950. Основной целью исследований являлось установление природных и антропогенных процессов вызывающих морозное пучение автомобильной дорожной насыпи, устоев мостов в холодный период года и их осадку в теплый период. Обследование привело к следующим выводам: происходят активные процессы пучения насыпи дороги в зимний период и просадка полотна дороги в летние месяцы; водосборная площадь, расположенная с правой стороны дороги, сильно заболочена, что в значительной степени способствует просадке земляного полотна в теплый период; дорожные кюветы не оформлены; бурением скважин установлен уровень подземных вод на глубине 3,0-3,5 м; водоупорный слой сложен суглинками; строительство нагорного канала для отведения ручьев от дороги невозможно ввиду заболоченности этого участка. Необходимо провести инженерно-геодезические, инженерно-геологические, инженерно-гидрогеологические изыскания, продолжить мониторинг за процессами пучения основания и земляного полотна дороги.

Ключевые слова: напор вод, образование наледей, пучинистость грунтов, разрушение линейных и горных сооружений.

V. I. Konnov¹

¹ Zabaikal'sky Railway Transport Institute, Chita, the Russian Federation

INSPECTION OF ROADS SOIL HEAVING IN ZABAİKALIYE

Abstract. There is a significant number of sites in Zabaikaliye where the processes of soils heaving in the cold period of the year and soils subsidence in the warm period take place. So the section of the highway Ulan-Ude - Chita 55+000 km – 55+950 km has been surveyed. The main task of the research was to determine the natural and anthropogenic processes causing frost heaving of the highway and the bridge foundations in the cold period of the year and their subsidence in the warm period. As a result of inspection the following conclusions are drawn: there are active processes of heaving of the road bed in winter period and ground subsidence of a roadbed in summer months; the water-collecting area located on the right side of the road is strongly boggy that substantially promotes sag of a road bed during the warm period; road ditches aren't formed; drilling of wells established the level of underground waters at a depth of 3,0-3,5 m; the waterproof layer is put by loams; construction of the mountain channel for assignment of streams from the road is impossible in view of marshiness of this site. It is necessary to carry out engineering and geodetic, engineering-geological, engineering and hydrogeological researches, to continue monitoring of heaving processes of the basis and a bed of the road.

Keywords: pressure of waters, icing, heaving of soil, destruction of linear and mountain constructions.

Введение

В Забайкалье значительное количество гидротехнических сооружений расположены в пониженных частях рельефа: падах, распадках, заболоченных низменностях, поймах рек. В этих местах широко распространены многолетнемерзлые глинистые породы. Практически все сооружения подвержены воздействию сил пучения грунтов оснований и тела земляного сооружения. Проектирование горных, природоохранных сооружений, зданий, мостов, дорог необходимо выполнять с учетом сил морозного пучения грунтов.

Для борьбы с вредным влиянием морозного пучения грунтов на фундаменты зданий и сооружений горных и других предприятий чаще используются инженерно-мелиоративные, строительно-конструктивные, тепловые и термохимические мероприятия [1- 8].

С целью изучения влияния многолетнемерзлых пород, процессов пучения специалистами Забайкальского института железнодорожного транспорта проводятся исследования участков железных и автомобильных дорог, оценивается состояние гидротехнических сооружений [9 - 12]. Процессы пучения грунтов вызывают нарушения покрытий дорог в холодный период года и просадку грунтов в теплый период. В Забайкалье таких участков значительное количество.

Проведение исследований на участке дороги

В качестве примера приводится обследование участка автомобильной дороги Улан-Удэ – Чита на км 55+000 – км 55+950 в Забайкальском крае. Основной задачей исследований является разработка мероприятий, позволяющих устранить процессы морозного пучения дорожного покрытия, устоев мостов в холодный период года и их осадку в теплый период. Цель и задачи изысканий: комплексное изучение инженерно-геологических, гидрогеологических, геокриологических условий участка, включая геологическое строение, геоморфологические и гидрогеологические условия, состояние и свойства грунтов земляного полотна и дорожной одежды с целью получения необходимых и достаточных материалов для обоснования проектных решений реконструкции автомобильной дороги, изучение инженерно-геологических процессов, влияющих на устойчивость земляного полотна и гидротехнических сооружений, обследование мест устройства малых мостов, трубчатых переездов, а также проведение разведочных работ на карьерах грунтово-строительных материалов.

В административном отношении участок автодороги Улан-Удэ – Чита (км 55+000 – км 55+950) расположен в Читинском районе Забайкальского края (рис. 1).



Рис. 1. Участок дороги Сохондо-Гонгота-Могзон с деформациями земляного полотна

В гидрографическом отношении водотоки рассматриваемого региона принадлежат бассейну оз. Байкал. Гидрометеорологическое изучение рассматриваемой территории производится Федеральным государственным бюджетным учреждением «Забайкальское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». Исследуемый регион принадлежит бассейну реки р. Хилок (подбассейн р. Селенги).

По степени гидрологической изученности район изысканий относится к неизученным территориям, так как стационарные гидрометрические наблюдения за водным и ледовым режимами проводились только на больших и средних реках, таких как Хилок, Селенга.

Участок работ входит в пределы Монголо-Охотской складчатой области. Монголо-Охотский пояс характеризуется широким развитием разного возраста гранитоидного магматизма, который оказывается для большинства его сегментов единственным индикатором палеогеодинамических обстановок разных его звеньев, расположенных по обе стороны современного Монголо-Охотского шва. В геоморфологическом отношении район реконструкции автомобильной дороги расположен в пределах Хилокской депрессии окаймленной с севера Цаган-Хуртейским с юга Яблоновым хребтами. Хилокская депрессия имеет согласное с горными хребтами восток - северо-восточное направление. Долина широкая (5-10 км) с комплексом цокольных террас.

Геологическое строение района работ характеризуется развитием раннепалеозойских интрузий – Джидинский комплекс, представленных кварцевыми диоритами и гранитоидами первой фазы, а также и ниже-среднепротерозойскими гнейсами и кристаллическими сланцами. Аллювиальные и аллювиально-делювиальные отложения представлены гравийными грунтами (ИГЭ-26), валунными грунтами (ИГЭ-18), супесями песчанистыми (ИГЭ-15а), суглинками легкими (ИГЭ-12а, ИГЭ-12б) и тяжелыми (ИГЭ-12в), глинами легкими пылеватыми (ИГЭ-11б).

Склоновые делювиальные и делювиально-пролювиальные образования представлены щебенистыми (ИГЭ-24) и дресвяными (ИГЭ-28) грунтами, дресвяными грунтами с суглинистым заполнителем (ИГЭ-29а), щебенистыми грунтами с суглинистым заполнителем (ИГЭ-25а), суглинками легкими щебенистыми (ИГЭ-13а, ИГЭ-13в). Кроме того, имеют место современные техногенные образования представленные грунтами насыпи существующей автодороги. Представлены они щебенистыми грунтами (ИГЭ-н24), дресвяными грунтами с суглинистым заполнителем (ИГЭ-н29а), суглинками легкими щебенистыми (ИГЭ-н13а).

Район изысканий структурно принадлежит к Хилокской депрессии окаймленной с севера Цаган-Хуртейским с юга Яблоновым хребтами. Хилокская депрессия имеет согласное с горными хребтами восток-северо-восточное направление и с востока, юго-востока ограничена Читино-Ингодинским разломом. В тектоническом отношении Хилокская зона относится к орогенному комплексу древнекаледонской складчатой области, одновременно эта территория является краевой частью среднепалеозойской складчатой области и относится к области активных движений геосинклинального характера. Сейсмичность, актуализированная редакция СНиП II-7-81* (СП 14.133330.2011) составляет (н.п. Глинка, г. Хилок): для объектов массового строительства (карта ОСР-97 А) - 7 баллов; для объектов повышенной ответственности (карта ОСР-97 В) - 7 баллов; для особо ответственных объектов (карта ОСР-97 С) - соответственно 8 баллов. В гидрогеологическом отношении район реконструкции автомобильной дороги входит в пределы Западнозабайкальской гидрогеологической складчатой области (Хилокский подтаежно-котловинный округ) и характеризуется развитием трещинных и трещинно-пластовых вод интрузивных пород различного состава, а также порово-пластовых вод четвертичных образований.

При инженерно-геологическом обследовании участка трассы грунтовые воды вскрыты на ПК0+00-ПК10+00. Водовмещающими грунтами являются гравийные и валунные грунты. Грунтовые воды находятся в тесной гидравлической связи с русловыми водами ручьев.

Вдоль автодороги слева проходит Транссибирская железнодорожная магистраль. Максимальное приближение железной дороги к автомобильной составляет 100 м. Согласно СП

34.13330.2012 «Автомобильные дороги» район изысканий отнесен к I дорожно-климатической зоне, климат резко-континентальный, условия – суровые. Рассматриваемый участок дороги проходит в среднегорье. Автодорога на этом участке прямолинейна и находится в неудовлетворительном состоянии (рис. 2).



Рис. 2. Просадки насыпи автомобильной дороги на участке Сохондо-Могзон

Покрытие дороги – грунтовое. Ширина проезжей части 7 м. Число полос движения – 2. Освещение и ограждение на дороге отсутствуют. Вдоль дороги установлены дорожные знаки на металлических стойках. При визуальном осмотре дороги отмечены значительные просадки, кюветы не оформлены. Правая полоса движения (направление на Могзон) подвержена более сильным просадкам по сравнению с левой полосой. Это связано с сильной заболоченностью правой стороны дороги. В период обследования дорожными строителями начаты работы по восстановлению дорожного полотна.

Участок между железной дорогой и автодорогой (левосторонняя пойма) на всем пути обследования зарос лиственницей. Правосторонняя пойма включает значительные сенокосные угодья, заболоченные участки с цепью небольших озер и небольшие лесные колки из лиственницы. Здесь же, с правой стороны дороги, в 40-50 м проложен кабель связи. В самом начале участка дороги и на его конце расположены мосты для пропуска ручьев, соответственно р. Суходол и р. Ручей. Мосты находятся в удовлетворительном состоянии.

В начале участка дороги с левой стороны перед мостом имеется съезд для обслуживания железной дороги. Сведений о ранее выполненных инженерно-геодезических изысканиях нет. Для выполнения высотного обоснования по пикетам трассы автодороги нами проложены разомкнутые хода технического нивелирования. Участок обследования разбит на 10 пикетов. ПК 0+00 расположен на мосту через р. Суходол, ПК 10+00 – на мосту через р. Ручей. Продольный уклон составил 0,43 % или 4,3 ‰ в направлении к ст. Могзон (с ПК 0+00 до ПК 9+00). Через 50 метров по трассе дороги пронивелированы 12 поперечных профилей с целью определения общего уклона местности и установления направления движения поверхностных вод. Съемка по поперечникам показала, что общий сток воды осуществляется с правой стороны дороги на левую сторону (под мостами к железной дороге). По поперечнику Пп. 2 уклон в сторону железной дороги составил 0,9 % или 9 ‰.

Техническое нивелирование выполнялось нивелиром SOKKIA 497273 с применением двухсторонней четырехметровой телескопической рейки с сантиметровыми делениями способом геометрического нивелирования из середины. Камеральная обработка нивелирных хо-

дов, вычерчивание продольных и поперечных профилей выполнены на ПЭВМ. Во время производства полевых работ было выполнено закрепление пикетов металлическими костылями в мерзлый грунт трассы. Отметки на продольном и поперечных профилях – относительные. Привязка выполнена к левому железобетонному устою моста (ближний к ст. Могзон), относительная отметка принята равной 9,0 м.

По построенным продольному и поперечным профилям участка дороги установлено:

- поверхность рельефа с правой стороны автодороги имеет уклон к железной дороге;
- насыпь автодороги является искусственным препятствием для поверхностного стока, задерживает его, в результате чего происходит заболачивание рельефа с правой стороны автодороги. Этот процесс в зимний период вызывает пучение грунтов в теле насыпи автодороги и просадки в летний период.

Отмечается отсутствие нормального водоотвода связанного с недостаточным или обратным поперечным уклоном, наличием деформаций, а также нарушением работы системы водоотвода (дренажа, водоотводных канав). Выражена деформация полотна дороги в виде колеяности, просадок (впадина с пологими краями), или ямочности. Было выполнено фотограмирование объекта. Полевые инженерно-геологические работы выполнялись в декабре (рис. 3).



Рис. 3. Бурение скважин с отбором проб для определения физико-механических свойств грунта насыпи и основания дороги

Программой производства инженерно-геологических работ предусмотрено и выполнено в процессе полевых и камеральных работ:

- *бурение скважин* – осуществлялось самоходной буровой установкой УГБ-001 на базе «Камаз» колонковым способом. Глубина скважин на трассе от 5 до 7 м. Глубина сезонного промерзания зависит от многих факторов (температуры, степени залесенности, мощности снежного покрова, литологии грунтов и др.) и составляет (м/ст. Чита): суглинки и глины - 219 см; супеси и пески – 267 см; крупнообломочные грунты - 324 см;

- *опробование* – проведен отбор проб для определения физических и физико-механических свойств грунтов основания в соответствии с требованиями ГОСТ 12071-2000. Скважины опробованы с интервалом через 0,10-0,20 метра. Количество отбираемых проб, их характер и назначение устанавливалось в зависимости от состава, свойств и состояния грунтов. Отбор, упаковка, транспортировка и хранение образцов грунта производилась в соответствии с требованиями ГОСТ 12071-2000.

В результате обследования участка дороги установлена необходимость систематического выполнения следующих работ.

Работы, выполняемые вне зависимости от сезона эксплуатации и погодноклиматических условий:

- поддержание полосы отвода в чистоте и порядке;
- исправление и мелкий ремонт защитных и укрепительных устройств;
- поддержание в работоспособном состоянии системы водоотвода;
- устранение мелких деформаций и повреждений (заделка выбоин, просадок, размывов и пр.);

- удаление нежелательной растительности, сухостоя и повреждённых деревьев, находящихся в непосредственной близости к автомобильной дороге и угрожающих безопасности движения. Вырубка кустарников и деревьев в целях обеспечения видимости на кривых в плане;

- удаление посторонних предметов и загрязнения с проезжей части, обочин; очистка, замена повреждённых и установка недостающих дорожных знаков (включая знаки индивидуального проектирования);

- замена повреждённых и установка недостающих ограждений и направляющих устройств.

Особое внимание необходимо уделить производству работ весеннего переходного периода эксплуатации – работы по сохранности дорог и предотвращению их разрушения в период наибольшего ослабления несущей способности земляного полотна и конструктивных слоёв дорожной одежды.

К таким работам относятся:

- восстановление межевых знаков и таблиц по обозначению придорожной полосы;
- подготовка системы водоотвода и водопропускных сооружений к пропуску талых и паводковых вод;

- восстановление профиля переходных покрытий на съездах;
- ликвидация последствий проявления пучин, включая проведение ремонта покрытий всех типов, при необходимости с заменой слоёв основания дорожной одежды и подстилающих слоёв (после оттаивания грунтов земляного полотна);

- заделка выбоин;
- установка временных дорожных знаков, ограничивающих движение грузового транспорта по автомобильным дорогам, подверженным пучинообразованию, и по дорогам с недостаточной прочностью дорожных одежд;

- обеспечение поверхностного водоотвода с обочин автомобильных дорог в весенний период;

- ликвидация последствий размывов талыми водами обочин, откосов и кюветов; ликвидация просадок и смещений отдельных элементов системы поверхностного водоотвода;

- очистка водоотводных канав от скопившихся наносов, грунта и грязи после схода снежного покрова;

- открытие отверстий малых искусственных сооружений, закрытых щитами на зимний период; периодический осмотр искусственных сооружений во время паводка с целью обеспечения сохранности труб, а также с целью принятия мер, предотвращающих размывы земляного полотна.

В конце весеннего периода по мере просыхания грунта производят очистку водопропускных сооружений от посторонних предметов и грязи, выполняют работы по заделке промоин, исправлению бровок земляного полотна. На участках с поврежденным дерновым покровом в благоприятные агротехнические сроки осуществляется посев трав. В весенний период необходимо максимально снижать переувлажнение грунтов земляного полотна талыми и грунтовыми водами.

Одной из характерных проблем для Забайкалья, возникающих при строительстве и эксплуатации дорог и сооружений на них, являются процессы образования наледей на участках низких насыпей и выемок. Отмечается нарастание наледи и на исследуемом участке дороги. Схема возникновения наледи в результате строительства земляного полотна участка дороги близка к схеме развития при строительстве малых мостов.

Наледь у земляного полотна появилась в результате устройства канав и кюветов, вскрывающих водоносный слой, или в тех случаях, когда граница мерзлоты под земляным полотном находится ниже уровня грунтовых вод и ниже границы промерзания грунта в естественных условиях.

Особенно опасно устройство на наледных участках выемок, прорезающих водоносные горизонты. Если их строительство неизбежно, практика рекомендует производить уширение выемок с установкой противоналедных щитов и предусматривать меры по отводу воды от таяния наледи. Противоналедный щит устраивается из железобетонных или деревянных элементов и размещается вдоль полотна в пределах всей уширенной части выемки. Для отвода воды при таянии льда и во избежание переувлажнения грунта в откосах выемки и основании земляного полотна предусматривается устройство углубленного кювета или лотка с продольным уклоном не менее 0,005, а также соответствующее укрепление дна и откосов канавы.

Можно использовать хорошо дренирующий грунт при строительстве земляного полотна в границах образования наледи. Высота насыпи при этом должна превышать высоту наледи не менее чем на 0,5 м. Если дренирующий грунт отсутствует и потребуются использовать не дренирующий грунт, на таких участках необходимо проектировать бермы с нагорной стороны, предохраняющие от переувлажнения грунты в теле насыпи, или соответствующую конструкцию откоса и его укрепление.

Минимальная высота земляного полотна, при которой граница промерзания под полотном будет находиться не ниже уровня залегания мерзлоты в естественных условиях, определяется теплотехническими расчетами. Если эта высота удовлетворяет другим требованиям, например, обеспечивается снегозаносимость, то она принимается за проектную высоту насыпи.

Необходимо учитывать, что в наших районах с суровым климатом для пропуска наледных потоков в зимний период необходимо устраивать специальные безнапорные водоводы в виде канав открытого и закрытого типов, открытых, полузакрытых и закрытых лотков, металлических или бетонных труб, укладываемых в теле фундаментов искусственных сооружений, углубленных и утепленных русел. Размеры сооружений дорожного водоотвода назначают на основании гидравлического расчета и расчета теплового режима.

Заключение

В результате комплексного изучения инженерно-геологических, гидрогеологических, геокриологических условий участка, включая геологическое строение, геоморфологические и гидрогеологические условия, состояние и свойства грунтов земляного полотна и дорожной одежды получены необходимые материалы для обоснования проектных решений реконструкции автомобильной дороги. Изучены инженерно-геологические процессы, влияющие на устойчивость земляного полотна и сооружений, обследованы места устройства малых мостов и трубчатых переездов. Наличие наледных участков требует установления типа наледей, периода их действия и мощность. Для принятия проектной высоты насыпи дороги требуется выполнить теплотехнические расчеты. Это характерно для районов с островной мерзлотой и с глубоким сезонным промерзанием грунтов. Согласно СНиП 22-01-95 «Геофизика опасных природных воздействий», приложение Б; по категории опасности процесс пучения грунтов оценивается как весьма опасный. Необходимо продолжить мониторинг за просадкой и подъемом дороги на исследуемом участке. Он позволит своевременно принять необходимые меры, исключающие поднятие участка дороги в холодный период года и его просадку в

теплый период. При выполнении условий по максимальному сохранению существующей геоэкологической обстановки, изменение инженерно-геологической среды после капитального ремонта не прогнозируется.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абрамов Н.Н. Водоснабжение / Н.Н. Абрамов. – М.: Стройиздат, 1982. – 440 с.
2. Азерьер С. Х. Водоснабжение на железнодорожном транспорте / С. Х. Азерьер. – М.: Трансжелдориздат, 1952. – 636 с.
3. Алифанов В. М. О закономерностях связи распространения почв с многолетней мерзлотой (на примере Восточного Забайкалья) / В. М. Алифанов // Почвенный криогенез. – М.: Наука, 1974. - С. 15-65.
4. Воробьев Э. В. Технология, механизация и автоматизация путевых работ: учеб. пособие: в 2 ч. / Э. В. Воробьев, Е. С. Ашпиз, А. А. Сидраков. - М.: ФГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2014. – 308 с.
5. Дикаревский В.С. Водоохранные сооружения на железнодорожном транспорте / В.С. Дикаревский, И.И. Караваев. – М.: Транспорт, 1986. – 211 с.
6. Дикаревский В.С. Напорные водоводы железнодорожного водоснабжения / В.С. Дикаревский, И.И. Краснянский. – М.: Транспорт, 1978. – 350 с.
7. Ельчанинов Е. А. Мероприятия по снижению пучения и осадки грунтов оснований горных и природоохранных сооружений в Забайкалье / Е. А. Ельчанинов, В. И. Коннов, С.М. Коробко, Н.П. Сигачев, Е.В. Шехтман // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2014. - №4. – С. 86-90.
8. Коннов В. И. Экологическая оценка и мероприятия по защите от загрязнения малых рек Восточного Забайкалья / В. И. Коннов. – Чита: ЧитГУ, 2006. - 126 с.
9. Крейнис З. Л. Железнодорожный путь / З. Л. Крейнис, В. О. Певзнер. - М.: ФГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2009. – 432 с.
10. Ногина Н. А. Почвы Забайкалья / Н. А. Ногина. – М.: Наука, 1964. – С. 12-63.
11. Сигачев Н.П. Обследование участков пучения грунтов оснований линейных горных, природоохранных и других сооружений в Забайкалье / Н.П. Сигачев, В. И. Коннов, С.М. Коробко / Качество жизни населения и экология. Научное издание. Часть IV. – Пенза: РИО ПГСХА, 2014. – 191 с.
12. Уфимцева К. А. Почвы межгорных котловин южной тайги Забайкалья / К. А. Уфимцева. – Иркутск - Чита: Вост.-Сибирск. изд-во, 1967. - С. 4-56.
13. Искусственные сооружения / под ред. Н. М. Колоколова. Изд. 2-е перераб. и доп. Учебник для техникумов транспортного стр-ва и учеб. пособие для техн. школ и курсов повышения квалификации инж.-техн. Работников Минтрансстроя. – М.: Транспорт, 1977. – 456 с.
14. Пособие бригадиру пути: Учебное пособие для образовательных учреждений ж.-д. транспорта, осуществляющих профессиональную подготовку / под ред. Э. В. Воробьева. - М.: Маршрут, 2005. – 665 с.
15. Руководство по проектированию оснований и фундаментов на пучинистых грунтах. – М.: Стройиздат, 1979. – 45 с.

REFERENCES

1. Abramov N.N. Vodosnabzhenie [Water supply]. M.: Strojizdat, 1982, 440 p. (in Russian)
2. Azer'er S. H. Vodosnabzhenie na zheleznodorozhnom transporte [Water supply on the railway transport]. M.: Transzheldorizdat, 1952, 636 p. (in Russian)

3. Alifanov V. M. O zakonomernostjakh svjazi rasprostraneniya pochv s mnogoletnej merzlotoj (na primere Vostochnogo Zabajkal'ja) [On the regularities of the relationship between the distribution of soils and permafrost (on the example of Eastern Transbaikalia)], Pochvennyj kriogenez [Soil cryogenesis]. M.: Nauka, 1974, pp. 15-65. (in Russian)
4. Vorob'ev Je. V., E. S. Ashpiz E.S., Sidrakov A.A. Tehnologija, mehanizacija i avtomatizacija putevyh rabot: uceb. po-sobie: v 2 ch. [Technology, mechanization and automation of track works: textbook in 2 parts]. M.: FGOU Uchebno-metodicheskij centr po obrazovaniju na zheleznodorozhnom transporte [Educational-methodical center for education in railway transport], M., 2014, 308 p. (in Russian)
5. Dikarevskij V.S., Karavaev I.I. Vodoohrannye sooruzhenija na zheleznodorozhnom transporte [Water protection facilities on railway transport]. M.: Transport, 1986, 211 p. (in Russian)
6. Dikarevskij V.S., Krasnjanskij I.I. Napornye vodovody zheleznodorozhnogo vodosnabzhenija [Pressure water conduits of railway water supply]. M.: Transport, 1978. – 350 p. (in Russian)
7. El'chaninov E. A., Konnov V.I., Korobko S.M., Sigachev N.P., Shehtman E.V. Meroprijatija po snizheniju puchenija i osadki gruntov osnovanij gornyh i prirodoohrannyh sooruzhenij v Zabajkal'e [Measures on reducing heaving and sedimentation of soils of the foundations of mountain and nature protection structures in Transbaikalia]. Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten (nauchno-tehnicheskij zhurnal) [Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal)]. 2014, no 4, pp. 86-90. (in Russian)
8. Konnov V. I. Jekologicheskaja ocenka i meroprijatija po zashhite ot zagryznenija malyh rek Vostochnogo Zabajkal'ja [Environmental assessment and measures of protection of small rivers pollution of Eastern Transbaikalia]. Chita: ChitGU, 2006, 126 p. (in Russian)
9. Krejnis Z. L., Pevzner V. O. Zheleznodorozhnyj put [Railway track]. M.: FGOU «Uchebno-metodicheskij centr po obrazovaniju na zheleznodorozhnom transporte [Educational-methodical center for education in railway transport]. M, FGOU, 2009, 432 p. (in Russian)
10. Nogina N. A. Pochvy Zabajkal'ja [Soils of Transbaikalia]. M.: Nauka, 1964, pp. 12-63. (in Russian)
11. Sigachev N.P., Konnov V.I., Korobko S.M. Obsledovanie uchastkov puchenija gruntov osnovanij linejnyh gornyh, prirodoohrannyh i drugih sooruzhenij v Zabajkal'e [Inspection of soils heaving areas of the foundations of linear mountain, environmental and other structures in Transbaikalia]. Kachestvo zhizni naselenija i jekologija. Nauchnoe izdanie. Chast' IV [Quality of life of the population and ecology. Scientific publication. Part IV]. Penza: RIO PGSKhA, 2014, 191 p. (in Russian)
12. Ufimceva K. A. Pochvy mezhgornyh kotlovin juzhnoj tajgi Zabajkal'ja [Soils of intermontane basins of the southern taiga of Transbaikalia]. Irkutsk - Chita: Vost.-Sibirsk. izd-vo, 1967, pp. 4-56. (in Russian)
13. Kolokolov N.M. (ed.) Iskustvennyye sooruzhenija [Artificial structures] Izd. 2-e pererab. i dop. Uchebnik dlja tehnikumov transportnogo str-va i uceb. posobie dlja tehn. shkol i kursov po-vyshenija kvalifikacii inzh.-tehn. Rabotnikov Mintransstroja [Ed. 2nd re-

vised and add. Textbook for technical schools of transport construction and textbook-manual for engineering employees of the Ministry of Transport in technical schools and advanced training courses]. M.: Transport, 1977, 456 p. (in Russian)

14. Vorob'ev Ye.V. (ed.) Posobie brigadiru puti: Uchebnoe posobie dlja obrazovatel'nyh uchrezhdenij zh.-d. transporta, osushhestvljajushhih professional'nuju podgotovku [Handbook for the foreman of the way: a textbook for educational institutions of the railway transport carrying out vocational training]. M.: Marshrut, 2005, 665 p. (in Russian)

15. Guidelines for the design of roadbeds and foundations on heaving soils [Rukovodstvo po proektirovaniju osnovanij i fundamentov na puchinistyh gruntah]. M.: Stroyizdat, 1979, 45 p. (in Russian)

Информация об авторе

Коннов Василий Иванович - к. т. н., доцент кафедры «Техносферная безопасность», Забайкальский институт железнодорожного транспорта, г. Чита, e-mail: konnovi54@mail.ru

Author

Konnov Vasiliy Ivanovich – Ph.D. (Tech), Associate Professor of the department “Technosphere safety”, Zabaikal’sky Railway Transport Institute, Chita, e-mail: konnovi54@mail.ru

Для цитирования

Коннов В.И. Исследование пучения на участке дороги в Забайкалье [Электронный ресурс] / В. И. Коннов // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. – 2020. – № 4 (10). режим доступа: <http://mnv.irkups.ru/toma/> – 2020, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

For citation

Konnov V. I. Issledovaniye pucheniya na uchastke dorogi v Zabaikaliye [*Inspection of roads soil heaving in Zabaikaliye*]. *Molodaya nauka Sibiri: ehlektronnyj zhurnal* [Young science of Siberia: electronic scientific journal], 2020, no. 4 (10). – Access mode: <http://mnv.irkups.ru/toma/> – 2020 – Title from the screen. - Yaz. Rus