

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ НА МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ В ЗАБАЙКАЛЬСКОМ КРАЕ

EXPERIENCE OF BUILDINGS' EXPLOITING ON PERMAFROST IN TRANSBAIKAL REGION



В. А. Бабелло,
Забайкальский
государственный университет,
г. Чита
babellovictor@mail.ru

V. Babello,
Transbaikal State University, Chita



М. Б. Мершеева,
Забайкальский
государственный университет,
г. Чита
mersheeva.m@yandex.ru

M. Mersheeva,
Transbaikal State University, Chita



В. А. Стетьуха,
Забайкальский
государственный университет,
г. Чита

V. Stetjukha,
Transbaikal State University, Chita

Приведены результаты обследования трех объектов, возведенных в Забайкальском крае на площадках с многолетнемерзлыми грунтами. Обследование оснований и оценка повреждений надземных конструкций зданий осуществлены в соответствии со сводами правил СП 13-102-2003, СП 11-105-97, часть IV. Выполнено сравнение результатов инженерно-геологических изысканий, проведенных перед разработкой проектов зданий и после нескольких лет их эксплуатации. Обнаружены значительные изменения границ расположения многолетнемерзлых грунтов в основаниях зданий по сравнению с проектными. Установлено формирование под зданиями чаш оттаивания сложной конфигурации. Отмечено, что по двум рассмотренным объектам ситуация осложнена отступлениями от проектов при производстве работ. По результатам обследований сделан вывод о необходимости комплексного решения проблемы путем недопущения дальнейшего развития неравномерных осадок фундаментов и увеличения несущей способности основания. Показано, что поставленная задача решается в условиях повышенной неравномерной сжимаемости оттаивающих многолетнемерзлых грунтов, многообразия усложняющих инженерно-геологических и техногенных факторов при эксплуатации объектов. Для устранения деформаций в сооружениях, имеющих в основании оттаивающие при эксплуатации многолетнемерзлые грунты, предложено использование теплоизоляционных материалов, защищающих многолетнемерзлые грунты от оттаивания, армирование оснований геосинтетическими материалами, нагнетание в грунт составов, повышающих физико-механические характеристики грунта

Ключевые слова: многолетнемерзлый грунт; свойства; деформации; оттаивание; инженерно-геологические изыскания; обследование зданий; сваи; инженерная защита; геосинтетические материалы; армирование

The article presents the results of a survey of three objects erected in the Transbaikal Region on sites with permafrost. The survey of grounds and assessment of damages of the above-ground structures of buildings are carried out in accordance with the codes of rules SP 13-102-2003, SP 11-105-97, Part IV. The results of engineering and geological surveys conducted before the development of the buildings' projects and after several years of their operation are compared. Significant changes in the boundaries of the location of permafrost soils in the foundations of buildings as compared with the design ones are detected. The formation under the buildings of the bowls

of thawing of a complex configuration is established. For the two examined objects, the situation is complicated by deviations from projects in the production of works. Based on the results of the surveys, a conclusion was drawn on the need for a comprehensive solution of the problem by preventing further development of uneven sediments of the foundations and increasing bearing capacity of the base. The problem is solved in conditions of increased uneven compressibility of thawing permafrost soils, variety of complicating engineering-geological and technogenic factors in the operation of facilities. To eliminate deformations in structures that have frozen permafrost in the ground, it is suggested to use reinforcement of the base with geosynthetic materials, injecting into the soil compositions that increase physical and mechanical characteristics of the soil, and use thermal insulation materials to protect permafrost from thawing

Key words: permafrost; properties; deformation; thawing; engineering and geological surveys; building inspection; pile; engineering protection; geosynthetic materials; reinforcement

Введение. Строительство и эксплуатация зданий и сооружений в условиях распространения многолетнемерзлых грунтов (далее – ММГ) часто приводят к активизации процессов, связанных с деградацией ММГ, аварийному состоянию объектов. В Забайкальском крае ситуация осложняется наличием высокотемпературных ($-0,1 \dots -0,5$ °С) ММГ со сложным характером их залегания. Деградация таких ММГ приводит к значительным деформациям грунтов оснований зданий [2; 13; 14]. Опыт эксплуатации показывает, что для зданий и сооружений, возведенных на площадках со сложными инженерно-геологическими условиями, со временем создается угроза их разрушения [5–7; 8; 10; 12; 15]. Согласно Я. А. Кроник [4], при обследовании в 90-х гг. XX в. подобных зданий в г. Чита установлено, что 60 % из них находятся в аварийном состоянии.

В Забайкальском крае в связи с наличием высокотемпературных ММГ в основном используют второй принцип строительства на вечноммерзлых грунтах, предусматривающий оттаивание грунтов основания в период эксплуатации объекта или предпостроечное оттаивание.

Как известно, в реальных условиях оттаивание ММГ в основаниях зданий происходит неравномерно. Попадание воды техногенного происхождения и повышение температуры на участках поверхности основания ускоряют оттаивание ММГ в отдельных зонах. В результате под фундаментами возникают деформации основания, которые приводят к появлению отдельных трещин в надземных конструкциях и ава-

рийным деформациям зданий, вызывающим разрушение конструкций [8]. Для их предотвращения необходимо разработать эффективные технические решения, которые будут способствовать устранению неблагоприятных факторов воздействия и уменьшению деформаций оснований.

Целью работы является установление причин возникновения аварийных ситуаций при оттаивании ММГ в основаниях зданий и выбор технических решений по их устранению.

Для реализации данной цели предусмотрено решение ряда задач:

1) выявить особенности изменения свойств грунтов оснований рассматриваемых объектов, построенных на ММГ по второму принципу строительства;

2) выбрать эффективные способы защиты и восстановления объектов строительства.

Методология и методика исследования. Анализ изменения состояния ММГ оснований зданий и сооружений при эксплуатации, обследование поврежденных фундаментов и несущих конструкций выполнены для трех объектов, расположенных в Забайкальском крае. Измерение и оценка повреждений надземных конструкций зданий осуществлены в соответствии с СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений». Для определения изменения состояния ММГ основания, установления причин повреждений конструкций, деформаций здания и разработки мер по предотвращению их дальнейшего развития в соответствии с СП 11-105-97

«Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть IV. Правила производства работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов» проведен анализ материалов предпроектных изысканий прошлых лет, выполнены дополнительные инженерно-геологические изыскания.

Результаты исследования и область их применения. В качестве первого объекта обследования рассматривался вокзал на ст. Куэнга Забайкальской железной дороги. Инженерно-геологические изыскания, проведенные в 1989 г., установили наличие в основании следующих грунтов:

- 1) насыпной грунт мощностью 1,0...1,5 м;
- 2) суглинки разной консистенции с включением гравия в талом и преимущественно мерзлом состояниях средней мощностью 6,9 м;
- 3) гравийный грунт с песчаным заполнителем мощностью 1,5...2,0 м;
- 4) диориты трещиноватые средней прочности, начиная с глубины 11,0...13,8 м.

Верхняя граница ММГ на период проведения работ залегала на глубине 3,5 м. Отмечена мерзлота сливающегося типа. По результатам изысканий при проектировании выбран принцип строительства, допускающий оттаивание ММГ основания, а в качестве фундамента – свайный фундамент. Исходя из глубины заложения свай, в качестве несущего слоя выбраны трещиноватые диориты.

В 2000 г. вокзал был сдан в эксплуатацию, однако вскоре стали фиксироваться деформации здания, выражающиеся в отклонении его углов от вертикали на величину 0,003...0,150 м. Специалистами ОАО «ЗабайкалГИСИЗ» в 2005 г. проведены повторные изыскания для установления причин возникновения деформаций. При этом обнаружено перемещение кровли ММГ на глубину 6,9 м. В 2006 г. этой же организацией проведено бурение дополнительных контрольных скважин с целью уточнения геокриологической обстановки. Исследование проб грунтов показало отсутствие ММГ в скважинах, расположенных рядом со скважинами 2005 г. Согласно результатам изысканий 2006 г., в пределах исследуемой

глубины 15 м ММГ не обнаруживались. Таким образом, выявлен процесс прогрессирующей деградации ММГ в основании здания вокзала. Истинные причины деформаций не установлены.

Сотрудниками Читинского государственного университета (далее – ЧитГУ) в сентябре 2006 г. совместно с ООО «ПТК «НЭЖСТ»» проведено повторное обследование здания вокзала с целью установления причин деформаций сооружения. Проведены визуальный осмотр объекта и инструментальные измерения имеющихся повреждений здания, оценка технического состояния стен, перекрытий и фундамента, определена фактическая глубина погружения свай и осуществлено бурение скважин с отбором проб.

При визуальном осмотре обнаружены трещины в стенах, деформации отдельных фундаментов. Инструментальные измерения показали наличие наибольших деформаций на западной части здания вокзала. Обнаружены сквозные трещины с шириной раскрытия до 30 мм. Обследование состояния ростверка показало существенные отступления от проекта и наличие повреждений, вызванных нарушением технологии при производстве работ: выявлено несоответствие шага свай проектному шагу.

Сотрудниками ЧитГУ проводились и геофизические исследования, в результате которых обнаружилась разбивка массива диоритов на блоки вертикальными тектоническими нарушениями (рис. 1). Установлена фактическая длина свай, составляющая 8,5...8,9 м. Под острием свай оказались грунты, обладающие значениями механических свойств, не соответствующими проекту.

Очевидно, скважины, пробуренные в 1989 г. при изысканиях, не попали в зоны с грунтами с низкой несущей способностью. Проектировщики сделали вывод о наличии сплошного скального основания и выбрали второй принцип строительства на ММГ.

Исследования позволили обнаружить наличие под зданием чаши оттаивания. Скважинами, пробуренными на расстоянии 1,5...2,5 м от стен, не установлено

наличие ММГ. Скважины, выполненные в 4,0 и 4,7 м от западной и восточной стен, показали наличие ММГ, начиная с глубины 6,5...7,0 м.

Для определения характера развития деформаций во времени в июле 2005 г. ОАО «ЗабайкалТИСИЗ» проводились геодезические работы на объекте. Аналогичные

исследования выполнены сотрудниками ЧитГУ в сентябре 2006 г., в мае 2007 г. и в мае 2008 г. Измерялись крен наружных стен, вертикальные и горизонтальные перемещения элементов здания. В результате проведенных исследований обнаружены существенный изгиб части ростверка и наличие крена стен здания.



Рис. 1. Инженерно-геологический разрез, по данным электротомографии и бурения / Fig. 1. Engineering-geological section according to electro-tomography and drilling data

В качестве следующего объекта исследования выбран вокзал на ст. Тыгда Забайкальской железной дороги (сдан в эксплуатацию в 2003 г.). Данное здание (общий размер 70,5 x 26,6 м) имеет в плане сложную конфигурацию и состоит из трех отдельных одно- и двухэтажных блоков.

В 1989 г. на площадке строительства вокзала выполнены инженерно-геологические изыскания. Установлено, что площадка изысканий входит в зону распространения ММГ островного характера. В окончательном варианте проекта выбран свайный тип фундамента. Расчетная и фактическая нагрузка на сваю составила 30 и 24 т соответственно. Через год после сдачи вокзала в эксплуатацию установлены наличие значительных деформаций здания и появление сквозных трещин в отдельных стенах.

В ноябре 2006 г. сотрудниками ЧитГУ и ООО «ПТК «НЭКСТ»» выполнено обследование объекта для установления причин деформаций (рис. 2). При проведении работ зафиксированы трещины на фасаде, в наружных и внутренних стенах, простенках и ростверках. Максимальная ширина раскрытия трещин достигала 5 см. Почти все помещения здания находились в аварийном состоянии. Обследованиями установлено неудовлетворительное состояние ростверка, связанное с наличием трещин, обнажений арматуры и других дефектов. Выявлено увеличение длины пролетов между сваями с 1,5 до 2,5 м. Конструкции соединения свай с ростверком не соответствовали проекту. Многолетнемерзлые грунты на глубине, соответствующей данным 1989 г., по результатам

инженерно-геологических изысканий отсутствовали.

В качестве третьего объекта исследования выбрано здание цеха металлических конструкций на ул. Авиационной в г. Чита, построенное в конце 1989 г., представляющее собой однопролетное одноэтажное здание каркасного типа с размерами в плане 24,0 x 60,0 м и высотой 12,2 м. Железобетонные колонны сечением 0,38 x 0,80 м установлены с шагом 6 м, а в качестве конструкции покрытия применены железобетонные фермы и плиты. Фундамент – свайный, с железобетонным ростверком. С

момента постройки здание не эксплуатировалось и не отапливалось.

В результате обследования здания в кирпичной кладке стен установлены значительные деформации, а в ростверке – разрывы и трещины. Для выявления причин разрушений в июле 2006 г. и в январе 2007 г. проведены инженерно-геологические изыскания, в результате которых установлен неоднородный характер распространения многолетнемерзлой толщи грунтов под зданием. Данное обстоятельство можно объяснить отсутствием отопления и фактором затенения поверхности грунта зданием.



Рис. 2. Геологический разрез под частью здания / Fig. 2. Geological section under the building part

В целом по описанным объектам следует сделать вывод, что инженерно-геологические изыскания и последующее проектирование осуществлялись без учета реальных условий взаимодействия проектируемых зданий с ММП оснований и возможных изменений их свойств в результате эксплуатации. Кроме того, не предусматривались мероприятия по приспособлению конструкций объекта к неравномерным деформациям оттаивающего основания. При наличии значительных неравномерных деформаций оттаивающих ММП требуется комплексное решение проблемы, связан-

ное с одновременным увеличением несущей способности оснований и разработкой мероприятий по устранению неравномерных осадок фундаментов.

Неравномерные деформации основания здания при оттаивании ММП основания могут быть уменьшены путем армирования основания высокопрочными горизонтальными диафрагмами из геосинтетических материалов [3; 9; 11]. В качестве примера использования подобных диафрагм можно рассматривать участок автодороги «Амур», на котором в 2012–2013 гг. в основании насыпи слабый грунт заменялся

более прочным, с его послойным армированием синтетическими георешетками. Развитием этого направления следует считать технические решения, реализованные в 2015–2016 гг. при строительстве участков автодороги Мациевская – Краснокаменск. Возведение насыпей, в основании которых находились ММГ, сопровождалось устройством в них замкнутых обойм из георешеток и грунта (псевдоплит), что позволило снизить давление на основании насыпи и существенно уменьшить неравномерность ее деформаций.

Увеличению несущей способности основания способствует укладка в основание слоев теплоизолирующего материала (например, плит из полистирола), что ограничивает оттаивание слоев грунтового основания при техногенных воздействиях. Снижение теплового влияния здания или сооружения на ММГ, наряду с исключением деградации ММГ из-за утечек воды из систем коммуникаций здания, является одним из направлений решения поставленной задачи.

В качестве еще одного способа повышения несущей способности основания выступает инъектирование в слабые оттаивающие грунты цементно-песчаного раствора. Данный способ применялся при усилении основания вокзала ст. Куэнга. Его суть заключалась в следующем. После удаления на объекте бетонных полов подвала устанавливались арматурные каркасы с вертикальными пластмассовыми трубками. Далее производилась укладка бетона в фундаментную плиту, возведенную под всем зданием вокзала. После набора бетоном необходимой прочности через пластмассовые трубки в основание плиты погружались инъекторы, с помощью которых производилась подача под давлением цементно-песчаного раствора в грунт. В результате произошло изменение свойств оттаявших грунтов. Применение фундаментной плиты обеспе-

чило выравнивание возможных неравномерных деформаций основания. Таким образом, десятилетний положительный опыт эксплуатации вокзала ст. Куэнга доказал правомерность использования при реконструкции такого технического решения.

Выводы.

1. По результатам выполненных инженерно-геологических изысканий на рассмотренных объектах установлены значительные изменения свойств грунтов под зданиями. Отмечено неравномерное оттаивание ММГ в основаниях зданий, обусловленное сложившимся температурным режимом. Причиной таких явлений можно считать отсутствие достоверного прогнозирования трансформации свойств грунтов в основаниях объектов в реальных условиях, которое не осуществлялось авторами при разработке проектов.

2. Для оценки условий взаимодействия зданий с основаниями на многолетнемерзлых грунтах требуется выполнять долговременный прогноз изменения полей температуры и влажности в условиях каждого конкретного объекта. Математическое моделирование изменений инженерно-геологической обстановки в основаниях должно выполняться на основе современных методов теплофизики и геомеханики [1].

3. Рассмотренные варианты восстановления несущей способности оснований сооружений на оттаивающих многолетнемерзлых грунтах, предусматривающие его армирование, теплоизоляцию, инъектирование цементно-песчаного раствора, позволяют предотвращать недопустимые деформации оснований. Многофакторность решаемой задачи обуславливает необходимость индивидуального подхода к решению отдельных проблем устойчивости зданий и сооружений на ММГ, ввиду многообразия инженерно-геологических условий и условий эксплуатации конкретных объектов.

Список литературы

1. Бондарев Э. А., Рожин И. И., Корнилов Т. А., Местников А. Е., Кононова Е. А. Численное моделирование оттаивания многолетнемерзлых грунтовых оснований малоэтажных зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 4. С. 12–16.
2. Кондратьев В. Г. Стабилизация земляного полотна на вечномерзлых грунтах. Чита: ТрансИГЭМ, 2011. 175 с.
3. Костромин М. В., Попова Ю. Т. Укрепление автодорог и съездов геотекстильными материалами при разработке глубокозалегающих россыпей Забайкалья // Вестник ЧитГУ. 2015. № 3 (118). С. 44–49.
4. Кроник Я. А. Аварийность и безопасность природно-техногенных систем в криолитозоне // Материалы II конференции геокриологов России. М.: Изд-во МГУ, 2001. Кн. 4. С. 138–147.
5. Кроник Я. А. Анализ аварийности и безопасности геотехнических систем в криолитозоне // Материалы V конференции геокриологов России МГУ им. М. В. Ломоносова. М.: Университетская книга, 2016. Т. 1. С. 104–111.
6. Кроник Я. А. Безопасность оснований и фундаментов зданий и сооружений на многолетнемерзлых грунтах // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2017. № 3. С. 36–39.
7. Торгашев В. В., Васильева К. О., Верхотуров В. И. Результаты обследования технического состояния здания, построенного на оттаивающих грунтах // Архитектура, строительство, землеустройство и кадастры на Дальнем Востоке в XXI в.: материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Комсомольск-на-Амуре (20–21 апр. 2016 г.) / ред. кол. О. Е. Сысоев (отв. ред.) [и др.]. Комсомольск-на-Амуре: КнАГТУ, 2016. С. 95–104.
8. Торгашев В. В., Герасимов В. М., Стетюха В. А. Исследование деформаций жилого дома в изменившихся геокриологических условиях площадки строительства // Вестник ЧитГУ. 2007. № 4 (45). С. 44–49.
9. Харикумар М., Санкар Н., Чандракаран С. Исследование песчаного грунта, армированного разнонаправленными пластиковыми гексаподами // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2015. № 4. С. 21–22.
10. Шестернев Д. М., Васютин Л. А. Трансформация геолого-геокриологической среды в процессе урбанизации г. Чита // Вестник ЗабГУ. 2014. № 3. С. 57–67.
11. Щербина Е. В. Геосинтетические материалы в строительстве. М.: АСВ, 2004. 109 с.
12. Zabolotnik S. I., Zabolotnik P. S. Changes in the State of Frozen Ground in the Course of Long-term Operation of the Yakutsk Combined Heat and Power (YCHP) Plant // Tenth International conference on Permafrost. Vol. 2. Translations of Russian Contributions. Salekhard: The Northern Publ., 2012. P. 537–542.
13. Kotov P. I. Impact of thawing on soil deformation // Tenth International Conference on Permafrost. 2012. Vol. 2. P. 199–205.
14. Meixue Yang, Frederick E. Nelson b., Nikolay I. Shiklomanov, Donglin Guo, Guoning Wan. Permafrost degradation and its environmental effects on the Tibetan Plateau: A review of recent research // Earth-Science Reviews. 2010. P. 31–44.
15. Yu W., Gu M., Chen L., Lai Y., Yi X., Xu L. Influence of urbanization on permafrost: a case study from Mohe County, northernmost China [Электронный ресурс] // The Cryosphere Discuss. Режим доступа: <http://www.doi.org/10.5194/tcd-8-4327-2014> (дата обращения: 12.08.2017).

References

1. Bondarev E. A., Rozhin I. I., Kornilov T. A., Mestnikov A. E., Kononova E. A. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo* (Industrial and civil engineering), 2013, no. 4, pp. 12–16.
2. Kondratiev V. G. *Stabilizatsiya zemlyanogo polotna na vechnomerzlykh gruntah* (Stabilization of the roadbed on permafrost soils). Chita: TransIHEM, 2011. 175 p.
3. Kostromin M. V., Popova Yu. T. *Vestnik CHitGU* (Bulletin of the Chita State University), 2015, no. 3 (118), pp. 44–49.
4. Kronik Y. A. *Materialy II konferentsii geokriologov Rossii* (Proceedings of the II conference of geocryologists of Russia). Moscow: Publishing House of Moscow State University, 2001, book 4, pp. 138–147.
5. Kronik Y. A. *Materialy V konferentsii geokriologov Rossii MGU im. M. V. Lomonosova* (Proceedings of the 5th conference of Russian geocryologists in the Moscow State University named after M. V. Lomonosov). Moscow: University Book, 2016, vol. 1, pp. 104–111.
6. Kronik Ya. A. *Osnovaniya, fundamenti i mekhanika gruntov* (Bases, foundations and mechanics of soils), 2017, no. 3, pp. 36–39.
7. Torgashev V. V., Vasilieva K. O., Verkhoturov V. I. *Arhitektura, stroitelstvo, zemleustroystvo i kadastry na Dalnem Vostoke v XXI v.: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., g. Komsomolsk-na-Amure (20–21 apr. 2016 g.)* (Architecture, construction, land management and cadastres in the Far East in the 21st

century: materials of the Intern. scientific-practical. conf., Komsomolsk-on-Amur (April 20–21, 2016)) / ed. col. O. E. Sysoev (editor-in-chief) [and others]. Komsomolsk-on-Amur: KnAGTU, 2016, pp. 95–104.

8. Torgashev V. V., Gerasimov V. M., Stetyukha V. A. *Vestnik CHitGU* (Bulletin of the Chita State University), 2007, no. 4 (45), pp. 44–49.

9. Kharikumar M., Sankar N., Chandrakaran S. *Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov* (Bases, foundations and mechanics of soils), 2015, no. 4, pp. 21–22.

10. Shesternev D. M., Vasyutich L. A. *Vestnik ZabSU* (Bulletin of the Chita State University). Chita, 2014, no. 3, pp. 57–67.

11. Scherbina E. V. *Geosinteticheskie materialy v stroitelstve* (Geosynthetic materials in construction). Moscow: ASV, 2004. 109 p.

12. Zabolotnik S. I., Zabolotnik P. S. *Tenth International conference on Permafrost. Vol. 2. Translations of Russian Contributions* (Tenth International conference on Permafrost. Vol. 2. Translations of Russian Contributions). Salekhard: The Northern Publ., 2012, pp. 537–542.

13. Kotov P. I. *Tenth International Conference on Permafrost* (Tenth International Conference on Permafrost), 2012, vol. 2, pp. 199–205.

14. Meixue Yang, Frederick E. Nelson b., Nikolay I. Shiklomanov, Donglin Guo, Guoning Wan. *Earth-Science Reviews* (Earth-Science Reviews), 2010, pp. 31–44.

15. Yu W., Gu M., Chen L., Lai Y., Yi X., Xu L. *The Cryosphere Discuss* (The Cryosphere Discuss). Available at: <http://www.doi.org/10.5194/tcd-8-4327-2014> (Date of access: 12.08.2017).

Коротко об авторах

Бабелло Виктор Анатольевич, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры гидрогеологии и инженерной геологии, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: геомеханика, проектирование и обследование зданий и инженерных сооружений
babellovictor@mail.ru

Мершеева Марина Борисовна, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой строительства, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: строительные материалы, обследование зданий и инженерных сооружений
mersheeva.m@yandex.ru

Стетюха Владимир Алексеевич, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры сопротивления материалов и механики, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение, проблемы горной теплофизики и геомеханики в Восточной Сибири

Briefly about the authors

Victor Babello, doctor of technical sciences, associate professor, professor, Hydrogeology and Engineering Geology department, Transbaikal State University, Chita, Russia. Sphere of scientific interests: geomechanics, design and inspection of buildings and engineering structures

Marina Mersheeva, candidate of technical sciences, associate professor, head of the Construction department, Transbaikal State University, Chita, Russia. Sphere of scientific interests: building materials, inspection of buildings and engineering structures

Vladimir Stetjukha, doctor of technical sciences, associate professor, professor, Strength of Materials and Mechanics department, Transbaikal State University, Chita, Russia. Sphere of scientific interests: engineering geology, geocryology and ground knowledge, problems of mountain thermophysics and geomechanics under conditions of Eastern Siberia

Образец цитирования

Бабелло В. А., Мершеева М. Б., Стетюха В. А. Опыт эксплуатации зданий на многолетнемерзлых грунтах в Забайкальском крае // Вестн. Забайкал. гос. ун-та. 2017. Т. 23. № 11. С. 4–11. DOI: 10.21209/2227-9245-2017-23-11-4-11.

Babello V., Mersheeva M., Stetjukha V. Experience of buildings' exploiting on permafrost in Transbaikal region // Transbaikal State University Journal, 2017, vol. 23, no. 11, pp. 4–11. DOI: 10.21209/2227-9245-2017-23-11-4-11.

Дата поступления статьи: 21.11.2017 г.
Дата опубликования статьи: 30.11.2017 г.