

УДК 624.131.1

Шестернев Дмитрий Михайлович
Dmitriy Shesternev

Васютин Людмила Александровна
Ljudmila Vasyutich



КРИОГЕННАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СРЕДА И ЕЕ СОСТОЯНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ г. ЧИТА

CRYOGENIC GEOLOGICAL ENVIRONMENT AND ITS CONDITION IN CHITA

Рассмотрены особенности формирования и трансформации криогенной геологической среды в пределах территории г. Чита. Выполнено инженерно-геологическое районирование по пригодности геологической среды для массовой застройки в границах города и его административных районов. Разработаны рекомендации, обеспечивающие эффективность управленческих решений для создания комфортной и экологически безопасной жизнедеятельности на территории г. Чита в условиях глобального изменения климата и увеличении антропогенной нагрузки

Ключевые слова: город, административный район, геологическая среда, многолетнемерзлые грунты, природно-техногенная система, антропогенные воздействия, районирование, строительство, эксплуатация

Characteristics of formation and transformation of cryogenic geological environment on the territory of Chita are considered in this article. Engineering-geological zoning of the geological environment suitability for mass building within the boundaries of the city and its administrative districts is done. Recommendations to ensure the effectiveness of management decisions to create a comfortable and safe living environment in the city of Chita in the global climate change and increasing anthropogenic pressure are formulated by the author.

Key words: city, administrative area, geological environment, permafrost, natural and man-caused system, human intervention, zoning, construction, operation

С конца 1970-х гг. часть земной коры (литосферы), являющаяся основой для развития биосферы, стала именоваться геологической средой. В качестве геологической среды рассматриваются любые горные породы и почвы в верхней части литосферы, изучаемые как многокомпонентные системы в области деятельности человека, влияющего на динамику природных геологических и формирующихся инженерно-геологических процессов, изменяющих инженерно-геологические условия осваиваемой территории [12].

Мощность геологической среды изменяется в зависимости от воздействия человека на литосферу. В настоящее время ее нижняя граница находится преимущественно на глубине первой сотни метров. В исключительных случаях (глубинное бурение) она может достигать 10 и более километров. Если исключить из рассмотрения горнотехнические сооружения и принимать во внимание только гражданские и наземные линейные сооружения, то мощность геологической среды не превысит первых десятков метров. Но изменение ее

мощности обусловлено не только глубиной теплового и механического взаимодействия технических объектов с массивами грунтов, но и изменением рельефа в процессе воздействия на него природных и техногенных факторов [4, 6].

Значительная часть литосферы, следовательно, и геологической среды, в связи с естественным развитием геологической истории планеты находится в многолетне-мерзлом состоянии. Эту ее часть называют криолитозоной или криолитосферой. Вероятно, не будет ошибкой, если будем называть криогенной геологической средой ту часть криолитозоны, которая используется человеком для создания безопасной и комфортной жизнедеятельности [5, 6, 7].

Инженерно-геологическое районирование территории г. Чита выполнялось на основе анализа литературных источников, инженерно-геологических изысканий и картографических материалов в фондах производственных и научно-исследовательских организаций краевого центра. Данный способ позволил комплексно оценить особенности состава и строения четвертичных отложений, характер проявления и распространения физико-геологических явлений и процессов. Оценка особенностей состава, строения и свойств криогенной геологической среды выполнена в соответствии с целью и основными задачами НИОКР «Оценка влияния антропогенных воздействий на геологическую среду урбанизированных территорий южной криолитозоны в условиях глобального изменения климата (на примере г. Чита)», регистрационный номер № 01201351117.

Основными элементами природно-техногенной системы (ПТС) города являются техническая и природная среда. Первая подсистема города состоит из технических объектов, тепловое и механическое экстенсивное и интенсивное воздействие которых определенным образом влияет на окружающую природную среду. Вторая подсистема — природная среда характеризуется взаимодействующими между собой климатическими, геологическими, геоморфологическими, геокриологическими, гидрогео-

логическими, геодинамическими и другими условиями [8].

Основой инженерно-геологической оценки территории г. Чита, с учетом выделенных подсистем, является криогенная геологическая среда. Она сформировалась и продолжает видоизменяться, с одной стороны — в результате глобального изменения климата, а с другой — в результате урбанизации территории г. Чита [3, 9].

К основным воздействиям, влияющим на трансформацию геологической и геокриологической среды города, следует отнести:

- а) значительное объемно-территориальное отчуждение части природной среды;
- б) образование специфической городской гидросферы, характеризующейся влиянием технических систем на режим водоносных горизонтов, изменение режима поверхностных водотоков и водоемов с поступлением в них поверхностного стока с городских территорий;
- в) активную хозяйственную нагрузку на элементы литосферы, следствием которой является загрязнение территорий, разрушение природных почвенных горизонтов или их загрязнение до состояния утери плодородия;
- г) изменение природного ландшафта вплоть до полной замены его на вторичный ландшафт городской экосистемы (искусственный городской ландшафт);
- д) изменение практически всех основных параметров городской атмосферы [1, 2].

Криогенная геологическая среда г. Чита в настоящее время распространена в пределах техногенно-загрязненных или техногенно-измененных территорий, где повсеместно развиты транспортный и селитебный каркасы урбанизации. Эксплуатация этих каркасов привела к формированию, во-первых, городской техногенно-загрязненной атмосферы, с большим содержанием отличных от состава природной атмосферы примесей; во вторых, техногенно-загрязненной или техногенно-измененной геологической среды [8].

В результате исследований, выполненных совместно с ГУП «Забайкалгеомони-

торинг», установлено, что техногенная нагрузка в пределах г. Чита площадью 534 км² обусловлена воздействием на геологическую среду промышленных и гражданских сооружений, гидрозолоотвалов ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2, полигона твердых бытовых отходов, заброшенных горных выработок; многочисленных водозаборных скважин; воздействием на воздушный бассейн города выбросов объектов энергетического комплекса, автотранспорта, промышленных предприятий. По интенсивности суммарного загрязнения сред г. Чита находится в напряженном состоянии преимущественно в пределах линейных сооружений и на территориях развития топливно-энергетических комплексов. На других участках ущерб, нанесенный природной среде, восполним при воздействии техногенных факторов. Установлены также участки, где возможно частичное самовосстановление ландшафта. Критическое состояние среды, где природно-территориальный комплекс среднеизмененный, фиксируется на небольших площадях в пос. Наклонный, Восточный, в районе ТЭЦ-1, пос. Биофабрика, районе Чита I, городских очистных сооружений, гора Батарейная. Крупный среднеизмененный ореол охватывает микрорайон Девичья Сопка, восточную часть КСК, оз. Угдан, в районе Каштака (падь Сенная). Здесь ущерб, нанесенный природной среде, восполним, но ее восстановление возможно только с применением технических средств. Необходимо также отметить, что территория Читы I и юго-восточная часть г. Чита II, загрязнены химическими веществами I-III классов опасности и максимальной запыленностью [1, 3].

Оценка экологического состояния компонентов природной среды во взаимосвязи с динамикой криолитозоны позволила охарактеризовать разновидности воздействий технических систем на геологическую среду и рассмотреть ее реакцию в условиях формирования природно-технических систем. Оказалось, что при прочих равных условиях, определяющих экологическое состояние территории, являются технические сооружения и используемые ими технологии [10].

Последовательное инженерно-геологическое районирование территории осуществлялось на основе учета комплекса факторов, затрудняющих производство массовой застройки при развитии градостроительства. В качестве основных элементов инженерно-геологических условий выбраны: рельеф; геологическое строение; подземные воды; многолетнемерзлые породы; геологические, инженерно-геологические и криогенные процессы и явления. По степени пригодности для планирования и строительства участки геологической среды объединены в три группы (А, Б, В), каждая из которых выделена цветом (рис. 1): А — зеленым цветом (участки, пригодные для любого вида строительства без ограничений), Б — желтым цветом (участки, при строительстве на которых требуются значительные работы по инженерной подготовке территории и мероприятия по усилению фундамента) и В — оранжевым цветом (участки, где при строительстве требуются значительные затраты на инженерную подготовку территории, а сплошная городская застройка экономически нецелесообразна). В то же время в пределах каждого из них выделены участки, соответствующие границам административных районов (АР) г. Чита.

Следует отметить, что административные районы г. Чита по площади существенно отличаются друг от друга. Территория Черновского района 265 км², Ингодинского, Центрального и Железнодорожного соответственно 130,4 км²; 85,0 км²; и 62 км². Каждый из этих районов не столько в административном отношении, сколько с учетом различий природных условий и особенностей формирования геокриологической среды рассмотрены как подсистемы ПТС г. Чита. Порядок последовательного районирования и очередность введения отдельных критериев в комплекс учитываемых инженерно-геологических условий территории г. Чита следующий (рис. 1).

В группу А, по совокупности признаков, входят 12 участков надпойменных (н/п) террас рек Ингода и Чита: аккумулятивных и эрозионных III-IV н/п террас,

прилегающих к хр. Яблонево́ый (АР – 1, 3, 4); аккумулятивных III-V н/п террас, прилегающих к хр. Черский (АР – 1, 2); эрозионно-аккумулятивных III-IV н/п террас (АР – 2, 3, 4); аккумулятивной II н/п террасы, прилегающей к хр. Черский и хр. Яблонево́ый (АР – 2, 3, 4); эрозионно-аккумулятивной II н/п террасы и пологие склоны

к ней (АР – 3). Высокие поверхности аккумулятивной I н/п террасы р. Кадалинка (АР – 4). Береговые валы оз. Кенон (АР – 4). Участки намывных и насыпных грунтов на территории ГРЭС (АР – 4). Эрозионные террасы и ровные площадки, выработанные в магматических породах (АР – 2, 4).

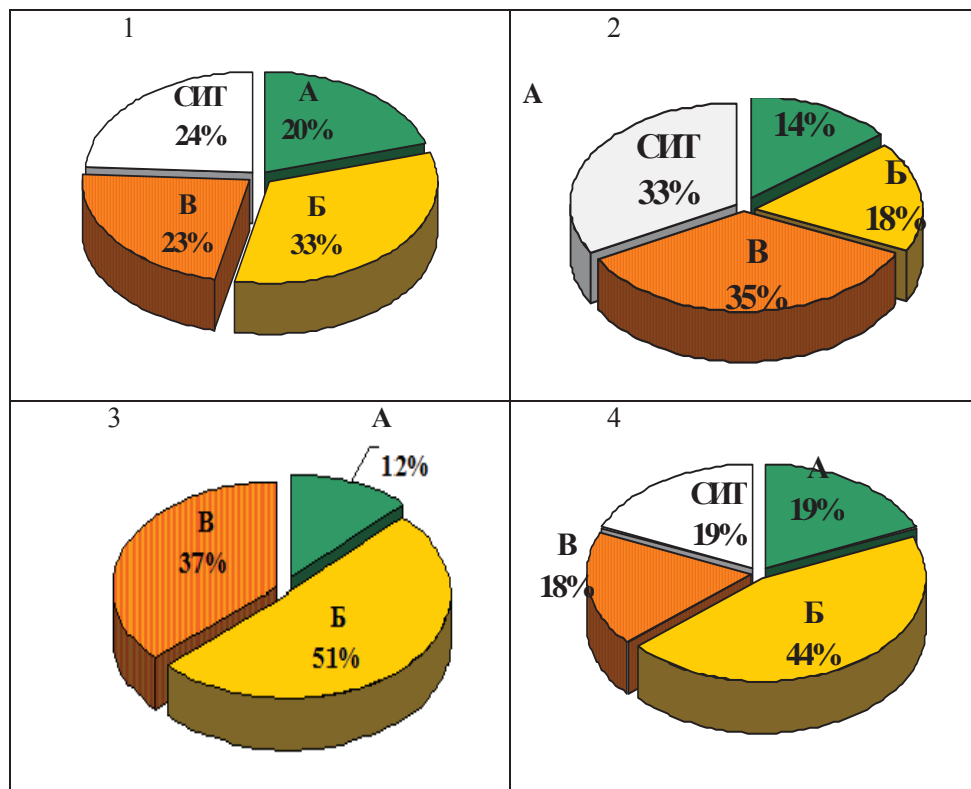


Рис. 1. Распределение территорий по пригодности для строительства в пределах административных районов (АР) ПТС г. Чита:

1 – Центральный (АР – 1); 2 – Ингодинский (АР – 2); 3 – Железнодорожный (АР – 3); 4 – Черновский (АР – 4). СИГ – слабоизученные территории

Мощность геологической среды на участках группы А в целом изменяется в пределах 10...15 м. Глубина залегания подземных вод в пределах высоких надпойменных террас 15...25 м и более, низких террас 5...10 м, в техногенных грунтах и береговых валах оз. Кенон 2...5 м и более. Многолетнемерзлые грунты (ММГ) отсутствуют. При промерзании они относятся к категории слабопучинистых. Инженерно-геологические процессы представлены физическим выветриванием, протекающим

при проходке траншей и котлованов, сезонными наледями небольшой мощности и площади развития, эрозионным размывом грунтов, обуславливающим формирование небольших промоин и оврагов в период ливневых дождей. Кроме того, о пригодности участков группы А для любого вида строительства свидетельствует и многолетний опыт их застройки, показывающий, что комфортность эксплуатируемых сооружений здесь практически не изменяется.

В группу Б, по совокупности признаков, входят 16 участков, в пределах которых существенно затруднена инженерная подготовка территорий административных районов г. Чита (АР – 1, 2, 3, 4), а геологическая среда не может быть использована без мероприятий по усилению фундаментов. По факторам, ограничивающим и затрудняющим строительство, выделены три подгруппы:

- 1) рельеф (5 участков);
- 2) территории с островными (2 участка);
- 3) массивно-островными многолетнемерзлыми грунтами (ММГ) – 19 участков.

В первой подгруппе объединены:

а) эрозионные склоны крутизной 8...12 и более градусов, выработанные в магматических, метаморфических горных породах и осадочных цементированных конгломератах;

б) делювиальные и делювиально-пролювиальные склоны III и IV уровня террас левобережья р. Чита и правобережья р. Ингода, выработанные в аллювиальных однообразных образованиях.

Геологическая среда первой подгруппы участков представлена элювиальной толщей конгломератов и конглобрекций с песчаниковым цементом мощностью до 4 м (АР – 1, 2, 4), элювием алевролитов и песчаников мощностью до 5...7 м (АР – 1, 2, 4), элювием кварцевых и дацитовых порфиров, гранитов и граносиенитов мощностью до 3...6 м; делювиальными и делювиально-пролювиальными отложениями, мощностью 3...5 м (АР – 1, 2, 4), в составе которых преобладают пески средней плотности с включением глыб, щебня и дресвы магматических и метаморфических пород различной степени окатанности. Многолетнемерзлые грунты на территории первой подгруппы участков отсутствуют, а подземные воды вскрыты на глубине 15...25 м и более. Массовая застройка территории первой подгруппы участков требует больших затрат на планировочные работы, создание подземных сетей.

Во вторую подгруппу включены два типа участков. Участки первого типа рас-

положены в пределах I и II надпойменных террас и пологих склонов рек Ингода и Чита, выработанных в верхнемеловых алевролитах и аргиллитах доронинской свиты ($K_1 dr$). Элювий пород доронинской свиты представлен суглинками и супесями, являющихся продуктами выветривания аргиллитов и алевролитов. Мощность элювиальных образований более 5 м. Участки второго типа выявлены на территории аккумулятивной I н/п террасы реки Кадалинка и в падах Читино-Ингодинской котловины (АР – 4). На территории этих участков распространены ММГ островного типа. Мощность ММГ изменяется, в основном, в пределах 10...20 м. Среди криогенных процессов наиболее развиты пучение промерзающих и осадки оттаивающих грунтов, подтопление фундаментов грунтовыми водами. Опыт строительства и эксплуатации зданий и сооружений, построенных на территории второй подгруппы участков без усиления фундаментов показал, что практически все они подвержены деформациям. Следовательно, строительство зданий и сооружений в пределах данной подгруппы участков связано с необходимостью разработки различного типа мероприятий по предупреждению знакопеременных деформаций в годовом цикле изменения температуры грунтов [11].

В третью, наиболее представительную группу, включены 19 участков. В их пределах для строительства инженерных сооружений требуются весьма существенные экономические затраты. Учитывая сочетание этих факторов, выделены четыре подгруппы участков. Основным из них и объединяющим фактором является наличие многолетнемерзлых грунтов массивно-островного типа. В первую подгруппу отнесены крутые и средней крутизны, местами обрывистые склоны в конгломератах, в аргиллитах и песчаниках доронинской свиты, в интрузивных и эффузивных магматических породах. Мощность элювиальных образований 5...15 м. Глубина залегания подземных вод 20 м и более. Многолетнемерзлые грунты здесь островного типа, мощностью до 10 м. Они распространены

на северных склонах и участках развития крупнообломочных грунтов с глинистой составляющей. Температура слоя сезонного оттаивания грунтов на подошве $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и сезонномерзлых грунтов $+0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Глубина залегания подземных вод более 25 м. Инженерно-геологическими процессами, затрудняющими строительство являются осыпи, обвалы, оползни и оврагообразование. Охарактеризованная группа участков получила развитие в АР – 1, 2, 4.

Вторая подгруппа участков представлена береговыми отмелями, пониженными участками I надпойменной террасы рек Чита и Ингода. Эти участки распространены в АР – 1, 2, 3. Береговые отмели и прирусловые части поймы сложены гравийно-галечниковыми аллювиальными песками, подстилающимися элювиальными суглинками и песками, сформировавшимися при выветривании пород доронинской свиты. Подземные воды залегают на глубине 3 м, что обеспечивает формирование высокой их морозоопасности при сезонном промерзании. Пониженные участки террасы представляют собой высохшие старицы. В верхней части разреза залегают озерно-болотные слаболитифицированными с большим содержанием органики глинистыми грунтами мощностью 3...4 м. Ниже по разрезу залегают аллювиальные песчано-гравийно-галечниковые грунты, подстилающиеся элювиальными образованиями доронинской свиты. Многолетнемерзлые грунты залегают в границах бывших стариц, температура $-1,0\text{...}-2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Грунты слоя сезонного оттаивания чрезвычайно морозоопасны при промерзании, ММГ при оттаивании отличаются высокой просадочностью. Попытки строить малоэтажные инженерные сооружения в пределах участков данного типа заканчивались их разрушением еще до завершения строительства.

Третья подгруппа участков характеризуется развитием ММГ массивно-островного типа с температурой $0,0\text{...}-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, распространена в пределах всех административных районов г. Чита. В геологическом и геоморфологическом отношении эта

подгруппа различна. В ее состав включены котловины высохших озер, днища падей, заболоченные участки пойменных и низких террас рек Ингода и Чита, первые надпойменные террасы их притоков – Кадалинки, Жирейки и др., заболоченные котловины на III-IV надпойменных террасах, а также заболоченные пологие склоны и низкие эрозионные террасы, выработанные в породах доронинской свиты. В пределах всех перечисленных элементов рельефа распространены глинистые грунты мощностью от 2...15 м. Многолетнемерзлые грунты преимущественно неселивающегося типа. Кровля ММГ находится на глубинах 5...7 м и более. Мощность ММГ достигает первые десятки метров. Температура ММГ изменяется в пределах $-0,2\text{...}-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Наиболее опасными процессами, затрудняющими эксплуатацию существующих инженерных сооружений и строительство новых, являются неравномерное пучение при промерзании грунтов и осадки протаивающих ММГ.

В четвертую подгруппу включены участки, в пределах которых распространены отвалы и терриконы, сформировавшиеся при отработке угольной шахты в пос. Восточный. Сюда же отнесены и участки, где распространены провалы в результате сдвижения пород над выработанными шахтными полями (АР – 4). Негативным является и факт заболачивания данной территории, обусловленный восстановлением уровня подземных вод после прекращения их откачки, в результате чего изменяются строительные свойства грунтов (такие исследования не проводятся). В пределах северных склонов терриконов в 80-х гг. прошлого столетия установлены острова ММГ с температурой $-0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Таким образом, это одна из территорий г. Чита, где не криолитозона, а инженерная деятельность человека привела в негодность ее для городской застройки и осложнила эксплуатацию уже существующих сооружений, в том числе Забайкальской железной дороги.

Таким образом, на основании проведенных исследований предлагаются следующие выводы и рекомендации.

1. Выполненное инженерно-геологическое районирование территории г. Чита показывает, что 20 % территории пригодно для любого вида строительства без ограничений; 33 % – пригодно с ограничениями, обусловленными развитием островной и массивно-островной криолитозоны, а также наличием склонов крутизной более 8...12 градусов; 23 % площади города для строительства промышленно-гражданских сооружений проблематично (рис. 2).

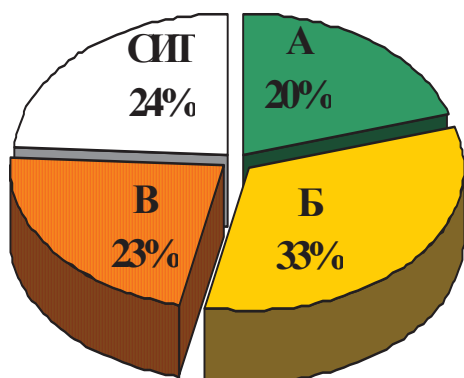


Рис. 2. Распределение территории г. Чита по пригодности для строительства

На этой территории строительство должно осуществляться строго по проектам, предусматривающим использование инновационных технологий и материалов, конструктивных и мелиоративных мероприятий по улучшению несущей способности грунтов оснований. Кроме этого, здания и сооружения в течение всего периода эксплуатации, должны находиться под постоянным контролем соответствующих служб. Площадь слабоизученных территорий г. Чита составляет 24 %. Мощность геологической среды на участках функционирования водозаборов достигает 150...220 м, в Черновском административном районе, в связи с добычей угля шахтным способом и формированием депрессионной воронки при осушении шахтных выработок – 200...300 м. Мощность и площадь распространения криогенной геологической среды в пределах города, начиная с 60-х гг. прошлого столетия, к настоящему времени

сократилась соответственно с 20...40 м до 5...10 м и с 70 до 30 %.

2. Сокращение площади и мощности криогенной среды и переход ее значительной части в геологическую среду способствовали:

- поднятию уровня грунтовых вод и увеличению морозоопасности грунтов слоя сезонного промерзания и оттаивания;

- увеличению гидродинамической связи поверхностных и подземных вод и временному снижению качества подземных питьевых вод, за счет попадания в них ранее накопленных вредных веществ на кровли ММГ;

- развитию недопустимых деформаций зданий и сооружений в результате ухудшения строительных свойств оснований, сложенных ранее многолетнемерзлыми грунтами.

3. Для обеспечения эффективного строительства и эксплуатации зданий и сооружений, предусмотренных планом перспективного развития г. Чита, необходимо:

- включать в программу инженерно-геологических изысканий определение строительных свойств грунтов не только на момент их проведения, но и разрабатывать для проектных организаций прогноз изменений строительных свойств грунтов с учетом долговечности проектируемых сооружений;

- обобщить опыт строительства и эксплуатации промышленных и гражданских сооружений г. Чита, формирования и трансформации геологической и геокриологической среды в зависимости от кинетики климатических ритмов, интенсивности и разнообразия инженерингового прессинга на состояние геологической среды города.

4. Высокую эффективность использования геологической и геокриологической среды можно достичь лишь при мониторинге ее состояния, умении его прогнозировать и при необходимости управлять или принимать другие управленческие решения, направленные на обеспечение комфортной и экологически безопасной жизнедеятельности города. Для решения этой задачи необходимо силами ЗабГУ и ОАО «ЗабайкалТИ-

СИЗ», организовать полифункциональный постоянно действующий, многоуровневый

инженерно-геологический мониторинг на территории Городского округа «г. Чита».

Литература

References

1. Васютнич Л.А. Геоэкологические проблемы урбанизированных территорий южной криолитозоны (на примере г. Чита) // Актуальные эколого-географические и социально-экономические проблемы Байкальского региона и сопредельных территорий: материалы всерос. науч.-практ. конф. (Улан-Удэ, 28-29 марта 2013 г.). Улан-Удэ: БГУ, 2013. С. 47-50.

2. Васютнич Л.А. Особенности современного техногенного воздействия на качество подземных вод Читинской агломерации // Вестник Заб. гос. ун-та. Чита, 2013. № 1. С. 19-26.

3. Васютнич Л.А. Оценка состояния окружающей среды городских агломераций южной криолитозоны (на примере г. Чита) // Экологические проблемы недропользования. Наука и образование: материалы пятой междунар. науч. конф. – 19-24 ноября 2012 г. СПб.: Санкт-Петербург. ун-т, 2012. С. 56-59.

4. Конищев В.Н. Реакция вечной мерзлоты на потепление климата // Вестник Московского университета. Сер. 5: География. 2009. № 4. С. 10-20.

5. Шестернев Д.М. Инженерная геокриология. Чита: ЧитГУ, 2010. 170 с.

6. Шестернев Д.М. Основные принципы организации геокриологического мониторинга линейных сооружений (на примере железной дороги Беркакит-Томмот-Якутск): сб. тр. IX Междунар. симпозиума по проблемам инженерного мерзлото-ведения, г. Мирный (3-7 сентября 2011 г.). Якутск: Ин-т мерзлото-ведения СО РАН. С. 252-260.

7. Шестернев Д.М. Физика, химия и механика мерзлых грунтов. Чита: Изд-во Поиск, 2012. 331 с.

8. Шестернев Д.М., Васютнич Л.А. Исследование влияния антропогенных воздействий на изменение геоэкологических условий урбанизированных территорий южной криолитозоны (на примере г. Чита) // Вестн. Чит. гос. ун-та. Чита, 2011. № 6. С. 117-121.

9. Шестернев Д.М., Васютнич Л.А. Исследование изменение климата и окружающая среда урбанизированной территории г. Чита // Кулагинские чтения: XII Междунар. науч.-практ. конф. Чита: ЗабГУ. 2012. Ч. 4. С. 30-32.

10. Шестернев Д.М., Васютнич Л.А. Тепловое загрязнение геологической среды криолитозоны урбанизированных территорий Забайкалья (на примере г. Чита) // Вестн. Читинского гос. ун-та. Чита, 2012. № 1. С. 43-51.

1. Vasjutich L.A. *Aktualnye jekologo-geograficheskie i socialno-jekonomicheskie problemy Bajkalskogo regiona i sopredelnyh territorij: materialy vseros. nauch.-prakt. konf. (Ulan-Udje, 28-29 marta 2013 g.)*. (Actual ecological, geographical and socially-economic problems of Baikal region and neighbouring territories: materials of all russian scientifically-practical conference (Ulan-Ude, 28-29 March 2013)). Ulan-Udje: BGU, 2013. P. 47-50.

2. Vasjutich L.A. *Vestn. Zab. Gos. Univ. (Transbaikal State University)*. Chita: ZabGU, 2013, no. 1. P. 19-26.

3. Vasjutich L.A. *Jekologicheskie problemy nedropolzovaniya. Nauka i obrazovanie: materialy pyatoy mezhdunar. nauch. konf. – 19-24 noyabrya 2012 g.* (Ecological problems of Earth use. Science and education: materials of the 5-th international scientific conference - 19-24 November 2012). SPb.: Sankt-Peterb. un-t, 2012. P. 56-59.

4. Konishhev V.N. *Vestn. Moskov. univ. Ser. 5: Geografiya (Vestnik of Moscow University. Issue 5: Geography)*, 2009, no. 4. P. 10-20.

5. Shesternev D.M. *Inzhenernaya geokriologiya [Engineering Geocryology]*. Chita: ChitGU, 2010. 170 p.

6. Shesternev D.M. *Sb. trudov IX Mezhdunar. simpoziuma po problemam inzhenernogo merzlotovedeniya* (Collection of articles of the IX International Symposium devoted to the problems of engineering permafrost study, Mirny (September 3-7, 2011)). Yakutsk: In-t merzlotovedeniya SO RAN. P. 252-260.

7. Shesternev D.M. *Fizika, himiya i mehanika merzlyh gruntov [Physics, chemistry and mechanics of frozen soils]*. Chita: Publishing House «POISK», 2012. 331 p.

8. Shesternev D.M., Vasjutich L.A. *Vestn. Chit. Gos. Univ. (Transbaikal State University)*. Chita: ChitGU, 2011, no. 6. P. 117-121.

9. Shesternev D.M., Vasjutich L.A. *Kulaginskie chteniya: XII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Kulagin readings: XII Intern. scientific and practical. conf.)*. Chita: ZabGU. 2012. Ch. 4. P. 30-32.

10. Shesternev D.M., Vasjutich L.A. *Vestn. Chit. Gos. Univ. (Transbaikal State University)*. Chita: ChitGU, 2012, no. 1. P. 43-51.

11. Шестернев Д.М., Шестернев Д.Д. Пучение пород в условиях деградации криолитозоны. Якутск: Ин-т мерзлотоведения СО РАН, 2012. 194 с.

11. Shesternev D.M., Shesternev D.D. *Puchenie porod v usloviyah degradatsii kriolitozony* [Swelling of rocks in permafrost degradation]. Yakutsk Permafrost Institute of Russian Academy of Sciences, 2012. 194 p.

12. Трофимов В.Т. Эколого-геологические системы и новая структура экосистемы // Геология, география и глобальная энергия. 2010. № 1. С. 6-27.

12. Trofimov V.T. *Geologiya, geografiya i globalnaya jenergiya* (Geology, geography and global power), 2010, no. 1. P. 6-27.

Коротко об авторах

Briefly about the authors

Шестернев Д.М., д-р техн. наук, профессор каф. «Гидрогеология и инженерная геология», Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия
Сл. тел. (3022) 26-18-26

D. Shesterniyov, Doctor of Technical Sciences, professor, «Hydrogeology and Engineering Geology» department, Transbaikal State University, Chita, Russia

Научные интересы: общая и инженерная геокриология; экология криолитозоны; геотехнология

Scientific interests: general and engineering geo-cryology, ecology of permafrost; geo-technology

Васютнич Л.А., доцент каф. «Гидрогеология и инженерная геология», Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия
lyudmila-vasyuti@mail.ru

L. Vasyutich, assistant professor, «Hydrogeology and engineering geology» department, Transbaikal State University, Chita, Russia

Научные интересы: геоэкология; экология подземных вод; гидрогеология городов

Scientific interests: geoecology, groundwater ecology, hydrogeology of cities

