

УДК 631.481

DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2019-3(116-122)

Г.Д. ЧИМИТДОРЖИЕВА*, Ю.Б. ЦЫБЕНОВ*, Т.Н. ЧИМИТДОРЖИЕВ**, А.В. ДМИТРИЕВ**,
Э.О. ЧИМИТДОРЖИЕВА*, Е.Ю. МИЛЬХЕЕВ*

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН,
670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6, Россия, galdorj@gmail.com, jurcybenov@gmail.com,
erzhena_ch@mail.ru, evg-milh@rambler.ru

**Институт физического материаловедения СО РАН,
670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6, Россия, tchimit@gmail.com, dmitriev.aleksey@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КРИОМОРФОЗОВ ЮГА ВИТИМСКОГО ПЛОСКОГОРЬЯ МЕТОДОМ РАДАРНОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИИ

Для Еравнинской котловины юга Витимского плоскогорья проведен анализ радарных снимков ALOS PALSAR (L-диапазон с длиной волны 23,6 см) и снимков бистатической системы TanDEM-X. В результате их обработки получена интерферограмма с предполагаемыми ареалами распространения криогенных деформаций почвогрунта. При наземных геоморфологических обследованиях они идентифицированы как локальные пучения и понижения местности. Изображение бугров пучения имеет сложную структуру, термокарстовые озера отличаются характерными округлыми, овально-удлиненными формами. В Еравнинской котловине бугры пучения чаще всего приурочены к подгорным шлейфам и плоским водоразделам. Ширина бугров достигает десятков метров, а превышений над окружающей поверхностью — 1,5–2 м. Термокарст проявляется в виде локальных провально-просадочных форм, нередко заполненных водой. В основном они формируются в днищах котловин, а также на широких выровненных суглинистых водоразделах. Наземная проверка ареалов деформаций поверхности рельефа подтвердила хорошее разрешение радиолокационной интерферометрии при оценке интенсивности и картировании областей распространения криогенных процессов, в частности зон пучения и термокарстовых понижений.

Ключевые слова: радиолокационная дифференциальная интерферометрия, криоморфозы, бугры пучения, гранулометрический состав и влажность почв.

G.D. CHIMITDORZHIEVA*, YU.B. TSYBENOV*, T.N. CHIMITDORZHIEV**, A.V. DMITRIEV**,
E.O. CHIMITDORZHIEVA*, E.YU. MIL'KHEEV*

*Institute of General and Experimental Biology, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
670047, Ulan-Ude, ul. Sakhyanovoi, 6, Russia, galdorj@gmail.com, jurcybenov@gmail.com,
erzhena_ch@mail.ru, evg-milh@rambler.ru

**Institute of Physical Material Science, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
670047, Ulan-Ude, ul. Sakhyanovoi, 6, Russia, tchimit@gmail.com, dmitriev.aleksey@gmail.com

INVESTIGATING THE OCCURRENCE OF CRYOGENIC DEFORMATIONS IN THE SOUTH OF THE VITIM PLATEAU USING RADAR INTERFEROMETRY

An analysis was made of the ALOS PALSAR radar images (L-band with a wavelength of 23.6 cm) and images from the TanDEM-X bistatic system for the Eravninskaya depression in the south of the Vitim Plateau. A processing of the images provided an interferogram with the expected distribution areas of cryogenic soil deformations. In ground-based geomorphological surveys, they are identified as local heaving and lowering regions. The image of the frost mounds has a complex structure, and thermokarst lakes are distinguished by characteristic rounded, oval-elongated shapes. In the Eravninskaya depression, frost mounds most often occur in piedmont aprons and flat watersheds. The mounds reach several tens of meters in width and their height above the surface is 1.5–2 m. Thermokarst manifests itself in local collapse-subsidence forms which are often filled with water. They emerge mainly in the depression bottoms as well as on broad planate watersheds. Ground-based verification of the surface deformation areas confirmed a good resolution of radar interferometry in assessing the intensity and in mapping of the areas of cryogenic processes, in particular the zones of heaving and thermokarst depressions.

Keywords: radar differential interferometry, cryogenic deformations, heaving hillocks, granulometric composition and soil moisture.

© 2019 Чимитдоржиева Г.Д., Цыбенков Ю.Б., Чимитдоржиев Т.Н., Дмитриев А.В.,
Чимитдоржиева Э.О., Мильхеев Е.Ю.

ВВЕДЕНИЕ

Резкое повышение трендов средней годовой температуры воздуха свидетельствует о более форсированном режиме потепления климата в Байкальском регионе по сравнению с остальной территорией России и мира [1–3]. Это вызвало ряд неблагоприятных экосистемных откликов, в частности деградацию многолетней мерзлоты, обусловившую полигональность рельефа и развитие разного рода криоморфозов. Термин «криоморфозы» [4, 5] объединяет различные экзогенные проявления криогенеза: трещиноватость, просадки, пучения, высыхания карстовых озер и др.

Наблюдения за пространственной динамикой вышеуказанных проявлений криогенеза при помощи аэрокосмического зондирования представляют особый интерес в районах распространения многолетнемерзлых пород. В последнее время для дистанционного зондирования поверхности Земли используются оптические системы, регистрирующие отраженный от земной поверхности солнечный свет (пассивные системы), и радарные системы, которые облучают поверхность радиоволнами и регистрируют обратно отраженный сигнал (активные системы). Каждый элемент результирующего изображения (пиксель) характеризуется только яркостью — амплитудой зарегистрированного излучения. Важно, что радары способны измерять не только амплитуду, но и момент колебаний — фазу отраженных волн, которая позволяет зафиксировать горизонтальные и вертикальные деформации поверхности независимо от времени суток и при любой погоде [6, 7].

Получаемый в результате обработки материал представляет собой площадную картину в пределах радиолокационного снимка, а не отдельные профили или точечные измерения. Помимо научной значимости, радарная интерферометрия имеет и очевидный прикладной аспект — выявление участков возможных рисков и ущербов в процессе проектирования строительства и последующей эксплуатации зданий, магистральных трубопроводов, дорог и других линейных сооружений. В настоящее время радарная интерферометрия широко используется в гляциологии для мониторинга деформаций земной поверхности в результате землетрясений и для оценки опускания участков в районах нефтедобычи [8, 9].

Ранее нами были исследованы гумус мерзлотных почв юга Витимского плоскогорья [10, 11], углерод гумуснесущих криогенных «морфонон» гидротаморфизированных черноземов Забайкалья [12], а также морфологические и физические свойства почвенной массы из криогенных трещин мерзлотных лугово-черноземных почв Забайкалья [13]. Гумус в почвах бугристо-западинных ландшафтов Южного Предбайкалья изучен А.А. Козловой [14]. Несмотря на значительное количество литературных данных по исследованию мерзлотных почв, сведений о применении радарных интерферометрических методов для изучения локальных деформаций грунтов вследствие криогенных процессов недостаточно. В настоящее время представляется актуальным использование этого метода для уточнения ареалов и оценки интенсивности криогенных деформаций почвогрунтов.

Цель работы — с помощью дифференциальной интерферометрии выявить ареалы распространения криоморфозов в Еравнинской котловине юга Витимского плоскогорья.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Район исследований расположен на южной границе распространения многолетней мерзлоты (рис. 1), что определяет сочетание участков многолетней мерзлоты и немерзлых пород. Мощность многолетнемерзлых пород в южной части Витимского плоскогорья, по [15], достигает 100 м, распространение большей частью сплошное. Температура пород на глубине 12–14 м составляет $-1,2 \div -1,7$ °С. Температура нижней части профиля почвы (290–300 см) в течение всего вегетационного периода варьирует от $-0,1$ до $-0,2$ °С. По мере оттаивания почвы температура ее нижних слоев повышается от $-5,8$ °С (начало апреля) до $-0,1$ °С (август) [16]. Многолетняя мерзлота, контактирующая с почвой, охлаждает не только ее нижнюю часть, но и весь профиль. Поэтому в течение лета биологически активная температура опускается по профилю почвы только до 60–80 см от поверхности, а слои, лежащие на глубине 1,5–2,5 м, при максимальной глубине протаивания 2,8–2,9 м остаются постоянно холодными. Сумма биологически активных температур составляет 1330 °С.

Объектом исследования является почвенная масса бугров пучения и термокарстовых отложений Еравнинской котловины юга Витимского плоскогорья. Физико-химические свойства почв изучались общепринятыми методами [17, 18]. Влажность и гранулометрический состав почв исследовались до глубины 30 см.

Ареалы распространения криоморфозов определены с помощью спутниковой радарной интерферометрии. Суть метода заключается в формировании интерферограммы, представляющей собой ре-

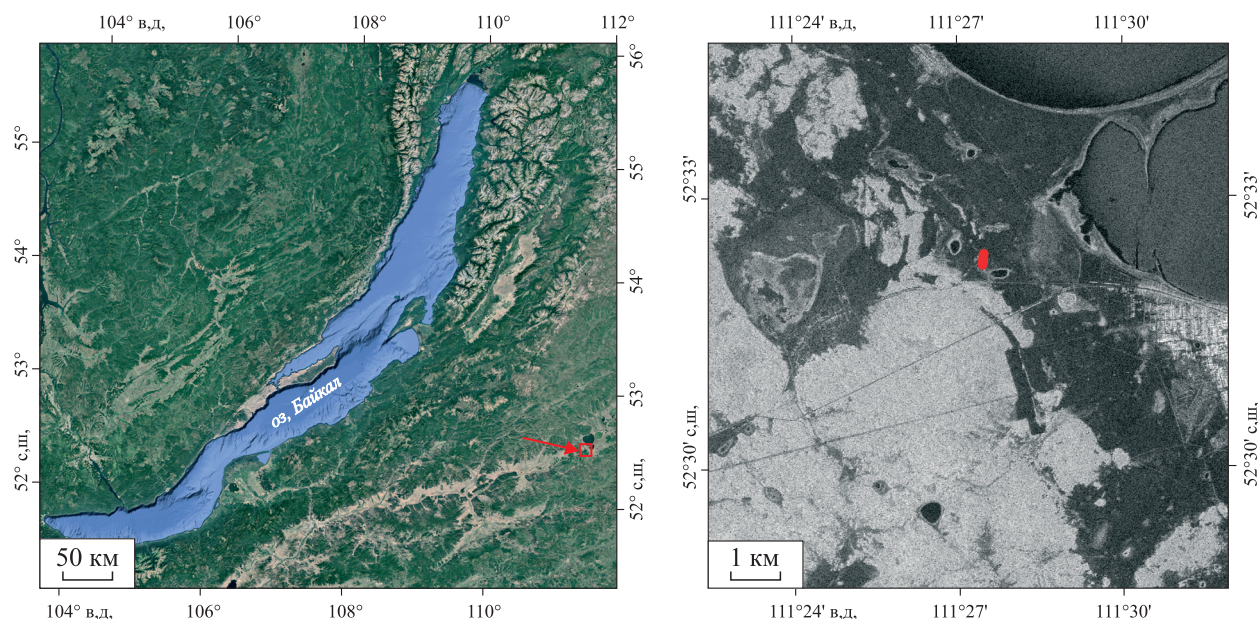


Рис. 1. Местоположение тестового полигона на мозаике спутниковых снимков Google и радиолокационное изображение, полученное с ALOS-2/PALSAR-2.

Пояснения — см. текст.

зультат умножения двух радиолокационных изображений одного и того же участка местности, содержащий информацию об амплитуде и разности фаз сигналов, полученных радаром с близко расположенных точек орбит спутника.

Разность фаз, информация о которой содержится в интерферограмме, является функцией рельефа местности, смещений земной поверхности, атмосферных эффектов и ошибок измерений:

$$\varphi = \varphi_{\text{top}} + \varphi_{\text{dis}} + \varphi_{\text{atm}} + \varphi_{\text{err}}, \quad (1)$$

где φ_{top} — изменение фазы, связанное с рельефом местности; φ_{dis} — изменение фазы за счет смещения отражающей поверхности в период между съемками; φ_{atm} — изменение фазы за счет различия длин оптических путей из-за преломления в атмосфере; φ_{err} — изменение фазы в результате электромагнитного шума.

Если предположить, что условия съемки изображений были идентичными, то для определения изменения фазы, вызванного смещением поверхности Земли, необходимо устранить влияние рельефа. Сделать это можно с помощью высокоточной цифровой модели рельефа (ЦМР) данной местности. ЦМР позволит смоделировать φ_{top} и затем вычесть из (1). Так же можно построить другую интерферограмму для данной местности и вычесть ее из первой. Результатом вычитания, согласно (1), будет изменение фазы за счет смещения поверхности в период между съемками. Полученная (разностная) интерферограмма называется дифференциальной, а сам способ — дифференциальной интерферометрией.

Возможности использования радарной интерферометрии при исследовании криогенных деформаций поверхности Земли подробно изложены ранее [19, 20].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для изучения деформации поверхности Витимского тестового полигона были использованы радарные снимки, сделанные со спутника ALOS-2/PALSAR-2 (L-диапазон с длиной волны 23,6 см) 14 сентября 2014 г. и 1 февраля 2015 г., и снимки с бистатической системы TanDEM-X (X-диапазон, длина волны 3,1 см) за 14 октября 2011 г. По интерферометрическим парам изображений с ALOS-2/PALSAR-2 были рассчитаны значения вертикальных деформаций подстилающей поверхности, а по данным TanDEM-X составлена высокоточная ЦМР.

На рис. 1 показано расположение тестового полигона и представлено радиолокационное изображение, спроецированное в географическую систему координат. Изображения в исходном разрешении продублированы на веб-странице <http://omdoki.nextgis.com/resource/168/display?panel=layers>, где можно также ознакомиться с другими материалами. Показаны участки с различными значениями обратного радарного рассеяния: яркие тона соответствуют объемным неоднородностям (лес, кустарник и т. д.), темные тона — ровным участкам (водная поверхность и т. д.). Пространственное разрешение радарного изображения составляет 10 м.

Ареалы распространения криогенных явлений представлены на интерферограмме, построенной по радиолокационным данным TanDEM-X (рис. 2). Базовая линия составляет 269 м, неоднозначность по высоте — 29,7 м, что указывает на перепад высот рельефа, соответствующий изменению разностной фазы интерферометра на один цикл 2π . Например, между повторяющимися линиями одного цвета превышение по высоте равно 29,7 м, аналогично между другими повторяющимися цветами.

На интерферограмме можно увидеть пространственное распределение небольших по диаметру возвышений и озер. При наземных геоморфологических обследованиях предполагаемые ареалы распространения криогенных деформаций идентифицированы как локальные пучения и понижения местности. Изображение бугров пучения на космических снимках имеет сложную пятнисто-полосчатую структуру. Для термокарстовых озер характерна округлая, овально-удлиненная или лопастная форма, они четко выделяются на снимках.

Исходная интерферограмма была приведена к картографической проекции и совмещена с изображением на геопортале Google (<http://omdoki.nextgis.com/resource/168/display?panel=layers>). Последующий анализ показал, что в Еравнинской котловине в связи с благоприятными условиями водного питания бугры пучения чаще всего приурочены к подгорным шлейфам и плоским водоразделам. Встречается площадное и локальное пучение, которое может возникать вследствие неоднородности условий промерзания, обводненности, состава пород и других факторов. В результате формируются различные по форме и размерам бугры пучения. Заметнее всего в рельефе проявление локального пучения (бугры, полосы пучения). Ширина бугров достигает десятков метров, а превышений над окружающей поверхностью — 1,5–2 м.

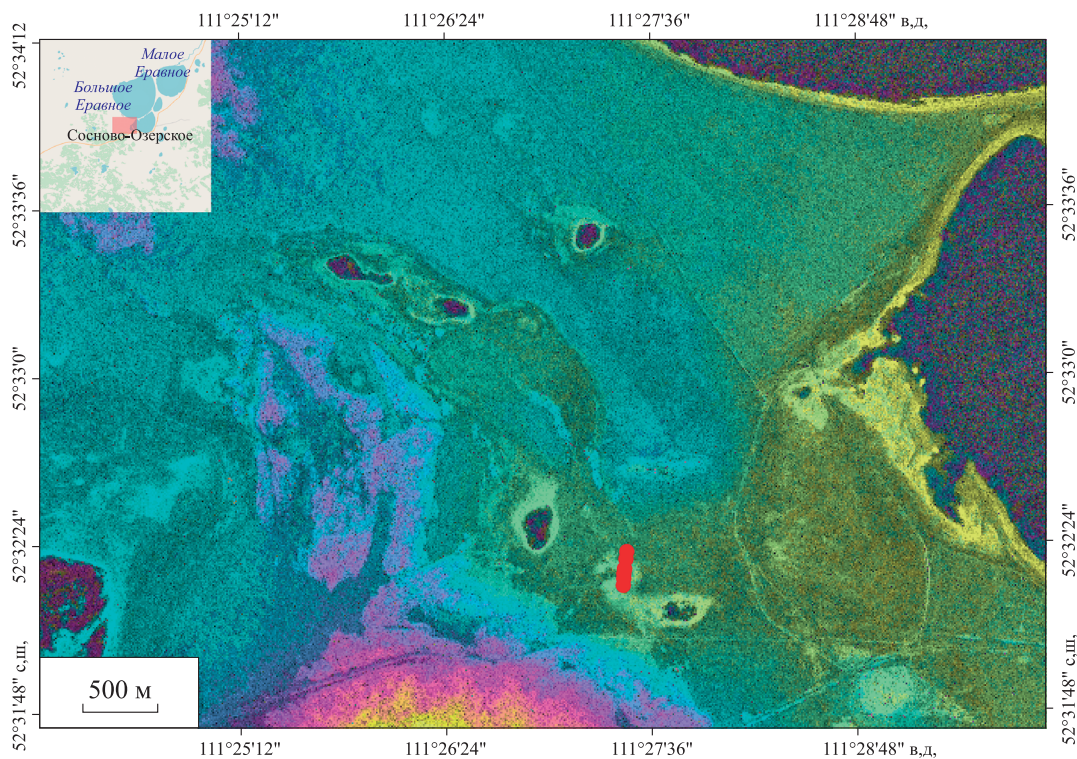


Рис. 2. Фрагмент интерферограммы с ареалом распространения криоморфозов.

Пояснения — см. текст.

Термокарст на дневной поверхности выражен в виде локальных провально-просадочных форм. Вследствие дифференциации льдистости почвогрунтов по элементам рельефа, термокарстовые воронки, нередко заполненные водой, в основном формируются в днищах котловин, а также на широких выровненных суглинистых водоразделах.

Для понимания природы криогенных деформаций на тестовом полигоне Еравнинского района были сопоставлены результаты радиолокационных интерферометрических измерений криоморфоз (рис. 3) с информацией о мелкомасштабном рельефе местности, с лабораторным определением гранулометрического состава и влажности приповерхностного слоя почвы. На рис. 3 по левой оси ординат отложены величины вертикальных деформаций почвы вследствие криоморфогенеза, на правой — высота над уровнем моря по рассчитанной ЦМР. По оси абсцисс — расстояние в метрах. Сравнительный анализ графиков (см. рис. 3) показывает, что наибольшее значение вертикальных деформаций наблюдается в понижениях рельефа местности.

На проявление пучений и просадок существенно влияют гранулометрический состав и влажность почв. Ведущим фактором дифференциации почвенного покрова выступает степень увлажнения, которая зависит от сложения почв и размеров механических почвенных фракций. Для мерзлотной лесостепи характерен достаточно высокий коэффициент увлажнения $KУ = 0,99-1,1$ [21], и почвы (преимущественно характеризующиеся тяжелым глинистым составом) перед промерзанием насыщены водой, что обуславливает их высокую интенсивность пучения.

В связи с тем что в последние годы мерзлота начинает медленно отступать к северо-востоку, мощность промерзающего слоя уменьшилась. По нашим данным, нулевая температура грунта обнаружена на глубине 320 см (24 августа 2016 г.), что уже свидетельствует о последствиях глобального потепления климата, поскольку такая температура отмечалась ранее на глубине 280–300 см [22]. А.И. Куликов с соавт. еще в 1986 г. [16] упоминал, что за последние 70 лет глубина сезонного протаивания на северо-востоке Бурятии увеличилась примерно на 1 м. Все это свидетельствует о существенной деградации мерзлоты. В [22] он же давал прогноз о том, что в середине XXI в. площадь сплошной вечной мерзлоты может сократиться на 12–15 %, а ее граница сместится к северо-востоку на 150–200 км. Повышение температуры на реперной глубине (160 см) составляет 0,05–0,08 °С/год, причем в ряде пунктов средняя годовая температура пересекает нулевой рубеж, т. е. новообразование мерзлоты становится практически невозможным. На рис. 3 мы наблюдаем незначительные колебания пучения почв (до 5 см, сентябрь 2014 г. — февраль 2015 г.).

Известно, что максимальная интенсивность пучения грунтов свойственна почвам с преобладанием в ее составе фракции пыли. По гранулометрическому составу исследуемые бугры пучения относятся к пылеватым тяжелосуглинистым. Физическое выветривание почвообразующей породы идет от мелкой пыли (15,3 %), а при сильном промерзании в зимний период происходит коагуляция

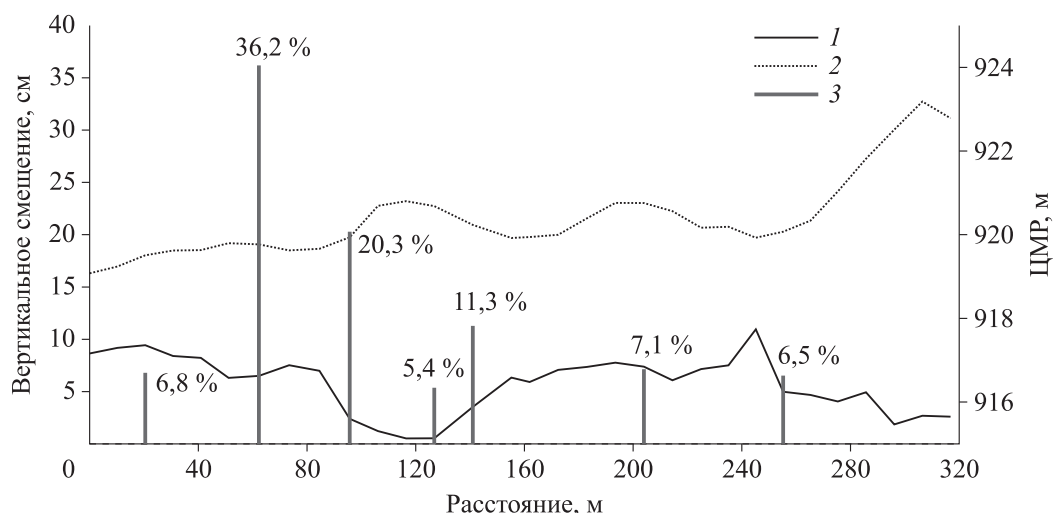


Рис. 3. Профили вертикальных деформаций тестового участка, локального рельефа местности (ЦМР) и влажность грунта (0–30 см) в Еравнинской котловине.

1 — смещение; 2 — ЦМР; 3 — влажность.

коллоидальной и илистой фракции с образованием микроагрегатов крупной пыли (22,7 %) и мелко-го песка (18,9 %), что резко снижает миграционную активность ила.

Термокарстовым понижениям свойствен средний суглинок и песок. По гранулометрическому составу профиль почв относительно однороден. Доля мелкозема в данных почвах достигает 41,9 %, содержание илистых фракций вниз по профилю повышается. Содержание фракции крупного и среднего песка (1–0,25 мм) в верхних горизонтах составляет 14,5–28,3 %, а вниз по профилю показатель колеблется от 18,7 до 38,7 %. Суммарное содержание всех песчаных фракций (38,7 %) указывает на значительную опесчаненность исследованных почв. Все крупнозернистые грунты, при наличии высоких фильтрационных свойств, как правило, не способны удерживать воду и подвергаться пучению.

Таким образом, можно предположить, что почвогрунты с преобладанием крупных почвенных частиц в виде песчаных фракций легче поддаются просадке и, наоборот, микрозоны с подстилающей тяжелыми глинистыми фракциями подвержены процессам пучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дистанционное зондирование вскрыло ареалы распространения бугров пучения и термокарстовых просадок. Наземная заверка ареалов деформаций поверхности рельефа подтвердила хорошее разрешение радиолокационной интерферометрии при оценке интенсивности и картировании областей распространения криогенных процессов, в частности зон пучения и термокарстовых понижений.

Гранулометрический состав грунтов (тяжелый суглинок в буграх, легкий суглинок с песком в карстах), наряду с рельефом местности на выделенных на радарных изображениях ареалах, способствует развитию разной степени водоудерживающей способности почв и приводит к различным проявлениям криогенных процессов.

Криогенные формы ландшафта достаточно четко выделяются на космических снимках, зондирование их состояния может быть использовано для мониторинга изменения границ многолетней мерзлоты. Термокарстовые озера, занимавшие 35–40 лет назад значительные площади, в настоящее время высыхают, что визуально наблюдается на территории Еравнинского района.

Работа выполнена в рамках тем государственного задания «Эволюция, функционирование и эколого-биогеохимическая роль почв Байкальского региона в условиях аридизации и опустынивания, разработка методов управления их продукционными процессами» (АААА–А 17–117011810038–7) и «Микроволновая интерферометрия и поляриметрия в дистанционном зондировании земной поверхности (0336–2019–0005).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куликов А.И., Куликов М.А., Смирнова И.И. О глубине протаивания почв при изменениях климата // Вестн. Бурят. сельскохоз. академии. — 2009. — № 1. — С. 121–126.
2. Куликов А.И., Убугунов Л.Л., Мангатаев А.Ц. О глобальном изменении климата и его экосистемных следствиях // Аридные экосистемы. — 2014. — Т. 20, № 3 (60). — С. 5–13.
3. Куликов А.И., Куликов М.А. Многолетняя динамика мощности сезонно-талого слоя в криолитозоне Забайкалья при глобальных изменениях климата // Разнообразие мерзлотных и сезоннопромерзающих почв и их роль в экосистемах: Материалы V Междунар. конф. по криопедологии. Улан-Удэ. 14–20 сент. 2009. — М.; Улан-Удэ: Изд-во Бурят. науч. центра СО РАН, 2009. — С. 185–186.
4. Соколов И.А., Чигир В.Г., Алифанов В.М., Худяков О.И., Гугалинская Л.А., Фоминых Л.А., Гиличинский Д.А., Максимович С.В. Понятия, терминология и классификационные вопросы изучения промерзающих почв // Почвоведение. — 1980. — № 2. — С. 118–125.
5. Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н. Современные криоморфозы в ландшафтах южной тайги Западной Сибири // География и природ. ресурсы. — 2007. — № 1. — С. 96–100.
6. Кучерявенкова И.Л., Захаров А.И. Применение радарной интерферометрии для исследования динамики земных покровов и тропосферы // Исследование Земли из Космоса. — 2002. — № 3. — С. 35–43.
7. Чимитдоржиев Т.Н., Кирбижекова И.И., Быков М.Е. Исследование оползневых процессов и деформаций ландшафта полуострова Ямал методами радарной интерферометрии и текстурного анализа // Оптика атмосферы и океана. — 2014. — Т. 27, № 7. — С. 610–614.
8. Takeuchi S., Suga Y., Yonezawa C., Chen A.J. Detection of urban disaster using InSAR. A case study for the 1999 Great Taiwan Earthquake // IGARSS 2000. — 2000. — Vol. 1. — P. 339–341.
9. Васильев Ю.В., Мисюрёв Д.А., Филатов А.В. Техногенное влияние разработки Комсомольского месторождения на современные деформационные процессы // Изв. высш. учеб. заведений. Нефть и газ. — 2018. — № 2. — С. 11–20.

10. **Чимитдоржиева Г.Д.** Гумус холодных почв. — Новосибирск: Наука, 1992. — 145 с.
11. **Чимитдоржиева Г.Д.** Органическое вещество холодных почв. — Улан-Удэ: Изд-во Бурят. науч. центра СО РАН, 2016. — 386 с.
12. **Цыбенков Ю.Б., Чимитдоржиева Г.Д., Чимитдоржиева Э.О., Егорова Р.А., Мильхеев Е.Ю., Давыдова Т.В., Корсунова Ц.Д.Ц.** Морфологические и физические свойства почвенной массы из криогенных трещин мерзлотных лугово-черноземных почв Забайкалья // Почвоведение. — 2016. — № 8. — С. 975–981.
13. **Чимитдоржиева Э.О., Цыбенков Ю.Б., Чимитдоржиева Г.Д.** Углерод гумуснесущих криогенных «морфонов» гидрометаморфизированных черноземов Забайкалья // Агрохимия. — 2015. — № 9. — С. 14–19.
14. **Козлова А.А.** Гумус в почвах бугристо-западинных ландшафтов Южного Предбайкалья // Изв. Ирк. ун-та. Серия наук о Земле. — 2010. — Т. 3, № 1. — С. 92–99.
15. **Мельничук Н.Л.** Геокриологические условия южной части Витимского плоскогорья // Геокриологические условия Забайкалья и Прибайкалья. — М.: Наука, 1967. — С. 71–79.
16. **Куликов А.И., Панфилов В.П., Дугаров В.И.** Физические свойства и режимы лугово-черноземных мерзлотных почв Бурятии. — Новосибирск: Наука, 1986. — 136 с.
17. **Аринушкина Е.В.** Руководство по химическому анализу почв. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. — 487 с.
18. **Агрохимические** методы исследования почв / Ред. А.В. Соколов. — М.: Наука, 1975. — 656 с.
19. **Чимитдоржиев Т.Н., Захаров А.И., Татков Г.И., Хаптанов В.Б., Дмитриев А.В., Будаев Р.Ц., Цыбенков Ю.Б.** Исследование криогенных деформаций грунта в дельте реки Селенга с помощью спутниковой РСА-интерферометрии и наземного георадарного зондирования // Исследование Земли из космоса. — 2011. — № 5. — С. 58–63.
20. **Chimitdorzhiev T.N., Dagurov P.N., Bykov M.E., Dmitriev A.V., Kirbizhekova I.I.** Comparison of ALOS PALSAR interferometry and field geodetic leveling for marshy soil thaw/freeze monitoring, case study from the Baikal lake region, Russia // Journ. of Applied Remote Sensing. — 2016. — Vol. 10, N 1. — P. 016006.
21. **Куликов А.И., Дугаров В.И., Корсунов В.М.** Мерзлотные почвы: экология, теплоэнергетика и прогноз продуктивности. — Улан-Удэ: Изд-во Бурят. науч. центра СО РАН, 1997. — 312 с.
22. **Куликов А.И., Куликов М.А., Смирнова И.И.** О глубине протаивания почв при изменениях климата // Вестн. Бурят. сельскохозяйств. академии. — 2009. — № 1. — С. 121–126.

Поступила в редакцию 31.05.2017

После доработки 08.11.2017

Принята к публикации 02.04.2019