



Юбилейная мемориальная научная сессия,
посвященная 110-летию со дня рождения
члена-корреспондента АН СССР
ВЛАДИМИРА НИКОЛАЕВИЧА САКСА

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, БИОСТРАТИГРАФИЯ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ МЕЗОЗОЯ И КАЙНОЗОЯ БОРЕАЛЬНЫХ РАЙОНОВ



19–22 апреля 2021 г., Новосибирск

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ им. А.А. ТРОФИМУКА
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
“НОВОСИБИРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ”
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
“СИБИРСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГЕОЛОГИИ, ГЕОФИЗИКИ И МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ”

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ МЕЗОЗОЯ И КАЙНОЗОЯ БОРЕАЛЬНЫХ РАЙОНОВ

МАТЕРИАЛЫ НАУЧНОЙ ОНЛАЙН-СЕССИИ,
посвященной 110-летию со дня рождения
члена-корреспондента АН СССР
Владимира Николаевича Сакса

19–22 апреля 2021 г.



PALEONTOLOGY, STRATIGRAPHY AND PALEO GEOGRAPHY OF THE MESOZOIC AND CENOZOIC IN BOREAL REGIONS

PROCEEDINGS OF THE ONLINE SCIENTIFIC SESSION
dedicated to the 110th anniversary of the birth
of Corresponding Member of the USSR Academy of Sciences
Vladimir Nikolaevich Saks

April 19–22, 2021

Новосибирск / Novosibirsk
ИНГГ СО РАН / IPGG SB RAS
2021

Палеонтология, стратиграфия и палеогеография мезозоя и кайнозоя бореальных районов:
Материалы науч. онлайн-сессии, 19–22 апреля 2021 г. [электронный ресурс] / Под ред. Н.К. Лебедевой, А.А. Горячевой, О.С. Дзюба, Б.Н. Шурыгина. – Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2021. – 473 с.

Сборник содержит материалы юбилейной мемориальной научной сессии “Палеонтология, стратиграфия и палеогеография мезозоя и кайнозоя бореальных районов”, посвященной 110-летию со дня рождения члена-корреспондента АН СССР Владимира Николаевича Сакса. Обсуждаются результаты исследований мезозойской и кайнозойской фауны и флоры, теоретические, методические, практические вопросы палеонтологии, стратиграфии и геологической истории различных регионов России и стран ближнего зарубежья.

Сборник представляет интерес для широкого круга геологов, изучающих мезозойские и кайнозойские толщи.

Paleontology, Stratigraphy and Paleogeography of the Mesozoic and Cenozoic in Boreal Regions:
Proceedings of the Online Scientific Session, April 19–22, 2021 [electronic resource] / N.K. Lebedeva, A.A. Goryacheva, O.S. Dzyuba, and B.N. Shurygin, Eds. – Novosibirsk: IPGG SB RAS, 2021. – 473 p.

The book contains materials of the reports submitted to the Scientific Session “Paleontology, Stratigraphy and Paleogeography of the Mesozoic and Cenozoic in Boreal Regions”, dedicated to the 110th anniversary of the birth of Corresponding Member of the USSR Academy of Sciences Vladimir Nikolaevich Saks. The results of studies of the Mesozoic and Cenozoic fauna and flora, as well as theoretical, methodical and practical questions of paleontology, stratigraphy and geological history of different regions of Russia and adjacent countries are discussed.

This book is designed for a wide range of geoscientists who study the Mesozoic and Cenozoic.

ISBN 978-5-4262-0104-0

doi: 10.18303/B978-5-4262-0104-0

УДК 551.89; 551.4.07; 911.5

РЕЛИКТОВЫЙ КРИОГЕННЫЙ МИКРОРЕЛЬЕФ МЕЖСОПОЧНЫХ ДОЛИН ГУБЕРЛИНСКИХ ГОР НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

А.Г. Рябуха¹, Д.Г. Поляков¹, И.В. Ковда², И.Д. Стрелецкая³, И.Г. Яковлев¹

¹Институт степи УрО РАН, Оренбург, annaryabukha@yandex.ru

²Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, ikovda@mail.ru

³Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, irinastrelets@gmail.com

Выявлен и изучен реликтовый криогенный микро рельеф: полигональный и полигонально-бугристый в плоскодонных сухих межсочных долинах Губерлинских гор. В шурфах, заложенных через элементы микро рельефа обнаружены признаки криотурбированности почв, грунтовые жилы и криотекстуры. Это предполагает существование в этом регионе палеомерзлоты в неоплейстоцене и возможно, начальные холодные этапы голоцена.

Ключевые слова: реликтовый криогенный микро рельеф, криотурбации, грунтовые жилы, неоплейстоцен, Южный Урал.

RELICT CRYOGENIC MICRORELIEF IN THE FLAT-BOTTOMED DRY INTERSTITIAL VALLEYS OF THE HUBERLIN MOUNTAINS IN THE SOUTH URAL

A.G. Ryabukha¹, D.G. Polyakov¹, I.V. Kovda², I.D. Streletskaya³, I.G. Yakovlev¹

¹Leading Researcher, Institute of Steppe, UB RAS, Orenburg, annaryabukha@yandex.ru

²V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, ikovda@mail.ru

³Lomonosov Moscow State University, Moscow, irinastrelets@gmail.com

A relict cryogenic microrelief was identified and studied in the flat-bottomed dry interstitial valleys of the Huberlin Mountains including the polygonal and the hummocky-polygonal microrelief. The evidence of soil cryoturbations, ground wedges and cryotextures were found in the trench across the elements of the microrelief. This suggests the existence of a paleopermafrost in this region during Neopleistocene and possibly at the initial cold stages of the Holocene.

Key words: relict cryogenic microrelief, cryoturbations, ground wedges, Neopleistocene, South Ural.

doi: 10.18303/B978-5-4262-0104-0-371

Введение

Реликтовые криогенные образования представлены широким комплексом мерзлотно-геологических явлений и формируют палеокриогенный микро рельеф (Величко, 1973; Горбунов, Северский, 2015). Детальность изучения реликтовых мерзлотных явлений и форм рельефа неодинакова на территории Северной Евразии. Они хорошо изучены на Восточно-Европейской равнине и юго-западе Западной Сибири, однако практически не известны на территории соединяющего их Южного Урала. Известны единичные и разрозненные сведения, такие как палеокриогенные реликты в виде псевдоморфоз по «ледяным» клиньям близ Мугоджар (Москвитин, 1940). На восточном склоне Южного Урала описаны криотурбации, грунтовые жилы и «котлы кипения» в разрезах рыхлых осадков, также к реликтам термокарстового рельефа отнесены широко распространенные замкнутые, бессточные округлые озерные котловины (Бойцов, 1958; 1959).

Наши исследования были направлены на поиск ландшафтных и почвенных признаков палеомерзлоты как в почвенных разрезах, так и в морфологической структуре ландшафтов.

Объекты и методы исследования

Губерлинские горы находятся на востоке Оренбургской области, в бассейне реки Губерля (правый приток реки Урал) и представляют собой останцовый мелкосопочник. Мелкосопочник простирается с севера на юг на 70 км, занимает площадь около 400 км² и состоит из системы сближенных конических, резко очерченных сопков высотой 30–50 м, расчлененных многочисленными балками, оврагами и плоскодонными сухими долинами (Энциклопедия..., 2000).

Климат континентальный ($T_{\text{ср.год}} \sim 4^{\circ}\text{C}$) с холодной малоснежной зимой (ср. $T_{\text{январь}} -15^{\circ}\text{C}$), жарким летом (ср. $T_{\text{июль}} +21^{\circ}\text{C}$), среднегодовое количество осадков – 350–400 мм. Продолжительность безморозного периода составляет около 140 дней. Глубина зимнего промерзания составляет 120–140 см, высота снежного покрова около 30 см (Географический атлас..., 2020).

Зональный почвенный покров представлен черноземами сегрегационными, встречаются солонцы и солонцеватые почвы. В ботанико-географическом отношении изучаемая территория относится к зоне типчаково-ковыльных разнотравных степей (Географический атлас..., 2020).

По космическим снимкам и полевой верификации выделено 12 межсopочных плоскодонных сухих долин с полигональным микрорельефом (рис. 1).

Для детального изучения был выбран ключевой участок, расположенный в 1,5 км северо-восточнее деревни Старохапилово Гайского района Оренбургской области (51°27'22.34"С, 58° 7'20.38"В). Ключевой участок находится в межсopочной плоскодонной сухой долине, расположенной в среднем течении реки Губерля.

Долина вытянута субширотно в направлении с востока на запад. Длина долины ~1,4 км, площадь – 0,35 км². Изучаемый участок расположен на абсолютных высотах ~260–280 м над уровнем моря. Перепад высот между вершинами сопков и дном долины достигает ~25 м. Сопки, окружающие долину сложены серпентинизированными, сильно выветрелыми разновидностями ультраосновных пород гарцбургитами и дунитами.

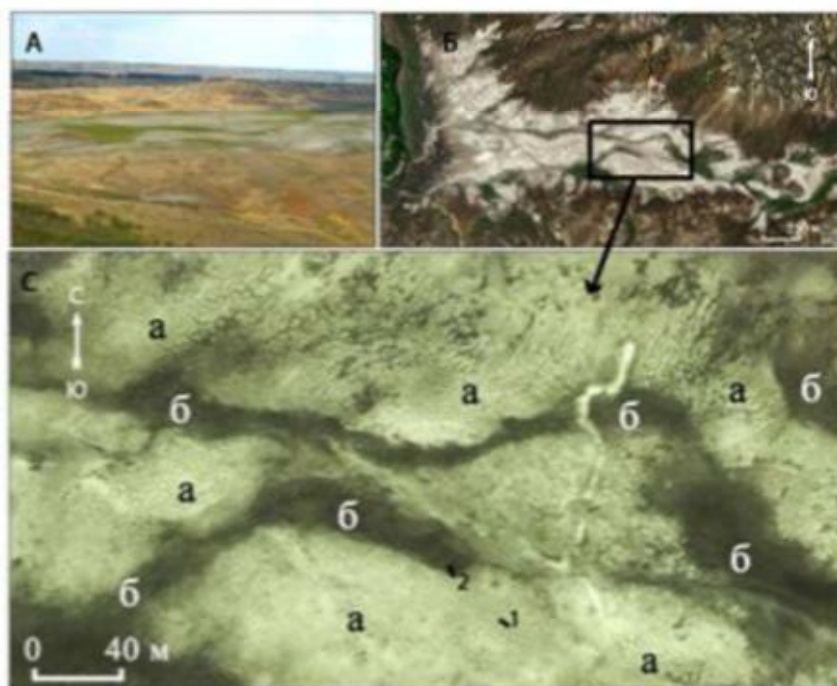


Рис. 1. Фотография участка Старохапилово (А) и фрагменты космических снимков (Bing Maps) участка Старохапилово (Б, С): а – полигональный микрорельеф, б – полигонально-бугристый микрорельеф, 1, 2 – почвенные траншеи.

Их склоны перекрыты лессовидными суглинками мощностью до 2–3 м, дно долины выполнено кайнозойскими отложениями преимущественно песчаного состава (Лисов и др., 2017).

Пологонаклонное плоское днище долины, осложненно денудационными останцами-сопками коренных пород. Ширина дна долины в верховье составляет 200 м, в средней части – 320 м, в нижней, расширяется до 500 м. Здесь можно выделить несколько террасовидных поверхностей, и разветвленную сеть сухих микродолин, занятых влаголюбивой растительностью. Грунтовые воды в долине находятся на глубине ~1,8 м.

Результаты и обсуждение

Изучено два типа реликтового криогенного микрорельефа: полигональный и полигонально-бугристый (туфуры), расположение которых в долине имеет строгую приуроченность (рис. 2А).

Полигональный микрорельеф представлен неправильными многоугольниками размером от 1,5 до 3 м в поперечнике, с медианой 2 м, разделенными ложбинообразными микропонижениями шириной около 0,3 м и глубиной 0,1–0,15 м. Полигоны имеют форму пяти- или шестиугольников, с равновеликими спрямленными сторонами. Полигональная сеть подчеркивается растительностью, освоившей ложбинообразные микропонижения. Поверхность полигонов плоская, лишена растительности, светло-серого, до белого цвета, разбита сетью трещин усыхания, которые образуют полигоны со стороной 0,1–0,15 м.

Полигональный микрорельеф занимает значительную часть дна долины и приурочен к плоским, практически ровным, ее участкам, сложенным с поверхности тонкодисперсными осадками суглинистого состава. На космоснимках такие участки имеют однородный светло-серый тон и четкий полигональный рисунок, состоящий из светлых пятен-многоугольников, ограниченных темными линиями.

Для исследования внутреннего строения полигонального микрорельефа была заложена почвенная траншея через полигоны, секущая расположенное между ними микропонижение (рис. 3). В траншее вскрывается слоистое, криотурбированное строение толщи. Верхний слой представлен светло-серым суглинком, разбитым трещинами шириной 2–3 мм на крупные блоки. Трещины, ограничивающие блоки, прослеживаются до глубины 0,6 м. Структура плитчатая, толщина отдельностей 3–4 мм. Нижняя граница слоя неровная, волнистая, с внедрениями из нижележащего горизонта. С глубины 0,61 м до 1,00 м залегает уплотненный желтовато-светло-коричневый суглинок, с плитчатой структурой толщиной 5–6 мм. Граница с нижележащим слоем резкая, турбированная. С глубины 1,00 м залегает неоднородно окрашенная светло-оливково-

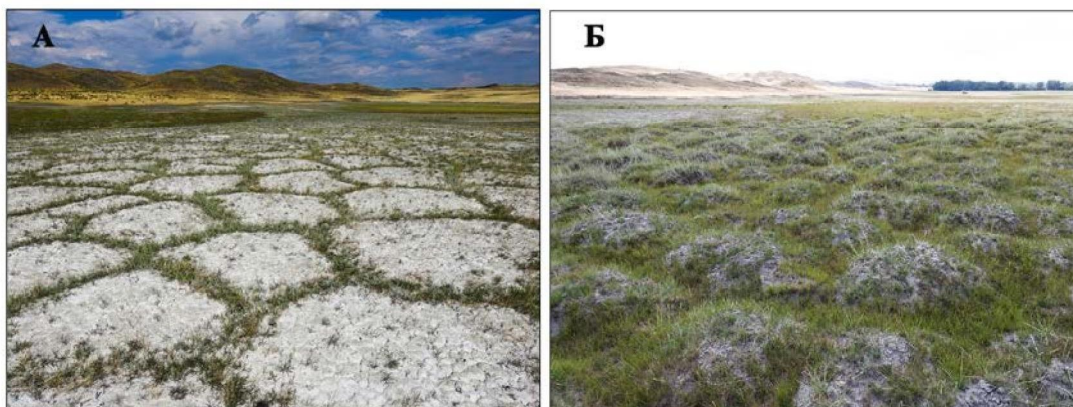


Рис. 2. Полигональный микрорельеф (А) и полигонально-бугристый микрорельеф (Б).

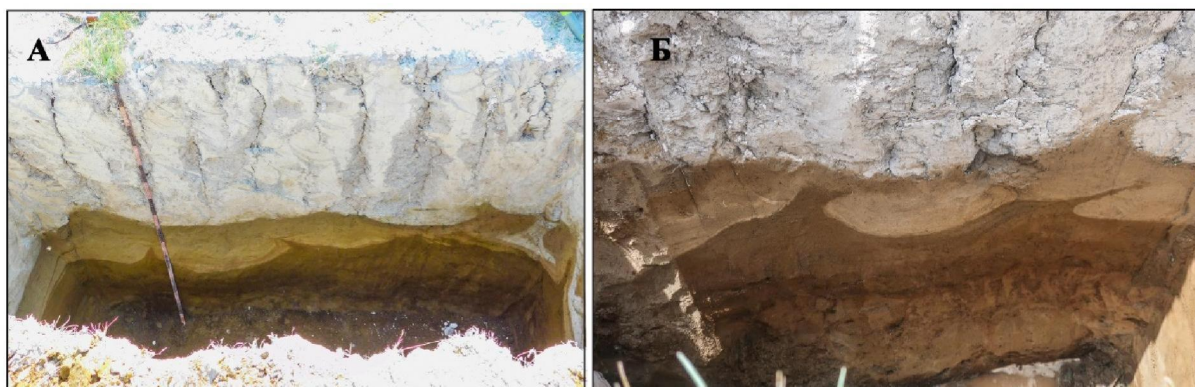


Рис. 3. Траншея с криотурбациями на участке с полигональным микрорельефом: северная (А) и южная (Б) стенки.

коричневая супесь с темными и светлыми полосами, гнездами и оглеенным и глинистыми линзами. Встречаются включения тонких гумусированных и ожелезненных прослоев.

В микропонижении между полигонами вскрыта грунтовая жила, которая имеет двухчленное строение: верхнюю расширенную часть шириной 0,3 м, которая на глубине 0,2 м сужается до 0,07 м, далее до глубины 0,68 м постепенно сужается до 0,05 м, ниже переходит в тонкую открытую трещину, прослеживающуюся до 0,8 м. Грунтовая жила отличается от окружающих пород более темным цветом и хорошо читается по структуре слагающих ее пород. Жила выполнена пылеватым суглинком с комковатой структурой, пронизана открытыми трещинами и хорошо выделяется на фоне плотного суглинка плитчатой структуры.

Полигонально-бугристый рельеф (туфуры) состоит из серии изометричных бугров, разделенных ложбинообразными понижениями (рис. 2Б). Размер бугров составляет в поперечнике от 0,5 до 3 м, с медианой 2 м, высота – от 0,2 до 0,4 м. Форма бугров чаще округлая, иногда слегка вытянутая, с крутыми склонами и уплощенной вершиной. Бугры покрыты выцветами солей и разреженной растительностью. Бугры отделены друг от друга ложбинообразными понижениями, шириной от 0,2 до 0,4 м, с медианой 0,3 м, которые хорошо видны благодаря густой зеленой растительности. Бугры расположены строго упорядоченно, образуя сетчатый рисунок. В плане ложбинообразные понижения образуют сплошную сеть, в ячейках которой расположены бугры, вытянутые серией параллельных цепочек.

Туфуровые поля приурочены к ложбинообразным понижениям рельефа, выработанным в днище депрессии, и по форме и конфигурации следуют границам микродолин. В плане они имеют разветвленный рисунок, состоящий из магистральных микродолин, шириной 7–10 м и расширенных участков, шириной до 70 м. Таким образом, участки с туфурами не разобщены, а соединены в закономерно построенную сеть. Заросшие растительностью туфуры, на космоснимках также имеют полигонально-сетчатый рисунок и состоят из темных полигонов, ограниченных светлыми линиями.

Для исследования внутреннего строения туфуров была заложена почвенная траншея, которая вскрыла слоистое, криотурбированное строение толщи, нарушаемое в микропонижениях клиновидными структурами, проникающими до глубины 0,6 м (рис. 4).

Верхний слой представлен темно-серым гумусированным суглинком, и имеет тонкоплитчатую структуру. С глубины 0,54 до 0,94 м залегает криотурбированный коричневатый суглинок с желтоватым, палевым и серым оттенками различных слоев и завихрений. Толща подстилается с неоднородной коричневой супесью с темно-коричневыми вкраплениями и слоями, а также серий тонких осветленных, гумусированных и ожелезненных параллельных прослоев.



Рис. 4. Траншея на участке с полигонально-бугристым микрорельефом: северная (А) и южная (Б) стенки.

В микропонижениях вскрываются двухъярусные грунтовые жилы, шириной поверху 0,5 м, проникающие до глубины 0,5–0,6 м. Нижние части жил ветвятся. Грунтовые жилы заполнены гумусированным суглинком темно-серого цвета, отличающимся от вмещающих отложений более легким гранулометрическим составом и рыхлым сложением.

Зимой участки с изученным микрорельефом испытывают процессы льдовыделения и сергегационного шлирообразования. Шлиры льда формируются в пределах микроповышений и микропонижений. Криогенная текстура пород верхних горизонтов на участках с полигональным микрорельефом слоистая и слоисто-сетчатая, создаваемая повторяющимися через 3–4 мм шлирами льда толщиной 1–1,5 мм, с глубиной расстояние между шлирами увеличивается до 5–6 мм (рис. 5А). На поверхности полигонов в результате процессов морозного пучения образуются бугорки высотой 0,02–0,03 м, диаметром около 0,01 м. Криогенная текстура на участке с туфами – тонкошлировая, слоистая, создаваемая повторяющимися через 1–2 мм шлирами льда толщиной 0,5 мм (рис. 5Б).

Выводы

В межопочных долинах Губерлинских гор встречены микрорельеф и морфологические признаки, которые интерпретированы как следы реликтовых криогенных структур. В шурфах обнаружены признаки криотурбированности почв, грунтовые жилы и палеокриотекстуры. Это предполагает существование в этом регионе палеомерзлоты в неоплейстоцене и возможно, в начальные холодные этапы голоцена.

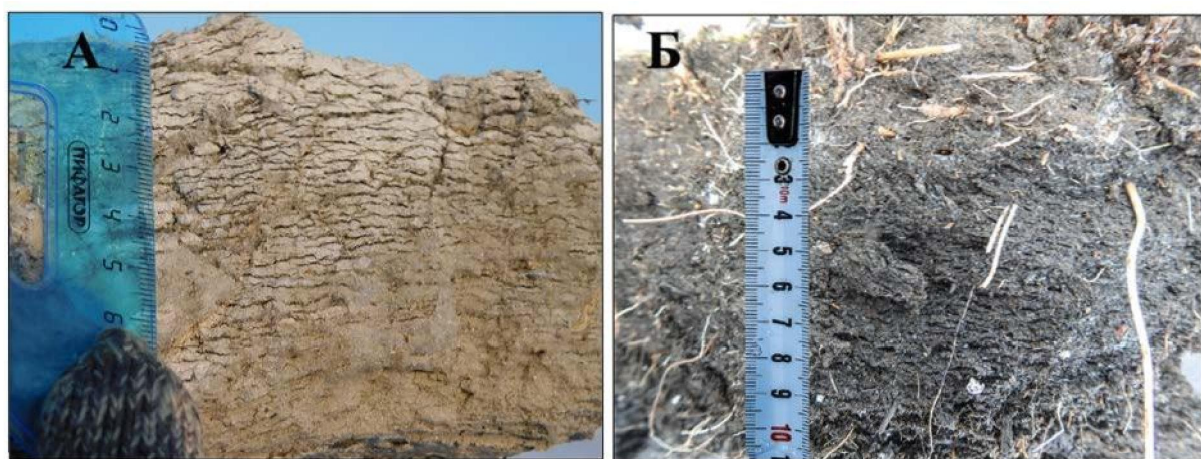


Рис. 5. Криотекстура верхних горизонтов: полигональный микрорельеф (А) и полигонально-бугристый микрорельеф (Б).

Морфологические особенности полигонального и полигонально-бугристого микрорельефа указывают на его образование в результате морозобойного растрескивания и формирования полигонально-жильных льдов в неоплейстоцене. Криотурбации в почвенном слое связаны с нарушением слоев в момент первичного промерзания и неглубокого залегания мерзлых пород.

Различия в морфологии рельефа и строении почвенных профилей изученных типов микрорельефа, могут быть связаны, с различными мерзлотно-гидрологическими условиями, которые в свою очередь предопределены геоморфологическим положением участков. Полигонально-бугристый рельеф занимает сеть разветвленных понижений, относящихся к системе позднеплейстоценового поверхностного стока, во время формирования которого эрозионными процессами частично был смыт верхний суглинистый горизонт. Можно предположить, что в это время ложбины были заняты плохо дренированными заболоченными торфяными участками. Об этом может свидетельствовать темно-серый гумусированный суглинок, слагающий бугры. Грунтовые жилы в микропонижениях между буграми свидетельствуют о глубоком сезонном оттаивании и, возможно, существовании маломощных полигонально-жильных льдов. Полигонально-жильные льды в результате термоэрозии и оттаивания верхних частей жил сформировали полигонально-бугристый микрорельеф. При этом происходило оплывание стенок трещин и края полигонов приобрели выпуклый профиль. В результате изначально плоская поверхность превратилась в бугристую.

Полигональный микрорельеф сформировался на слабонаклонных, более дренированных участках долины, не подверженных заболачиванию и торфообразованию. Можно предположить, что верхний слой, представленный светло-серым суглинком, маркирует сезонно-талый слой в неоплейстоцене.

В настоящее время почвенная толща участков с полигональным и полигонально-бугристым микрорельефом испытывает сезонное промерзание пород и сегрегационное шлирообразование, вызванное миграцией воды к фронту промерзания. Сильнее процессы пучения испытывают участки с полигональным микрорельефом, где формируются небольшие бугорки, поверхность которых после таяния шлиров льда нивелируется.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 20-05-00556, НИР АААА-А21-121011190016-1, Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы МГУ «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды».

ЛИТЕРАТУРА

Бойцов М.Н. О следах многолетней мерзлоты в разрезах рыхлых осадков восточного склона Южного Урала // Докл. Первичной организации Научно-технического горного общества / Под ред. В.А. Котлукова; М-во геологии и охраны недр СССР. Всесоюз. науч.-исслед. геол. ин-т (ВСЕГЕИ). Ленингр. обл. науч.-техн. горное о-во. Л.: [б. и.], 1958. Т. 1. С. 55–65.

Бойцов М.Н. О реликтах мерзлотного рельефа на восточном склоне Южного Урала // Информационный сборник ВСЕГЕИ. Л.: Госгеолтехиздат, 1959. № 15. С. 55–56.

Величко А.А. Природный процесс в плейстоцене. М.: Наука, 1973. 256 с.

Географический атлас Оренбургской области / А.А. Соколов, А.А. Чибилев, О.С. Руднева и др. Оренбург: Институт степи УрОРАН; РГО, 2020. 160 с.

Горбунов А.П., Северский Э.В. Криогенные реликты плейстоцена в Казахстане // Вопросы географии и геоэкологии. 2015. № 2. С. 26–35.