

DOI:10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-236-239

**НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕНЕЗИСЕ ЗАПАДИННОГО РЕЛЬЕФА
ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ****NEW DATA ON THE GENESIS OF HOLLOW RELIEF IN ORENBURG REGION****Рябуха А.Г.¹, Поляков Д.Г.¹, Ковда И.В.^{2,3}, Стрелецкая И.Д.³****Ryabukha A.G.¹, Polyakov D.G.¹, Kovda I.V.², Streletskaia I.D.³**

e-mail: annaryabukha@yandex.ru

¹Институт степи УрО РАН, Оренбург, Россия²Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, Россия³Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия¹Institute of Steppe UB RAS, Orenburg, Russia²V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia³Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Аннотация. Статья посвящена результатам изучения морфологии и генезиса западинного рельефа Оренбургской области, распространенного в бассейне р. Салмыш на участках резкого расширения долины реки. Траншея, заложенная через элементы микрорельефа, вскрыла криотурбированное строение почв с грунтовыми структурами, морфология и материал заполнения которых свидетельствуют об их связи с палеокриогенными жильными образованиями. Результаты исследования свидетельствуют о криогенно-термокарстовом генезисе изученного западинного микрорельефа и позволяют связать его с реликтовой криогенной морфоскульптурой, образовавшейся в результате вытаивания полигонально-жильных льдов, на стадии предположительно ярославского криогенеза.

Abstract. The article is devoted to the results of the study of morphology and genesis of the western relief of the Orenburg region, spread in the Salmysh river basin in the areas of a sharp widening of the river valley. The trench laid through the elements of microrelief revealed the cryoturbated structure of soils with ground structures, the morphology and filling material of which testify to their connection with paleocryogenic vein formations. The results of the study testify to the cryogenic-thermokarst genesis of the studied western microrelief and allow us to associate it with the relic cryogenic morphosculpture, formed as a result of polygonal vein ice melting, during the presumably Yaroslavian cryogenesis stage.

Ключевые слова: посткриогенные образования, многолетняя мерзлота, псевдоморфозы, криотурбации, поздний плейстоцен
Keywords: post-cryogenic formations, permafrost, pseudomorphosis, cryoturbations, Late Pleistocene

Западинный рельеф широко распространен на территории Оренбургской области. Он представлен двумя морфологическими типами. Первый – крупные округлые плоскодонные западины, расположенные изолированно друг от друга и, как правило, приуроченные к междуречным пространствам или высоким террасовидным поверхностям, сложенным с поверхности лессами и лессовидными суглинками. Второй – западинные формы размером от нескольких до 20-30 м, расположенные группами и образующие упорядоченные системы в пределах низменных равнинных участков долин, сложенных пылеватыми суглинками с линзами и прослоями органики [6].

Генезис западинного рельефа до настоящего времени остается дискуссионным. За более чем столетний период изучения западинных морфоскульптур было выдвинуто более двух десятков гипотез о природе их происхождения, которые можно сгруппировать в несколько генетических типов: эолово-денудационные (дефляционные), суффозионные, карстовые, криогенно-термокарстовые, зоогенные, эрозионные, полигенетические (результат взаимодействия нескольких факторов) и др. [5]. Наибольшее развитие получили суффозионная и криогенно-термокарстовая гипотезы. Причем в работах последних десятилетий все шире высказывается точка зрения о палеокриогенном генезисе крупных западин и западинного микрорельефа.

Целью нашего исследования стало изучение западинного рельефа Оренбургской области, для уточнения его генезиса. В 2021-2022 гг. проводились исследования западинных ландшафтов в бассейне реки Салмыш (правый приток р. Сакмары), где они образуют обширные поля, площадью до нескольких квадратных километров, развитые на участках резкого расширения долины реки. Анализ космических снимков с последующей полевой верификаций выявил порядка 10 ареалов с западинными морфоструктурами в долине р. Салмыш и долинах ее притоков.

Для детального изучения был выбран ключевой участок с четко выраженным западинным микрорельефом, расположенный западнее с. Каменка Октябрьского района Оренбургской области (52°18'26.01"С; 55°12'9.72"В) (рис. 1). Территория является частью Общесыртовско-Предуральской возвышенной провинции, для которой характерны суббореальные умеренно-континентальные типично-степные ландшафты, представленные холмисто-увалистыми денудационными равнинами. Исследуемый участок расположен на абсолютных высотах ~140 м и занимает расширенную часть долины р. Шестимир (правый приток р. Салмыш) в пределах высокой поймы и первой надпойменной террасы, сложенных крупно пылеватыми суглинками с органоминеральными линзообразными включениями. Уровень грунтовых вод в пределах участка изменяется в зависимости от рельефа и сезона, но не превышает ~2,4 м. Генезис пылеватых суглинков проблематичен. Некоторые исследователи считают эти отложения озерными, другие эоловыми, отложившимися в условиях периодически увлажняемой поверхности [2]. Мы придерживаемся седиментационной гипотезы генезиса пылеватых суглинков с уча-

ствием водного агента и последующей переработкой криогенными процессами. Формирование осадков происходило в процессе выпадения тонкодисперсных, взвешенных частиц при весенних половодьях в речных долинах или в замкнутых слабопроточных водоемах. Промерзание пойменных и озерных отложений сопровождалось ростом полигонально-жильных льдов.

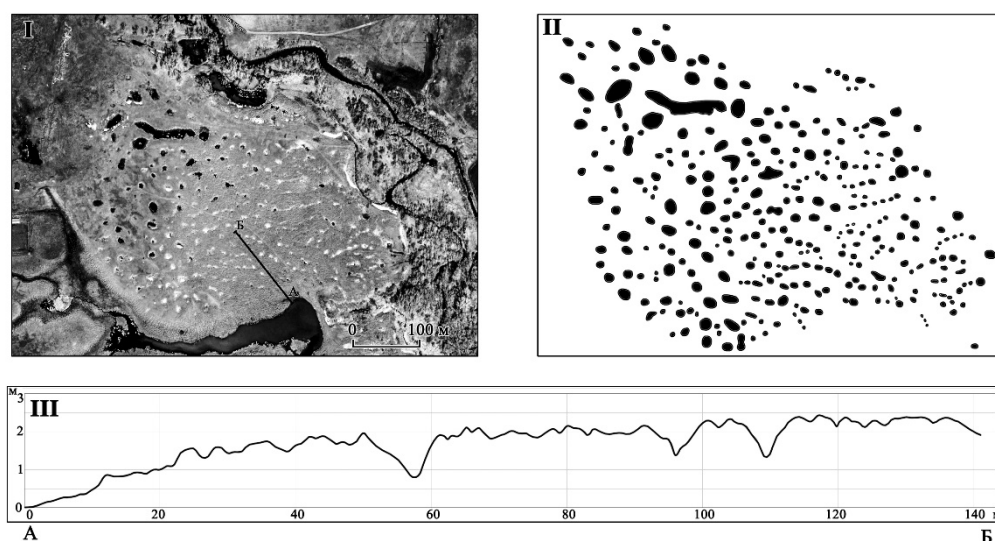


Рис. 1. I) Космический снимок участка «Каменка» (Google Earth); II) дешифрирование западинного рельефа участка «Каменка»; III) геоморфологический профиль по линии АВ

Топографическая съемка участка выявила следующие формы рельефа: 1) западины; 2) слабо выраженные ложбинообразные понижения; 3) межзападинные пологие микроповышения диаметром до 20-30 м; 4) бугристо-ложбинный микрорельеф микроповышений. Основным ландшафтообразующим элементом участка являются западины, которые представляют собой замкнутые понижения округлой формы диаметром от нескольких до 25 метров и глубиной до 1,5-2 м. Западины, как правило, имеют конусовидную форму. Дно часто осложнено воронкообразными углублениями размером $0,3 \times 0,4$ м и глубиной до 0,15 м. Западины расположены по полигональной сетке, представляя в плане сотовый микрорельеф. Ложбины – это линейно вытянутые (до 15-20 м) узкие (1,5 м) понижения, ограничивающие склоны микроповышений и соединяющие западины. Глубина ложбин составляет не более 0,5 м. Поверхность пологих повышений имеет бугристо-ложбинный микрорельеф, состоящий из серии изометричных бугров, разделенных вытянутыми понижениями. Размер бугров составляет в поперечнике от 2,5 до 3,5 м, высота – от 0,3 до 0,4 м. Форма бугров округлая или куполовидная, иногда пяти или шестиугольная, с крутыми склонами и уплощенной вершиной. Поверхность покрыта выцветами солей и разреженной растительностью. Бугры отделены друг от друга понижениями шириной ~0,3 м, которые хорошо видны благодаря густой зеленой растительности. Для микрорельефа характерна упорядоченность, которая заключается в регулярном чередовании бугров и понижений, образующих полигонально-сетчатый рисунок.

На участке «Каменка» была заложена почвенная траншея глубиной 2,1 м и длиной ~6 м, которая пересекала основные элементы микрорельефа. Также было заложено несколько почвенных шурфов и проведено ручное бурение до глубины 5 м.

В траншее вскрывается дислоцированная толща, представленная криотурбированными горизонтами пылеватого тяжелого суглинка, от темно-коричневого до светло-серого цвета, с линзообразными, вертикально ориентированными и клиновидными органо-минеральными включениями. По колонкам буровых скважин установлено, что с глубины ~3,5 м залегают красновато-бурые плотные пластичные глины. Верхняя часть разреза отложений изученного участка представлена на рисунке 2.

В разрезе вскрываются грунтовые структуры различных размеров и форм (в том числе клиновидные), заполненные органо-минеральным (торф) материалом черного цвета и расположенные несколькими ярусами. Границы структур резкие, четкие и хорошо выделяются на фоне белесоватого пылеватого суглинка вмещающих пород. В настоящее время в современных почвах отсутствуют темно-цветные органо-минеральные отложения, которые были бы аналогами пород заполняющих структуры. Форма грунтовых структур, глубина залегания и материал заполнения свидетельствуют об их связи с палеокриогенными жильными образованиями. В зависимости от морфологии и положения в разрезе выделено три типа палеокриогенных структур.

Первый тип (I) представлен столбообразными структурами, залегающими строго под западинами. Ширина составляет ~1 м по верху при высоте ~3 м (высота подтверждена ручным бурением). Заполнение грунтовой структуры черным заторфованным материалом резко отличным от вмещающих

пород, а также наличие опущенных вниз слоев породы по бокам грунтовой структуры, указывают на ее формирование после вытаивания жильного льда. Оттаивание жильного льда привело к заполнению образовавшейся полости вышележащими породами, которые содержали большое количество органических включений. Аналогичные грунтовые образования вскрыты в расположенных рядом западинах, что свидетельствует об их расположении по полигональной сети со стороны полигонов 20-30 м, в которой западины маркируют места пересечения бывших ледяных жил. Полигональное расположение жильных тел в плане – одно из свидетельств их морозобойного происхождения.

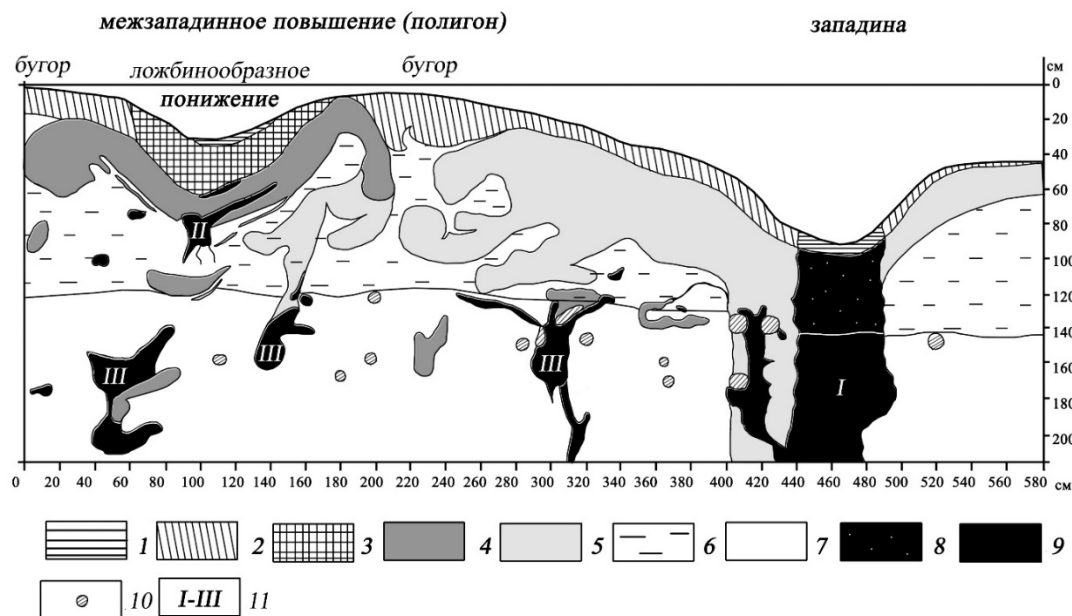


Рис. 2. Строение разреза северной стенки траншеи на участке «Каменка».

Условные обозначение: 1 – дернина; 2 – коричневатого-серый пылеватый тяжелый суглинок; 3 – коричнево-черная пылеватая легкая глина; 4 – зеленовато-коричневая пылеватая легкая глина; 5 – коричневатого-светло-серый пылеватый суглинок; 6 – неоднородно окрашенный бежевый с серыми пятнами, линзами, завихрениями пылеватый тяжелый суглинок; 7 – светло-серый средний суглинок; 8 – буровато-черная, сильно разложившаяся гидрофобная органика; 9 – черная, сильно разложившаяся гидрофобная органика; 10 – кротовины; 11 – индексы типов грунтовых структур

Ко второму типу (II) относятся грунтовые структуры, расположенные под ложбинообразными понижениями между буграми высотой 0,8 м. Структуры имеют резко выраженную двухъярусную форму с резко расширенной верхней котлообразной частью и суженной ниже клиновидной, расстояние между клиньями ~3 м. Верхний ярус имеет ширину 0,9 м по верху и прослеживается до 0,5 м. Нижний ярус в форме коренного зуба с тремя корнями – «хвостами», которые прослеживаются до глубины 0,8 м. Нижняя часть жилы заполнена черным гумусированным материалом и хорошо выделяется на фоне белесого пылеватого суглинка. С правой стороны к суженной части жилы по углом 30° подходит плоское линзовидное ответвление – «канал» черного цвета, по которому заторфованный органо-минеральный материал попадал в вытаившую полость жилы. Вскрытая грунтовая структура по комплексу признаков является эпигенетической грунтовой жилой, верхняя часть которой находилась в сезонно-талом слое, возможно, что нижняя – формировалась в слое многолетней мерзлоты.

Третий тип (III) представлен грунтовыми структурами причудливой формы, расположенными в разрезе на глубинах от 1,2 до 2,4 м на расстоянии ~1,5-2 метра друг от друга. Ширина структур колеблется от 0,1 до 0,8 м, высота – до 1 м. На северной стенке в правой части грунтовая структура имеет расходящиеся в стороны линзообразные прослои черного цвета шириной около 10 см, которые, по всей вероятности, маркируют уровень древней погребенной поверхности.

Первый и второй тип грунтовых структур выражены в рельефе: первый тип – округлой западной диаметром 3 м и глубиной 1 м, второй – ложбинообразным понижением между буграми. Третий тип является погребенным и в рельефе не выражен и, возможно, является следами денудированной в прошлом поверхности. Таким образом, анализ микрорельефа участка, а также приуроченные к западинам и ложбинообразным понижениям между буграми грунтовые структуры, их размеры и расположение в плане, свидетельствуют о том, что в пределах ключевого участка обнаружены две системы реликтовых мерзлотных полигонов: больших, размером до 20-30 м, маркирующих межзападинные микроповышения и образованных после вытаивания ледяных жил, и малых, диаметром – 3 м и высотой 0,3-0,4 м, образованных грунтовыми жилами второго типа, представленных бугристым микрорельефом.

О принадлежности изученных грунтовых образований к ледяным жилам свидетельствует ряд

признаков, встреченных в разрезе: во-первых, это наличие опущенных вниз слоев породы по бокам грунтовой структуры I типа, во-вторых заполнение структур заторфованным материалом, который сползал в клин после вытаивания жильных льдов, в-третьих это объясняет само формирование западного рельефа и определяет его хорошую выраженность. Анализ строения почвенного разреза также свидетельствует о том, что к моменту протаивания существовал темноокрашенный торфяной горизонт (торфяник), который был полностью разрушен и сохранился только в заполнении псевдоморфоз, причем грунтовые структуры третьего типа свидетельствуют о том, что этот процесс повторялся неоднократно.

Ярусность в расположении грунтовых жил свидетельствует о цикличности в осадконакоплении и смене периодов субаэральной и субаквальной седиментации в позднем неоплейстоцене в условиях многолетней мерзлоты. Ранее предложена модель циклического воздействия флювиального фактора на развитие многолетнемерзлых структур [1]. Седиментационный цикл сопровождается накоплением и промерзанием пойменных отложений и ростом полигонально-жильных льдов. Рост ледяных жил в условиях позднелепистоценовых перигляциальных речных пойм неоднократно прерывался фазами потепления с частичным протаиванием мерзлоты, термокарстом, заболачиванием и формированием торфяников. Похолодание сопровождалось новым этапом аллювиального осадконакопления, промерзанием и ростом жил.

В тоже время существует и другое объяснение процессов. Ю.К. Васильчук, много лет изучавший механизм формирования повторно-жильных льдов в современной криолитозоне, пришел к выводу, что торфяники и оторфованные горизонты в пойме маркируют не только потепление климата, но и субаэральную стадию развития полигонального массива, сопровождающуюся не смягчением климата, а увеличением степени суровости локальной геофизиологической обстановки, т.е. снижением температур грунтов и активным ростом полигонально-жильных льдов [3].

Выводы. Формирование нескольких ярусов грунтовых жил на участке «Каменка», а также расположение участка в пойме, могут свидетельствовать об нескольких циклах осадконакопления и промерзания в условиях глобальных понижений температур в прошлом.

Закономерное сочетание округлых конусовидных западин и соединяющих их прямолинейных ложбин – свидетельство формирования полигональных-жильных льдов на поймах рек Оренбуржья в прошлом. Формы образуют в плане четковидные системы, вытянутые по уклону поверхности такие же, как сейчас можно встретить в Арктической зоне в районах сплошного распространения многолетнемерзлых пород.

Почвенные горизонты со следами интенсивных деформаций, представленных складками, изгибами, завихрениями, образовались при глубоком по сравнению с современным сезонном промерзании и/или при сезонном оттаивании пород в эпохи криохронов.

В неоплейстоцене и в холодные эпохи голоцена на речных поймах накапливались и промерзали тонкодисперсные осадки с включениями органики, формировались полигонально-жильные льды. В условиях смены обводнения могли активизироваться процессы термокарста, заболачивания и формирования торфа. Деградация мерзлоты привела к формированию псевдоморфоз по полигонально-жильным льдам.

Полученные результаты свидетельствуют о криогенно-термокарстовом генезисе изученного западного микрорельефа и позволяют связать его с реликтовой криогенной морфоскульптурой, образовавшейся в результате вытаивания полигонально-жильных льдов, вероятно, на стадии ярославского криогенеза [4].

Литература

1. Vandenberghe J., Kasse C. Periodic ice-wedge formation and Weichselian cold – climate floodplain sedimentation in the Netherlands // International Conference of Permafrost, 6th, Beijing, China, 5-9 July 1993. Proceedings. Vol. 1. Brown, J. et al. (eds). South China University of Technology Press. Guangzhou, China. – 1993. – P. 643-647.
2. Бердников В.В. Палеокриогенный микрорельеф центра Русской равнины. – М.: Наука, 1976. – 126 с.
3. Васильчук Ю.К. Повторно-жильные льды: гетероцикличность, гетерохронность, гетерогенность. – М.: Издательство Московского университета. – 2006. – 404 с.
4. Величко А.А. Природный процесс в плейстоцене. – М.: Наука, 1973. – 256 с.
5. Молодых И.И. Грунты покровов и степных блюдеч субаэрального покрова Украины: Гидрогеологические и инженерно-геологические особенности. – Киев: Наукова думка, 1982. – 159 с.
6. Рябуха А.Г. Использование данных дистанционного зондирования при изучении реликтовой криогенной морфоскульптуры Общесыртовско-Предуральской степной провинции // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. – 2016. – № 4: 17 с. [Электронный ресурс].