

ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГИДРОЛОГИЯ И ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 631.4

DOI:10.7242/echo.2023.4.1

ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ПРЕДЕЛАХ ГОРНОГО ОТВОДА НАД КУНГУРСКОЙ ЛЕДЯНОЙ ПЕЩЕРОЙ

Н.Ю. Каменских, М.В. Богомаз
Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация: В статье проанализирована информация об условиях почвообразования в районе островной Кунгурской лесостепи. Для изучения выбран наиболее закарстованный участок в пределах ООПТ – горный отвод над Кунгурской Ледяной пещерой. Наиболее подробно рассмотрены факторы почвообразования – почвообразующие породы, растительность, климатические условия, рельеф и возраст почв в виде исторической справки. Дана характеристика почвообразующих пород и их отличительные свойства. Представлен видовой состав растительности над Ледяной пещерой. Сделан анализ погодных условий за последние 5 лет. Детально дана оценка осадкам за 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 гг. В среднем за 5 лет большее количество осадков (56%) приходилось на теплое время года. Выполнена морфометрическая характеристика карстовых воронок в пределах горного отвода над Ледяной пещерой. Для оценки использован новый картографический материал Кунгурской лаборатории-стационара. Все воронки сгруппированы по диаметру и глубине. Выявлена тесная корреляционная связь между диаметром и глубиной воронок. Коэффициент корреляции составил 0,86 при 121 паре измерений. Проведена историческая оценка работ по описанию почвенного покрова в районе островной Кунгурской лесостепи.

Ключевые слова: горный отвод над Кунгурской Ледяной пещерой, факторы почвообразования, почвообразующие породы, растительность, климат, рельеф, возраст почв.

Неотъемлемой частью природных ландшафтов является почвенный покров. Почва связывает растительность, атмосферные явления и горные породы. Разнообразие условий почвообразования на территории Пермского края обуславливает разнообразие почв. При этом в различных почвах повторяются одни и те же процессы, существенно различающиеся лишь интенсивностью своего проявления [13, 17].

Особенностью части территории Пермского края являются опасные геологические процессы: карст, суффозия, провальные процессы [3]. Основной район проявления карста – юго-восточная часть края – Кунгурская лесостепь. Большая часть территории Кунгурского муниципального округа входит в район островной Кунгурской лесостепи, уникальный с точки зрения зональности. Уникальность островной Кунгурской лесостепи в том, что этот участок является самым северным участком ковыльной степи в Европе. Здесь совместно произрастает лесная и степная растительность [11]. Этот район неоспоримо может служить источником информации о направленности и проявлении почвенных процессов в условиях лесостепи.

Территория ООПТ Историко-природного комплекса «Ледяная гора и Кунгурская Ледяная пещера» является ценной с точки зрения условий почвообразования площадкой для комплексного исследования почв, формирующихся в районах карста. Многолетние наблюдения за Ледяной пещерой и прилегающими территориями дают целостную картину о карстовых процессах на территории ООПТ. Исследований почвенного покрова, как связующего звена между компонентами заповедной территории, не проводилось. В связи с этим существует необходимость исследования почвенного покрова карстующихся территорий и сравнительного анализа свойств почв карстовых воронок и почв зонального характера. *Целью* данной работы является сбор имеющейся инфор-

мации и анализ условий почвообразования в районе ООПТ Историко-природный комплекс «Ледяная гора и Кунгурская Ледяная пещера». *Объект исследования* – горный отвод над Кунгурской Ледяной пещерой.

Кунгурский район как часть Пермского края относится к территории Западного Предуралья и занимает восточную его часть, состоящую из предгорий и западных хребтов горной полосы Урала [10].

По данным Н.Я. Коротаева в Кунгурском муниципальном районе основной фон *почвообразующих пород* составляют элювиально-делювиальные лессовидные глины и суглинки, образовавшиеся из глин, мергелей и известняков пермской системы [7]. Среди лессовидных суглинков встречаются карбонатные и бескарбонатные разновидности, что служит основанием для уверенности былой карбонатности. Довольно часто в элювиально-делювиальных отложениях встречаются единичные экземпляры галек диаметром 2-3 см. Толщина элювиально-делювиальных отложений лессовидных глин и суглинков наибольшая на выровненных плато [2].

По гранулометрическому составу элювиально-делювиальные отложения в большинстве случаев являются глинами и редко тяжелыми суглинками. Как у покровных суглинков, так и у элювиально-делювиальных отложений, преобладающей является лессовидная фракция (0,05-0,01 мм). Следовательно, те и другие отложения являются лессовидными. В них также много иловатых частиц (менее 0,001 мм). Наблюдается тенденция увеличения лессовидности и уменьшения количества ила у покровных суглинков по сравнению с элювиально-делювиальными отложениями [7].

Такие свойства материнских пород дают генетический материал для образования почв с низкой кислотностью и высоким содержанием органического вещества. В результате этого почвы Кунгурского муниципального округа отличаются относительно высоким плодородием, хорошей структурой, неплохими физико-химическими свойствами, близкой к нейтральной реакции почвенного раствора, широкой пригодностью для выращивания большого количества видов сельскохозяйственных растений.

Флора и растительность территории горного отвода над Ледяной горой отличается своеобразием. Березовые рощи с одноярусным древостоем в среднем занимают 30% территории. Их растительный покров в основном злаково-разнотравный. Имеются насаждения сосны (*Pinus sylvestris*) с развитыми кустарниковым и травяно-кустарничковым ярусами разной плотности. В логах и воронках обычны березняки орляковые (*Bethula pendula*, *Pteridium aquilinum*). Остальная часть занята разнотравно-злаковым пастбищем, где сочетаются луговые и степные фитоценозы. Луговые фитоценозы представлены коострецовыми группировками (*Bromopsis inermis*) с участием *Phleum pratense* и практически не развитым разнотравьем. Встречаются луга с преобладанием овсяницы луговой (*Festuca pratensis*), вейниковые луга с участием коротконожки перистой (*Brachypodium pinnatum*). Для платообразной равнинной части характерны остепненные луга. Эта часть травостоя находилась длительное время под сильным воздействием бессистемного выпаса. В настоящее время это злаково-разнотравные группировки ежи сборной (*Dactylis glomerata*), овсяницы луговой (*Festuca pratensis*), пырея ползучего (*Elytrigia repens*). Из разнотравья клевер ползучий (*Trifolium pratense*), подмаренник белый (*Galium album*), лабазник обыкновенный (*Filipendula vulgaris*) и другие [12].

Наибольший интерес в Нечерноземье представляют степи. На выровненных участках Ледяной горы и по опушкам – разнотравно-перистоковыльные, на пологих склонах – разнотравно-перистоковыльные с разнообразным составом содоминирующих видов разнотравья (шалфей степной (*Salvia stepposa*), земляника лесная (*Fragaria vesca*), лабазник обыкновенный (*Filipendula vulgaris*)). На склонах – шелковистопольно-разнотравно-перистоковыльные степи. На склонах с выходом пород – каменистые степи с общим проективным покрытием 20-60% [12].

Травостой карстовых воронок в основном представлен зарослями орляка обыкновенного (*Pteridium aquilinum*), крапивы двудомной (*Urtica dioica*), сныти обыкновенной (*Aegopodium podagraria*) и др. Нередко по краям воронок или на дне встречаются кустарники: ирга круглолистная (*Amelanchier ovalis*), клен ясенелистый (*Acer negundo*). В целом, наибольшее число видов, произрастающих над Ледяной пещерой, это представители семейства: Asteraceae – 37 (13,2%), Poaceae – 29 (10,3%), Rosaceae – 27 (9,6%) [1]. Это еще раз доказывает практическую значимость изучения почвенного покрова и почвенных процессов на территории заповедников.

Климатические особенности Кунгурского округа формируются под влиянием атлантических воздушных масс, которые приносят много влаги. Частые циклоны смягчают ход температуры, зимой приносят оттепели, а летом прохладную погоду. Безморозный период в г. Кунгур обычно продолжается 4,1 месяца (128 дней), примерно с 18 мая по 23 сентября, редко начинаясь раньше 28 апреля или после 5 июня и редко заканчиваясь до 3 сентября или после 12 октября (данные за период 2018-22 гг.) [18].

Важную роль в почвообразовании играет вертикальная миграция почвенной влаги. Миграция влаги обуславливает вертикальное распределение веществ в почвенной толще (дифференциацию на горизонты) и обеспечивает значительные изменения по вертикали влажности почвы, просачивание влаги через толщу почвы в почвообразующие породы и далее. Низходящие токи влаги в карстовых районах вызывают не только размывание горных пород, но и приносят в подпочвенные горизонты продукты вымывания из верхней части земной поверхности. В результате происходит миграция органического и минерального вещества далеко за пределы профиля [15].

Миграция влаги в данном районе весьма закономерна, так как район относится к зоне достаточного увлажнения с неравномерным выпадением осадков. Более влажный сезон длится 7,1 месяца – с 18 апреля по 20 ноября с более чем 23% вероятностью того, что заданный день окажется влажным. Более сухой сезон длится 4,9 месяца – с 20 ноября по 18 апреля. Месяц с наименьшим количеством дождливых дней в г. Кунгур – февраль [18, 19] (рис. 1).

Динамика поступления осадков на поверхность земли по декадам за последние 5 лет отражена на рис. 1. (по данным Кунгурской метеостанции).

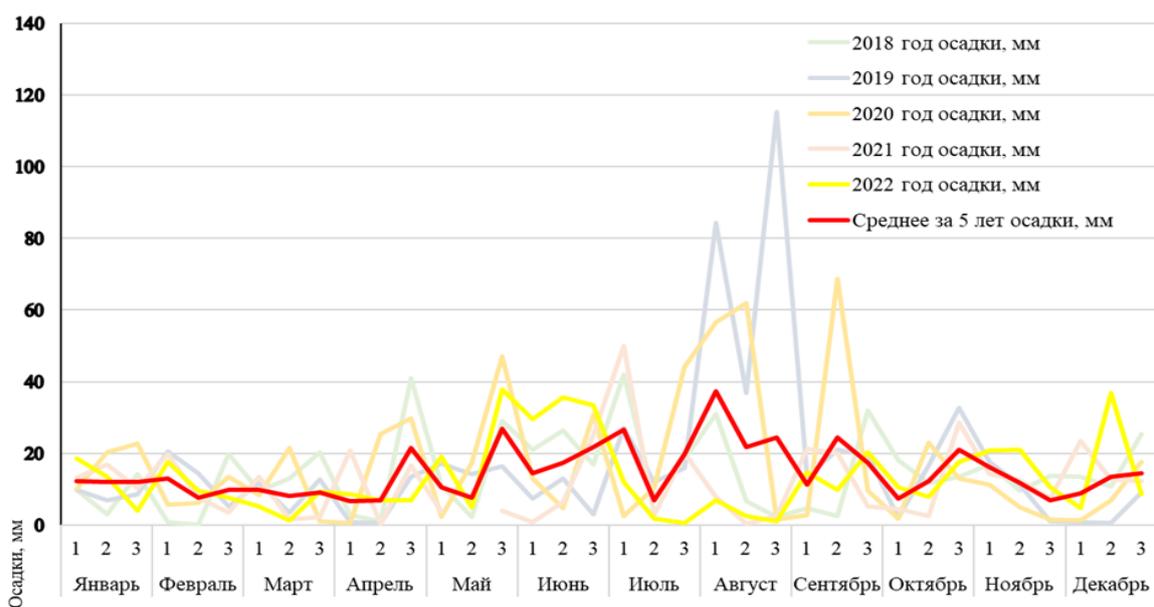


Рис. 1. Количество осадков за периоды 2018-22 гг., мм

По средним многолетним данным 68% осадков приходится на летний период с мая по октябрь [4]. За пять последних лет 56% осадков приходилось на летний период. На рисунке видно, что большая часть осадков за периоды 2018-22 гг. поступала на поверхность в теплое время года. Несмотря на то, что большинство осадков приходится на летние периоды, в 2021 году и в 2022 году наблюдались засушливые периоды, что несомненно влияет на вынос веществ вниз по профилю.

В связи с этим большой интерес вызывает явление возникновения геохимических индикаторов в почвенном профиле и их связь с геохимическими индикаторами природных процессов в подземных карстовых ландшафтах.

Согласно схеме геоморфологического районирования Пермского края, представленной Л.А. Шимановским, Кунгурский район относится к Сылвенско-Иренской наклонной карстовой низине расположенной на западном склоне Уфимского выступа и в Бабинской депрессии, а также на западном склоне новейшего Уфимского свода с амплитудами от 25 до 200 м, увеличивающимися к востоку. Наклон пород и уменьшение амплитуд новейших поднятий к западу определили общий пологий уклон поверхности в западном направлении [16].

В геоморфологическом отношении район горного отвода над Ледяной пещерой относится к северной суженной оконечности Уфимского плато, представляющего собой платообразную возвышенность [8]. В морфоструктурном отношении он находится на стыке двух структур первого порядка: Уфимского морфосвода и Предуральского сложного морфоподнятия. Здесь развит III ярус рельефа – плоская аккумулятивно-денудационная равнина с высотами 180-220 м, а в долинах рек I ярус – низменность с высотами 80-100 м. Суммарная расчлененность рельефа составляет 0,06-0,08 [16]. Водораздельное плато Ледяной горы сложено гипсами и ангидритами пермского возраста, которые чередуются с маломощными слоями известняков и доломитов. В разных местах широтный разрез этих отложений составляет от 50 до 1525 м. На обрывистых берегах Сылвы эти породы выходят на дневную поверхность, а на водоразделе покрыты мощным чехлом песчано-глинистых четвертичных отложений древних террас [12].

Явление сульфатного карста на территории Кунгурского муниципального округа влечет за собой образование карстовых форм рельефа [5]. Наиболее распространённая форма рельефа – карстовые впадины различных размеров и формы. Здесь их насчитывается более 3000 [3]. Карстовый рельеф Ледяной горы отличается разнообразием форм. Большинство составляют карстовые воронки (60%), чашеобразные впадины (24%) и блюдца (10%), реже встречаются рвы и колодцы по трещинам оседания (5%), котловины (1%). Наиболее распространены полигенетические формы, в образовании которых участвовали карстовые, гравитационные и суффозионные процессы [8].

В нашем случае большое количество воронок дает возможность оценить не только характеристику почв, но и миграцию влаги вниз по профилю, а, соответственно, и вынос вещества за пределы профиля почвы. Для дальнейшего определения методики и объема работ все области карстовых воронок в пределах горного отвода сгруппировали согласно классификации Г.А. Максимовича [9]. Результаты морфометрической характеристики карстовых воронок представлены в таблицах 1 и 2.

В пределах горного отвода над Ледяной пещерой насчитывается 121 карстовая воронка разной величины. Для анализа использовали материалы топографической съемки поверхности ледяной горы в пределах горного отвода 2021-22 гг. (фонды стационара).

В целом, карстовые воронки занимают 10% поверхности горного отвода над Ледяной пещерой, что составляет 464 шт. на 1 км².

Таблица 1

Морфометрическая характеристика карстовых воронок по диаметру в пределах горного отвода над Кунгурской Ледяной пещерой

| Показатель | Градации показателя величины воронок по диаметру | | | |
|--------------------------------------|--|-------------------|---------------------|-------------------------|
| | небольшие до 5 м | обычные 5-25 м | большие 25-100 м | огромные более 100 м |
| Количество, шт. | 11,0 | 93,0 | 17,0 | – |
| Число воронок в % | 9,0 | 76,9 | 14,1 | – |
| Плотность на 1 км ² , шт. | 42,2 | 356,6 | 65,2 | – |
| Средний диаметр, м | 4,0 | 9,5 | 34,5 | – |
| Площадь, м ² | 163,3 | 8570,8 | 17361,0 | – |
| Средняя площадь, м ² | 14,9 | 92,2 | 1021,2 | – |

Большую часть территории горного отвода над Кунгурской Ледяной пещерой занимают воронки диаметром от 5 до 25 метров (определены как обычные воронки [10]). Их плотность составляет 42,2 шт. на 1 км². Концентрация воронок на небольшой площади дает возможность изучения динамики почвенных процессов как с биологической, так и с практической точки зрения. Смыв материала, характер эрозионных процессов будут интересны в научных изысканиях и в практическом применении для прогноза эрозионных процессов.

Таблица 2

Морфометрическая характеристика карстовых воронок по глубине в пределах горного отвода над Кунгурской Ледяной пещерой

| Показатель | Градации показателя величины воронок | | | |
|--------------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------|------------------------|
| | мелкие до 1 м | неглубокие 1-5 м | обычные 5-25 м | глубокие более 25 м |
| Количество, шт. | 20 | 81 | 12 | 6 |
| Средняя глубина, м | 0,66 | 1,81 | 7,46 | 11,32 |

Анализ воронок по глубине в пределах горного отвода над Ледяной пещерой показал, что глубина воронки и ее диаметр имеют тесную корреляционную связь – чем больше диаметр воронки, тем она глубже. Коэффициент корреляции для 121 пары измерений составил 0,86. Такая связь и наличие большого числа идентичных воронок дает возможность дать оценку почвенным катенам воронок с наибольшей вероятностью повторяемости свойств.

Возраст почв отражает изменения свойств почвы, ее морфологию и, в целом, память почвы. Основной характеристикой памяти почв является ее профиль [14, 17]. Первые сведения о почвах Пермской области, и в том числе Кунгурского района, были получены к 1801-02 гг. Описание «грунта земли» Н.С. Попова (1804) не дает представления о почвенном покрове, но описание лесостепных почв между реками Сылвой и Иренью подтверждено современными исследованиями [7]. Более подробно почвы в Кунгурском районе впервые были описаны Р.В. Ризположенским в 1894-1907 гг. В своих работах он сосредоточил свое внимание на морфолого-генетических признаках почв Пермской губер-

нии, в том числе и Кунгурского уезда. По предположению Н.Я. Коротаева (1976), материалы, полученные Р.В. Ризположенским за период 1894-1907 гг. и его коллегами в Предуралье, были использованы В.В. Докучаевым для составления карты Европейской части России 1883 г., где помечены почвы с содержанием гумуса 4-7%, но эта карта мало соответствовала действительности. В 1900 году по инициативе В.В. Докучаева издается карта, составленная Н.М. Сибирцевым, Г.И. Танфильевым и И.Г. Ферхминым. На этой карте южнее г. Кунгура показано довольно большое овальное пятно черноземных почв [6, 7].

Позднее, в 20-е годы XX столетия, начинается большая работа по почвенно-картографическим исследованиям в целях внутрихозяйственного землепользования. В этот период выделены 5 почвенных подзон, в том числе, лесостепная подзона почв. Однако почвы Кунгурской лесостепи оставались долгое время неизученными. В 40-70-х гг. кафедрой почвоведения были созданы почвоведческие отряды. Почвы Кунгурской лесостепи исследовала Т.В. Вологжанина (1958), дерново-карбонатные почвы В.А. Азарина (1959) [7].

На высокой равнине, а также в вогнутых и покатых частях коренных склонов рек Сылвы и Шаквы формируются темно-серые лесные среднеподзоленные, среднесуглинистые почвы. Под лесом на плоских формах рельефа сформировались дерново-подзолистые почвы. Они представлены видами среднеподзоленных почв суглинистого и глинистого гранулометрического состава. Выровненные участки и покатые склоны водораздела занимают дерново-среднеподзолистые почвы. На склонах коренного берега на глинистом элювии известняков залегают дерново-слабоподзолистые почвы. В понижениях почвенной массы высокой равнины среди дерново-подзолистых почв формируются дерново-подзолистые глееватые почвы как результат развития восстановительных процессов [2, 7].

Большая часть этих работ и исследований была посвящена почвам сельскохозяйственного назначения и почвам зонального характера. Почвенные катены карстовых воронок практически не изучены.

По природе почвообразовательного процесса почвы Кунгурской лесостепи имеют высокое плодородие и успешно используются в сельском хозяйстве. В результате сельскохозяйственного использования почвы приобретают иное строение и происходит их деградация. Почвенный покров Ледяной горы претерпевал заметное антропогенное воздействие. Длительный интенсивный нерегулируемый выпас, стихийные дороги, места для пикника, свалка мусора оставили свой экологический след. Изучение почвенного покрова заповедных территорий дает возможность понять направленность процессов и выявить пути окультуривания почв в процессе их использования. Почвенные процессы, происходящие в пределах горного отвода, идентичны процессам, происходящим на территории Кунгурского муниципального округа. Поэтому результаты исследования могут быть полезны сельскохозяйственным производителям в области питания растений и применения удобрений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Владыкина А.В. Флора и растительность ООПТ «Ледяная гора и Кунгурская Ледяная пещера» (Пермский край) // *Фундаментальные и прикладные исследования в биологии и экологии: сб. статей по материалам регион. науч. конф.* (19 – 23 апр. 2021 г. / ПГНИУ. – Пермь, 2021. – С. 13-16. – DOI: 10.17072/fpibe-2021.
2. Вологжанина Т.В. Серые лесные почвы зоны широколиственных лесов русской равнины: автореф. дис. ... д. с.-х.н.: 06.01.03 / Вологжанина Таисия Васильевна. – М., 1984. – 54 с.: ил.
3. Дорофеев Е.П. Провалы Ледяной горы // *Карст и гидрогеология Предуралья*. – Свердловск, 1979. – С. 49-53. – (Тр. Ин-та геологии и геохимии. Вып. 140).
4. Кадебская О.И. Геоэкологическое состояние Кунгурской Ледяной пещеры и прилегающей территории, ее охрана и рациональное использование: дис. ... канд. географич. наук: 25.00.36 / Кадебская Ольга Ивановна. – Пермь, 2004. – С. 14-15.

5. Катаев В.Н., Макстмович Н.Г., Мещерякова О.Ю. Типы карста Пермского // Вестн. Балтийского фед. ун-та им. И. Канта. – 2013. – № 1. – С. 56-66.
6. Кондратьева М.А., Бажукова Н.В. Почвенное картографирование от истоков до наших дней (на примере Пермского края) // Рос. журнал прикладной экологии. – 2019. – № 3. – С. 28-34.
7. Коротаев Н.Я. Почвы Пермской области. – Пермь: Кн. изд-во, 1962. – С. 4-23. – (Природа Перм. обл.).
8. Кунгурская ледяная пещера: опыт режимных наблюдений / ГИ УрО РАН; под ред. В.Н. Дублянского; [отв. ред. А.И. Кудряшов]. – Екатеринбург, 2005. – С. 11 – 21.
9. Максимович Г.А. Основы карстоведения. В 3-х т. Т. 1. Вопросы морфологии карста, спелеологии и гидрогеологии карста. – Пермь, 1963. – С. 104-105.
10. Назаров Н.Н. Физико-географическое районирование Пермского Прикамья // Вопросы физической географии и геоэкологии Урала: межвуз. сб. науч. тр. – Пермь, 1998. – С. 12-21.
11. Овеснов С.А. Кунгурская лесостепь: феномен или фантом? // Ботанические исследования на Урале: материалы регион. с междунар. участием науч. конф., посвящ. памяти П.Л. Горчаковского. – Пермь, 2009. – С. 270-275.
12. Исследование антропогенного воздействия в пределах историко-природного комплекса «Ледяная гора и Кунгурская ледяная пещера»: Отчет о НИР / Чибилев А.А., Калмыкова О.Г. – 2022. – 75 с. – (Фонды Кунг. лаб.-стационара).
13. Процессы почвообразования: учеб. пособие / сост. С.Е. Витковская. – СПб, 2022. – 39 с.
14. Таргульян В.О., Соколов И.А. Структурный и функциональный подход к почве: почва-память, почва-момент // Математическое моделирование в экологии: материалы III шк. по математич. моделированию сложных биологич. систем. – М.: Наука, 1978. – С. 17-33.
15. Умарова А.Б. Преимущественные потоки влаги в почвах: закономерности формирования и значение в функционировании почв: автореф. дис. ... д.б.н.; 06.01.03 / Умарова Аминат Батальбиевна – М., 2008 – 50 с.
16. Шимановский Л.А. Геоморфологическое районирование Пермской области // Физико-географические основы развития и размещения производительных сил Нечернозёмного Урала: межвуз. Сб. науч. тр. – Пермь, 1985. – С. 74-84.
17. Щеглов Д.И., Брехова Л.И. Процессы почвообразования: учеб. пособие. – Воронеж: Изд. дом ВГУ, 2016. – С. 18-22.
18. Погода в Кунгуре: сайт. – Текст электронный. – URL: http://www.pogodaiklimat.ru/history/28326_2.htm. (Дата обращения: 17.10.2023).
19. Климат и средняя погода круглый год в Кунгур: сайт. – Текст электронный. – URL: <https://ru.weatherspark.com/y/105598/Обычная-погода-в-Кунгур-Россия-весь-год>. (Дата обращения: 17.10.2023).

УДК 502.5:502.4:504.54

DOI:10.7242/echo.2023.4.2

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПОЧВ
В УСЛОВИЯХ ИЗЛИВА СОЛЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ
В ОКРЕСТНОСТЯХ УСТЬ-ИГУМА
(АЛЕКСАНДРОВСКИЙ РАЙОН, ПЕРМСКИЙ КРАЙ)**

Н.Ю. Каменских, Д.В. Наумкин
Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация: В окрестностях населенного пункта Усть-Игум в Александровском районе в месте разгрузки древних рассолоподъемных скважин в пойме реки Усолки с целью изучения степени влияния высокоминерализованных подземных вод на почвенный покров были заложены 4 почвенных разреза. Разрезы заложены с левой и правой стороны соляного ручья на разном расстоянии от его русла. В статье представлено описание растительности в местах заложения почвенных разрезов, определены и описаны почвенные слои, дана морфологическая характеристика почвенной составляющей, полученной в ходе полевых работ.

Ключевые слова: рассолоподъемные скважины, условия почвообразования, почвенные слои, растительный покров.