

Шевчук Е.А., Рюмин А.Г., Сухачёва Е.Ю. Торопкина М.А., Волина О.В.

Почвы лесных ландшафтов государственного природного заповедника «Норский»

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

УДК 631.481

Почвы лесных ландшафтов государственного природного заповедника
«Норский»

Шевчук Е.А.¹, Рюмин А.Г.², Сухачёва Е.Ю.³, Торопкина М.А.⁴, Волина О.В.²

¹Центр агрохимической службы «Ленинградский»

²Санкт-Петербургский государственный университет

³Почвенный институт им. В.В. Докучаева

⁴Зоологический институт Российской академии наук

Аннотация

Проведён анализ морфологического строения и свойств типичных лесных почв государственного природного заповедника «Норский». В соответствии с «Классификацией и диагностикой почв России» 2004 года, объекты исследования определены как глеезёмы грубогумусированный и типичный, бурозёмы типичные и ржавозём типичный. Проведена оценка интенсивности процессов выветривания и метаморфизации минеральной массы средней части профиля по отношению к почвообразующей породе. Наиболее интенсивно процессы выветривания и метаморфизации проявляются в структурно-метаморфических горизонтах бурозёмов, где они представлены дезинтеграцией, бренификацией и оструктурированием минеральной массы, на что указывает, как относительное увеличение содержания фракции физической глины, так и оксалаторастворимых соединений гидроксидов железа и алюминия. Ведущим почвообразовательным процессом в ржавозёмах является рубификация. Железисто-метаморфический горизонт ржавозёма характеризуется более слабо выраженной дезинтеграцией минеральной массы, чем в бурозёмах, что обусловлено формированием данной почвы на осадочных отложениях лёгкого гранулометрического состава. В глеезёмах процессы выветривания и метаморфизации минеральной массы протекают в виде образования восстановленного глея, глеевой миграцией железа по почвенному профилю, а также группой процессов криогенного почвообразования. В верхней части профиля глеезёмов, на границе сезонно-талого слоя и сезонной мерзлоты, наблюдается утяжеление гранулометрического состава и увеличение содержания оксалаторастворимых соединений гидроксидов железа и алюминия, что обусловлено

миграцией продуктов выветривания по градиенту оттаивания в сезонно-талом слое. Наличие в нижней части профиля глеезёмов мерзлоты, позволяет диагностировать процессы криопедотурбаций и криооструктурирования. Последний процесс чётко диагностируется по творожистой структуре срединной части почвенного профиля. В соответствии с международной реферативной базой почвенных ресурсов глеезёмы грубогумусированный и типичный были определены как Reductigleyic Gleysols (Gelic), бурозёмы типичные отнесены к группе Follic Cambisols, а ржавозём типичный, как Rubic Arenosols.

Ключевые слова: КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ, МОРФОЛОГИЯ, ПРИАМУРЬЕ, ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Введение

Исследование лесных почв севера Приамурья началось более века назад во время проведения почвенных экспедиций, которые были инициированы Переселенческим управлением. В этих экспедициях участвовали выдающиеся русские ученые-почвоведы, заложившие основы знаний о почвах региона. Наиболее комплексный подход к изучению лесных почв Приамурья пришёлся на вторую половину XX-го века. Начиная с 1960-х годов для лесных почв региона зональным процессом было признано бурозёмообразование [1-6]. Глеевый процесс, выделяемый практически повсеместно, признали сопутствующим [7].

Современные исследования почв Приамурья, по сравнению с европейской частью России, носят локальный и единичный характер. Это нашло отражение при разработке интерактивной почвенной карты России [8], базирующейся на «Классификации и диагностике почв России» 2004 года (КиДПР) [9]. Так в пределах таёжно-лесных ландшафтов Среднего Приамурья доминирующим типом почв были признаны ржавозёмы железисто-метаморфического отдела. Однако информация о генезисе, географии и свойствах почв данного типа, для изучаемой территории, минимальна и слабо отражена в научной литературе по региону. Исследования последних десятилетий [10-16] указывают, что для таёжно-лесных ландшафтов Приамурья характерны не один, а как минимум четыре преобладающих типа почв – ржавозёмы, бурозёмы, дерново-подбуры и глеевые почвы.

Шевчук Е.А., Рюмин А.Г., Сухачёва Е.Ю. Торопкина М.А., Волина О.В.

Почвы лесных ландшафтов государственного природного заповедника «Норский»

Электронный научно-производственный журнал

«АгроЭкоИнфо»

Целью работы являлось изучение почв, сформированных в условиях таёжно-лесных ландшафтов среднего Приамурья, на территории государственного природного заповедника «Норский» (далее - заповедник) и проведение их сравнительного изучения в генетическом и классификационном аспектах. В ходе выполнения работы для объектов исследования решались следующие задачи: изучение морфологического строения, химических и физико-химических свойств; выявление специфических черт процессов почвообразования; разработка диагностических показателей и определение их современного классификационного положения.

В связи с выполнением почвой функции обеспечения видового и популяционного разнообразия флоры и фауны, а также особой среды для эволюции живых организмов, исследование почв заповедника может послужить основой при организации природоохранных мероприятий по сохранению и восстановлению типичных для данной зоны биогеоценозов, а также редких, и уникальных природных экосистем. Почвы заповедника, как наименее подверженные антропогенному воздействию могут выступать в качестве почвенных эталонов [17], становясь объектами мониторинга и индикаторами устойчивости природных экосистем.

Материалы и методы

Государственный природный заповедник «Норский» расположен на территории Селемджинского района Амурской области, в пределах северо-восточной части Амуро-Зейской равнины, на границе с Зейско-Буреинской равниной и подножием Селемджинского хребта, в междуречье рек Селемджа и Нора. Согласно почвенно-географическому районированию территория заповедника относится к Деп-Норскому почвенному округу Верхнезейской почвенной провинции Дальневосточной таёжно-лесной биоклиматической области [18, 19] в зоне перехода от сезонно-мерзлотных почв к многолетнемерзлотным [20-22].

Для территории заповедника в его южной части характерен пологий рельеф с обширными равнинными пространствами, сменяющимися на севере мелкосопочником, где особенно чётко выделяются отдельные вершины останцевых гор. Возвышенности имеют куполообразную форму со слабовогнутыми склонами небольшой крутизны. Абсолютные высоты – до 370 метров над уровнем моря, превышения – до 100 метров. Климат резко континентальный с признаками муссонности в летнее время. Характерно

глубокое промерзание почв. Первые заморозки могут наступать во второй половине августа, а устойчивый снежный покров устанавливается в третьей декаде октября. Безморозный период длится от 50 до 90 дней [23].

Полевые исследования проведены летом 2019 года, в ходе которых заложено 5 опорных почвенных разрезов (табл. 1). В исследуемых почвах отобрано 18 образцов по генетическим горизонтам.

Таблица 1. Координаты местоположения почвенных разрезов

Разрез	Название почв по КиДПР	Формула почвенного профиля	Координаты разреза	Высота над уровнем моря, м	Положение почв в рельефе
BZ 1-19	Бурозём типичный на элюво-делювии гранитов	AУ-ВМ-С	52.729444 N, 130.050000 E	313	Верхняя треть сопки. Южная экспозиция
BZ 2-19		AУ-ВМ-С	52.750556 N, 130.036944 E	299	Верхняя треть склона сопки. Южная экспозиция. Уклон 6°
RZ 1-19	Ржавозём типичный на неогеновых песках	AУ-BFM ₁ - BFM ₂ -BFMC- С	52.951944 N, 130.143889 E	281	Верхняя треть склона сопки. Юго-восточная экспозиция. Уклон 5°
GL 1-19	Глеезём грубогумусированный на аллювиальных отложениях	O-Oao-G-Goх	52.746111 N, 130.047778 E	242	Надпойменная терраса реки Нора.
GL 2-19	Глеезём типичный на элюво-делювии гранитов	O-G ₁ -G ₂	52.729167 N, 130.048056 E	305	Верхняя треть склона сопки. Юго-западная экспозиция

Объектами исследования явились почвы, сформированные под лесной растительностью, в пределах трёх наиболее типичных для данной территории таёжно-лесных фитоценозов:

1. Сосновый лес (*Pinus sylvestris* L.) с подростом из берёзы плосколистной (*Betula platyphylla* Sukaczew) в сочетании с рододендроновым подлеском (*Rhododendron dauricum* L.), формирующийся на вершинах мелкосопочников и останцевых возвышений. Имеются

следы прогорания напочвенного покрова вследствие периодически повторяющихся лесных пожаров. Разрезы: BZ 1–19, RZ 1–19.

2. Лиственнично-белоберёзовый лес (*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen., *Betula platyphylla*) в сочетании с рододендровым подлеском (*Rhododendron dauricum*) и осоково-папоротниковым (*Carex umbrosa* subsp. *pseudosabynensis* T.V.Egorova, *Dryopteris sichotensis* Kom., *Dryopteris crassirhizoma* Nakai) напочвенным покровом, сформированный в мезопонижениях на вершине мелкосопочников. Наличие водоупора на глубине до метра, связано с особенностями залегания почвообразующей породы. Разрезы: BZ 2–19, GL 2–19.

3. Лиственнично-белоберёзовый лес (*Larix gmelinii*, *Betula platyphylla*) с осоково-папоротниковым (*Carex umbrosa* subsp. *Pseudosabynensis*, *Dryopteris sichotensis*, *Dryopteris crassirhizoma*) напочвенным покровом, приуроченный к надпойменной террасе реки Нора, с залеганием сезонной мерзлоты на глубине менее полуметра. Разрез: GL 1–19.

На оборудовании ресурсного центра микроскопии и микроанализа научного парка СПбГУ (проект № 112–10182) проведена мезоморфологическая диагностика [24]. Параллельно с мезоморфологическим описанием в отобранных образцах проведено определение ряда физико-химических (различные виды кислотности, сумма поглощённых оснований, степень насыщенности почв основаниями), химических (содержание углерода органических соединений, групповой состав соединений железа и алюминия по методам Тамма и Баскомба) и физических (гранулометрический состав почв методом пипетки в модификации Почвенного Института им. В.В. Докучаева) показателей по общепринятым в почвоведении методикам [25–27]. Определение группового состава (оксалаторастворимые «аморфные» и связанные с органическим веществом формы) соединений железа и алюминия было проведено на оборудовании ресурсного центра «Методы анализа состава вещества» научного парка СПбГУ (проект № 108–10181) и атомно-абсорбционном спектрофотометре AA-7000 (Shimadzu, Япония) кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ.

Названия почв даны в соответствии с КиДПР, также указаны названия в соответствии с «Классификацией и диагностикой почв СССР» 1977 года [28] и международной реферативной базой почвенных ресурсов (WRB) [29].

На основании данных морфологического описания и результатов аналитического изучения, выделены наиболее характерные для исследуемых почв элементарные

почвообразовательные процессы [30, 31]. Наибольшее внимание уделялось группам элементарных почвообразовательных процессов (ЭПП), связанным с минеральным веществом почвы.

Результаты и обсуждение

В условиях таёжно-лесных ландшафтов Норского заповедника на вершинах сопок и верхней части пологих склонов формируются бурозёмы типичные, характеризующиеся наличием в срединной части профиля структурно-метаморфического горизонта (рис. 1). Благодаря формированию на щебнистом элюво-делювии коренных пород данные почвы характеризуются маломощным профилем (<50 см) и сильной каменистостью.

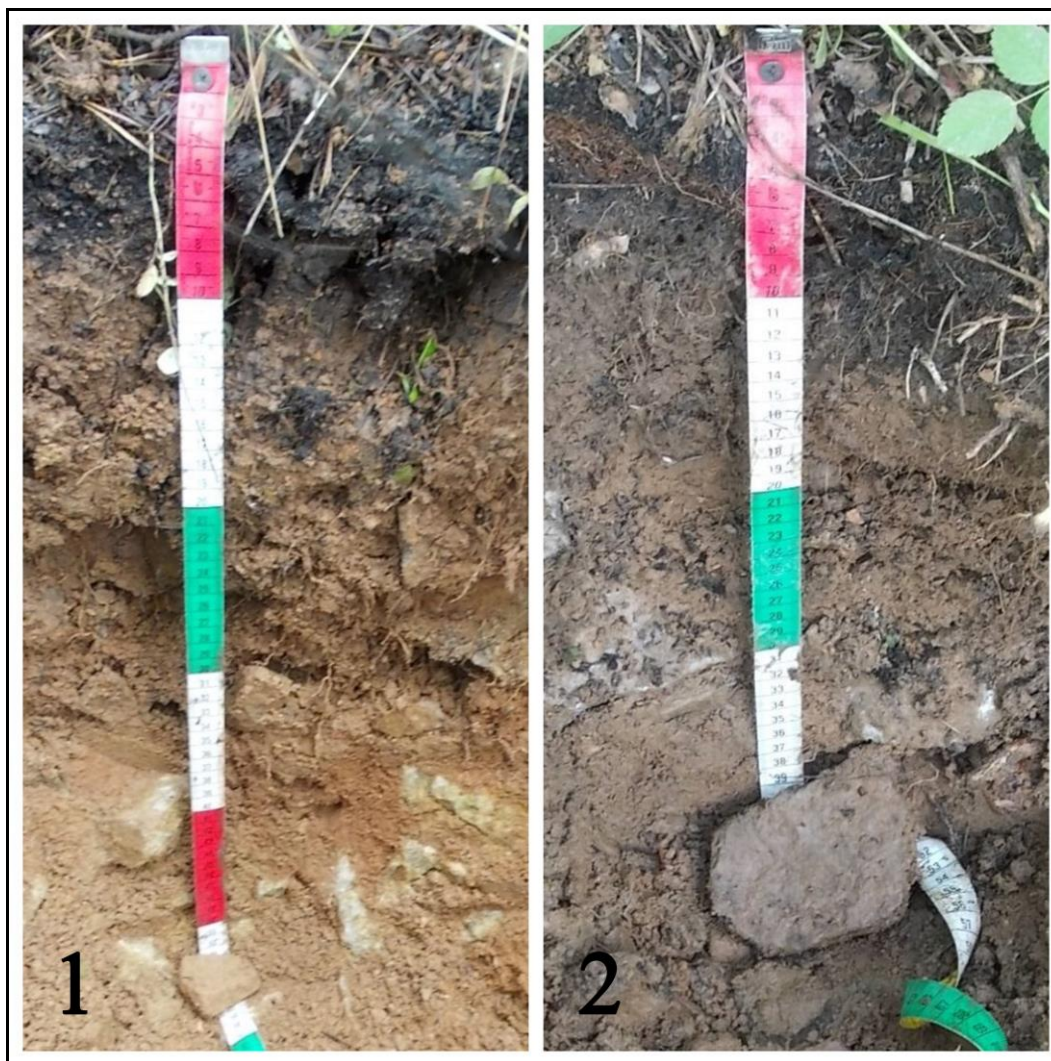


Рис. 1. Почвенные профили BZ 1–19 (1) и BZ 2–19 (2)

Гумусово-аккумулятивный горизонт слаборазвит, чётко диагностируются следы многолетнего прогорания напочвенного покрова в виде углей и золы, перемешанных с минеральной массой. Бурый структурно-метаморфический горизонт (ВМ) хорошо прокрашен гидроксидами железа, оглинен и оструктурен. Гравелистая и каменистая фракции представлены грубообломочным материалом, на поверхности которых имеются глинистые автохтонные плёнки бурого цвета.

Из-за сильного выгорания напочвенного покрова и верхней части почвы, в результате пожаров прошлых лет, отбор пробы для аналитических целей из горизонта АУ разреза ВZ 1–19 был невозможен. Ниже приведены данные для горизонтов ВМ и С.

Почва, вскрытая разрезом ВZ 1–19 характеризуется сильнокислой реакцией среды (табл. 2).

Таблица 2. Физико-химические свойства почв

Горизонт	Глубина, см	C _{орг} , %	pH		ЕКО	Обменные катионы			H _{об}	V, %
			H ₂ O	KCl		Ca ²⁺ +Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺		
			ммоль (+)/100 г почвы							
ВZ 1–19 бурозём типичный										
ВМ	12–25	2.4	5.7	4.4	17	9.2	0.58	0.08	0.66	53
ВМС	26–39	1.0	5.8	4.5	11	6.3	0.38	0.08	0.46	59
С	40–50	0.4	5.7	4.5	9	5.0	0.36	0.07	0.43	56
ВZ 2–19 бурозём типичный										
АУ	0–9	5.4	5.5	4.6	31	22.3	–	–	0.18	72
ВМ	10–30	2.2	6.1	4.8	18	12.4	–	–	0.05	70
С	30–40	1.0	6.5	5.2	9	7.3	–	–	0.04	77
РZ 1–19 ржавозём типичный										
АУ	0–7	2.3	6.1	5.2	38	30.1	–	0.14	0.14	78
ВFM ₁	8–24	1.0	5.3	4.9	21	10.4	2.02	0.04	2.06	49
ВFM ₂	25–35	0.5	5.1	3.9	20	6.3	3.59	0.03	3.62	31
ВFМС	36–60	0.3	5.2	4.1	11	2.3	2.15	0.02	2.17	21
	61–84	–	5.7	3.9	17	11.2	1.10	0.02	1.12	66
С	85–100	–	5.3	3.8	17	2.2	4.14	0.03	4.17	13
GL 1–19 глеезём грубогумусированный										
Оао	11–16	6.0	4.8	3.9	21	4.2	2.22	0.04	2.26	20
G	17–36	4.6	5.1	3.9	20	4.4	2.75	0.04	2.79	22
Gox	37–42	1.7	5.2	3.2	20	5.1	1.86	0.02	1.88	26
	43–53	0.6	5.5	4.5	9	2.4	0.84	0.02	0.86	26
GL 2–19 глеезём типичный										
G ₁	11–22	4.3	5.0	4.1	28	7.0	4.38	0.05	4.43	25
G ₂	23–35	2.2	5.1	4.3	18	2.8	2.96	0.02	2.98	16

Титрованная обменная кислотность ($H_{об}$) обусловлена преимущественно ионами Al^{3+} и составляет 0.66 ммоль (+)/100 г почвы в горизонте ВМ и снижается до 0.43 ммоль (+)/100 г почвы в почвообразующей породе. Наблюдается аккумулятивное распределение суммы обменных оснований по почвенному профилю. Ненасыщенность почвы основаниями характеризуется как средняя.

Данные анализа оксалатной (метод Тамма) и пирофосфатной (метод Баскомба) вытяжек (табл. 3) указывают на формирование в горизонте ВМ максимума содержания железа и алюминия «аморфных» (Fe_{ox} и Al_{ox}) и связанных с органическим веществом (Fe_{py} и Al_{py}) соединений ($Fe_{ox} - 0.51\%$, $Al_{ox} - 0.33\%$; $Fe_{py} - 0.07\%$, $Al_{py} - 0.09\%$), с уменьшением их содержания вниз по почвенному профилю.

Таблица 3. Содержание Fe и Al экстрагируемых оксалатной и пирофосфатной вытяжками в исследуемых почвах (в % на абсолютно сухую навеску)

Горизонт	Глубина, см	Fe_{ox}	Al_{ox}	Fe_{py}	Al_{py}
		в % от массы навески			
BZ 1–19 бурозём типичный					
ВМ	12–25	0.51	0.33	0.07	0.09
ВМС	26–39	0.20	0.18	0.02	0.04
С	40–50	0.13	0.13	0.01	0.03
BZ 2–19 бурозём типичный					
АУ	0–9	1.10	0.36	0.17	0.13
ВМ	10–30	0.88	0.24	0.05	0.03
С	30–40	0.38	0.11	0.02	0.02
RZ 1–19 ржавозём типичный					
АУ	0–7	0.61	0.46	0.08	0.11
ВFM ₁	8–24	0.62	0.40	0.03	0.08
ВFM ₂	25–35	0.54	0.33	0.02	0.08
ВFMC	36–60	0.38	0.20	0.01	0.05
	61–84	0.61	0.28	0.01	0.06
С	85–100	0.37	0.09	0.01	0.02
GL 1–19 глеезём грубогумусированный					
Оао	11–16	0.33	0.19	0.18	0.10
G	17–36	0.37	0.21	0.20	0.11
Gox	37–42	0.81	0.19	0.38	0.10
	43–53	0.23	0.12	0.08	0.05
GL 2–19 глеезём типичный					
G ₁	11–22	1.06	0.57	0.19	0.21
G ₂	23–35	0.78	0.40	0.14	0.16

Результаты механического анализа (табл. 4) указывают на относительное увеличение содержания физической глины, ила, средне- и мелкопылеватых фракций в структурно-метаморфическом горизонте по отношению к почвообразующей породе.

Таблица 4. Гранулометрический состав мелкозёма почв, в % к абсолютно сухой навеске.

Горизонт	Глубина, см	Содержание фракций в % (размер частиц, мм)						
		1–0.25	0.25–0.05	0.05–0.01	0.01–0.005	0.005–0.001	<0.001	<0.01
BZ 1–19 бурозём типичный								
BM	12–25	18.0	6.5	16.9	10.6	11.6	36.4	58.6
BMC	26–39	40.6	32.7	5.4	3.8	7.1	10.4	21.3
C	40–50	38.8	33.0	7.7	1.9	4.2	14.4	20.5
BZ 2–19 бурозём типичный								
AУ	0–9	13.8	4.0	34.9	15.4	10.9	21.0	47.3
BM	10–30	18.4	2.9	25.4	13.9	16.7	22.7	53.3
C	30–40	33.7	11.3	17.1	6.8	12.7	18.4	37.9
RZ 1–19 ржавозём типичный								
AУ	0–7	19.0	19.2	27.0	12.9	5.1	16.8	34.8
BFM ₁	8–24	16.4	17.8	19.3	6.6	17.3	22.6	46.5
BFM ₂	25–35	25.6	25.1	19.3	6.1	10.5	13.4	30.0
BFMC	36–60	53.2	24.4	7.2	2.5	4.3	8.4	15.2
	61–84	30.8	21.8	16.2	5.2	9.4	16.6	31.2
C	85–100	41.9	28.1	13.5	1.2	4.4	10.9	16.5
GL 1–19 глеезём грубогумусированный								
Oa ₀	11–16	0.0	23.1	46.6	8.8	15.0	6.5	30.3
G	17–36	0.0	8.4	36.5	21.2	20.1	13.8	55.1
G _{0x}	37–42	0.0	7.6	31.7	26.1	21.2	13.4	60.7
	43–53	0.0	9.2	49.6	19.5	14.9	6.8	41.2
GL 2–19 глеезём типичный								
G ₁	11–22	12.8	11.3	21.2	11.7	16.6	26.4	54.7
G ₂	23–35	27.0	14.8	16.9	8.8	14.4	18.1	41.3

Бурозём типичный, вскрытый разрезом BZ 2–19, характеризуется среднекислой реакцией среды в серогумусовом горизонте и слабокислой в нижележащих горизонтах. Титрованная обменная кислотность составляет 0.18 ммоль (+)/100 г почвы в верхней части профиля и падает до 0.04 ммоль (+)/100 г почвы в почвообразующей породе. Обменный Al³⁺ не обнаружен. В почве наблюдается высокий уровень суммы обменных оснований в серогумусовом горизонте – 22.3 ммоль (+)/100 г почвы. С глубиной сумма обменных оснований резко уменьшается и составляет в почвообразующей породе 7.3 ммоль (+)/100 г почвы. Почва слабонасыщена основаниями.

Распределение по почвенному профилю алюминия и железа, экстрагируемых оксалатной и пирофосфатной вытяжками, носит равномерно-аккумулятивный характер, с максимумом содержания в горизонте АУ ($Fe_{ox} - 0.77\%$, $Al_{ox} - 0.36\%$; $Fe_{py} - 0.17\%$, $Al_{py} - 0.13\%$).

Исследуемая почва характеризуется тяжёлым гранулометрическим составом и элювиально-иллювиальным распределением физической глины, ила, средне- и мелкопылеватой фракций по почвенному профилю, с максимумом их содержания в горизонте ВМ. Распределение данных фракций в описанных на территории заповедника бурозёмах типичных схоже с их распределением в глеевых почвах заповедника. Однако существенно меньшее содержание пылеватых фракций указывает на значительное снижение уровня интенсивности протекания процесса криогенного выветривания в бурозёмах. Предположительно, это связано с хорошим дренажём данных почв, отсутствием многолетней мерзлоты и как следствие более длительным периодом нахождения в условиях положительных температур, что выводит на первый план процессы биохимического выветривания.

В бурозёмах типичных выделены следующие ведущие ЭПП:

1. *Аккумуляция и трансформация органического вещества в верхней части почвенного профиля* (формирование маломощного гумусово-аккумулятивного горизонта). Большое влияние на данный процесс оказывает пирогенный фактор. В результате повторяющихся раз в несколько лет лесных пожаров происходит выгорание напочвенного покрова и деградация верхнего слоя почвы. В результате формируется маломощный гумусово-аккумулятивный горизонт, представляющий смесь лесного опада, угля, золы и минеральной массы.

2. *Брюнификация*. Данный процесс в исследуемых почвах диагностирован по бурой окраске мелкозёмистой массы и наличию автохтонных глинисто-железистых бурых плёнок, на поверхности камней и гравия.

3. *Физическое дробление и выветривание*. Процесс связан с расклинивающим действием воды при ежегодном смене циклов промерзания-оттаивания почвенного профиля, а также формированием данных почв на массивно-кристаллических породах.

В соответствии с «Классификацией и диагностикой почв СССР» исследуемые почвы диагностированы как бурые лесные кислые грубогумусные почвы. В системе WRB данные почвы отнесены к Folic Cambisols.

Почва Железисто-метаморфического отдела была обнаружена на вершине сопки, сформированной древнеаллювиальными кварц-полевошпатовыми песками неогенового возраста. Согласно «Классификации и диагностике почв России» данная почва определена как ржавозём типичный (рис. 2).



Рис. 2. Почвенный профиль RZ 1–19

Серогумусовый горизонт (AY) маломощный и, как и в случае с описанными выше бурозёмами, сильно выгорел в результате пожаров прошлых лет.

Железисто-метаморфический горизонт (BFM) представлен минеральной массой с доминированием в своём составе гравелистой и мелкозёмистой фракций, окрашенных в

ржаво-охристые цвета. Материал скелетной части окатан, на поверхности камней и гравия имеются аллохтонные плёнки гидроксидов железа, сформированные в результате переотложения последних из грунтовых вод в результате циклов увлажнения – высыхания, промерзания – оттаивания. Наиболее мощные плёнки приурочены к трещинам и кавернам на поверхности щебня, а наиболее интенсивно окрашенные находятся на нижней их части (рис. 3). В нижней части профиля наблюдается осветление минеральной массы.

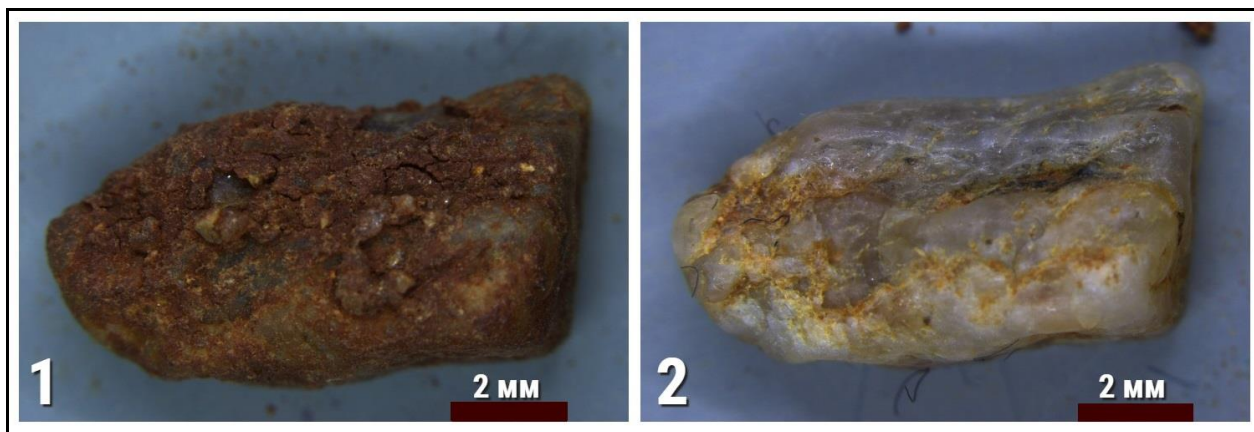


Рис. 3. Железистая аллохтонная плёнка на нижней части поверхности камня
Примечание: 1 – плёнка на поверхности камня; 2 – камень, отмытый от пленки.

Почвообразующая порода представляет практически невыветрелый горизонт, сложенный преимущественно гравелистой фракцией и мелкозёмом. Материал горизонта окатан. Поверхность гравия слабо корродирована. На поверхности гравия и камней имеются плёнки песчано-пылеватого состава.

Обменная кислотность исследуемой почвы находится в диапазоне от слабокислой в верхней части почвенного профиля до сильнокислой в нижней его части. Обменная титрованная кислотность обусловлена ионами Al^{3+} с максимумом в слое 25–35 см (3.59 ммоль (+)/100 г почвы). Сумма обменных оснований достигает 30.1 ммоль (+)/100 г почвы в серогумусовом горизонте и постепенно уменьшается вниз по профилю, с образованием второго максимума на глубине 61–84 см.

Содержание углерода органических соединений в горизонте АУ составляет 2.3%, а при переходе к нижележащим горизонтам резко падает до 0.3% на глубине 40–60 см.

«Аморфные» и связанные с органическим веществом соединения железа и алюминия характеризуются аккумулятивно-элювиально-иллювиальным распределением по почвенному профилю. При переходе от иллювиально-железистого горизонта к почвообразующей породе, на глубине 61–84 см, выделяется второй пик накопления оксалоторастворимых соединений железа и алюминия, обусловленный процессами педотурбации и переотложения продуктов выветривания.

Механический состав мелкозёма показывает элювиально-иллювиальный характер распределения фракции физической глины, с максимумом её накопления в горизонте BF1. Второй максимум накопления расположен на глубине 61–84 см.

Ведущим ЭПП для данной почвы являются:

1. *Аккумуляция и трансформация органического вещества в верхней части почвенного профиля.* Так же, как и в случае с описанными выше бурозёмами данный процесс ограничен пирогенным фактором.

2. *Рубификация.* Морфологически процесс диагностируется по ржавой окраске горизонта BFМ. Процессы дезинтеграции минерального вещества, а также криогенного выветривания выражены слабо, что обусловлено формированием почвы на рыхлых осадочных отложениях лёгкого гранулометрического состава.

Согласно «Классификации и диагностике почв СССР» данная почва определена, как дерново-подзолистая слабодифференцированная. В системе WRB почва выделена как Rubic Arenosols.

Широкое распространение на равнинной части территории заповедника имеет сезонная и островная многолетняя мерзлота, которая способствует формированию комплекса глеевых и криогенных почв [32]. Мерзлота оказывает значительное влияние на водный и тепловой режимы, способствует образованию глеевых и надмерзлотно-иллювиальных горизонтов, а процессы почвообразования практически ограничены зоной сезонного протаивания. В результате переувлажнения и широкой амплитуды годовых температур в глеевых почвах заповедника широко распространены процессы криопедотурбаций и криооструктурирования.

Глеевые почвы описаны в переходных зонах от болотных к лесным биогеоценозам (глеезём грубогумусированный, разрез GL 1–19) и в мезопонижениях верхней части останцев денудационных сопок (глеезём типичный, разрез GL 2–19). Профили данных почв (рис. 4) представлены подстильно-торфяными (O) горизонтами иногда с

подстилкой грубогумусовым материалом (О_{ао}) и расположенными под ними глеевыми (G) горизонтами, которые характеризуются наличием творожистой структуры, сформированной в результате многолетних циклов промерзания и оттаивания минеральной массы. В нижней части глеевого горизонта почвенная масса представляет собой тиксотропную, гомогенизированную, оглееную минеральную массу тяжёлого гранулометрического состава, сцементированную льдом (сезонной мерзлотой), над которой расположен слой верховодки, сочащийся при его вскрытии.



Рис. 4. Почвенные профили GL 1–19 (1) и GL 2–19 (2)

Почва, вскрытая разрезом GL 1–19 имеет сильноокислую реакцию среды по всему профилю – pH_{KCl} составляет 3.9 в нижней части подстильно-торфяного горизонта и в залегающей под ним глеевой толще. В верхней части окисленно-глеевого горизонта

наблюдается сильнокислая реакция среды – 3.2, что может быть объяснено формированием восстановительных условий под влиянием верховодки, за счёт наличия в нижней части профиля сезонного водоупора. С увеличением глубины реакция среды становится менее кислой – 4.5. Титрованная обменная кислотность представлена в основном ионами Al^{3+} и составляет 2.26 ммоль (+)/100 г почвы в горизонте Оао. В глеевом горизонте наблюдается относительное увеличение титрованной обменной кислотности до 2.75 ммоль (+)/100 г почвы. В нижней части профиля выявлено снижение данного показателя.

Исследуемая почва характеризуется средней степенью поглотительной способности, от поверхности и вплоть до границы многолетней мерзлоты и сезонно-талого слоя (ЕКО на глубине 37–42 см составляет 20 ммоль (+)/100 г почвы). С глубины 43 см поглотительная способность резко падает (ЕКО – 9 ммоль (+)/100 г почвы). В почве наблюдается низкое содержание суммы обменных оснований по всему профилю. Степень ненасыщенности почвы основания очень высокая, что обусловлено наличием в почвенном поглощающем комплексе Al^{3+} .

Содержание углерода органических соединений в пределах почвенного профиля варьирует в широких пределах, так в горизонте Оао оно составляет 6.0%, а при переходе от G_1 к G_2 постепенно убывает. На глубине 43–53 см его содержание составляет 0.6%.

Результаты химического анализа оксалатной вытяжки по методу Тамма и пирофосфатной вытяжки по методу Баскомба показали относительное увеличение содержания «аморфного» железа и железа, связанного с органическим веществом в горизонте G_{ox} (Fe_{ox} – 0.81%, Fe_{py} – 0.38%), по сравнению с вышележащими горизонтами (гор. Оао: Fe_{ox} – 0.33%, Fe_{py} – 0.18%; гор. G: Fe_{ox} – 0.37%, Fe_{py} – 0.20%). Это связано с более интенсивно протекающими криогидротермическими процессами в верхней части почвенного профиля, а также процессами внутрипочвенного выветривания и миграции веществ по профилю почвы. В почвенном профиле наблюдается слабая дифференциация по «аморфному» алюминию и алюминию, связанному с органическим веществом. Относительное уменьшение их содержания наблюдается в нижней части почвенного профиля.

Механический состав исследуемой почвы представлен элювиально-иллювиальным типом распределения физической глины, ила, средне- и мелкопылеватых фракций, с максимумом их содержания в зоне сезонного протаивания. Высокое содержание

пылеватых частиц в данной зоне указывает на интенсивно протекающий процесс криогенного выветривания вследствие длительного периода промерзания почвы и ежегодного сезонного цикла промерзания-оттаивания [33].

Почва в разрезе GL 2–19 характеризуется сильнокислой реакцией среды (pH_{KCl} 4.1–4.3). Также, как и в случае с разрезом GL 1–19, титрованная обменная кислотность представлена в основном ионами Al^{3+} и составляет 4.43 ммоль (+)/100 г почвы в глеевом горизонте. В нижней части профиля выявлено снижение данного показателя до 2.98 ммоль (+)/100 г почвы.

Содержание углерода органических соединений на глубине 11–22 см составляет 4.3%, а в слое 23–35 см доходит до 2.2%. Такое высокое содержание органического вещества, может быть объяснено процессами криогенного выветривания, а также активной деятельностью почвенной биоты (в условиях положительных температур в поверхностном горизонте и сезонно-талом слое), в результате которых происходят процессы дезинтеграции (как физической, так и химической) крупных органических структурных единиц, коагуляция тонкодисперсных частиц и дальнейшее распределение органического вещества вглубь почвенного профиля со свободными и связанными с полуторными оксидами гумусовыми кислотами [34–36], на что в частности указывает повышенное содержание железа и алюминия, связанных с органическим веществом, как в данной почве, так и в рассмотренном выше разрезе GL 1–19.

Определение группового состава соединений железа и алюминия показало, что максимум их содержания приурочен к глеевому горизонту (Fe_{ox} – 1.06%, Al_{ox} – 0.57%; Fe_{py} – 0.19%, Al_{py} – 0.21%), с дальнейшим уменьшением данных соединений в нижней части почвенного профиля.

По механическому составу описываемая почва имеет схожее с разрезом GL 1–19 распределение физической глины, ила, средне- и мелкопылеватых фракций, что позволяет также выделить в данной почве процессы криогенного выветривания.

При определении ЭПП глеевых почв, сформированных в условиях Норского заповедника, необходимо учитывать влияние сезонной мерзлоты. На основании результатов морфологической и лабораторной диагностик в описанных почвах выделены следующие ЭПП:

1. *Метаморфизм органического вещества.* Описываемый процесс практически сводится только к поступлению органических остатков на поверхность почвы, где под

влиянием отрицательных температур, из-за наличия в почвенном профиле мерзлоты, происходит их «консервация», что морфологически отображается в наличии подстилочно-торфяного горизонта.

2. *Оглеение почвенной массы (образование восстановленного глея).* Процесс диагностирован визуально и морфологически выражается в доминировании по почвенному профилю «холодных» тонов окраски. Вероятнее всего данный процесс связан с многолетней мерзлотой и её сезонными циклами промерзания-оттаивания, вызывающими переувлажнение верхней части почвенного профиля и, как следствие, формирование восстановительных условий. Присутствие в разрезах GL 1–19 и GL 2–19 отдельных пятен охристой окраски является следствием поступлением кислорода в оглееную почвенную массу по порам, трещинам и ходам корней.

3. *Турбация.* Данный процесс был диагностирован по тиксотропному состоянию почвенной массы на границе мерзлоты и сезонно-талого слоя. Данные гранулометрического состава и анализа оксалатной и пирофосфатной вытяжек указывает на максимальное содержание в данной зоне фракций ила и физической глины, а также «аморфных» и связанных с органическим веществом соединений железа и алюминия, что указывает на протекающие в данных почвах ЭПП миграции и переотложения продуктов почвообразования, связанных с процессами промерзания-оттаивания.

4. *Агрегирование и оструктуривание почвенной массы.* Наиболее ярко эти процессы выражены в глеевом горизонте, где в результате ежегодных циклов образования сезонного талого слоя и его последующего повторного промерзания образуется специфическая творожистая структура.

Описанные выше ЭПП выступают маркерами, такого важного процесса, как криогенное выветривание, когда в условиях отрицательных температур химическое разрушение почвенной органической, органоминеральной и минеральной массы начинает протекать с меньшей интенсивностью и за более длительный период по сравнению с биогеохимическим выветриванием, протекающим при положительных температурах и с участием почвенной биоты [37]. Ведущими процессами при криогенном выветривании становятся физическое дробление и физическое выветривание. Помимо указанных ранее ЭПП, в исследуемых глеевых почвах заповедника, процесс криогенного выветривания можно диагностировать по относительному увеличению пылеватых фракций в слое

сезонного промерзания-оттаивания, что является основным диагностическим признаком данного процесса [38].

В рамках «Классификации и диагностики почв СССР» исследуемые почвы ранее не выделялись. Частично они соответствуют типу бурых лесных глеевых почв. Согласно WRB, описанные глеевые почвы соответствуют Reductigleyic Gleysols (Gelic).

Заключение

В соответствии с КиДПР, почвы таёжно-лесных ландшафтов, сформированные на территории государственного природного заповедника «Норский», выделены как: бурозёмы типичные (разрезы BZ 1–19 и BZ 2–19) отдела структурно-метаморфических почв, ржавозём типичный (разрез RZ 1–19) отдела альфегумусовых почв и глеезёмы грубогумусированный и типичный (разрезы GL 1–19 и GL 2–19) отдела глеевых почв.

В рамках «Классификации и диагностики почв СССР», объекты исследования отнесены к следующим типам почв: глеезёмы грубогумусированный и типичный определены как бурые лесные глеевые почвы. Бурозёмы типичные отнесены к бурым лесным кислым грубогумусным почвам. Ржавозём типичный выделен как дерново-подзолистая почва. Согласно мировой реферативной базе почвенных ресурсов исследуемые почвы диагностированы как Folic Cambisols, Rubic Arenosols и Reductigleyic Gleysols (Gelic) соответственно.

Бурозёмы типичные (AY-BM-C) приурочены к вершинам сопки и верхней части пологих склонов на элюво-делювии коренных пород. Почвы маломощны и сильнокаменисты. В средней части профиля формируется структурно-метаморфический горизонт, материал которого сильно выветрен и дезинтегрирован. На поверхности камней и гравия имеются автохтонные бурые глинистые плёнки гидроксидов железа.

На основании морфологического описания и аналитических данных в бурозёмах типичных были выделены следующие ведущие ЭПП: дезинтеграция, бренификация и оструктурирование минерального вещества почв. Из-за сильной деградации напочвенного покрова и гумусовых горизонтов выделение ЭПП метаморфизма органического вещества затруднено.

В условия таёжно-лесных ландшафтов заповедника ржавозём типичный (AY-BFM-C) выделен на вершине сопки сложенной древнеалювиальными песками, что обуславливает хороший дренаж и отсутствие глеевых процессов в почвенном профиле.

Из-за периодического выгорания серогумусовый горизонт маломощен и деградирован. Железисто-метаморфический горизонт представлен гравелистым материалом, на поверхности которого присутствуют плёнки тонкодисперсного материала ржавого цвета. Гравий и камни окатаны и слабыветрелы. В целом, процессы выветривания в данной почве выражены в меньшей степени, чем в глеезёмах и бурозёмах.

Наиболее характерными ЭПП для данной почвы является рубефикация. Также выделяются слабовыраженные стадии процессов дезинтеграции и криогенного выветривания минеральной массы. Как и в случае с бурозёмами типичными выделение ЭПП метаморфизма органического вещества затруднено.

Глеезёмы грубогумусированный и типичный (O(ao)-G(ox)) имеют небольшую мощность (до 53 см) почвенного профиля, что связано с ежегодным формированием сезонной мерзлоты близко к поверхности и её глубоким распределением вглубь почвенной толщи и почвообразующей породы. Это обуславливает интенсивное протекание глеевых процессов в вышележащем сезонно-талом слое, с формированием специфической творожистой структуры глеевого горизонта. В верхней части почвенного профиля глеезёмов формируется подстильно-торфяной горизонт.

В данных почвах были выделены следующие элементарные почвообразовательные процессы: поступление и «консервация» растительных остатков, образование восстановленного глея, криогенное выветривание почвенной массы, криотурбация, агрегирование и оструктурирование почвенной массы, миграция и переотложение продуктов почвообразования по градиенту оттаивания.

В связи с тем, что исследуемая территория находится в зоне перехода от сезонно-мерзлотных почв к многолетне-мерзлотным, необходимо учитывать один из наименее изученных почвообразовательных процессов – криогенный.

Благодарности

Авторы статьи выражают свою благодарность администрации и коллективу ФГБУ государственный природный заповедник «Норский» за предоставленную возможность проведения исследования на территории заповедника и общую организацию экспедиции.

Список использованных источников:

1. Ливеровский Ю.А., Денисова Н.В. Природные условия и почвы Зейско-Буреинской низменности // Почвенная и агромелиоративная характеристика южной части Зейско-Буреинского междуречья. Благовещенск: Амурское книжное издательство, 1959.
2. Фирсов А.Н. К характеристике почвенного покрова юго-восточной части Зейско-Буреинского междуречья // Почвенная и агромелиоративная характеристика нижней части Зейско-Буреинского междуречья. Благовещенск: Амурское книжное издательство, 1959. – С. 65–88.
3. Терентьев А.Т. Бурые лесные почвы Приамурья // Труды Приморского сельскохозяйственного института. Владивосток, 1962. – С. 27–42.
4. Иванов Г.И. Классификация почв равнин Приморья и Приамурья. Владивосток: Дальневосточное книжное издательство, 1966. – 47 с.
5. Зимовец Б.А. Почвенно-геохимические процессы муссонно-мерзлотных ландшафтов. М.: Наука, 1967. – 167 с.
6. Терентьев А.Т. Почвы Амурской области и их сельскохозяйственное использование. Владивосток: ДВ книжное издательство, 1969. – 261с.
7. Ковда В.А., Ливеровский Ю.А., Сун Да-Чен. Очерки почв Приамурья // Известия АН СССР, 1957.
8. Интерактивная почвенная карта России [Электрон. ресурс]. URL: <http://soils.narod.ru/interactive/in.html>
9. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
10. Караваева Н.А., Прокопчук В.Ф. 2004. Формирование почв с бурым профилем на севере Приамурья и Сахалина // Почвоведение. – 2004. – № 9. – С.1029–1039.
11. Жарикова Е.А. Проблемы классификации некоторых таежных почв Приамурья и Сахалина // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2008. – № 69. – С. 26–31.
12. Жарикова Е.А. 2009. О классификации некоторых таежных почв региона // Комплексные исследования природной среды в бассейне реки Амур: материалы Межрегиональной научной конференции (III Дружининские чтения). – Хабаровск, 2009. – Том 1. С. 17–20.
13. Жарикова Е.А. Железисто-метаморфические почвы Дальнего Востока // Современные почвенные классификации и проблемы их региональной адаптации: материалы Всероссийской научной конференции. Владивосток, 2010. – С. 61–63.
14. Качинский В.Л., Геннадиев А.Н. 2010. Почвенные катены в бассейнах рек Бурея и Селемджа (Приамурье) // Вестник Московского университета. – 2010. – Сер. 5. География. № 4. – С. 34–39.
15. Осипов С.В., Шляхов С.А. Почвы горных таежных и гольцовых ландшафтов в верховьях реки Буреи (Дальний Восток) // География и природные ресурсы. – 2012. – № 4. – С. 180–183.

16. Шевчук Е.А. Современное классификационное положение бурых лесных почв Зейско-Буреинской почвенной провинции // *Материалы по изучению русских почв.* – 2017. – № 10 (37). – С. 162–167.
17. Апарин Б.Ф., Касаткина Г.А., Матинян Н.Н., Сухачёва Е.Ю. Красная книга почв Ленинградской области. СПб.: Аэроплан, 2007. – 320 с.
18. Добровольский Г.В., Урусевская И.С. 2004. География почв. М.: МГУ, 2004. – 460 с.
19. Национальный атлас почв Российской Федерации. М.: Астрель, 2011. – 632 с.
20. Сумгин М.И. Вечная мерзлота. Л.: Изд-во АН СССР, 1934. – 84 с.
21. Мордвинов А.И. Рельеф и вечная мерзлота левобережья среднего течения реки Быссы и прилегающих предгорий западного склона Туранского хребта // *Труды комитета по вечной мерзлоте.* М., Л. 1940. – Т. 9. – С. 57–133.
22. Пустовойтов Н.Д. 1971. Сезонно-мерзлотные почвы и их мелиорация. М.: Наука, 1971. – 231 с.
23. Шульман Н.К. Амурская область: опыт энциклопедического словаря. Благовещенск: Хабаровское книжное издательство. Амурское отделение, 1989. – 415 с.
24. Грачёва Р.Г., Таргульян В.О. Макро- и мезоморфологическая диагностика почв и элементарных процессов в ряду почв бурозём – подбур / *Почвообразование и выветривание в гумидных ландшафтах.* М: Институт географии РАН, 1978. – С. 103–121.
25. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1970. – 488 с.
26. Растворова О.Г. 1983. Физика почв (практическое руководство). Л: ЛГУ, 1983. – 195 с.
27. Теория и практика химического анализа почв / под ред. Л.А. Воробьёвой. М. ГЕОС, 2006. – 400 с.
28. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. – 224 с.
29. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2014. – 181 p.
30. Караваяева Н.А., Таргульян В.О., Черкинский А.Е., Целищева Л.К., Грачева Р.Г., Марголина Н.Я., Ильичев Б.А., Горячкин С.В., Александровский А.Л., Хитров Н.Б., Замотаев И.В., Панкова Е.И., Айдаров И.П., Ромашкевич А.И., Черняховский А.Г., Бирин А.Г., Гоголев А.И., Розанов А.Б. Элементарные почвообразовательные процессы: Опыт концептуального анализа, характеристика, систематика. М.: Наука, 1992. – 184 с.
31. Почвообразовательные процессы / Под ред. М.С. Симаковой, В.Д. Тонконогова. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2006. – 510 с.
32. Рыбачук Н.А., Сероштан Т.Н. Мерзлотные почвы бассейна реки Селемджа // *Генезис, химия и биология почв Приморья и Приамурья.* Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. – С. 40–50.

Шевчук Е.А., Рюмин А.Г., Сухачёва Е.Ю. Торопкина М.А., Волина О.В.

Почвы лесных ландшафтов государственного природного заповедника «Норский»

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

33. Алифанов В.М. Формы проявления криогенеза в почвах Восточного Забайкалья // Почвенный криогенез и мелиорация мерзлотных и холодных почв. М. 1975. – С. 106–107.

34. Арчегова И.Б. 1984. Изменение состава гумуса в образцах некоторых почв после их промораживания // Почвоведение. – 1984. – №8. – С. 63–70.

35. Гришина Л.А., Мягков А.Д., Ярилова Е.А. 1984. Морфология и микроморфология органического вещества тундровых почв // Почвоведение. – 1984. – №8. – С. 90–97.

36. Хавкина Н.В. О гумусообразовании некоторых почв центральной части бассейна реки Селемджа // Генезис, химия и биология почв Приморья и Приамурья. Владивосток: ДВО РАН СССР, 1987. – С. 134–143.

37. Ершов Е.Д., Лебедеко Ю.П., Чувиллин Е.М., Язынин О.М. 1988. Микростроение мерзлых пород. М.: МГУ, 1988. – 182 с.

38. Наумов Е.М., Градусов Б.П. Особенности почвообразования на северном побережье Охотского моря // Мерзлотные почвы и их режим. М.: Изд-во АН СССР, 1964. – С. 28–99.

=====

Цитирование:

Шевчук Е.А., Рюмин А.Г., Сухачёва Е.Ю. Торопкина М.А., Волина О.В. Почвы лесных ландшафтов государственного природного заповедника «Норский» [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 4. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/4/st_412.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/202134412>.