

УДК: 631.481:631 412(571.56)

*А. А. Петров, В. С. Макаров, С. С. Сивцев***Почвенный покров бассейна ручья Дежневка Чульманской впадины и его трансформация при добыче каменного угля**

СВФУ им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия

Аннотация. Исследования почвенного покрова были проведены в бассейне ручья Дежневка, правого притока реки Чульман, в административном отношении на территории Нерюнгринского района Республики Саха (Якутия). Здесь с 1990-х гг. велась добыча каменного угля открытым способом, а с 2003 г. – шахтным способом. В пределах горного отвода ГОКа «Денисовский» ООО «УК КОЛМАР» сформированы техногенные ландшафты. Район исследований расположен в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород, климат характеризуется как резко континентальный с продолжительной зимой и умеренно теплым коротким летом. В бассейне ручья Дежневка Чульманской впадины выделены следующие типы зональных почв: мерзлотные подзолистые иллювиально-гумусовые, мерзлотные подзолистые иллювиально-железистые и мерзлотно-палево-бурые – и интразональные: мерзлотные аллювиальные дерновые. Эти почвы отличаются легким гранулометрическим составом и промывным водным режимом. Получены сведения о процессе восстановления почвенного покрова в посттехногенных ландшафтах, сформированных при добыче каменного угля в Чульманской впадине (Южная Якутия). Исследования проведены на отвалах вскрышных пород, сформированных в начале 1990-х гг. Согласно профилно-генетической классификации почв техногенных ландшафтов по морфологическим признакам выделены элювиоземы инициальные из класса литогенно-неразвитых почв, эмбриоземы инициальные и органо-аккумулятивные из класса биогенно-неразвитых почв и определены их физико-химические свойства. В этих молодых почвах отмечается высокое содержание органических веществ, которые унаследованы от исходных пород, содержащих каменный уголь. У эмбриоземов по истечении 25-30 лет отмечаются проективное покрытие растительности 60-100% и накопление органического вещества на поверхности, что свидетельствует об органо-аккумулятивной стадии восстановления почвенного покрова, которая сводится к накоплению неразложившихся растительных остатков. Применение системы градации по степени трансформации и способности к восстановлению почвенного покрова выявило, что к группе «Измененные» относятся 1,25 га, или менее 1% техногенно-нарушенных территорий, а к группе «Сильно измененные» относятся 168 га техногенно-нарушенных территорий.

*ПЕТРОВ Алексей Анатольевич* – к. б. н., с. н. с. НИИПЭС СВФУ им. М.К. Аммосова.E-mail.ru: [Petrov\\_Alexey@mail.ru](mailto:Petrov_Alexey@mail.ru)*PETROV Alexey Anatolievich* – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Research Institute of Applied Ecology of the North after professor D.D. Savvinov of the M. K. Ammosov North-Eastern Federal University.*МАКАРОВ Виктор Семенович* – к. б. н., с. н. с. НИИПЭС СВФУ им. М.К. Аммосова.E-mail.ru: [mvs379@yandex.ru](mailto:mvs379@yandex.ru)*MAKAROV Viktor Semenovich* – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Research Institute of Applied Ecology of the North after professor D.D. Savvinov of the M. K. Ammosov North-Eastern Federal University.*СИВЦЕВ Сергей Сергеевич* – магистрант гр. М-ПП-17-1 ИЕН СВФУ им. М.К. Аммосова.E-mail: [ryudzisan@mail.com](mailto:ryudzisan@mail.com)*SIVTSEV Sergey Sergeevich* – Master student gr. M-PP-17-1 Institute of Natural Sciences of the M. K. Ammosov North-Eastern Federal University.

*Ключевые слова:* трансформация почвенного покрова, мерзлотные почвы, эмбриоземы, элювиоземы, восстановление почвенного покрова, техногенный ландшафт, почвообразование, ручей Дежневка, Чульманская впадина, Южная Якутия.

DOI

*A. A. Petrov, V. S. Makarov, S. S. Sivtsev*

## **Soils of the Dezhnevka creek pool of the Chulman trough and its transformation after coal mining**

M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

Abstract. Soil cover studies were conducted in the basin of the Dezhnevka stream, a right tributary of the Chulman river, administratively in the Neryungrinsky district of the Republic of Sakha (Yakutia). Since the 1990s, coal mining has been carried out here by open-pit mining, and since 2003 by mine mining. Man-made landscapes have been formed within the mining branch of the Denisovsky GOK of LLC UK KOLMAR. The research area is located in a zone of continuous permafrost distribution, the climate is characterized as sharply continental with long winters and moderately warm short summers. The following types of zonal soils are distinguished in the basin of the Dezhnevka stream of the Chulman depression: permafrost podzolic illuvial-humus, permafrost podzolic illuvial-ferruginous and permafrost-pale-brown and intrazonal: permafrost alluvial sod. These soils are characterized by a light granulometric composition and washing water regime. Data on the process of soil cover restoration in post-technogenic landscapes formed during coal mining in the Chulman depression (South Yakutia) were obtained. The research was carried out on overburden dumps formed in the early 90's. According to the profile-genetic soil classification of technogenic landscapes according to the morphological characteristics selected lumosity initial class lithogenic undeveloped soils, the initial embryonic soils and organo-accumulative class of biogenic-undeveloped soils and determined their physicochemical properties. These young soils have a high content of organogenic substances that are inherited from the original rocks containing coal. In embryos, after 25-30 years, there is a projective vegetation cover of 60-100% and the accumulation of organic matter on the surface, which indicates an organo-accumulative stage of soil cover restoration, which is reduced to the accumulation of undecomposed plant residues. The application of the grading system according to the degree of transformation and the ability to restore the soil cover revealed that the "Modified" group includes 1.25 ha or less than 1% of technogenic disturbed territories, and the "Highly modified" group includes 168 ha of technogenic disturbed territories.

*Keywords:* transformation of soil cover, permafrost soil, embryozems, eluviozems, recovering of soil cover, technogenic landscape, soil formation, Dezhnevka stream, Chulman cavity, southern Yakutia.

### **Введение**

Исследования были проведены в бассейне ручья Дежневка Чульманской впадины, в административном отношении находящемся на территории Нерюнгринского района Республики Саха (Якутия). Здесь с 1990-х гг. велась добыча каменного угля открытым способом, а с 2003 г. – шахтным способом. На территории ГОКа «Денисовский» сформированы техногенные ландшафты. Район исследований расположен в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород, климат характеризуется как резко континентальный с продолжительной зимой и умеренно теплым коротким летом.

Исследованы почвы естественных биогеоценозов, которые развиваются в горных условиях в зоне распространения многолетнемерзлых пород. Изучены молодые почвы и грунты, сформированные на старых отвалах вскрышных пород, которые были образованы в 1990-х гг. По своим параметрам эти отвалы представляют собой

аккумулятивные формы неорельефа, имеющие трапециевидную форму (одно- или многоярусную) с относительно выровненной поверхностью на вершине трапеции. Исследованные отвалы пустых пород в соответствии с классификацией нарушенных земель (ГОСТ 17.5.1.02-85) относятся к высоким отвалам ( $h_{ср}=30-40$ ). По классификации природно-техногенных ландшафтов относятся к крупнокарьерно-отвалному типу. Тело отвалов состоит из мергеля, авролитов и каменного угля. Отвалы не были подвергнуты рекультивационным мероприятиям.

#### **Методы исследований**

Исследования проводились с применением полевых рекогносцировочных и лабораторных исследований. При проведении почвенных исследований нами был использован комплекс общих стандартных методов изучения географического распространения почв. При маршрутных исследованиях использовался сравнительно-географический метод [1].

Фактический материал собран в августе 2018 г.

Химические, агрохимические свойства почв определены в лаборатории физико-химических методов анализа НИИ прикладной экологии Севера Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова.

Для классификации естественных почв использована региональная «Классификация и диагностика мерзлотных почв Якутии» [2], классификация почв нарушенных территорий проведена согласно «Классификации почв техногенных ландшафтов» [3].

#### **Почвенный покров естественных ландшафтов**

Горные условия территории способствовали образованию горных маломощных грубых по механическому составу почв с укороченным почвенным профилем, с большой щебнистостью и каменистостью всех генетических горизонтов, т. к. формирование их протекало в условиях расчлененного горного рельефа на грубообломочных продуктах выветривания твердых пород.

Одна из особенностей почвенного покрова Чульманской впадины – отсутствие засоленных почв. Одни исследователи объясняют это наличием пород, лишенных солепроявлений [4], другие – высоким увлажнением [5].

Процесс почвообразования происходит на фоне островного распространения многолетнемерзлых пород. К мерзлотным почвам Л. Г. Еловская [2], А. К. Коноровский [5] относят не только те, которые подстилаются многолетней мерзлотой, но и те, на поверхности которых и в почвенном профиле выражены криогенные явления (полигонально трещиноватый микрорельеф, в профиле – языковато-клиновидная граница между гумусовым (органогенным) и нижлежащим горизонтом).

На основании региональной классификации почв Якутии [2] в районе исследований нами выделены следующие типы почв: мерзлотные подзолистые иллювиально-гумусовые, мерзлотно-палево-бурые, мерзлотные подзолистые иллювиально-железистые и мерзлотные аллювиальные дерновые.

Мерзлотные подзолистые иллювиально-гумусовые почвы развиты на невысоких плоских водораздельных пространствах и средних частях склонов средней тайги, редко встречаются в поясе верхней тайги. Предпосылками для подзолистого процесса являются промывной водный режим и глубокое залегание мерзлотного слоя. Почвенный профиль здесь формируется под воздействием нисходящих потоков кислых почвенных растворов. Бедность материнских кристаллических пород основаниями, которые не могут нейтрализовать создающуюся кислотность, также способствует процессу подзолообразования.

Данные почвы имеют легкий гранулометрический состав и представлены связанным песком (табл. 1). Почвенный профиль подзолистых почв ясно дифференцирован на генетические горизонты: перегнойно-гумусовый  $A_0A_1$ , элювиальный (подзолистый) AEL и иллювиальный B. Горизонт аккумуляции гумуса ( $A_1$ ) в этих почвах отсутствует.

Как и большинство почв исследуемого региона, почвы обладают малой мощностью почвенного профиля (30-45 см), характеризуются щебнистостью и каменистостью всех генетических горизонтов.

Подзолистые почвы имеют слабокислую реакцию среды (рН-5,2) в перегнойно-гумусовом горизонте, среднекислую (рН-4,8) – в иллювиальном горизонте и слабокислую (рН 5,1) – в горизонтах В и ВС (табл. 2). Органогенные горизонты этих почв состоят из слаборазложившейся органики. Гумус в оподзоленном горизонте составляет 6,9%, ниже по профилю постепенно убывает до 3,6% в горизонте ВС. Содержание общего азота, фосфора и обменных оснований высокое (табл. 2). По солевому составу отмечается слабое засоление в перегнойно-гумусовом горизонте, ниже по профилю засоление отсутствует (табл. 3).

Мерзлотные подзолистые иллювиально-железистые почвы сформированы на положительных элементах рельефа и развиты как на супесчаном и песчаном древнем аллювии и элювии мезозойских бескарбонатных пород легкого механического состава под пологом мертвопокровных и лишайниковых сосняков. Не вскипают от соляной кислоты по всему профилю.

Эти почвы имеют легкий гранулометрический состав и представлены рыхлым и связанным песком (табл. 1). Подзолистые почвы имеют среднекислую реакцию сферы (рН-4,7) в перегнойно-гумусовом горизонте, сильнокислую (рН-4,1) – в иллювиальном горизонте и слабокислую или среднекислую (рН 4,9-5,1) – в горизонтах В и ВС (табл. 2). Органогенные горизонты этих почв состоят из слаборазложившейся органики. Гумус в оподзоленном горизонте составляет 6,1%, ниже по профилю постепенно убывает до 2,8% в горизонте ВС. Содержание общего азота, фосфора и обменных оснований высокое (табл. 2). По солевому составу отмечается слабое засоление в перегнойно-гумусовом горизонте, ниже по профилю засоление отсутствует (табл. 3).

Мерзлотные палево-бурые почвы формируются на суглинистых бескарбонатных материнских породах. Данные почвы развиты на слабопокатых участках водоразделов, средних третях, частично верхних третях склонов в условиях несколько повышенного увлажнения на фоне многолетней мерзлоты. Если нет многолетней мерзлоты, то выражен мелкополигонально-трещиноватый микрорельеф. Среди мерзлотных палево-бурых почв выделяются подтипы: типичные, оподзоленные, заболоченные. Поверхностный горизонт почв содержит значительное количество полуразложившихся органических остатков. В данных почвах хорошо развит горизонт  $A_0A_1$ , под которым находится горизонт В, имеющий коричневую, чаще бурую окраску. В отдельных разрезах наблюдается осветление верхних горизонтов, что связано с некоторым выносом органического вещества. От соляной кислоты почвы не вскипают по всему почвенному профилю.

Палево-бурые почвы обладают легким гранулометрическим составом (табл. 1). Данные почвы имеют сильнокислую реакцию среды (рН 3,7-4,1) в органогенных горизонтах и кислую в иллювиальном горизонте (рН 4,6). В почвенных пробах, отобранных недалеко от обогатительной фабрики и пункта загрузки угля в железнодорожные вагоны, отмечается очень высокое значение общего углерода (11,1-42,3 %), общего азота (0,423-0,575 %) в органогенных горизонтах, что, возможно связано с аккумуляцией угольной пыли (табл. 2). Кроме этого, данные почвы достаточно обеспечены обменными основаниями и фосфором. По солевому составу отмечается слабое засоление в дерновых горизонтах, ниже по профилю засоление отсутствует (табл. 3).

Пойменная часть р. Чульман и руч. Дежневка и Денисовка представлена мерзлотными аллювиальными дерновыми и разновидностью аллювиальных почв, которые формируются под настоящими и мало остепененными лугами, не ежегодно заливающимися полными водами. Рельеф поймы увалисто-лощинный. Эти почвы формируются под пологом пойменных лиственничных лесов и елово-лиственничных лесов иногда с примесью березы, ивы.

Таблица 1

**Гранулометрический состав почвенного покрова**

Разрез	Глубина опробования, см	Гигр. влага, %	Удель. вес, г/мл	Конечное значение фракций, %			Физич. глина < 0,01	Физич. песок > 0,01	Гранулометри- ческий состав			
				1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01				0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
Естественные почвы												
Мерзлотные подзолистые иллювиально-гумусовые												
P-3-18	13(15)-17(18)	1,16	2,52	14,54	72,90	3,88	6,34	1,12	1,22	8,68	91,32	Связнопесчаная
	17(18)-35	1,23	2,54	16,39	69,2	6,99	3,29	1,52	2,61	7,42	92,58	Связнопесчаная
	35-48	0,88	2,50	10,49	76,53	6,68	1,48	1,56	3,26	6,3	93,7	Связнопесчаная
Тип: Мерзлотные подзолистые иллювиально-железистые												
P-16-18	8(9)-19(20)	1,15	2,37	49,21	48,12	1,01	1,21	0,19	0,26	1,66	98,34	Рыхлопесчаная
	19(20)-41(43)	1,76	2,40	26,58	48,7	11,89	2,97	3,27	0,59	6,83	93,17	Связнопесчаная
	41(43)-55(60)	0,74	2,60	22,08	67,23	4,84	2,18	2,65	1,02	5,85	94,15	Связнопесчаная
	55(60)-74	0,45	2,72	42,49	51,86	2,18	1,05	0,7	1,72	3,47	96,53	Рыхлопесчаная
Тип: Мерзлотные палево-бурые												
P-13-18	14(15)-16(20)	4,59	2,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16(20)-70	1,52	2,26	41,98	53,26	3,19	0,89	0,23	0,15	1,27	98,73	Рыхлопесчаная
Тип: Мерзлотные аллювиальные дерновые												
P-7-18	6(8)-13(14)	1,83	2,43	18,15	72,05	2,34	5,83	0,91	0,72	7,46	92,54	Связнопесчаная
	13(14)-38	0,42	2,49	43,47	48,75	3,6	2,62	1,2	0,36	4,18	95,82	Рыхлопесчаная
	B2 38-53	1,82	2,34	15,51	75,11	2,93	2,13	2,86	1,46	6,45	93,55	Связнопесчаная
P-14-18	0-10	0,28	2,51	35,67	60,34	1,56	2,62	0,7	0,11	3,43	96,57	Рыхлопесчаная
	10-20	0,30	2,61	28,98	52,41	13,8	3,93	0,65	0,23	4,81	95,19	Рыхлопесчаная
Молодые почвы и грунты техногенных ландшафтов												
Тип: Эмбриоземы инициальные												
P-18-18	0-10	1,33	2,47	14,33	70,28	7,78	3,74	2,15	1,72	7,61	92,39	Связнопесчаная
	10-20	1,62	2,23	19,29	64,48	5,24	3,18	6,67	1,14	10,99	89,01	Супесчаная

Тип: Эмбриоземы органо-аккумулятивные										
P-17-18	0-10	1,51	2,15	-	-	-	-	-	-	-
	10-20	1,47	2,30	17,23	65,35	6,32	3,26	2,2	5,64	11,1
Тип: Элювиоземы инициальные										
P-19-18	0(1)-9(14)	1,75	2,51	11,77	79,1	5,66	1,4	1,25	0,82	3,47
	9(14)-25	1,42	2,64	15,36	78,56	3,7	1,23	0,43	0,72	2,38

Таблица 2

Агрохимические свойства почвенного покрова

п/№	Разрез	Глубина опробования, см	pH	Гумус, %	Нобщ, %	P2O5, мг/кг	Ca, ммоль/100 г	Mg, ммоль/100 г
Естественные почвы								
Тип: Мерзлотные подзолистые иллювиально-гумусовые								
1	P-3-18	A0A1 9(10)-13(15)	5,2	20,9*	0,100	16,0	0,75	13,75
2		AEL 13(15)-17(18)	4,8	6,9	0,425	1,0	1,13	8,38
3		B 17(18)-35	5,1	5,3	0,375	1,0	1,00	9,25
4		BC 35-48	5,1	3,6	0,300	3,5	0,38	4,25
Тип: Мерзлотные подзолистые иллювиально-железистые								
5	P-16-18	A0A1 2(3)-8(9)	4,7	31,0*	0,400	21,0	2,75	7,50
6		AEL 8(9)-19(20)	4,1	6,1	0,375	6,0	0,75	7,75
7		B1 19(20)-41(43)	4,9	4,4	0,275	31,0	1,00	2,25
8		B2 41(43)-55(60)	5,1	4,8	0,350	113,5	1,00	2,25
9		BC 55(60)-74	5,1	2,8	0,350	193,5	0,25	3,13
Тип: Мерзлотные палево-бурые								
10	P-13-18	A0A1 5-14(15)	4,1	72,9*	0,575	11,8	2,13	5,00
11		A1 14(15)-16(20)	3,7	19,2*	0,425	1,0	1,00	12,50
12		B 16(20)-70	4,6	6,1	0,150	6,0	0,38	5,75
Тип: Мерзлотные аллювиальные дерновые								
13	P-7-18	AД 6(8)-13(14)	4,8	8,7	0,625	3,5	2,63	6,88
14		B1 13(14)-38	5,0	4,4	0,150	11,0	2,00	1,25
15		B2 38-53	5,1	6,1	0,475	11,0	5,13	6,13
16	P-14-18	0-10	5,4	4,4	0,300	21,0	1,75	5,25
17		10-20	5,4	2,8	0,375	11,0	1,13	4,25

Молодые почвы и грунты техногенных ландшафтов									
Тип: Эмбриоземы инициальные									
18	P-18-18	0-10	5,7	5,7	0,325	313,5	4,38	1,83	
19		10-20	5,7	5,5	0,700	278,5	8,13	6,00	
Тип: Эмбриоземы органо-аккумулятивные									
20	P-17-18	0-10	5,5	5,9	0,300	168,5	6,75	7,00	
21		10-20	5,4	5,5	0,675	188,5	5,38	4,00	
Тип: Элювиоземы инициальные									
22	P-19-18	0(1)-9(14)	6,1	2,1	0,475	468,5	6,88	6,25	
23		9(14)-25	6,6	1,4	0,375	288,5	5,63	5,13	

\*- потеря при прокаливании

Таблица 3

**Солевой состав основных типов почвенного покрова**

№ разреза	Глубина опробования, см	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Na+K	Сумма токсичных солей	Тип засоления	Степень засоления
Тип: Мерзлотные подзолистые иллювиально-гумусовые											
P-3-18 (локальный фон)	A0A1 9(10)-13(15)	0,000	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,04	Хлоридный	Слабозасоленные
	AEL 13(15)-17(18)	0,000	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	Хлоридный	Незасоленные
	B 17(18)-35	0,000	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	Хлоридный	Незасоленные
	BC 35-48	0,000	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	Хлоридный	Незасоленные
Тип: Мерзлотные подзолистые иллювиально-железистые											

P-16-18	A0A1 2(3)-8(9)	0,000	0,00	0,04	0,00	0,02	0,01	0,02	0,07	Хлоридный	Слабозасоленные
	AEL 8(9)-19(20)	0,000	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	Хлоридный	Незасоленные
	B1 19(20)-41(43)	0,000	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	Хлоридный	Незасоленные
	B2 41(43)-55(60)	0,000	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	Хлоридный	Незасоленные
	BC 55(60)-74	0,000	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,06	Хлоридно-сульфатный	Незасоленные
Тип: Мерзлотные палево-бурые											
P-13-18	A0A1 5-14(15)	0,000	0,00	0,04	0,00	0,02	0,01	0,02	0,08	Хлоридный	Слабозасоленные
	A1 14(15)-16(20)	0,000	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	Хлоридный	Незасоленные
	B 16(20)-70	0,000	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	Хлоридный	Незасоленные
Тип: Мерзлотные аллювиальные дерновые											
P-7-18	AT 6(8)-13(14)	0,000	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	Хлоридный	Незасоленные
	B1 13(14)-38	0,000	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	Хлоридный	Незасоленные
	B2 38-53	0,000	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	Хлоридный	Незасоленные
P-14-18	0-10	0,000	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	Хлоридный	Незасоленные
	10-20	0,000	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	Хлоридный	Незасоленные
Молодые почвы и грунты техногенных ландшафтов											
Тип: Эмбриоземы инициальные											
P-18-18	0-10	0,000	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	Хлоридный	Незасоленные
	10-20	0,000	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	Сульфатно-хлоридный	Незасоленные
Тип: Эмбриоземы органо-аккумулятивные											
P-17-18	0-10	0,000	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	Хлоридный	Незасоленные
	10-20	0,000	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,04	Хлоридный	Слабозасоленные
Тип: Эмбриоземы инициальные											
P-19-18	0(1)-9(14)	0,000	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,03	Хлоридный	Слабозасоленные
	9(14)-25	0,000	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,03	Хлоридный	Слабозасоленные



Аллювиальные почвы имеют легкий гранулометрический состав (табл. 1). Данные почвы обладают кислой или слабокислой реакцией среды (рН 4,8-5,4). Органогенные горизонты этих почв состоят из слаборазложившейся растительности и содержат грубый гумус. Содержание биогенных элементов высокое (гумус – 2,8-8,7%, общий азот – 0,300-0,625%, фосфор – 3,5-21,0%), также достаточно обеспечены обменными основаниями (табл. 2) и относятся к незасоленным (табл. 3).

**Почвы техногенных ландшафтов**

В пределах горного отвода ГОКа «Денисовский» сформированы техногенные ландшафты. Исследования грунтов и молодых почв были проведены на старых отвалах вскрышных пород.

Согласно профилно-генетической классификации [3, 6, 7] почв техногенных ландшафтов, на отвалах вскрышных пород ГОКа «Денисовский» сформированы элювиоземы инициальные из класса литогенно-неразвитых почв, эмбриоземы инициальные и эмбриоземы органо-аккумулятивные из класса биогенно-неразвитых почв. (табл. 4).

Класс литогенно-неразвитых почв представляет примитивные почвы, характеризующиеся развитием процессов, направленных на подготовку субстрата к почвообразованию, главным образом, к разрыхлению плотных пород. Известно, что такие процессы протекают не только в техногенных ландшафтах, но и естественных. При почвообразовании на плотных породах главным отличием элювиоземов (представителей примитивных почв техногенных ландшафтов) от литоземов (представителей примитивных почв естественных ландшафтов), выделяемых в официальной классификации, следует считать возраст и, соответственно, мощность почвенных профилей: от нескольких сантиметров в элювиоземах техногенных ландшафтов до 30 см в естественных [9]. Названные различия между элювиоземами и литоземами нельзя считать принципиальными [7].

Таблица 4

**Систематический список молодых почв, сформированных на отвалах вскрышных пород ГОК «Денисовский»**

Ствол	Класс	Тип	Условия почвообразования
Постли- тогенные	Литогенно- неразвитые	Элювиоземы инициальные	Формируются на плотных подсти- лающих породах с незначительным содержанием мелкозема
	Биогенно- неразвитые	Эмбриоземы инициальные	Формируются на нефитотоксичных рыхлых или грубообломочных породах или их смесях на гори- зонтальных поверхностях или на склонах со значительным уклоном
		Эмбриоземы орга- но-аккумулятивные	Формируются на нефитотоксичных рыхлых или грубообломочных породах или их смесях на склоновых поверхностях с не значительным уклоном

Тип: элювиоземы инициальные

Сущность почвообразования литогенно-неразвитых почв сводится не столько к профилеобразованию (или профилепреобразованию), сколько к формированию слоя породы, пригодного для развития последующих стадий начального профилеобразования. Эти примитивные почвы формируются на плотных или грубообломочных массивно-кристаллических или в различной степени метаморфизированных осадочных породах с незначительным содержанием мелкозема и фракций физической глины. Такие породы медленно преобразуются в условиях гипергенеза, они мало податливы к внутрипрофильной дифференциации толщи на почвенные генетические горизонты [3].

В морфологическом строении профиль элювиоземов инициальных представлен только горизонтом Д. Фитоценоз практически отсутствует, встречаются единичные экземпляры рудеральных видов растений.

Органогенный горизонт не выделяется, слой накопления мелкозема маломощный (до 25 см). Гранулометрический состав легкий (табл. 1). Реакция среды в пределах почвенного профиля преимущественно слабокислая и нейтральная (рН 6,1-6,8). Содержание  $C_{\text{общ}}$  и  $N_{\text{общ}}$  высокое, на верхнем слое достигает 2,1%,  $N_{\text{общ}}$  – 0,475%. Эмбриоземы инициальные содержат значительное количество обменных оснований и обеспечены подвижными формами фосфора (табл. 2). Эти грунты слабо засолены, тип засоления хлоридный (табл. 3).

В морфологическом строении профиля этих грунтов выделяется слой, где содержание питательных веществ значительно выше, чем в нижележащем слое. Отсутствие устойчивого растительного покрова исключает возможность педогенного преобразования верхних слоев, на наш взгляд, высокое содержание органогенных веществ на верхнем слое объясняется тем, что на поверхности отвалов осажается большое количество угольной пыли.

Класс: биогенно-неразвитые почвы.

Почвы этого класса формируются преимущественно на нефитотоксичных рыхлых или грубообломочных породах или их смесях. Недостаточная развитость профиля почв обусловлена главным образом малой продолжительностью срока биопедогенного преобразования породы, под которой понимается комплекс процессов синтеза и последующей трансформации органического вещества и его взаимодействия с минеральным субстратом [9]. С течением времени в толще таких пород формируются внутрипочвенные биоценозы, одновременно развиваются фитоценозы и сингенетичные с ними почвообразовательные процессы, которые в конечном счете приводят к формированию почвенного профиля с характерными для него генетическими горизонтами [7]. В официальной классификации [8] классу биогенно-неразвитых почв соответствует группа ТПО, называемая натурфабрикатами. Как и в предыдущем случае, в этих ТПО не обозначается развитие ни почвообразовательных процессов, ни соответствующих им генетических горизонтов.

Представители класса биогенно-неразвитых почв выделены только на участках отвалов, где проводились рекультивационные мероприятия, которые заключались в нанесении суглинистого или супесчаного материала с мощностью нанесенного слоя 0,3-2,5 м.

Тип: эмбриоземы инициальные представляют собой первую стадию развития класса биогенно-неразвитых почв. Их важнейший морфологический признак – полное отсутствие биогенного горизонта. Неразвитость профиля эмбриоземов инициальных обусловлена недостаточной интенсивностью педогенной трансформации субстрата вследствие отсутствия или слабого развития на его поверхности устойчиво функционирующих биоценозов. Растительность на таких почвах представлена сорными и рудеральными видами, проективное покрытие которых не превышает 20%.

В строении профиля инициальных эмбриоземов не выделяются органогенные горизонты, слой педогенного преобразования субстрата маломощный (5-20 см).

Эмбриоземы инициальные обладают в основном легким гранулометрическим составом (табл. 1). Реакция среды в пределах почвенного профиля в основном слабокислая (рН 5,7) (табл. 2). Содержание биогенных элементов высокое, содержание общего углерода в толще 0-10 см составляет 5,7%, а содержание общего азота в том же слое составляет 0,325%. Эмбриоземы инициальные обеспечены обменными основаниями и подвижным фосфором (табл. 2). Эти молодые почвы в основном не засолены (табл. 3).

Высокое содержание органических веществ и накопление их на верхних слоях указывают на обильное осаждение пыли каменного угля на поверхности молодых почв. Угольная пыль окрашивает профиль в черный след.

Эмбриоземы органо-аккумулятивные представляют собой следующую стадию эволюционного развития эмбриоземов. Почвенный профиль по-прежнему не дифференцирован, но на поверхности накапливается слой неразложившейся подстилки, являющейся типодиагностическим признаком. Разложение и гумификация растительных остатков в органо-аккумулятивном горизонте лимитируются недостаточным количеством организмов-деструкторов. Такие почвы формируются как под травянистыми, так и под древесными растительными сообществами. Травянистый покров составляют сорно-рудеральные виды с незначительным участием злаковых и бобовых. Преобладают глубокостержнекорневые и корнеотпрысковые широколиственные растения, дающие значительную биомассу. Проективное покрытие травянистых видов колеблется от 60 до 100%.

Эмбриоземы органо-аккумулятивные имеют профиль с мощностью 25 см, в морфологическом строении минеральная часть не дифференцируется на четко выраженные слои, в отличие от инициальных эмбриоземов имеют горизонт  $A_0$ , который представлен подстилкой.

Гранулометрический состав этих молодых почв супесчаный (табл. 1). Реакция среды в пределах почвенного профиля слабокислая (рН 5,4-5,5) (табл. 2). Содержание биогенных элементов высокое. Содержание общего углерода в толще 0-10 см составляет 5,9%, а содержание общего азота в том же слое составляет 0,300%. Эмбриоземы органо-аккумулятивные обеспечены обменными основаниями и подвижным фосфором (табл. 2). В слое 10-20 см отмечается слабое засоление, тип засоления хлоридный (табл. 3).

Высокое содержание биогенных элементов и черная окраска верхних слоев свидетельствуют об обильном осаждении угольной пыли на поверхности отвалов.

### **Трансформация почвенного покрова**

Исследованные техногенные ландшафты отличаются по степени трансформации почвенного покрова, который в данной работе рассматривается как определенный этап естественно-антропогенной эволюции почв, сопровождающийся генетически обусловленным изменением режимов, процессов, строения и свойств на всех стадиях преобразований. Степень антропогенных трансформаций весьма различна, затрагивает разные части профиля и зависит как от интенсивности и длительности воздействий, так и от свойств исходных почв и грунтов.

Система градации трансформации почвенного покрова по степени техногенного воздействия для Южной Якутии не разработана, поэтому предлагаем свою систему. Главным критерием группировки является характер нарушения почвенного покрова, т. к. при различных уровнях нарушения почвы степень деградации различна.

В ходе многолетних исследований почвообразовательного процесса в посттехногенных ландшафтах (2006-2018 гг.) [10-12] выделили три градационные группы: «Неизмененные», «Измененные» и «Сильно измененные» (табл. 5).

**Система градации трансформации почвенного покрова**

Группа	Характер техногенного нарушения		Формула почвенного покрова
	Изменение почвенного покрова	Изменение растительности	
«Неизмененные»	Естественное состояние	Естественное состояние, сохранение видового состава	A0+A+B+C
«Измененные»	Почвенные горизонты уничтожаются. Плодородие частично сохраняется.	Вторичные растительные сообщества	C+D
«Сильно измененные»	Почвы полностью уничтожаются.	-	D

Группа «Неизмененные» объединяет почвы, находящиеся в своем естественном состоянии, т. е. все генетические горизонты сохранены, функции почвы не нарушены.

Группа «Измененные» объединяет территории, где естественный почвенный покров полностью уничтожен, грунты частично сохранили свое плодородие. В профилно-генетической классификации почв техногенных ландшафтов [3, 6, 7] такие молодые почвы определены как эмбриоземы из класса биогенно-неразвитых почв. С истечением времени эти грунты зарастают вторичными (рудеральными) растительными сообществами, накапливается подстилка, т. е. процесс почвообразования возобновляется. В исследованных отвалах описаны молодые почвы, которые находятся в органо-аккумулятивной стадии восстановления почвенного покрова. На территории ГОКа «Денисовский» эти молодые почвы занимают площадь 1,25 га, что составляет менее 1% техногенно-нарушенных территорий.

Группа «Сильно измененные» объединила территории, где почвенный покров полностью уничтожен. В профилно-генетической классификации почв техногенных ландшафтов [3, 6, 7] такие грунты описаны как элювиоземы из класса литогенно-неразвитых. На протяжении длительного времени растительность не возобновляется, а процессы, протекающие в них, сводятся к подготовке субстрата к почвообразованию. На территории ГОКа «Денисовский» эти грунты занимают площадь 168 га, на которых рекомендуем провести рекультивационные мероприятия.

**Заключение**

В бассейне ручья Дежневка Чульманской впадины выделены следующие типы зональных почв: мерзлотные подзолистые иллювиально-гумусовые, мерзлотные подзолистые иллювиально-железистые и мерзлотно-палево-бурые и интразональные, мерзлотные аллювиальные дерновые. Эти почвы отличаются легким гранулометрическим составом и промывным водным режимом.

Согласно профилно-генетической классификации почв техногенных ландшафтов на отвалах вскрышных пород сформированы элювиоземы инициальные из класса литогенно-неразвитых почв, эмбриоземы инициальные и эмбриоземы органо-аккумулятивные из класса биогенно-неразвитых почв.

Молодые почвы, сформированные на отвалах вскрышных пород, находятся в инициальной и органо-аккумулятивной стадии восстановления почвенного покрова.

Применение системы градации по степени трансформации и способности к восстановлению почвенного покрова выявило, что к группе «Измененные» относятся 1,25 га или менее 1% техногенно-нарушенных территорий, а к группе «Сильно измененные» относятся 168 га техногенно-нарушенных территорий.

### Л и т е р а т у р а

1. Почвенная съемка. – М.: МГУ, 1987. – 269 с.
2. Еловская Л. Г. Классификация и диагностика мерзлотных почв Якутии. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1987. – 172 с.
3. Курачев В. М., Андроханов В. А. Классификация почв техногенных ландшафтов // Сибирский экологический журнал. – 2002. – № 3. – С. 255-261.
4. Иванов А. А., Левицкий Ю. Ф. Геология галогенных отложений (формаций) СССР. Гос. научно-техническое изд-во литературы по геологии и охране недр. – М., 1960.
5. Коноровский А. К. Почвы севера зоны Малого БАМа. – Новосибирск: Наука, 1984. – 120 с.
6. Гаджиев И. М., Курачев В. М. Генетические и экологические аспекты исследования и классификации почв техногенных ландшафтов // Экология и рекультивация техногенных ландшафтов. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1992. – С. 6-15.
7. Андроханов В. А., Куляпина Е. Д., Курачев В. М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 205 с.
8. Классификация и диагностика почв России / Авторы и составители: Л. Л. Шилов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедева, М. И. Герасимова. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
9. Шишов Л. Л., Соколов И. А. Генетическая классификация почв СССР // Почвоведение. – 1989. – № 4. – С. 112-121.
10. Savvinov G. N., Danilova A. A., Petrov A. A., Danilov P. P. Properties of Young Soils in Dumps of Diamond Mining in the Western Yakutia // *Advances in Environmental Biology*, 8(13). August 2014. Pp. 419-424.
11. Gorokhov A. N., Ivanov V. V., Kudinova Z. A., Petrov A. A. Assessment of mining-induced impact on natural systems of the Verkhoyansk Region in the Republic of Sakha (Yakutia) // *Gornyi Zhurnal*, (9), 2016. Pp. 109-114.
12. Petrov A. A., Danilov P. P. Primary soil formation in technogenic landscapes of Yakutia / Cryosols in Perspective: A View from the Permafrost Heartland. Proceedings of the VII International Conference on Cryopedology (August 21-28, Yakutsk, Sakha (Yakutia) Republic, Russia) / Editors: R. V. Desyatkin, D. E. Konyushkov – Yakutsk, 2017. – P. 115-117.

### R e f e r e n c e s

1. Pochvennaya s"emka. – М.: MGU, 1987. – 269s.
2. Elovskaya L. G. Klassifikaciya i diagnostika merzlotnyh pochv Yakutii. – Yakutsk: YAF SO AN SSSR, 1987. – 172 s.
3. Kurachev V. M., Androhanov V. A. Klassifikaciya pochv tekhnogennyh landshaftov // *Sibirskij ekologicheskij zhurnal*. – 2002. – №3. – S. 255-261.
4. Ivanov A. A., Levickij Yu. F. Geologiya galogennyh otlozhenij (formacij) SSSR. Gos. nauchno-tekhnickoe izd-vo literatury po geologii i ohrane neдр. – М., 1960.
5. Konorovskij A. K. Pochvy severa zony Malogo BAMA. – Novosibirsk: Nauka, 1984. – 120 s.
6. Gadzhiev I. M., Kurachev V. M. Geneticheskie i ekologicheskie aspekty issledovaniya i klassifikacii pochv tekhnogennyh landshaftov // *Ekologiya i rekul'tivaciya tekhnogennyh landshaftov*. – Novosibirsk: Nauka, Sib. otd-nie, 1992. – S. 6-15.
7. Androhanov V. A., Kulyapina E. D., Kurachev V. M. Pochvy tekhnogennyh landshaftov: genezis i evolyuciya. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2004. – 205 s.

8. Klassifikaciya i diagnostika pochv Rossii / Avtory i sostaviteli: L. L. Shilov, V. D. Tonkonogov, I. I. Lebedeva, M. I. Gerasimova. – Smolensk: Ojkumena, 2004. – 342 s.

9. Shishov L. L., Sokolov I. A. Geneticheskaya klassifikaciya pochv SSSR // Pochvovedenie. – 1989. – № 4. – S. 112-121.

10. Savvinov G. N., Danilova A. A., Petrov A. A., Danilov P. P. Properties of Young Soils in Dumps of Diamond Mining in the Western Yakutia // Advances in Environmental Biology, 8(13). August 2014. Pp. 419-424.

11. Gorokhov A. N., Ivanov V. V., Kudina Z. A., Petrov A. A. Assessment of mining-induced impact on natural systems of the Verkhoyansk Region in the Republic of Sakha (Yakutia) // Gornyi Zhurnal, (9), 2016. Pp. 109-114.

12. Petrov A. A., Danilov P. P. Primary soil formation in technogenic landscapes of Yakutia / Cryosols in Perspective: A View from the Permafrost Heartland. Proceedings of the VII International Conference on Cryopedology (August 21-28, Yakutsk, Sakha (Yakutia) Republic, Russia) / Editors: R. V. Desyatkin, D. E. Konyushkov – Yakutsk, 2017. – P. 115-117.

