

DOI 10.22363/2313-2310-2020-28-3-225-236

УДК 504.53:581.5(045)

Научная статья

Мониторинг эрозионных процессов и состояния растительного покрова рекультивированного полигона твердых коммунальных отходов

С.А. Красноперова✉, Е.А. Борисова

*Удмуртский государственный университет,
Российская Федерация, 426000, Ижевск, ул. Университетская, д. 1*

✉ krasnoperova_sve@mail.ru

Аннотация. Депонирование твердых коммунальных отходов на свалках, не предусматривающих комплекс мер по защите окружающей среды от негативного воздействия, приводит к существенному загрязнению компонентов экосистем: почвенного покрова, поверхностных и подземных вод, растительного и животного мира. Одним из наиболее опасных компонентов при захоронении отходов является фильтрат, в состав которого входят нитрат- и нитрит-ионы, а также многие тяжелые металлы. Изучение химического анализа фильтрата множественных свалок и полигонов показывает, что в местах депонирования отходов присутствуют биологически опасные органические вещества, различные соединения форм азота и серы, ионы тяжелых металлов, патогенная среда, превышающие предельно допустимые концентрации. Отсюда следует, что реализация эффективных природоохранных мероприятий, необходимых в целях контроля состояния компонентов живой природы в местах захоронения твердых коммунальных отходов, снижающих неблагоприятное воздействие на окружающую среду, является наиболее актуальной проблемой. В ходе исследования был проведен мониторинг эрозионных процессов и состояния растительного покрова рекультивированного полигона ТКО по Сарапульскому тракту. Выявлены его уровни экологической опасности.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы, эрозионные процессы, рекультивация, мониторинг, воздействие на окружающую среду

Введение

Проблема обезвреживания твердых отходов является наиболее острой экологической проблемой Удмуртии. По данным Минприроды УР, ежегодно по республике образуется около 445 тыс. т твердых коммунальных отходов в год. На сегодняшний день зафиксировано уже более 480 несанкционированных свалок, на которые вывозится строительный мусор и твердые коммунальные отходы [1; 2]. Одной из основных причин возникновения несанкционированных свалок в Удмуртии является отсутствие организации системного вывоза мусора и слабый контроль за движением отходов.

© Красноперова С.А., Борисова Е.А., 2020



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Таким образом, цель данного исследования – проведение мониторинга эрозионных процессов и состояния растительного покрова полигона ТБО по Сарапальскому тракту, а также выявление уровня его экологической опасности.

Материал и методы исследования

Экологический контроль (мониторинг) эрозионных процессов проводился на теле рекультивированного полигона ТКО по Сарапальскому тракту, согласно которому осуществлялось выявление вновь образовавшихся эрозионных форм [3; 4], представленных на рисунке (условные обозначения выполнены в соответствии с ГОСТ 21.302-2013 [5]).

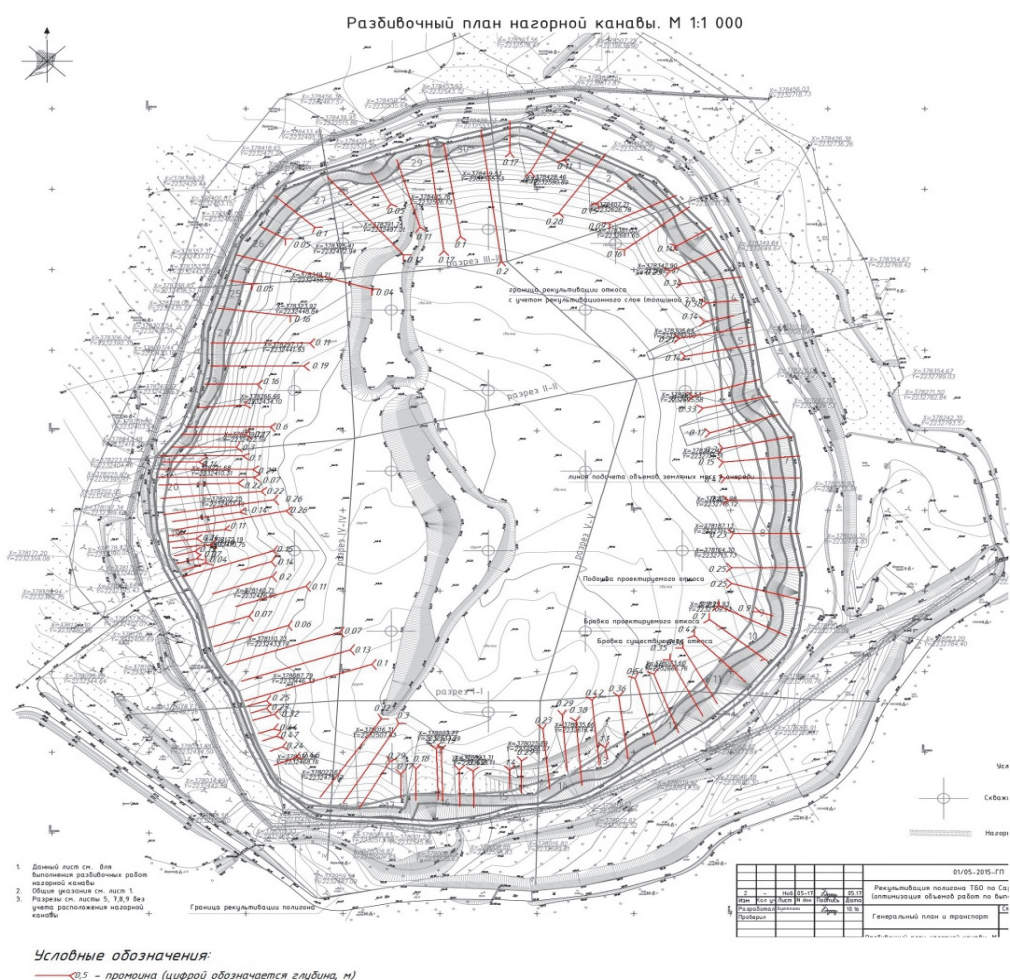


Рис. Схема образовавшихся эрозионных форм на рекультивированном полигоне ТКО по Сарапальскому тракту (Удмуртия)
[Figure. Diagram of the formed erosion forms at the reclaimed municipal waste landfill along the Sarapulsky tract (Udmurtia)]

При оценке состояния растительности использовался маршрутный метод и подробное описание учетных площадок (не менее 10 штук площадью 33×33 см, располагающихся на маршруте) [6]. Также здесь учитывались рудеральные виды и виды, не входящие в состав травосмеси, используемой при биологическом этапе рекультивации.

Далее на учетной площадке проводилось описание растительного покрова (проективное покрытие растений, площадь проплешин, состояние травянистого покрова) [7]. Определение проективного покрытия проводилось на пробных площадках размером 100×100 м, на каждой пробной площадке было заложено три учетные площадки 100×100 см [8].

Также проведен химический анализ почвенных образцов на территории полигона. В точках отбора указанных образцов произведен забор растительных проб методом укусов фитомассы с учетных площадок размером 50×50 см [9] для определения в них тяжелых металлов. Перечень веществ аналогичен перечню веществ, определяемых в почве (медь, никель, мышьяк, кобальт, ртуть). Химический анализ проведен аккредитованной лабораторией АО Агрохимцентр «Удмуртский». Определение массовой доли кобальта, никеля и меди проводилось согласно ГОСТ 32343-2013 [10]. Массовую долю ртути определяли по МИ 2878-2004 [11], содержание мышьяка по ГОСТ 26930-86 [12].

Результаты исследований и их обсуждение

Цели мониторинга – сбор информации об интенсивности проявления эрозионных процессов на этапе биологической рекультивации и предотвращение возможных размывов грунтов вблизи границ рекультивируемого полигона ТБО.

Мониторинг включает маршрутные визуальные наблюдения, выявленные на эрозионно-опасных участках. К ним относятся [13]:

- выявление вновь образовавшихся эрозионных форм;
- измерение параметров эрозионных форм (глубина и ширина).

Контролируемые параметры:

- количество возникающих промоин и более крупных эрозионных форм;
- степень покрытия растительного покрова (%);
- процент (площади) поражения территории формами проявления эрозионных процессов.

Измерение параметров эрозионных форм (глубина, длина, ширина) представлены в табл. 1.

Из данных табл. 1 видно, что на откосах тела рекультивированного полигона ТБО по Сарапальскому тракту отмечены эрозионные формы в количестве 98 штук, что составляет 1 % от всей площади полигона.

Оценка состояния растительности и растительных сообществ с целью установления степени токсичности и процесса восстановления почвенного покрова в ходе биологического этапа рекультивации указанного полигона проводилась в рамках «Рекомендаций по организации экологического мониторинга и производственного контроля полигонов захоронения твердых бытовых и промышленных отходов».

На исследуемой территории выявлено отсутствие биологического этапа рекультивации (посев растений мелиорантов), поэтому на теле рекультивированного полигона обнаружена сформированная естественным образом растительность. Средняя площадь проективного покрытия растительного покрова, согласно маршрутным наблюдениям, составляет 43,6 %. Данные по проективному покрытию представлены в табл. 2.

Таблица 1

Параметры эрозионных форм на рекультивированном полигоне ТБО
 [Table 1. Parameters of erosion forms at a recultivated landfill]

Номер эрозионной формы [Number of the erosion form]	Длина, м [Length, m]	Ширина, м [Width, m]	Глубина, м [Depth, m]	Расстояние между эрозионными формами, м [Distance between erosional forms, m]
1	13,3	0,22	0,04	8,1
2	11,3	0,15	0,07	3,2
3	11,5	0,18	0,13	10,0
4	21,1	0,20	0,09	8,0
5	15,3	0,13	0,14	4,3
6	30,3	0,12	0,11	4,3
7	61,2	0,38	0,26	4,2
8	36,9	0,24	0,14	3,4
9	60,0	0,90	0,26	5,0
10	54,0	0,60	0,22	4,8
11	42,5	0,41	0,22	5,0
12	51,6	0,37	0,07	5,9
13	50,0	0,32	0,27	4,76
14	19,5	0,29	0,14	1,5
15	45,0	0,20	0,10	3,6
16	35,0	0,25	0,30	29,5
17	35,0	0,20	0,17	19,5
18	45,0	1,00	0,60	10,0
19	25,0	1,70	1,00	9,6
20	28,5	0,19	0,16	2,5
21	50,0	0,22	0,19	15,7
22	53,0	0,14	0,11	1,6
23	39,1	0,19	0,16	3,1
24	12,0	0,21	0,05	2,3
25	75,5	0,20	0,04	8,1
26	15,0	0,20	0,05	4,7
27	30,0	0,19	0,10	8,3
28	64,8	0,12	0,12	11,7
29	23,2	0,20	0,05	2,8
30	45,0	0,16	0,11	10,0
31	71,5	0,34	0,17	13,3
32	60,0	0,15	0,10	7,9
33	85,0	0,44	0,20	4,5
34	20,0	0,38	0,17	7,0
35	30,0	0,20	0,13	3,0
36	15,0	0,20	0,11	9,0
37	45,5	0,48	0,28	14,9
38	25,0	0,20	0,15	150,0
39	40,0	0,13	0,09	7,0
40	44,0	0,10	0,16	4,2
41	22,0	0,18	0,14	8,0
42	31,4	0,21	0,23	26,0
43	32,4	0,55	0,34	9,5
44	17,0	0,39	0,38	3,9
45	16,4	0,12	0,14	12,8
46	39,0	0,37	0,21	11,0
47	38,2	0,30	0,14	26,0
48	37,4	0,69	0,35	7,4

Окончание табл. 1 / Table 1, ending

Номер эрозионной формы [Number of the erosion form]	Длина, м [Length, m]	Ширина, м [Width, m]	Глубина, м [Depth, m]	Расстояние между эрозионными формами, м [Distance between erosional forms, m]
49	36,9	0,37	0,33	7,2
50	39,5	0,15	0,17	5,0
51	38,0	0,66	0,30	6,0
52	41,4	0,23	0,15	3,6
53	39,8	0,32	0,41	11,4
54	38,3	0,60	0,40	6,1
55	38,6	0,37	0,23	3,7
56	39,2	0,29	0,25	7,3
57	38,0	0,43	0,25	4,0
58	7,9	5,90	0,90	15,0
59	41,0	0,34	0,23	3,0
60	41,0	0,62	0,70	10,0
61	40,0	0,24	0,42	8,4
62	40,0	0,27	0,36	6,0
63	40,0	0,20	0,35	15,0
64	44,0	0,50	0,54	6,7
65	40,6	0,27	0,36	11,0
66	6,7	9,10	1,10	15,0
67	42,0	0,37	0,42	4,7
68	41,4	0,29	0,38	4,3
69	35,9	0,32	0,27	2,4
70	38,9	0,64	0,23	9,5
71	21,0	0,52	0,29	14,0
72	12,3	4,00	1,40	5,0
73	23,6	0,47	0,42	19,3
74	23,6	0,32	0,45	2,5
75	32,5	0,22	0,19	10,2
76	32,5	1,30	1,20	2,5
77	19,0	0,29	0,18	44,2
78	14,9	0,32	0,17	11,4
79	35,1	0,13	0,29	17,3
80	74,1	0,34	0,30	3,0
81	72,8	0,27	0,12	7,4
82	13,0	0,80	0,46	9,5
83	7,5	0,17	0,24	3,4
84	8,2	0,47	0,47	7,2
85	9,5	0,51	0,47	18,5
86	9,0	0,49	0,44	1,9
87	12,5	0,75	0,32	6,6
88	8,8	0,21	0,23	8,8
89	10,8	0,13	0,25	3,2
90	71,9	0,19	0,10	7,2
91	61,5	0,32	0,13	14,0
92	64,0	0,17	0,07	15,8
93	41,8	0,18	0,06	27,8
94	23,3	0,20	0,07	10,2
95	39,7	0,25	0,11	7,4
96	33,9	0,33	0,20	11,7
97	17,4	0,35	0,14	5,0
98	51,3	0,22	0,15	2,0

Таблица 2

Проективное покрытие растительного покрова на территории рекультивированного полигона
 [Table 2. Projective cover of vegetation on the territory of a reclaimed landfill]

Номер пробной площадки [Number of the test area]	Проективное покрытие растительного покрова на учетных площадках, согласно методике В.С. Николаевского, % [9] [Projective vegetation cover on the accounting sites, according to the method of V.S. Nikolaevsky, % [9]]		
	Учетные площадки [Accounting sites]		
1	15	27	25
2	32	30	40
3	47	70	75
4	32	35	40
5	30	45	37
6	40	50	55
7	94	67	80
8	10	15	5
9	21	17	20
10	38	48	49
11	34	25	70
12	57	90	76

В пределах каждой скважины проведено описание растительного покрова на учетной площадке размером 1×1 м. На каждой учетной площадке определялся видовой состав. Определение проводилось как по живым экземплярам (в большинстве случаев), так и по собранным (для растений, не имеющих первый статус) определителям. Проективное покрытие оценивалось в процентах. Кроме того, для каждого вида растений определялся биоморфный состав и принадлежность к эколого-ценотической группе [14]. Всего описано шесть учетных площадок. Бланки геоботанических описаний представлены в табл. 3–8.

На исследуемых площадках доминируют луговые и рудеральные эколого-ценотические группы. Нужно отметить, что на полигоне произрастает интродуцированное растение – клен ясенелистный (американский) (*Acer negundo*), то есть растение, переселенное в местность, где оно раньше не существовало. Данное растение отмечено на двух учетных площадках – скважины 1 и 2, проективное покрытие 2 и 5 соответственно. Это обстоятельство может быть причиной инвазии агрессивного интродуцента в природную экосистему.

Таблица 3

Описание скважины 1
 [Table 3. Description of well 1]

Название растения [The name of the plant]	Эколого-ценотическая группа [Ecological-coenotic group]	Биоморфный состав [Biomorphic composition]	Проективное покрытие, % [Projective cover, %]
Клен американский (<i>Acer negundo</i>)	ру	мн	2
Лебеда стреловидная (<i>Atriplex sagittata</i>)	ру	ма	2
Мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i>)	лу	мн	60
Фиалка трехцветная (<i>Viola tricolor</i>)	ру	ма	6
Клевер гибридный (<i>Trifolium hybridum</i>)	ру	мн	15

Условные обозначения: лу – луговые; ру – рудеральные; мн – многолетники; ма – малолетники.
 Legend: лу – meadow; ру – ruderal; мн – perennials; ма – juveniles.

Таблица 4

Описание скважины 2
[Table 4. Description of well 2]

Название растения [The name of the plant]	Эколого-ценотическая группа [Ecological-coenotic group]	Биоморфный состав [Biomorphic composition]	Проективное покрытие, % [Projective cover, %]
Пырей ползучий (<i>Elymus repens</i>)	ру	мн	50
Клен американский (<i>Acer negundo</i>)	ру	мн	5
Лебеда стреловидная (<i>Atriplex sagittata</i>)	ру	ма	14
Фиалка трехцветная (<i>Viola tricolor</i>)	ру	ма	4
Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i>)	ру	мн	20
Тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i>)	ру	мн	7

Условные обозначения: ру – рудеральные; мн – многолетники; ма – малолетники.
Legend: ру – ruderal; мн – perennials; ма – juvenile.

Таблица 5

Описание скважины 3
[Table 5. Description of well 3]

Название растения [The name of the plant]	Эколого-ценотическая группа [Ecological-coenotic group]	Биоморфный состав [Biomorphic composition]	Проективное покрытие, % [Projective cover, %]
Лебеда стреловидная (<i>Atriplex sagittata</i>)	ру	ма	2
Мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i>)	лу	мн	83
Вьюнок полевой (<i>Convolvulus arvensis</i>)	ру	мн	10
Клевер пашенный (<i>Trifolium arvense</i>)	ру	ма	5

Условные обозначения: лу – луговые; ру – рудеральные; мн – многолетники; ма – малолетники.
Legend: лу – meadow; ру – ruderal; мн – perennials; ма – juvenile.

Таблица 6

Описание скважины 5
[Table 6. Description of well 5]

Название растения [The name of the plant]	Эколого-ценотическая группа [Ecological-coenotic group]	Биоморфный состав [Biomorphic composition]	Проективное покрытие, % [Projective cover, %]
Лебеда стреловидная (<i>Atriplex sagittata</i>)	ру	ма	7
Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i>)	ру	мн	10
Ромашка лекарственная (<i>Matricaria chamomilla</i>)	ру	ма	30
Люцерна посевная (<i>Medicago sativa</i>)	ру	мн	23
Бескильница расставленная (<i>Puccinellia distans</i>)	ру	мн	30

Условные обозначения: ру – рудеральные; мн – многолетники; ма – малолетники.
Legend: ру – ruderal; мн – perennials; ма – juvenile.

Таблица 7

Описание скважины 6
[Table 7. Description of well 6]

Название растения [The name of the plant]	Эколого-ценотическая группа [Ecological-coenotic group]	Биоморфный состав [Biomorphic composition]	Проективное покрытие, % [Projective cover, %]
Полынь обыкновенная (<i>Artemisia vulgaris</i>)	ру	мн	15
Ромашка лекарственная (<i>Matricaria chamomilla</i>)	ру	ма	20
Пырей ползучий (<i>Elymus repens</i>)	ру	мн	25
Пикульник обыкновенный (медовик) (<i>Galeopsis tetrahi</i>)	ру	ма	4
Люцерна посевная (<i>Medicago sativa</i>)	ру	мн	13
Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i>)	ру	ма	7
Горец птичий (<i>Polygonum aviculare</i>)	ру	ма	10
Вероника дубравная (<i>Veronica chamaedrys</i>)	ру	мн	6

Условные обозначения: ру – рудеральные; мн – многолетники; ма – малолетники.
Legend: ru – ruderal; mn – perennials; ma – juvenile.

Таблица 8

Описание скважины 11
[Table 8. Description of well 11]

Название растения [The name of the plant]	Эколого-ценотическая группа [Ecological-coenotic group]	Биоморфный состав [Biomorphic composition]	Проективное покрытие, % [Projective cover, %]
Мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i>)	лу	ма	30
Полынь обыкновенная (<i>Artemisia vulgaris</i>)	ру	мн	5
Люцерна посевная (<i>Medicago sativa</i>)	ру	мн	30
Клевер гибридный (<i>Trifolium hybridum</i>)	ру	мн	20
Щавель малый (<i>Rumex acetosella</i>)	ру	ма	5
Ежа сборная (<i>Dactylis glomerata</i>)	ру	мн	10

Условные обозначения: лу – луговые; ру – рудеральные; мн – многолетники; ма – малолетники.
Legend: lu – meadow; ru – ruderal; mn – perennials; ma – juvenile.

По результатам химического анализа почвенных образцов и укусов фитомассы на содержание в них тяжелых металлов (медь, никель, мышьяк, кобальт, ртуть) случаев превышения ПДК не обнаружено. Об этом свидетельствуют данные протоколов испытаний аккредитованной лаборатории АО Агрохим-центр «Удмуртский».

Заключение

На основании проведенного мониторинга можно сделать вывод, что на откосах тела рекультивированного полигона ТБО по Сарапульскому тракту отмечены эрозионные формы в количестве 98 штук, что составляет 1 % от всей площади полигона. Анализ состава эколого-ценотических групп и биоморфного состава, сформированного на полигоне растительного покрова, показал, что растительность представлена естественно сформированным растительным покровом: в основном луговыми и сорно-рудеральными видами рас-

тений, служащими индикаторами повышенной антропогенной нагрузки исследуемой территории полигона.

В целом обогащение флоры данного полигона ТКО по Сарапульскому тракту происходит благодаря процессам апофитизации, представляющим интерес в эколого-ботанических исследованиях и требующим более тщательного изучения в данном направлении.

Список литературы

- [1] Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов. М.: Минстрой РФ, 1997. 45 с.
- [2] Доклад министра Д.Н. Удалова «Ликвидация накопленного экологического ущерба» на Экологической конференции 4 июня 2019 года. URL: http://www.minprirodaudm.ru/images/eeco_conf_2019/materials/3_1_1_doc.pdf (дата обращения: 22.02.2020).
- [3] Унанян К.Л., Баранов А.В., Наполов О.Б. Оценка развития эрозионных процессов на Бованенковском НГКМ // Газовая промышленность. 2011. № 10. С. 84–85.
- [4] Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель: утв. Роскомземом 28 декабря 1994 г., Минсельхозпродом РФ 26 января 1995 г., Минприроды РФ 15 февраля 1995 г. URL: <http://eco.h11.ru/law/doc00240.html> (дата обращения: 22.02.2020).
- [5] ГОСТ 21.302-2013. Система проектной документации для строительства (СПДС). Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям. М.: Стандартинформ, 2015. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200108745> (дата обращения: 22.02.2020).
- [6] Емельянов И.Г. Разнообразие и устойчивость биосистем // Успехи современной биологии. 1994. Т. 114. Вып. 3. С. 304–318.
- [7] Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. М.: Гидрометеоздат, 1981. 109 с.
- [8] Николаевский В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации. Пушкино: ВНИИЛМ, 2002. 220 с.
- [9] Гришина Л.А., Самойлова Е.М. Учет биомассы и химический анализ растений. М.: МГУ, 1971. 99 с.
- [10] ГОСТ 32343-2013. Корма, комбикорма. Определение содержания кальция, меди, железа, магния, марганца, калия, натрия и цинка методом атомно-абсорбционной спектроскопии. М.: Стандартинформ, 2014.
- [11] МИ 2878-2004. Массовая концентрация общей ртути в почве. Методика выполнения измерений атомно-абсорбционным методом. М.: ФГУП ВНИИМС, 2004. 12 с.
- [12] ГОСТ 26930-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка (с изменением № 1). М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.
- [13] Королев В.А. Мониторинг геологических, литотехнических и эколого-геологических систем. М.: КДУ, 2007. 424 с.
- [14] Родин Л.Е., Релизов Н.П., Базилевич Н.И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Л.: Наука, 1968. 143 с.

История статьи:

Дата поступления в редакцию: 11.04.2020

Дата принятия к печати: 17.05.2020

Для цитирования:

Красноперова С.А., Борисова Е.А. Мониторинг эрозионных процессов и состояния растительного покрова рекультивированного полигона твердых коммунальных отходов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2020. Т. 28. № 3. С. 225–236. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2020-28-3-225-236>

Сведения об авторах:

Красноперова Светлана Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры геологии нефти и газа Удмуртского государственного университета. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4818-6302>, eLIBRARY SPIN-код: 4680-9236. E-mail: krasnoperova_sve@mail.ru

Борисова Елена Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры инженерной защиты окружающей среды Удмуртского государственного университета. E-mail: e_borisova75@mail.ru

DOI 10.22363/2313-2310-2020-28-3-225-236

Scientific article

Monitoring of the erosion processes and the vegetation cover of the reclaimed landfill solid municipal waste

Svetlana A. Krasnoperova✉, **Elena A. Borisova**

*Udmurt State University,
1 Universitetskaya St, Izhevsk, 426000, Russian Federation*
✉ krasnoperova_sve@mail.ru

Abstract. Depositing of the solid municipal waste in landfills that do not provide for a set of measures to protect the environment from negative impacts leads to significant pollution of ecosystem components: soil cover, surface and underground water, plant and animal life. One of the most dangerous components in waste disposal is filtrate, which includes nitrate and nitrite ions, as well as many heavy metals. The study of chemical analysis of the filtrate of multiple landfills and landfills shows that there are biologically dangerous organic substances, various compounds of nitrogen and sulfur forms, heavy metal ions, and pathogenic media that exceed the maximum permissible concentrations in the places where waste is deposited. It follows that the implementation of effective environmental measures necessary to control the state of wildlife components in places where solid municipal waste is buried, which reduces the adverse impact on the environment, is the most urgent problem. In the course of the study, erosion processes and the state of vegetation cover of the reclaimed SMW landfill along the Sarapulsky tract were monitored. Its levels of environmental hazard were identified.

Keywords: solid municipal waste, erosion processes, remediation, monitoring, environmental impact

References

- [1] *Instruktsiya po proektirovaniyu, ekspluatatsii i rekul'tivatsii poligonov dlya tverdykh bytovykh otkhodov* [The instruction for the design, operation and reclamation of landfills for solid waste]. Moscow: Ministry of Construction of the Russian Federation; 1997. (In Russ.)
- [2] *Doklad ministra D.N. Udalova "Likvidatsiya nakoplennoy ekologicheskoy ushcherby" na Ekologicheskoy konferentsii 4 iyunya 2019 goda* [The report of the Minister D.N. Udalov "Elimination of accumulated environmental damage" at the Environmental Conference on June 4, 2019]. Available from: http://www.minpriroda.m.ru/images/economy_conf_2019/materials/3_1_1_1_doc.pdf (accessed: 22.02.2020). (In Russ.)
- [3] Unanyan KL, Baranov AV, Napolov OB. Assessment of the development of erosion processes at the Bovanenkovskoye NGCM. *Gas industry*. 2011;(10):84–85 (In Russ.)
- [4] *Metodicheskie rekomendatsii po vyyavleniyu degradirovannykh i zagryaznennykh zemel'* [Guidelines for identifying degraded and polluted lands]: approved by Roskomzem on December 28, 1994, the Ministry of Agriculture and Food of the Russian Federation on January 26, 1995, the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation on February 15, 1995. Available from: <http://eco.h11.ru/law/doc00240.html> (accessed: 22.02.2020). (In Russ.)
- [5] GOST 21.302-2013. *Sistema proektnoy dokumentatsii dlya stroitel'stva (SPDS). Uslovnyye graficheskiye oboznacheniya v dokumentatsii po inzhenerno-geologicheskim izyskaniyam* [The system of project documentation for construction (SPDS). Conditional graphic designations in the documentation for engineering and geological surveys]. Moscow: Standartinform Publ.; 2015. Available from: <http://docs.cntd.ru/document/1200108745> (accessed: 22.02.2020). (In Russ.)
- [6] Emelyanov IG. Diversity and stability of biosystems. *Successes of Modern Biology*. 1994;114(3):304–318. (In Russ.)
- [7] *Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu polevykh i laboratornykh issledovaniy pochv i rasteniy pri kontrole zagryazneniya okruzhayushchei sredy metallami* [Guidelines for conducting field and laboratory studies of soils and plants in the control of environmental pollution by metals]. Moscow: Gidrometeoizdat Publ.; 1981. (In Russ.)
- [8] Nikolaevskiy VS. *Ekologicheskaya otsenka zagryazneniya sredy i sostoyaniya nazemnykh ekosistem metodami fitoindikatsii* [Ecological assessment of environmental pollution and the state of terrestrial ecosystems by phyto-indication methods]. Pushkino: VNIILM Publ.; 2002. (In Russ.)
- [9] Grishina LA, SamoiloVA EM. *Uchet biomassy i khimicheskii analiz rasteniy* [Accounting of biomass and chemical analysis of plants]. Moscow: MGU Publ.; 1971. (In Russ.)
- [10] GOST 32343-2013. *Korma, kombikorma. Opredelenie soderzhaniya kal'tsiya, medi, zheleza, magniya, margantsa, kaliya, natriya i tsinka metodom atomno-absorbtsionnoy spektrometrii* [Feeds, compound feeds. Determination of the contents of calcium, copper, iron, magnesium, manganese, potassium, sodium and zinc by atomic absorption spectrometry method]. Moscow: Standartinform Publ.; 2014. (In Russ.)
- [11] MI 2878-2004. *Massovaya kontsentratsiya obshchei rtuti v pochve. Metodika vypolneniya izmereniy atomno-absorbtsionnym metodom* [Mass concentration of total mercury in soil. Method of performing measurements by atomic absorption method]. Moscow: FGUP VNIIMS Publ.; 2004. (In Russ.)
- [12] GOST 26930-86. *Syr'e i produkty pishchevye. Metod opredeleniya mysh'yaka (s izmeneniyem № 1)* [Materials and food products. Method for determining arsenic (with change No. 1)]. Moscow: IPK Izdatel'stvo standartov Publ; 2002. (In Russ.)
- [13] Korolev VA. *Monitoring geologicheskikh, litotekhnicheskikh i ekologo-geologicheskikh sistem* [Monitoring of geological, lithotechnical and ecological-geological systems]. Moscow: KDU Publ.; 2007. (In Russ.)

- [14] Rodin LE, Relizov NP, Bazilevich NI. *Metodicheskie ukazaniya k izucheniyu dinamiki i biologicheskogo krugovorota v fitotsenozakh* [Methodological guidelines for studying the dynamics and biological cycle in phytocenoses]. Leningrad: Nauka Publ.; 1968. (In Russ.)

Article history:

Received: 11.04.2020

Revised: 17.05.2020

For citation:

Krasnoperova SA, Borisova EA. Monitoring of the erosion processes and the vegetation cover of the reclaimed landfill solid municipal waste. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2020;28(3):225–236. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2310-2020-28-3-225-236>

Bio notes:

Svetlana A. Krasnoperova, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Oil and Gas Geology of the Udmurt State University. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4818-6302>, eLIBRARY SPIN-code: 4680-9236. E-mail: krasnoperova_sve@mail.ru

Elena A. Borisova, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Environmental Engineering of the Udmurt State University. E-mail: e_borisova75@mail.ru