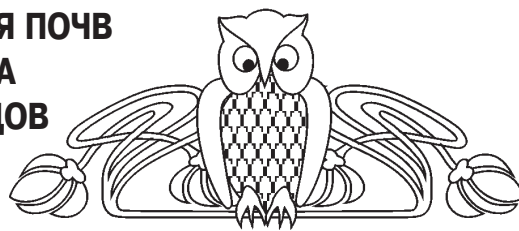




УДК 628.4

ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ГУСЕЛЬСКОГО ПОЛИГОНА ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ ГОРОДА САРАТОВА



П. Д. Павлов, М. В. Решетников, В. Н. Ерёмин

Саратовский государственный университет
E-mail: pavlov.p.d@mail.ru

Проведены исследования почвенного покрова в зоне воздействия полигона захоронения твердых бытовых отходов. Исследованы гранулометрический состав, магнитная восприимчивость, кислотно-щелочной показатель, редокс-потенциал, содержание гумуса в почвах. На основании полученных данных сделаны предварительные выводы о геоэкологическом состоянии почвенного покрова.

Ключевые слова: почва, магнитная восприимчивость, гранулометрический состав, полигон захоронения твердых бытовых отходов.

Geo-environmental Assessment of Soil Condition in the Zone of Influence Guselskogo Landfill Solid Waste of the City of Saratov

P. D. Pavlov, M. V. Reshetnikov, V. N. Eremin

Investigations of soil in the affected area landfill solid waste. Investigated grain size, magnetic susceptibility, acid-base indicator, redox potential, the content of humus in the soil. On the basis of the data obtained in preliminary conclusions about the state of geo-environmental soil cover.

Key words: soil, magnetic susceptibility, grain size, landfill disposal of solid waste.

Введение. Почвенный покров является важнейшим компонентом биосферы Земли. Однако под воздействием различных антропогенных факторов он претерпевает существенные изменения. Проблеме оценки степени эколого-геохимической трансформации почв в зонах влияния крупных полигонов твердых бытовых отходов посвящены многочисленные исследования [1–6]. Практически во всех случаях авторами данных публикаций отмечается обнаружение в почвенном покрове широкого спектра загрязняющих веществ, которые на отдельных участках достигают опасных концентраций.

Авторами настоящей работы с целью оценки геоэкологического состояния почвенного покрова выбрана территория в зоне влияния Гусельского полигона захоронения твердых бытовых отходов (ТБО), расположенного в непосредственной близости к г. Саратову.

Объект и методы исследования. Гусельский полигон захоронения ТБО располагается в Волжском районе г. Саратова, на водораздельной поверхности малых рр. Гуселка-2 и Курдюм.

Полигон эксплуатируется с 1996 г. по настоящее время и имеет заполнение на 115,8%. Объем заполнения составляет 1188,4 тыс. т. Площадь полигона составляет 26,5 га, а общая вместимость составляет 1070,3 тыс. т. Отходы захороняются в отработанной части карьера по добыче глины нижнемелового возраста, которые используются для изготовления кирпича. Почвенный покров большей части территории исследований представлен южными черноземами. Наблюдения за состоянием почвенного покрова на данном объекте до настоящего времени не проводились.

В пределах зоны влияния объекта было заложено 7 линейных профилей длиной в среднем 300–500 м каждый, в которых были отобраны 33 почвенные пробы. Опробованию подверглись также почвы на 4 фоновых точках наблюдения, территория которых была выбрана в схожих геолого-ландшафтных условиях, на не затронутых техногенной деятельностью пустырях, расположенных в 1,5–2,0 км к северо-востоку от полигона в направлении пос. Дубки [7]. Дополнительно обследованы 7 точек наблюдения в шурфах и горноотводных канавах. Таким образом, всего исследованию подверглись 44 образца почв.

Для оценки физических параметров почвы применялись как традиционные, так и специальные методы исследования. Гранулометрический состав почвы определялся ситовым методом с предварительным отмыванием. Кислотно-щелочной (рН) и окислительно-восстановительный (Eh) показатели определялись на стандартном рН-метре (Аквилон 410). Магнитная восприимчивость (МВ) каждой объединенной пробы измерялась при помощи серийных каппаметров КТ-5 и КТ-6. Определение плодородности почв (гумуса) выполнялось по методу Тюрина.

Результаты и их обсуждение. Гранулометрический анализ выполнен для определения названия почв по классификации Н. А. Качинского и косвенной оценке их сорбционной способности почв. Результаты исследований представлены в табл. 1.

В результате анализа полученных данных можно сделать вывод о том, что на исследуемой территории почвы представляют собой или супесь (около 57,5%), или суглинков легкий (около 42,5%). На территории фоновых площадок почвы относятся к суглинкам легким. Относительно небольшое содержание физической глины в изучен-



Таблица 1

**Результаты определения гранулометрического состава и название почвы
по классификации Н. А. Качинского**

Номер пробы	Содержание глинистых частиц < 0,01%	Наименование типа почвы
1/1	21,10	Суглинок легкий
1/2	27,00	Суглинок легкий
1/3	14,90	Супесь
1/4	10,30	Супесь
1/5	11,00	Супесь
2/1	29,30	Суглинок легкий
2/2	29,10	Суглинок легкий
2/3	10,90	Супесь
2/4	23,80	Суглинок легкий
2/5	11,50	Супесь
3/1	28,10	Суглинок легкий
3/2	29,80	Суглинок легкий
3/3	15,80	Супесь
3/4	29,00	Суглинок легкий
3/5	14,40	Супесь
4/1 (227)	17,39	Супесь
4/2 (228)	16,98	Супесь
4/3 (229)	13,97	Супесь
4/4 (230)	12,86	Супесь
4/5 (231)	10,19	Супесь
5/1 (232)	21,46	Суглинок легкий
5/2 (233)	12,96	Супесь
5/3 (234)	16,33	Супесь
5/4 (235)	17,12	Супесь
5/5 (236)	12,28	Супесь
6/1 (237)	13,66	Супесь
6/2 (238)	15,33	Супесь
6/3 (239)	15,32	Супесь
6/4 (240)	19,55	Супесь
6/5 (241)	13,67	Супесь
7/1 (242)	13,33	Супесь
7/2 (243)	22,95	Суглинок легкий
7/3 (244)	19,10	Супесь
ф/1	20,80	Суглинок легкий
ф/2	20,50	Суглинок легкий
ф/3	27,10	Суглинок легкий
ф/4	23,90	Суглинок легкий
1	20,90	Суглинок легкий
2	25,30	Суглинок легкий
3	20,90	Суглинок легкий
4	26,50	Суглинок легкий



ных пробах, в частности, на фоновых площадках, косвенно может свидетельствовать о невысокой сорбционной способности почв.

Во всех отобранных образцах почв были определены параметры кислотного-щелочного баланса и окислительно-восстановительного потенциала. В результате установлено, что рН в почвах исследуемого участка изменяется в пределах значений от 4,09 до 8,00, что указывает на изменение характера среды от кислой до слабощелочной. Для фоновых проб значения параметра сосредоточены в узком интервале от 7,28 до 8,00, т. е. определяют характер среды как слабощелочной.

В свою очередь, Eh во всех исследуемых

образцах характеризуется только значениями в пределах от -35,30 до 174,20. Для фона характерны отрицательные значения от -30,5 до -35,3.

В пределах исследуемой территории также была определена плодородность почвенного покрова (содержание гумуса). Содержание органического вещества в исследуемых образцах колеблется от 1,3 до 3,1%, оно не характерно занижено для типовых южных черноземов, что свидетельствует об определенной истощенности почв.

В каждой пробе было проведено десятикратное измерение магнитной восприимчивости (МВ), результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Значения магнитной восприимчивости в исследуемых образцах по данным 10 измерений

Номер пробы	Магнитная восприимчивость (10^{-5} ед. СИ)			
	Минимальное значение	Максимальное значение	Амплитуда	Среднее значение
1/1	65	73	8	69,4
1/2	17	89	72	38
1/3	47	83	36	67
1/4	48	78	30	67,6
1/5	72	77	5	74,7
2/1	88	173	85	132,2
2/2	46	60	14	52,7
2/3	88	173	85	132,2
2/4	71	130	59	94,7
2/5	67	159	92	119,8
3/1	25	69	44	48,9
3/2	28	78	50	57,5
3/3	58	97	39	76,4
3/4	18	36	18	22,5
3/5	20	31	11	23,6
4/1	20	23	3	21,8
4/2	12	22	10	16,9
4/3	9	15	6	11,4
4/4	19	25	6	21,7
4/5	7	9	2	7,9
5/1	22	26	4	23,5
5/2	46	65	19	56
5/3	77	81	4	78,8
5/4	49	63	14	56,7
5/5	52	61	9	57,8
6/1	50	66	16	56,8
6/2	41	55	14	48,1
6/3	51	69	18	59,5
6/4	44	56	12	49,8
6/5	70	89	19	80,5
7/1	41	60	19	48,2
7/2	61	74	13	67,4



Окончание табл. 2

Номер пробы	Магнитная восприимчивость (10^{-5} ед. СИ)			
	Минимальное значение	Максимальное значение	Амплитуда	Среднее значение
7/3	72	94	22	81,4
ф/1	49	63	14	56,7
ф/2	52	61	9	57,8
ф/3	50	66	16	56,8
ф/4	41	55	14	48,1
1	71	78	7	75,2
2	54	65	11	60,7
3	52	63	11	59
4	50	68	18	59,9

Анализируя массив данных по значениям МВ, можно видеть, что их средние по десяти измерениям в каждом образце значения на исследуемом участке колеблются от 7,9 до $132,2 \times 10^{-5}$ ед. СИ. При этом для ряда проб профилей № 1, 2 и 3 отмечается сильная внутренняя изменчивость значений МВ, разница от минимальных до максимальных значений достигает $50-90 \times 10^{-5}$ ед. СИ. Для проб остальных профилей подобных ситуаций не наблюдается. Значения МВ в фоновых пробах составляют $48-57 \times 10^{-5}$ ед. СИ, при среднем для четырех проб $54,8 \times 10^{-5}$ ед. СИ, а разница минимальных и максимальных ее значений составляет от 9 до 16×10^{-5} ед. СИ.

Пространственные закономерности распределения значений магнитной восприимчивости выглядят следующим образом (рисунок). Практически на всех профилях почвы в точках наблюдения, расположенных рядом с телом полигона, наблюдаются средние значения магнитной восприимчивости, которые увеличиваются по мере удаления от полигона. Таким образом, можно предположить, что выявленные закономерности по профилям № 4, 5, 6, 7 известным образом обусловлены перемещением аэрозольных выбросов от тела полигона на подветренную для господствующих северо-западных ветров часть участка исследований и их влиянием на вещественный состав магнитной фракции почвенного покрова. Неслучайный характер подобной корреляции требует дальнейшей детализации и более глубокого изучения причинно-следственных связей.

Для оценки степени техногенной трансформации почвенного покрова на исследуемом участ-

ке для каждой пробы был рассчитан коэффициент магнитности (K_{mag}) по формуле

$$K_{mag} = k_{cp} / k_{фон}$$

где k_{cp} – среднеарифметическое значение магнитной восприимчивости по результатам 10 замеров, $k_{фон}$ – фоновое значение магнитной восприимчивости [4].

Коэффициент магнитности показывает, во сколько раз «местное значение» МВ превышает «фон». С его помощью можно предварительно определить площадные аномалии, потенциально обусловленные техногенным воздействием на почвенный покров.

Было установлено, что коэффициент магнитности в почвах исследуемого участка изменяется в пределах от 0,14 до 2,41 единиц. Это предварительно свидетельствует о том, что степень техногенной трансформации почв в соответствии с классификацией, принятой в лаборатории геоэкологии СГУ (табл. 3), изменяется в диапазоне от допустимой до умеренной [4].

Полученные результаты позволяют сделать следующие основные выводы.

1. По данным гранулометрического анализа, на исследуемой территории почвы представляют собой или супесь (около 57,5%), или суглинков легкий (около 42,5%). На территории фоновых площадок почвы относятся к суглинкам легким. Небольшое содержание физической глины в изученных пробах косвенно может свидетельствовать о невысокой сорбционной способности почв.

2. Результаты определений параметра рН указывают на изменение характера среды в по-

Таблица 3
Степень техногенной трансформации почвенного покрова в зависимости от значений коэффициента магнитности (по данным лаборатории геоэкологии СГУ)

Значение коэффициента магнитности (K_{mag})	Степень
0–1	Допустимая
1–3	Умеренная
3–5	Опасная
Более 5	Чрезвычайно опасная

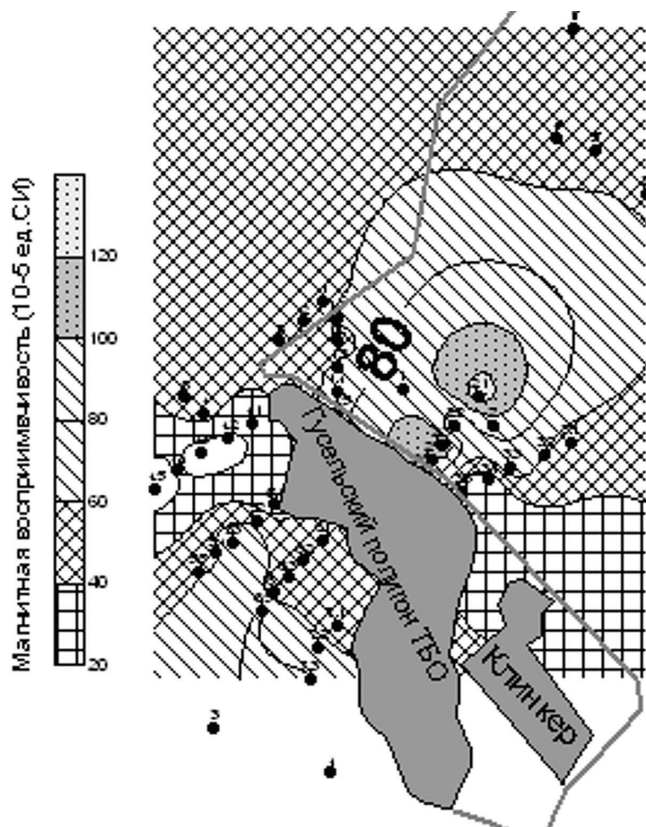


Схема распределения магнитной восприимчивости почв вблизи Гусевского полигона захоронения твердых бытовых отходов

ченном покрове от щелочной до слабокислотной. Для фоновых проб характер среды определен как слабокислотный.

3. В свою очередь, Eh во всех исследуемых образцах характеризуется значениями в пределах от $-35,30$ до $174,20$, что указывает на окислительно-восстановительные процессы, протекающие в верхних частях почвенного покрова.

4. Содержание органического вещества в исследуемых образцах колеблется от $1,3$ до $3,1\%$, оно не характерно для типовых южных черноземов, а именно занижено, что свидетельствует об определенной истощенности почв.

5. Средние по десяти измерениям в каждом образце значения магнитной восприимчивости почвенных образцов колеблются от $7,9$ до $132,2 \times 10^{-5}$ ед. СИ. Обращает на себя внимание сильная внутренняя изменчивость в отдельных образцах значений МВ, разница от минимальных до максимальных ее значений достигает $50-90 \times 10^{-5}$ ед. СИ. В фоновых пробах подобных ситуаций не наблюдается, значения МВ составляют $48-57 \times 10^{-5}$ ед. СИ, при среднем значении $54,8 \times 10^{-5}$ ед. СИ, а разница минимальных и максимальных ее значений составляет от 9 до 16×10^{-5} ед. СИ.

6. Пространственные закономерности распределения значений магнитной восприимчивости выглядят следующим образом. Практически на

всех профилях почвы в точках наблюдения, расположенных рядом с телом полигона, наблюдаются средние значения магнитной восприимчивости, которые увеличиваются по мере удаления от полигона. Таким образом, можно предположить, что выявленные закономерности по профилям № 4, 5, 6, 7 известным образом обусловлены перемещением аэрозольных выбросов от тела полигона на подветренную, для господствующих северо-западных ветров, часть участка исследований и их влиянием на вещественный состав магнитной фракции почвенного покрова. Неслучайный характер подобной корреляции требует дальнейшей детализации и более глубокого изучения причинно-следственных связей.

7. Коэффициент магнитности в почвах исследуемого участка изменяется в пределах от $0,14$ до $2,41$ единиц. Это предварительно свидетельствует о том, что степень техногенной трансформации почв в соответствии с классификацией, принятой в лаборатории геоэкологии СГУ, изменяется в диапазоне от допустимой до умеренной.

8. Таким образом, в результате проведенных исследований создана информационная база ряда параметров почвенного покрова в зоне влияния Гусевского полигона захоронения твердых бытовых отходов, которую авторы планируют использовать при дальнейших определениях геохимических особенностей почв.



Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (задание № 1757).

Библиографический список

1. Гладышева М. А. Магнитная восприимчивость урбанизированных почв : на примере г. Москвы : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2007. 26 с.
2. Иванова Ю. С., Горбачев В. Н. Загрязнение почв тяжелыми металлами под влиянием несанкционированных свалок (медико-экологический аспект) // Ульяновский мед.-биол. журн. 2012. № 1. С. 119–124.
3. Каздым А. А. Геохимические особенности свалок несанкционированных бытовых отходов города Ульяновска // Прикладная токсикология. 2012. Т. 3, № 7. С. 18–26.
4. Павлов П. Д., Решетников М. В., Ерёмин В. Н. Состоя-

ние почвенного покрова в зоне влияния полигона твёрдых бытовых отходов (на примере Александровского полигона города Саратова) // Агр. науч. журн. 2014. Вып. 11. С. 34–38.

5. Павлов П. Д., Решетников М. В., Ерёмин В. Н. Состояние почвенных покровов в пределах влияния на них полигонов твердых бытовых отходов (на примере Гусельского, Александровского и Балаковского полигонов) // Геологические науки-2014 : материалы всерос. науч.-практ. конф. Саратов, 2014. С. 190–193.

6. Павлов П. Д., Ерёмин В. Н., Решетников М. В. Полигоны захоронения твёрдых бытовых отходов г. Саратова, как объекты комплексных геоэкологических исследований // Экологическая геология : теория, практика и региональные проблемы : материалы Третьей науч.-практ. конф. Воронеж, 2013. 172 с.

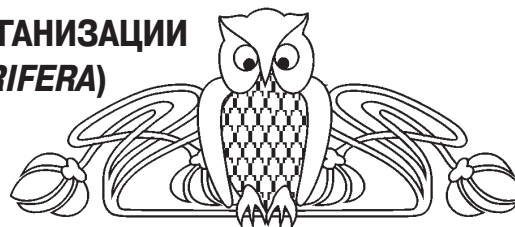
7. ГОСТ 17.4.4.02–84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М., 1984.

УДК 563.45 (116.3)

ТРАНСИТОРНЫЙ УРОВЕНЬ МОДУЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПОЗДНЕМЕЛОВЫХ ГЕКСАКТИНЕЛЛИД (*PORIFERA*)

Е. М. Первушов

Саратовский государственный университет
E-mail: pervushovem@mail.ru



Наличие в строении скелета многих гексактинеллид регулярно расположенных отверстий, выполнявших функции дополнительных оскулумов – субоскулумов, – послужило основанием для выделения переходного между унитарными и колониальными формами транситорного уровня организации этих губок. В структуре транситорий установлены унитарный, автономный и колониальный подуровни. Морфологическое разнообразие позднемеловых транситорий обусловлено проявлением элементов мозаичного морфогенеза среди представителей отрядов *Lychniscosa* и *Hexactinosa*.

Ключевые слова: губки, гексактинеллиды, модульная организация, субоскулум, транситорные унитарные формы, транситорные автономии, транситорные колонии.

Transitory Level of Modular Organization in the Late Cretaceous Hexactinellids (*Porifera*)

Е. М. Pervushov

The regularly arranged openings acting as additional oscula – suboscula – in the skeletal structures of numerous hexactinellids made the basis for recognizing a transient level in those sponge organization: a transition between the unitary and the colonial forms. Unitary, autonomous and colonial sublevels have been recognized in the transition structures. The morphological diversity of the Late Cretaceous transitions was called forth by manifestations of mosaic morphogenesis in the representatives of the *Lychniscosa* and *Hexactinosa* orders.

Key words: sponges, hexactinellids, module organization, subosculum, transitory unitary forms, transitory autonomies, transitory colonies.

Среди позднемеловых гексактинеллид, представителей отрядов *Lychniscosa* и *Hexactinosa*, известно много форм, в строении скелета которых

присутствуют многочисленные и закономерно расположенные округлые отверстия. По размерам и очертаниям они занимают промежуточное положение между остиями (апо- и прозопорами) и оскулумом. При описании губок с дополнительными отверстиями практически не обращается внимание на морфологическое обозначение и функциональное предназначение этих элементов, указывается лишь их наличие именно как «отверстий», «отверстий на трубах» и т. п. Они наиболее наглядно представлены в строении первичных (*Guettardiscyphia*, *Koleostoma*, *Pleurostoma*) и вторичных (*Coeloptychium*, *Myrmecioptychium*, *Troegerella*) плициформных губок [1], где приурочены к перегибам стенки, образующей лопасти или ветви.

Для того чтобы дать этим отверстиям с «промежуточным» положением в строении скелета более конкретное определение при рассмотрении морфологии и описании губок, нами использован термин «субоскулум» [2–4]. А. Шраммен (Shrammen) [5] при описании лептофрагмид отмечал, что отверстия на перегибах стенки служат дополнением к основному оскулуму, способствуя, вероятно, улучшению процессов выноса продуктов метаболизма из организма сложных очертаний. Вслед за А. Шрамменом предполагаем, что помимо роли дополнительных оскулумов, субоскулумы выполняли и иные функции, в зависимости от положение несущих лопастей или ветвей. В строении первичных плициформных