

УДК 504.054 (470.3)

ВЛИЯНИЕ СВАЛКИ ТБО Г. КИМРЫ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ НА СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

И.З. Каманина, С.П. Каплина

Университет «Дубна», Дубна, Московская область

Исследованы почвы и проведены радиометрические измерения в районе свалки ТБО г. Кимры Тверской области. В почвенных пробах определено валовое содержание тяжелых металлов (Pb, Cd, Cu, Ni, Cr) методом атомной абсорбции и степень токсичности методом биотестирования. На основании полученных данных проведена оценка степени химического загрязнения почв согласно СанПиН 2.1.7.1287-03. Исследования показали, что происходит подщелачивание почв, содержание металлов в большинстве обследованных почвах находится на уровне региональных фоновых значений и ниже средних значений для почв города Кимры. При этом более высокие значения отмечаются в непосредственной близости от тела свалки. Выявлена высокая корреляционная связь между содержанием в почве Ni и Cu ($r = 0,83$), что указывает на единый источник поступления этих элементов. Уровень гамма излучения не превышает фоновый.

Ключевые слова: почва, отходы, свалка, загрязнение, тяжелые металлы.

DOI: 10.26456/vtbio87

Введение. В настоящее время в России особо остро стоит проблема захоронения отходов, в первую очередь на свалках (полигонах) твердых бытовых отходов (ТБО) исчерпавших свой ресурс или близких к исчерпанию. Такие объекты являются одной из составляющих накопленного экологического ущерба (Федеральная ..., 2014). Свалки ТБО существенно влияют на все компоненты окружающей природной среды. Большая часть загрязняющих веществ аккумулируется в почве и грунте, существенно снижая качество и продуктивность, изменяя экономическую, социальную и средообразующую роль, и ценность земель, зачастую делая их мало или вовсе не пригодными для тех или иных видов пользования (Игнатович, Рыбальский, 1998).

Объект исследования – свалка ТБО расположенная в городском округе Кимры Тверской области. Свалка предназначена для захоронения твердых коммунальных отходов и отдельных видов промышленных отходов 4-5 классов опасности разрешенных к захоронению, образующиеся от населения, предприятий и организаций

города Кимры. Эксплуатируется с 1969 г., проектная вместимость составляет 3 200 тыс. куб.м (Государственный ..., 2014).

Общая площадь земельного участка, выделенного под свалку, составляет 6,7845 га. С севера к участку примыкает заболоченная территория площадью около 0,500 га, на северо-востоке участок граничит с Ильинским шоссе, южная и западная стороны свалки окружены землями сельскохозяйственного назначения. Ближайший населенный пункт (д. Красиково) расположен на востоке на расстоянии 0,8 км, жилая застройка г. Кимры – 1,5 км на юг от объекта. В соответствии с генеральным планом г. о. Кимры данный земельный участок относится к землям населенного пункта, к зонам специального назначения. Санитарно-защитная зона объекта – составляет 500 м (Генплан ..., 2013).

Тело свалки в плане представляет собой вытянутый практически равнобедренный треугольник. Дренажная канава шириной не более 2 м., оборудованная по периметру свалки, не образует замкнутый контур. С западной стороны к свалке примыкает мелкая ложбина стока.

Непосредственно район исследования расположен на территории Верхневолжской низменности, рельеф равнинный, высотные отметки составляют 120-130м. Понижение рельефа наблюдается к северу и северо-западу.

Изучаемая территория относится к таёжной зоне, южно-таёжной подзоне, Среднерусской провинции. Преобладающий тип почв дерново-подзолистые в сочетании с дерново-подзолисто-глееватыми и дерново-подзолистыми глеевыми почвами. По гранулометрическому составу почвы супесчаные, сформированные на четвертичных отложениях, представленных аллювиальными отложениями четвертой надпойменной террасы московского горизонта (а4Пms), пески до 20 м (Геологическая ..., 2001).

В настоящее время данная свалка ТБО имеет статус санкционированной свалки, не включена в государственный реестр объектов размещения отходов (ГРОРО) (Портал ..., 2016), не соответствует санитарно-эпидемиологическим и экологическим требованиям, практически исчерпала свой ресурс. Размещение отходов на данной свалке является незаконным и нарушает пункт 7 статьи 12 ФЗ №89 (Федеральный ..., 2015).

Методика. Для оценки санитарно-экологической обстановки и уровня загрязнения территории в районе действия свалки ТБО в июле 2015 г. были отобраны пробы почв. Также были проведены радиометрические измерения непосредственно на свалочном теле.

Для отбора проб почв были заложены четыре профиля по различным направлениям от объекта. На каждом профиле было отобрано по 3 пробы на расстоянии 50, 250 и 500 м (рис. 1).

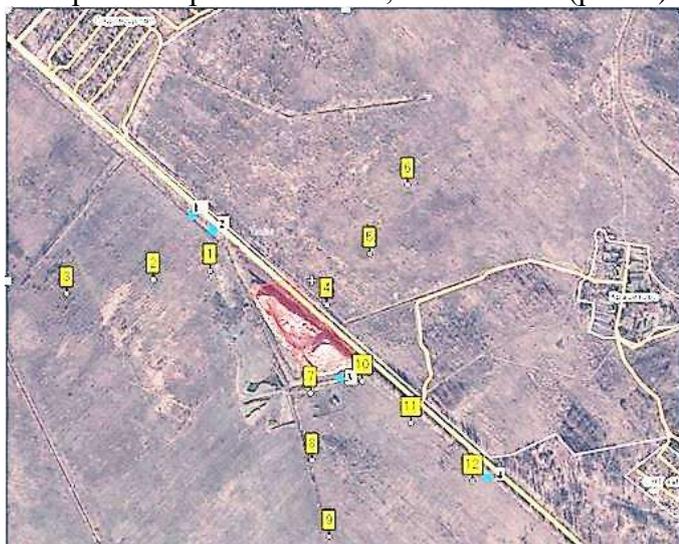


Рис. 1. Расположение точек пробоотбора в районе расположения свалки ТБО г. Кимры Тверской области: ● – почва, ■ – поверхностные воды

Пробы почв были отобраны на глубину 10 см, каждая проба представляла собой смешанный образец (5 точечных проб), отобранный с площадки 10x10 м методом «конверта» в соответствии с нормативно-методическими документами: ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.4.02-84, ГОСТ 28168-89, МУ 2.1.7.730-99, СанПиН 2.1.7.1287-03.

В образцах определялись: $pH_{\text{вод}}$, $pH_{\text{сол}}$, содержание органического углерода (по методу Тюрина), валовое содержание тяжелых металлов (Pb, Cd, Cu, Ni, Cr) методом атомной абсорбции с предварительным автоклавным разложением проб. Кроме того определялась степень токсичности водной вытяжки по изменению оптической плотности тест-культуры зеленой протококковой водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris Beijer*) согласно ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04 и ПНД Ф Т 16.1:2:2.3:3.7-04.

Оценка степени химического загрязнения почв проводилась в соответствии с СанПиН 2.1.7.1287-03. Для количественной оценки загрязнения тяжелыми металлами почв были использованы: ориентировочно-допустимые концентрации тяжелых металлов для песчаных и супесчаных почв согласно ГН 2.1.7.2511-09 и фоновые значения для почвенного покрова средней полосы России официально принятые в СП 11-102-97 (данные значения принимались в качестве регионального фона). Для хрома в качестве фоновых были использованы значения, приведенные в работе Фирсова С.А. по

исследованию дерново-подзолистых почв Тверской области (Фирсов, 2011).

Для радиометрического контроля непосредственно на территории свалочного тела (в 4 точках) и на значительном удалении (более 500м) от свалки были проведены измерения с помощью дозиметра гамма-излучения ДКГ-02У «Арбитр».

Результаты и обсуждение. Почвы в районе исследования относятся к землям сельскохозяйственного назначения. В профиле почв хорошо диагностируется пахотный горизонт, тёмного буровато-серого цвета с хорошо выраженной комковато зернистой структурой. На момент исследованная территория представляла собой пустошь, занятую многолетними травами.

Таблица 1

Результаты количественного химического анализа почв в районе расположения свалки ТБО г. Кимры Тверской области

№ пробы	рН _{вод}	рН _{сол}	Гумус, %	Металлы, мг/кг				
				Pb	Cd	Cu	Ni	Cr
1	8,21	н/о	5,15	2,65	<0,2	5,07	8,65	13,0
2	7,23	6,05	5,08	1,97	<0,2	1,82	5,37	7,4
3	7,56	н/о	5,99	4,50	<0,2	6,26	17,17	4,0
4	8,03	н/о	7,51	5,02	<0,2	9,63	16,87	4,0
5	5,47	4,20	6,00	4,45	<0,2	2,37	6,55	3,8
6	5,20	3,97	4,32	4,05	<0,2	1,72	6,35	3,94
7	7,15	6,00	4,30	32,18	<0,2	4,23	14,7	4,0
8	6,88	5,82	8,51	<0,5	<0,2	0,52	<0,5	<0,5
9	6,76	5,47	6,75	5,17	<0,2	3,48	12,32	4,0
10	6,42	5,08	7,28	12,36	<0,2	5,7	12,95	4,0
11	6,55	5,38	5,52	4,25	<0,2	2,88	7,63	4,0
12	6,70	5,55	5,93	4,22	<0,2	4,45	10,21	4,0
ОДК	-	-	-	32	0,5	33	20	-
Фон	-	-	-	6	0,05	8	6	7,6

Примечание. «н/о» – не определялось; «-» – нет данных.

Результаты количественного химического анализа показали (табл.1), что почвы характеризуются различными значениями рН от 5,47 до 8,21. Почвы, отобранные на западе ниже по рельефу расположения свалочного тела, характеризуются наиболее высокими значениями рН от 7,56 до 8,21. На северо-востоке ниже по рельефу расположения свалочного тела – имеют следующую зависимость: в непосредственной близости от свалки рН 8,03, с увеличением расстояния почвы имеют кислую среду рН 5,47 – 5,20. На юго-востоке выше по рельефу от свалки независимо от расстояния почвы

характеризуются слабой вариацией значение pH от 6,42 до 6,70. Таким образом, почвы в непосредственной близости от свалки ТБО на расстоянии от 45 до 65 м, а также расположенные ниже по направлению стока характеризуются более щелочными значениями pH водной вытяжки.

Содержание гумуса в почвах в районе исследования варьирует от 4,3 до 8,51 %, что соответствует среднему содержанию гумуса и указывает на высокую степень окультуренности дерново-подзолистых (старопахотных) почв района исследования.

Максимальная концентрация Pb в почве – 32,18 мг/кг (10ДК), отмечается на юге в непосредственной близости (45 м) от свалочного тела. В целом концентрации Pb в почвах характеризуется невысокими значениями и варьирует от 1,97 до 12,36 мг/кг. Наиболее высокие концентрации 32,18 и 12,36 мг/кг регистрируются на юге и юго-востоке на расстоянии 45 и 55 м от свалки ТБО соответственно.

Ни в одной пробе почв не выявлено превышения ОДК по Cd, Cu, Zn и Ni. Концентрация Cd в почвах в районе свалки ТБО во всех пробах составляет < 0,2 мг/кг.

Максимальная концентрация Cu – 9,63 мг/кг, незначительно превышающая фоновое значение, отмечается на северо-востоке на расстоянии 65 м от свалки ТБО. В почвах в непосредственной близости от свалки в различных направлениях содержание Cu составляет от 4,23 до 9,63 мг/кг, с увеличением расстояния отмечается снижение концентрации.

В непосредственной близости от свалки на расстоянии 45 – 65 м концентрации Ni в почве колеблется от 8,65 мг/кг на западе до 16,87 мг/кг на северо-востоке. Анализ данных показывает относительно высокие концентрации Ni в непосредственной близости от свалки, затем на расстоянии 250-300 м происходит снижение концентрации и далее на границе санитарно-защитной зоны (500 м) вновь регистрируется некоторое увеличение концентрации, особенно на западе, где фиксируется максимальная концентрация Ni – 17,17 мг/кг. В подавляющем большинстве проб содержание Ni выше фонового для дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почв от 1 до 2,8 раз.

Наиболее высокие концентрации Cr в почвах отмечаются на западе ниже по рельефу от свалочного тела на расстоянии 50 и 250 м и составляют 13,0 мг/кг и 7,4 мг/кг, что в 1,7 выше и на уровне фона соответственно. В остальных пробах варьирование концентрации Cr незначительно - от 3,8 до 4 мг/кг, вне зависимости от направления и расстояния от свалки ТБО.

Проведённый корреляционный анализ (при $P = 0,95$) позволил выявить высокую корреляционную связь между содержанием в почве Ni и Cu ($r = 0,83$), что указывает на единый источник поступления этих

элементов в почву. Для остальных элементов коэффициенты корреляции незначимы.

По результатам исследования была проведена оценка качества почв в районе расположения свалки ТБО в соответствии с СанПиНом 2.1.7.1287-03. Обследованные почвы по химическим показателям относятся к категории «чистая».

Также было проведено сравнение данных, полученных в результате настоящего исследования с архивными данными 1999 г., имеющимися на кафедре экологии и наук о Земле государственного университета «Дубна» (табл.2). Анализ данных показал, что содержание тяжелых металлов в почвах в районе влияния свалки ТБО на расстоянии 100 - 300м остается на том же уровне и значительно ниже среднего содержания тяжелых металлов в почвах г. Кимры (Белова, Савватеева, 2015).

Таблица 2
Содержание тяжелых металлов в почвах в районе расположения свалки ТБО и левобережной части г. Кимры, мг/кг

Месторасположение точки отбора/форма нахождения металлов	Pb	Cd	Cu	Ni	Cr
100 м от свалки ТБО г. Кимры по 8 направлениям/кислоторастворимая*	2,00-8,50	0,10-1,30	1,30-6,10	-	-
100 м на юго-запад от свалки ТБО г. Кимры/валовая*	10,00	2,7	18,00	10,2	10,0
300 м на юго-запад от свалки ТБО г. Кимры/валовая*	1,2	0,47	11,5	15,7	13,2
Г. Кимры левобережная часть/кислоторастворимая**	27,62	0,16	8,79	-	-

Примечание. «н/о» – не определялось; «-» – нет данных; * – архивные данные Жегалиной Е.А., рук. Ясаманов Н.А. Извлечение металлов 1,5М раствором HNO₃ в пропорции 1: 2,5; ** – данные Беловой А.Н., рук. Савватеева О.А. Извлечение металлов 1М раствором HNO₃ в пропорции 1:10.

Помимо традиционного химического определения содержания тяжелых металлов отобранные пробы почвы были подвергнуты биотестированию, для определения их степени токсичности по отношению к биологическим объектам. Критерием токсичности пробы

воды является снижение средней величины оптической плотности по сравнению с контрольным вариантом на 20 % и более в случае подавления роста тест-культуры или ее повышение на 30 % и более - при стимуляции ростовых процессов (Методика ..., 2014).

Результаты исследования показали, что исследованные почвы не оказывают токсического действия (табл. 3). Однако, необходимо обратить внимание, что на западе на расстоянии 50 м от свалки в направлении понижения рельефа, отмечается увеличение оптической плотности (стимуляция роста) на 29,1 %, что очень близко к критическому, составляющему 30%. В почвах западного профиля отмечаются более высокие отклонения от нормы, а на расстоянии 500 м – максимальное угнетение роста (18,8 %).

Таблица 3

Результаты определения токсичности почв в районе расположения свалки
ТБО г. Кимры Тверской области

№ пробы	D _о , %	I, %	Оценка тестируемой пробы
1	0,213	-29,1	не оказывает
2	0,151	8,5	не оказывает
3	0,134	18,8	не оказывает
4	0,162	1,8	не оказывает
5	0,145	12,1	не оказывает
6	0,152	7,9	не оказывает
7	0,168	-1,8	не оказывает
8	0,173	-4,8	не оказывает
9	0,153	7,2	не оказывает
10	0,151	8,4	не оказывает
11	0,163	1,2	не оказывает
12	0,167	-1,2	не оказывает
контроль	0,165		

Примечание. D_о. – среднее значение оптической плотности в пробе, %; I – относительная разница средней величины оптической плотности по сравнению с контролем, %.

Состояние радиационной обстановки в районе свалок (полигонов) ТБО также является важной составляющей исследовательских работ, проводимых при обследовании таких объектов.

Результаты контроля радиационной обстановки и оценки радиоактивного загрязнения непосредственно на территории свалочного тела исследуемого объекта показал, что уровень гамма излучения варьирует от 0,06 до 0,08 мкЗв /ч, что соответствует фоновому уровню в данном районе.

Заключение. Влияние свалки ТБО г. Кимры Тверской области проявляется в подщелачивании почв в непосредственной близости и в низ по рельефу за счет щелочного фильтрата до величин рН водной вытяжки 7,56 – 8,21.

Концентрации тяжёлых металлов (Pb, Cd, Cu, Ni, Cr) в районе действующей свалки ТБО не превышают гигиенических нормативов для почв населенных мест, за исключением участка на юге на расстоянии 45 м от свалочного тела, где отмечается максимальная концентрация Pb 32,18 мг/кг, что на уровне ОДК. Почва на данном участке требует особого внимания и контроля.

Содержание исследованных металлов в большинстве обследованных почвах на уровне региональных фоновых значений и ниже средних значений для почв города Кимры. При этом более высокие значения отмечаются в непосредственной близости (на расстоянии 45–65 м) от тела свалки.

Выявлена высокая корреляционная связь между содержанием в почве Ni и Cu ($r = 0,83$), что указывает на единый источник поступления этих элементов.

Исследованные почвы не оказывают токсического действия. В тоже время в непосредственной близости от свалки в направлении понижения рельефа, отмечается увеличение оптической плотности (стимуляция роста) близкое к критическому.

Уровень гамма излучения варьирует от 0,06 до 0,08 мкЗв /ч, что соответствует фоновому уровню в данном районе.

Несмотря на то, что состояние почвенного покрова в зоне влияния свалки в настоящий момент соответствует гигиеническим нормативам, в дальнейшем необходимо проводить постоянный мониторинг, так как такого рода объекты относятся к разряду объектов повышенной экологической опасности и представляют собой «мину замедленного действия». Также необходимо исследовать почвы на предмет биологического загрязнения.

Список литературы

Белова А.Н., Савватеева О.А. 2015. Оценка загрязнения почвенного покрова в городах (на примере г. Кимры Тверской области). // Материалы четвертого молодежного инновационного проекта «Школа экологических перспектив». Воронеж: Издательство «Научная книга». С. 9-12.

Генплан городского округа Кимры Тверской области. Утвержден Решением Кимрской городской думой от 20.06.2013 г. № 236. [Электронный ресурс]. URL: <http://admkimry.ru/wp-content/uploads/2013/07/%D0%A0%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%BD%>

D0%B8%D0%B5-%E2%84%96236-%D0%BE%D1%82-20..06.2013.doc
(дата обращения: 15.07.2015)

Геологическая карта четвертичных образований Тверской области Центрального федерального округа М 1: 500 000, составленная в Центральном региональном центре МПР РФ в 1998-2001 гг., главный редактор Сычкин Н.И. URL: http://hge.spbu.ru/mapgis/subekt/tverskaya/27_Tver_geolQ.pdf (дата обращения: 15.06.2015)

ГН 2.1.7.2511-09. Гигиенические нормативы. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_88788/ (дата обращения: 25.07.2015)

ГОСТ 17.4.3.01-83 (СТ СЭВ 3847-82). Государственный стандарт Союза ССР. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. [Электронный ресурс]. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=OTN;n=1805;frame=4294967295> (Дата обращения: 15.06.2015)

ГОСТ 17.4.4.02-84. Государственный стандарт Союза ССР. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. [Электронный ресурс]. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=OTN;n=1806;frame=4294967295> (дата обращения: 15.06.2015)

ГОСТ 28168-89. Государственный стандарт Союза ССР. Почвы. Отбор проб. [Электронный ресурс]. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=OTN;n=1711> (Дата обращения: 15.06.2015)

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Тверской области в 2013 году». 2014. Министерство природных ресурсов и экологии Тверской области. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mpr-tver.ru/images/NPA/gosdoklad.doc> (дата обращения: 25.08.2015)

Игнатович Н.И., Рыбальский Н.Г. 1998. Что нужно знать о твердых бытовых отходах // Экологический вестник России. № 1. С. 54-60.

МУ 2.1.7.730-99. Методические указания. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. [Электронный ресурс]. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=286662> (дата обращения: 15.06.2015)

ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04, ПНД Ф Т 16.1:2:2.3:3.7-04 (ред. 2014). 2014 Методика определения токсичности проб поверхностных пресных, грунтовых, питьевых, сточных вод, водных вытяжек из почвы, осадков сточных вод и отходов по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris Beijer*). М. 42 с. (дата обращения: 15.07.2015)

Портал паспортизации отходов Федеральной службы по надзору в сфере природопользования. 2016. URL: <https://gko.fsrpn.ru/#grogo> (Дата обращения: 25.07.2016).

- СанПиН 2.1.7.1287-03.* (ред. 2007). Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_42140/ (дата обращения: 25.08.2015)
- СП 11-102-97.* Инженерно-экологические изыскания для строительства. [Электронный ресурс]. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=STR;n=1102> (Дата обращения: 25.08.2015)
- Федеральная* целевая программа «Ликвидация накопленного экологического ущерба на 2014 – 2025 годы». [Электронный ресурс]. URL: mnr.gov.ru/upload/files/docs/programma_fzp.doc
- Федеральный закон №89-ФЗ* от 24 июня 1998 года «Об отходах производства и потребления» (ред. от 29.12.2015). [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (дата обращения: 25.03.2016).
- Фирсов С.А.* 2011. Оптимизация агроэкологического состояния дерново-подзолистых почв Тверской области на основе регионального мониторинга: автореф. дис... д-ра биол. наук. М. 45 с.

INFLUENCE OF DUMP WASTES ON THE SOIL IN KIMRY TOWN, TVER REGION

I.Z. Kamanina, S.P.Kaplina

Dubna International University, Dubna, Moscow Region

Soils were studied and radiometric measurements were carried out in the area of the landfill of Kimry, Tver region. In soil samples, the gross content of heavy metals (Pb, Cd, Cu, Ni, Cr) was determined by atomic absorption and the degree of toxicity by biotesting. On the basis of the obtained data, the assessment of the degree of soil chemical pollution was carried out according to SanPiN 2.1.7.1287-03. Studies have shown that alkalization of soils occurs, the metal content in most of the studied soils is at the level of regional background values and lower than the average values for the soils of the city of Kimry. At the same time, higher values are noted in the immediate vicinity of the dump body. A high correlation was found between the content of Ni and Cu in the soil ($r = 0.83$), which indicates a single source of these elements. The level of gamma radiation does not exceed the regional background.

Keywords: *soil, waste, dump, pollution, heavy metals*

Об авторах:

КАМАНИНА Инна Здиславовна – кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой экологии и наук о Земле Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Московской области «Университет «Дубна», 141980, Дубна, ул. Университетская, 19, e-mail: kamanina@uni-dubna.ru.

КАПЛИНА Светлана Петровна – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и наук о Земле Государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Московской области «Университет «Дубна», 141980, Дубна, ул. Университетская, 19, e-mail: sv_kap@mail.ru.

Каманина И.З. Влияние свалки ТБО г. Кимры Тверской области на состояние почвенного покрова / И.З. Каманина, С.П. Каплина // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2019. № 2(54). С. 239-249.