

РАЗДЕЛ II. НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 504.064.2.001.18

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-4-78-87

АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Бабкина А.А., Зубкова В.М., Белозубова Н.Ю., Горбунова В.А.

Российский государственный социальный университет

129226, г. Москва, ул. Вильгельма Пика, дом 4, стр.1, Российская Федерация

Аннотация. В работе обобщены данные регионального мониторинга по загрязнению снежного покрова земель сельскохозяйственного назначения Тверской области за период с 1996 по 2015 гг. Выявлено, что содержание нитрат-, хлорид-, сульфат-ионов в отдельные годы существенно превышали фоновые значения. Это может оказывать постоянное отрицательное воздействие на состояние депонирующих сред. Определенные коэффициенты концентрации и суммарного загрязнения снега в целом свидетельствуют о снижении или сохранении на отдельных участках уровня загрязнения снега во времени.

Ключевые слова: хионоиндикационный мониторинг, сорбционная способность, агроландшафты, нитрат-, хлорид-, сульфат-ионы. поллютанты.

ANALYSIS OF POLLUTION OF SNOW COVER UNDER ANTHROPOGENIC LOAD

A. Babkina, V. Zubkova, N. Belozubova, V. Gorbunova

Russian State Social University

ul. Vil'gel'ma Pika 4, Bld. 1, 129226 Moscow, Russia

Abstract. The paper summarizes regional monitoring data on pollution of the snow cover of agricultural lands in the Tver region from 1996 to 2015. It is found that the content of nitrate, chloride, and sulfate ions in some years significantly exceeded the background values. This can have a constant negative impact on the deposited media. Certain concentration coefficients and total pollution of snow generally show a decrease in or maintaining of the level of snow contamination in time in some areas.

Key words: snow-monitoring; sorption capacity; agricultural landscapes; nitrate, chloride, and sulfate ions; pollutants.

Существующая в настоящее время тенденция по включению антропогенных загрязнений в круговороты веществ и процессы жизнедеятельности живых организмов приводит к ухудшению экологической обстановки. Для контроля данного

© Бабкина А.А., Зубкова В.М., Белозубова Н.Ю., Горбунова В.А., 2016.

процесса используют различные методы индикации. Наиболее простым в исполнении и информативным в обработке данных является хионоиндикационный мониторинг – индикация техногенного загрязнения с использованием снежного покрова [1, с. 202].

Снежный покров обладает высокой сорбционной способностью, делаящей его универсальным индикатором загрязнения воздушного и водного бассейна, почв и растений. Он является эффективным накопителем органических и неорганических соединений в виде твердых частиц и аэрозольных загрязняющих веществ, в том числе в виде тяжелых металлов, выпадающих из атмосферы [2, с. 32]. Загрязненность снежного покрова протекает в два этапа: первый – загрязнение снежинок во время их образования в облаке и выпадения на местность (влажное выпадение загрязняющих веществ со снегом); второй – загрязнение уже выпавшего снега в результате сухого осаждения загрязняющих веществ из атмосферы, а также их поступление из подстилающих поверхностей (почв, горных пород) после различной антропогенной деятельности [3, с. 53]. Снежный покров позволяет учитывать массу выпадения атмосферных осадков, загрязняющие примеси в атмосферном воздухе, а также последующее загрязнение водных объектов и почвенного покрова [4, с. 15].

Несмотря на небольшой диапазон индикационного времени, хионоиндикационный метод обладает высоким уровнем точности получаемой экологической информации. Приоритетность в выборе метода в сторону хионоиндикационного мониторинга обусловлена следующими факторами:

отбор проб снежного покрова чрезвычайно прост и не требует сложного оборудования по сравнению с отбором проб воды и воздуха; концентрация загрязняющих веществ в снежном покрове на несколько порядков выше, чем в атмосферном воздухе; при послойном отборе проб снега можно определить временную динамику загрязненности снежного покрова; снежный покров может служить индикатором загрязнения атмосферы сульфатами, нитратами, тяжелыми металлами, хлорорганическими соединениями [5].

В связи с низкими температурами в зимний период многие химические процессы замедляются, что способствует консервации компонентов [6, с. 45]. Достаточно одной пробы снега, взятой в конце снегозалегаания, чтобы определить химический состав её за весь период от образования первого устойчивого снежного покрова до начала снеготаяния. Несмотря на то, что в настоящее время в системе агроэкологического мониторинга осуществляется постоянный контроль химического состава снежного покрова, в литературе практически отсутствует детальный анализ по оценке уровня загрязнения снежного покрова агроландшафтов.

Целью нашей работы был анализ загрязнения снежного покрова земель сельскохозяйственного назначения Тверской области и выявление связи между химическим составом снега и уровнем антропогенного воздействия на данную территорию. Соответственно, в число задач исследования вошло определение содержания приоритетных для Тверской области загрязнителей снежного покрова: нитрат-, хло-

рид-, сульфат-ионов, свинца, кадмия, меди, цинка, хрома с оценкой состояния загрязненности снежного покрова в динамике.

Тверской регион расположен в северо-западной части России, а именно на западе средней части Восточно-Европейской (Русской) равнины. Климат умеренно-континентальный. Почвы в основном супесчаные (местами глинистые) дерново-подзолистые. Область расположена в лесной зоне, в подзоне южной тайги, переходящей в широколиственные леса на северо-западе и в массивы сосновых лесов на севере и юго-западе. В целом область позиционируется как экологически благоприятный регион, но, несмотря на это, исследование отдельных локальных участков показывает высокий уровень антропогенной нагрузки, что неблагоприятно сказывается на окружающей среде [7].

Исследования проводились в шести районах области – Бежецком, Бологов-

ском, Калязинском, Вышневолоцком, Калининском (хозяйства «Романовский» и «Сахарово»). Наблюдение за состоянием снежного покрова осуществлялось на постоянно действующих площадках (их топографическую привязку см. в табл. 1), которые выделялись на дерново-подзолистых почвах вышеуказанных районов. Нумерация площадок соответствует вариантам исследованных показателей.

В качестве информативных химических индикаторов состояния снежного покрова и антропогенных химических загрязнений определялись показатели: рН, содержание нитрат-, сульфат-, хлорид-ионов, свинца, кадмия, меди, цинка, хрома. Хионоиндикационный мониторинг проводился, начиная с 1996 г., и его результаты обобщены в средних данных состояния снежного покрова по каждому из четырех циклов обследования: I (1996-2000 гг.), II (2001-2005 гг.), III (2006-2010 гг.), IV (2011-2015 гг.)

Таблица 1

Топографическая привязка исследуемых площадок

Варианты исследований	Административный район	Географические координаты исследуемого участка	
		широта	долгота
1	Бежецкий	57°48	34°08
2	Бологовский	57°50	34°08
3	Калязинский	57°15	34°54
4	Вышневолоцкий	57°38	34°38
5	Калининский («Романовский»)	56°56	36°09
6	Калининский («Сахарово»)	56°54	36°06

Для проведения анализа в марте-апреле каждого года отбирали образцы снега обобщенным методом [8, с. 5]. Керны снега отбирали на всю глубину

снежного покрова до основания его залегания с использованием пластмассовой трубы. Полученный керн, предварительно очищенный у основания

от остатков почвы и растительности, помещали в пластиковый пакет и доставляли на базу лаборатории ФГБУ Государственного центра агрохимической службы «Тверской». Пробы снега растапливали в стеклянной таре естественным путем. После полного таяния пробы подвергались фильтрованию на целлюлозно-бумажных фильтрах с диаметром пор 0,45 мкм.

Анализ талой воды на содержание загрязнителей (результаты см. табл. 2-3) проводили стандартными методами, рекомендованными для анализа снежного покрова в системе государственной агрохимической службы: рН – потенциометрически (по методу ЦИНАО, ГОСТ 26483-85), нитраты – ионометрически (ГОСТ 26951-86), хлориды – аргентометрически (ГОСТ 26425-85, п.1), тяжелые металлы – атомно-абсорбционным методом (М-92 ЦИНАО).

Для эколого-геохимической оценки состояния снежного покрова рассчитан коэффициент концентрации лютоантов (K_c) по формуле

$$K_c = C_i / C_{\phi}, \quad (1)$$

где: C_i – фактическое содержание определяемого вещества, C_{ϕ} – фоновая концентрация элемента [1, с. 204]. В качестве фоновой концентрации использованы наименьшие значения из определяемых показателей по каждому году исследования. Коэффициент концентрации показывает, во сколько раз отклонен уровень концентрации вещества от фонового.

Для характеристики воздействия загрязнения использован суммарный показатель загрязнения (Z_c), определяемый по формуле

$$Z_c = \sum (K_{ci} + \dots + K_{cn}) - (n-1) \quad (2)$$

где K – коэффициент концентрации i -го компонента загрязнения. Нами были рассчитаны значения K_c и Z_c по циклам и вариантам исследования (табл. 4).

Как показали результаты исследований, химический состав снега существенно различался в зависимости от места и времени отбора проб (табл. 2). Так, величина рН варьировала в пределах 4,93–7,07 и была близка к рН чистых атмосферных осадков 5,00–7,00 [9, с. 5]. Тенденция к понижению рН в течение всего периода исследования зафиксирована на участке № 1, а к повышению – на участке № 4, что позволяет прогнозировать возможное снижение рН почвы на участке № 1, увеличение подвижности в почве тяжелых металлов, повышение их концентраций в растениях и вызывает необходимость проведения мониторинга почвы и растений по данным показателям.

Содержание SO_4^{2-} в снеге вариантов было значительно ниже ПДК во все годы проведения исследований. Однако следует отметить существенное превышение фонового содержания SO_4^{2-} в снеге. По данным IV цикла обследования, содержание сульфат-ионов превышало фоновое значение в 8-29 раз. Наибольшей концентрацией сульфатов характеризовались площадки, расположенные в Бежецком и Калининском районах. Очевидно, существенную роль в резком изменении содержания SO_4^{2-} в снеге данных вариантов в отдельные годы играет трансграничный перенос сернистого газа и сульфатов с сопредельных территорий.

Таблица 2

**Динамика кислотности и содержания нитрат-, хлорид-,
сульфат-ионов в снеговой воде, мг/л.**

Циклы обследования	Варианты исследования	Показатели			
		pH	Нитраты	Хлориды	Сульфаты
I	1	7,07	0,850	3,51	3,86
	2	5,85	0,640	3,18	4,44
	3	6,82	2,282	5,58	6,04
	4	6,33	0,706	29,34	7,76
	5	6,22	0,588	6,26	9,40
	6	6,70	0,696	7,88	4,40
II	1	6,25	1,292	5,51	6,42
	2	6,14	0,486	2,90	2,66
	3	6,18	0,586	1,96	9,70
	4	6,37	0,328	3,82	7,15
	5	6,42	0,416	2,12	14,61
	6	5,58	0,430	1,00	13,00
III	1	6,15	0,812	0,42	0,84
	2	5,64	0,528	0,92	1,17
	3	4,93	0,442	0,28	0,34
	4	6,58	0,936	3,14	1,16
	5	6,45	0,696	0,86	0,66
	6	6,46	0,680	0,28	1,00
IV	1	5,94	0,482	1,70	9,50
	2	6,16	0,734	4,40	2,70
	3	6,23	0,846	7,06	4,44
	4	6,64	0,438	3,54	2,94
	5	5,70	0,476	2,80	9,77
	6	6,05	0,546	3,54	9,33

На протяжении всего периода исследований содержание хлора в снеге всех исследуемых вариантов также было существенно ниже ПДК. Максимальное содержание Cl^- в снеговой воде отмечено в первом цикле обследования в Вышневолоцком районе. Оно превышало фоновые значения более чем в 104 раза. Содержание хлоридов в снежном

покрытии тесно связано с применением антигололедных реагентов для дорожных покрытий в зимний период. В качестве реагентов чаще всего используется песчано-солевая смесь. Содержание нитратов превосходило фоновые показатели в I цикле обследования в 1,8–7,0; во II цикле в 1,3–3,9; в III цикле 1,4–2,9 и в IV цикле в 1,3–2,6 раза.

Таблица 3

Содержание тяжелых металлов в снеговой воде, мг/л

Циклы обследования	Варианты исследования	Показатели				
		Свинец	Кадмий	Медь	Цинк	Хром
I	1	0,0026	0,0007	0,0044	1,3942	0,0044
	2	0,0086	0,0007	0,0104	0,0496	0,0062
	3	0,0118	0,0020	0,0036	0,0108	0,0036
	4	0,0066	0,0006	0,0090	0,1034	0,0042
	5	0,0064	0,0006	0,0092	0,0956	0,0028
	6	0,0100	0,0010	0,0090	0,1610	0,0044
II	1	0,0030	0,0000	0,0073	0,1264	0,0000
	2	0,0115	0,0001	0,0061	0,1054	0,0002
	3	0,0028	0,0000	0,0071	0,0242	0,0050
	4	0,0000	0,0000	0,0030	0,0314	0,0008
	5	0,0002	0,0000	0,0066	0,0178	0,0022
	6	0,0042	0,0000	0,0049	0,0352	0,0024
III	1	0,0040	0,0002	0,0020	0,0328	0,0028
	2	0,0018	0,0001	0,0034	0,0520	0,0024
	3	0,0048	0,0000	0,0032	0,1588	0,0229
	4	0,0022	0,0000	0,0034	0,0498	0,0046
	5	0,0070	0,0000	0,0020	0,0352	0,0038
	6	0,0007	0,0000	0,0018	0,0910	0,0030
IV	1	0,0026	0,0001	0,0020	0,0482	0,0031
	2	0,0015	0,0001	0,0076	0,0304	0,0062
	3	0,0030	0,0000	0,0048	0,9544	0,0014
	4	0,0028	0,0007	0,0042	0,1114	0,0028
	5	0,0025	0,0001	0,0013	0,0176	0,0017
	6	0,0010	0,0001	0,0026	0,0222	0,0016

Анализ снежного покрова показал, что загрязнение носит комплексный характер. В спектре загрязнителей снегового покрова доминируют наиболее токсичные и опасные элементы. Для всех лет исследований концентрации тяжелых металлов в снеговом покрове образуют следующий убывающий ряд: Zn > Cu > Cr > Pb > Cd. Во все годы исследований содержание тяжелых металлов в снеге не превышало ПДК. Рассматривая динамику содержания свинца и кадмия, можно отметить постепенное снижение коэффициентов

их концентрации от первого цикла к последнему; для меди, цинка, хрома характерно более равномерное поступление со снеговыми осадками по циклам обследования.

Вместе с тем, учитывая среднее годовое количество осадков в виде снега и среднее содержание тяжелых металлов в них, можно подсчитать поступление последних на подстилающую поверхность. Оно составляло, примерно, в IV цикле обследования: по свинцу – 9,07, кадмию – 0,82, меди – 9,49, цинку – 814 и хрому – 13,6 г на 1 га, что

эквивалентно увеличению их содержания в почве, соответственно, на 0,003; 0,0003; 0,003; 0,271 и 0,005 мг на 1 кг.

Анализируя поэлементные Кс и суммарные Zс показатели, можно в целом констатировать улучшение или сохранение экологической ситуации во времени. Если в период I цикла обследования на долю участков, характеризующихся опасным уровнем загрязнения, приходилось более 60%, то в последнем цикле – только 17%. При этом уровень загрязнения снега в последний цикл обследования на одном участке характеризуется как опасный, на трех – умеренно опасный и на двух – допустимый. Таким образом, анализ снежного покрова выявил значительную вариабельность химического состава снега, снижение его уровня за-

грязнения в динамике. Вместе с тем содержание практически всех приоритетных загрязнителей превышает фоновые значения, что может оказывать постоянное отрицательное воздействие на состояние депонирующих сред.

На подстилающую поверхность ежегодно на 1 га может поступать около 1 кг загрязнителей. Это вызывает необходимость инвентаризации источников загрязнения и определения экологически обоснованных норм воздействия хозяйственной деятельности человека на живые организмы. Установленные в работе геохимические показатели состояния снежного покрова могут явиться, наряду с анализом состояния почв и растений, методологической основой агроэкологического мониторинга.

Таблица 4

Уровень загрязнения снежного покрова

Циклы обследования	Варианты исследования	Кс								Zс
		Нитраты	Хлориды	Сульфаты	Свинец	Кадмий	Медь	Цинк	Хром	
I	1	2,59	12,54	11,35	13,00	7,00	3,38	129,09	22,00	195,96
	2	1,95	11,36	13,06	43,00	7,00	8,00	4,59	31,00	114,96
	3	6,96	19,93	17,76	59,00	20,00	2,77	1,00	18,00	140,42
	4	2,15	104,79	22,82	33,00	6,00	6,92	9,57	21,00	201,26
	5	1,79	22,36	27,65	32,00	6,00	7,08	8,85	14,00	114,73
	6	2,12	28,14	12,94	50,00	10,00	6,92	14,91	22,00	142,04
II	1	3,94	19,68	18,88	15,00	0,00	5,62	11,70	0,00	69,82
	2	1,48	10,36	7,82	57,50	1,00	4,69	9,76	1,00	88,61
	3	1,79	7,00	28,53	14,00	0,00	5,46	2,24	25,00	79,02
	4	1,00	13,64	21,03	0,00	0,00	2,31	2,91	4,00	39,89
	5	1,27	7,57	42,97	1,00	0,00	5,08	1,65	11,00	65,54
	6	1,31	3,57	38,24	21,00	0,00	3,77	3,26	12,00	78,15
III	1	2,48	1,50	2,47	20,00	2,00	1,54	3,04	14,00	42,02
	2	1,61	3,29	3,44	9,00	1,00	2,62	4,81	12,00	32,77
	3	1,35	1,00	1,00	24,40	0,00	2,46	14,70	114,50	152,41
	4	2,85	11,21	3,41	11,00	0,00	2,62	4,61	23,00	53,71
	5	2,12	3,07	1,94	35,00	0,00	1,54	3,26	19,00	60,93
	6	2,07	1,00	2,94	3,50	0,00	1,38	8,43	15,00	29,32

IV	1	1,47	6,07	27,94	13,00	1,00	1,54	4,46	15,50	65,98
	2	2,24	15,71	7,94	7,50	1,00	5,85	2,81	31,00	69,05
	3	2,58	25,21	13,06	15,00	0,00	3,69	88,37	7,00	149,92
	4	1,34	12,64	8,65	14,00	7,00	3,23	10,31	14,00	66,17
	5	1,45	10,00	28,74	12,50	1,00	1,00	1,63	8,50	59,82
	6	1,66	12,64	27,44	5,00	1,00	2,00	2,06	8,00	54,80

ЛИТЕРАТУРА

1. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Ф. Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 181 с.
2. [ГОСТ 17.1.5.05-85]: Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. М.: Стандартинформ, 1986. 12 с.
3. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Тверской области в 2014 году. [Тверь]: Министерство природных ресурсов и экологии Тверской области, [б/г]. 91 с.
4. Зубкова В.М. Снеговой покров как индикатор экологической обстановки при антропогенной нагрузке на территорию // Состояние среды обитания и фауна охотничьих животных России и сопредельных территорий: материалы научно-практич. конф. «Состояние среды обитания и фауна охотничьих животных России и сопредельных территорий» (Балашиха, 10-11.03.2016). Балашиха: РГАЗУ, 2016. С. 202–207.
5. Козин В.В. Кузнецова Э.А. Физико-географические факторы пространственно-временной изменчивости снежного покрова нефтегазопромыслового региона. Нижневартовск: Нижневартковский гос. ун-т, 2015. 151 с.
6. [Ревич Б.А., Саэт Ю.Е., Смирнова Р.С.] Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве (утверждены Главным гос. санитарным врачом СССР 15 мая 1990 г. № 5174-90). М.: ИМГРЭ, 1990. 7 с.
7. Рихтер Г.Д. Роль снежного покрова в физико-географическом процессе. М.: АН СССР, 1948. 171 с.
8. Свистов П.Ф., Першина Н.А., Полищук А.И. Качественная оценка загрязнения окружающей среды (по данным о химическом составе атмосферных осадков) // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2010. № 562. С. 76–94.
9. Систер В.Г., Корецкий В.Е. Инженерно-экологическая защита водной системы северного мегаполиса в зимний период: учебное пособие. М.: МГУЭИ, 2004. 141 с.

REFERENCES

1. Vasilenko V.N., Nazarov I.M., Fridman SH.F. Monitoring zagryazneniya snezhnogo pokrova [Monitoring of pollution of snow cover]. L., Gidrometeoizdat, 1985. 181 p.
2. [GOST 17.1.5.05-85]: Okhrana prirody. Gidrosfera. Obschie trebovaniya k otboru prob poverkhnostnykh i morskikh vod, l'da i atmosferynykh osadkov [[GOST 17.1.5.05-85]: The nature conservancy. Hydrosphere. General requirements to sampling of surface and sea waters, ice and atmospheric precipitations]. M., Standartinform, 1986. 12 p.
3. Gosudarstvennyi doklad o sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchei sredy v Tverskoi oblasti v 2014 godu [State report on the status and on the protection of the environment in Tver region in 2014]. [Tver], Ministerstvo prirodnnykh resursov i ekologii Tverskoi oblasti, [s.a.]. 91 p.

4. Zubkova V.M. Snegovoi pokrov kak indikator ekologicheskoi obstanovki pri antropogennoi nagruzke na territoriyu [Snow cover as an indicator of the ecological situation under anthropogenic load on the territory] Sostoyanie sredy obitaniya i fauna okhotnich'ikh zhitovnykh Rossii i sopredel'nykh territorii: materialy nauchno-praktich. konf. «Sostoyanie sredy obitaniya i fauna okhotnich'ikh zhitovnykh Rossii i sopredel'nykh territorii» (Balashikha, 10-11.03.2016) [The condition of the habitat and fauna of game animals of Russia and adjacent territories: materials of scientific-practical. conf. "The condition of the habitat and fauna of game animals of Russia and adjacent territories" (Balashikha, 10-11.03.2016)]. Balashikha, RGAZU, 2016. pp. 202–207
5. Kozin V.V., Kuznetsova E.A. Fiziko-geograficheskie faktory prostranstvenno-vremennoi izmenchivosti snezhnogo pokrova neftegazopromyslovogo regiona [Physico-geographical factors of the spatial-temporal variability of snow cover of oil and gas extracting region]. Nizhnevartovsk, Nizhnevartovskii gos. un-t, 2015. 151 p.
6. [Revich B.A., Saet Yu.E., Smirnova R.S.] Metodicheskie rekomendatsii po otsenke stepeni zagryazneniya atmosfernogo vozdukhа naseleennykh punktov metallami po ikh sodержaniyu v snezhnom pokrove i pochve (utverzhdeny Glavnym gos. sanitarnym vrachom SSSR 15 maya 1990 g. № 5174-90) [Guidelines for the assessment of the degree of pollution of atmospheric air with metals in populated localities by their content in snow cover and soil (approved by the Chief state sanitary doctor of the USSR of 15 may 1990 No. 5174-90)]. M., IMGRE, 1990. 7 p.
7. Rikhter G.D. Rol' snezhnogo pokrova v fiziko-geograficheskom protsesse [The role of snow cover in the physical-geographical process]. M., AN SSSR, 1948. 171 p.
8. Svistov P.F. Pershina N.A., Polishchuk A.I. Kachestvennaya otsenka zagryazneniya okruzhayushchei sredy (po dannym o khimicheskom sostave atmosferynykh osadkov) (Qualitative assessment of environmental pollution (according on the chemical composition of atmospheric precipitation)) // Trudy Glavnoi geofizicheskaya observatoriya im. A.I. Voeikova. 2010. no. 562. pp. 76–94.
9. Sister V.G., Koretskii V.E. Inzhenerno-ekologicheskaya zashchita vodnoi sistemy severnogo megapolisa v zimnii period: uchebnoe posobie [Engineering and ecological protection of the water system of the northern metropolis in winter: a tutorial]. M., MGUEI, 2004. 141 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Бабкина Александра Алексеевна – аспирант кафедры техносферной безопасности и экологии Российского государственного социального университета;
e-mail: alexashka2506@mail.ru

Зубкова Валентина Михайловна – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры техносферной безопасности и экологии Российского государственного социального университета;
e-mail: vzubkova@rambler.ru

Белозубова Наталья Юрьевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры техносферной безопасности и экологии Российского государственного социального университета;
e-mail: gerlinger_natali@mail.ru

Горбунова Василиса Андреевна – аспирант кафедры техносферной безопасности и экологии Российского государственного социального университета;
e-mail: slenya@list.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Babkina Alexandra A. – post-graduate student of the department of Technosphere Safety and Ecology at the Russian State Social University;
e-mail: alexashka2506@mail.ru

Zubkova Valentina M. – doctor of biological sciences, professor, professor of the department of Technosphere Safety and Ecology at the Russian State Social University;
e-mail: vzubkova@rambler.ru

Belozubova Natalia Yu. – candidate of biological sciences, associate professor of the Department of Technosphere Safety and Ecology at the Russian State Social University;
e-mail: gerlinger_natali@mail.ru

Gorbunova Vasilisa A. – post-graduate student of the department of Technosphere Safety and Ecology at the Russian State Social University;
e-mail: slenya@list.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Бабкина А.А., Зубкова В.М., Белозубова Н.Ю., Горбунова В.А. Анализ загрязненности снежного покрова в условиях антропогенной нагрузки // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2016. № 4. С. 78–87.
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-4-78-87

BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

A. Babkina, V. Zubkova, N. Belozubova, V. Gorbunova. Analysis of pollution of snow cover under anthropogenic load // Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences. 2016. no 4. Pp. 78–87.
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-4-78-87