

УДК 504.054

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НАЗЕМНЫХ И ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ В РАЙОНЕ ЛИКВИДАЦИИ РАКЕТНОЙ ТЕХНИКИ НА «ХИМЗАВОДЕ» – ФИЛИАЛЕ ОАО «КРАСМАШ» (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)

И.В. Горбачев¹, Т.А. Рождественская¹, А.В. Пузанов¹, А.В. Салтыков¹, А.В. Тарабара²

¹Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, E-mail: giv1980@yandex.ru

²ООО «ЭкоРК», Москва, E-mail: avtrbr@mail.ru

Проведен экологический мониторинг вне производственных площадок Химзавода – филиал ОАО «КРАСМАШ» (Красноярский край), который проводит ликвидацию жидкостных баллистических ракет подводных лодок. Исследованы снежный покров, почвы, растительные материалы (хвоя), поверхностные воды, донные отложения. За три года наблюдений не выявлено загрязнения ни одного из компонентов окружающей среды. Количественные и качественные показатели их состояния характеризуются фоновыми величинами. Ракетное топливо - несимметричный диметилгидразин – и его производные в наземных и водных экосистемах не обнаружены.

Ключевые слова: экологический мониторинг, почва, снежный покров, поверхностные и снеговые воды, растительность, донные отложения, несимметричный диметилгидразин, нитрозодиметиламин, тетраметилтетразен.

DOI: 10.24411/2410-1192-2019-15207

Дата поступления 2.03.2019

В соответствии с договорами о сокращении наступательных вооружений (СНВ-1 и СНВ-2) в 1993 г. в Российской Федерации началась ликвидация жидкостных баллистических ракет подводных лодок (БРПЛ) на специально созданных производственных объектах. В Красноярском крае такого рода работа ведется на предприятии Химзавод – филиал ОАО «КРАСМАШ». На всех типах БРПЛ используется в качестве топлива несимметричный диметилгидразин (НДМГ), окислителя – азота тетраоксид (АТ). Удаленные из топливных систем остатки компонентов ракетного топлива (КРТ) и загрязненные ими стоки, а также дренажные пары КРТ обезвреживаются термическим методом на специальных стационарных системах дожигания паров и промстоков. После слива остатков КРТ, пропаривания и продувки топливных баков и трубопроводов осуществляется

резка корпусов и утилизация ракет. При уничтожении промстоков, образующихся при отмывке складского оборудования и утилизации межконтинентальных баллистических ракет возможно загрязнение объектов окружающей среды НДМГ. Токсичность некоторых продуктов трансформации не ниже, чем у НДМГ.

В связи с этим исследование состояния окружающей среды района Химзавода – является весьма актуальной задачей. Экологический мониторинг компонентов ландшафтов проводился в 2014-2016 гг. за пределами производственных площадок объекта

Химзавод расположен в п. Подгорный, в 30 км к северо-востоку от г. Красноярска на правом берегу реки Енисей. Он окружен лесным массивом (березово-сосновый, осиново-березово-сосновый, сосново-березово-осиновый леса). Травянистый покров разнотрав-

но-злаковый, папоротниково-разнотравно-злаковый, разнотравно-злаково-папоротниковый. Почвенный покров представлен темно-серыми и серыми лесными почвами.

Объектами исследования являлись почва, снежный покров, поверхностные и снеговые воды, растительность (хвоя), донные отложения. Анализы выполнены в аккредитованном испытательном лабораторном центре ФГБУЗ ЦГиЭ № 51 ФМБА России фотометрическим методом. Заложены мониторинговые площадки (рис. 1). Отобраны поверхностные воды в озерах, а также донные отложения р. Толгут (точка 4). Свойства почв и донных отложений приведены в таблицах 1 и 2.

Почвы. Для оценки возможных изменений состояния почв вне производственных площадок были рассмотрены наиболее стабильные в отсутствие ан-

тропогенного влияния и эрозионных процессов показатели свойств почв: актуальная кислотность (рН), содержание гумуса и органического углерода, емкость катионного обмена и количество физической глины и физического песка, которые мало зависят от погодных условий (температура, осадки) одного вегетационного периода. Остальные компоненты химического состава почв – минеральные соединения азота, макрокатионы и анионы – лабильны, их содержание напрямую связано с количеством осадков и температурой конкретного теплого периода года, которые определяют скорость внутрипочвенного выветривания и микробиологических процессов. Так, в окислительных условиях в почвах усиливается нитрификация, а в восстановительных – аммонификация.

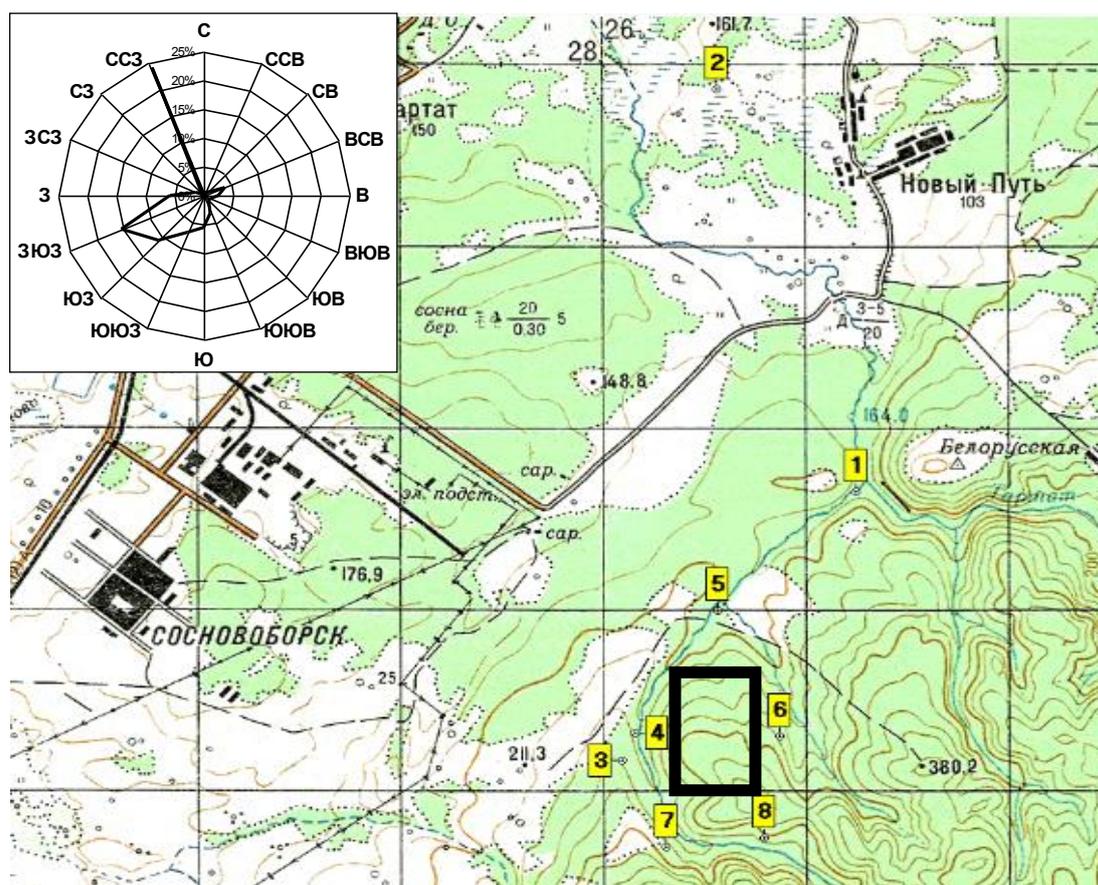


Рис. 1. Схема расположения точек отбора проб в районе Химзавода (филиал ОАО «КРАСМАШ»)

Анализ свойств и состава почв (серые лесные и темно-серые лесные) исследуемого района показал, что по величине актуальной кислотности почвенного раствора (рН) они являются слабокислыми (рН в пределах 5-6 ед.) и нейтральными (рН 6-7) (табл. 1). Содержание гумуса в большинстве проб – высокое (табл. 1), однако для темно-

серой лесной почвы этот показатель ниже, как и немного углерода в фоновой почве (точка 2). Количество веществ органической природы в остальных образцах отвечает подтиповой принадлежности почв – в серой лесной почве оно в 1,5-2 раза меньше, чем в темно-серых лесных.

Таблица 1

Общие свойства почв (0-20 см)

Дата отбора	рН, ед.	Гумус, %	Физические		Сумма водорастворимых солей, %	NO ₃ ⁻ , мг/кг	NO ₂ ⁻ , мг/кг	NH ₄ ⁺ обменный, мг/кг	ЕКО*
			песок, %	глина, %					
<i>Точка 2. Фон. Почва – темно-серая лесная среднемогучная суглинистая</i>									
XI 2014	6,7	3,7	76	24	0,04	14,6	0,6	29	34
VI 2015	6,0	3,3	78	22	0,05	11,4	0,3	52	26
X 2015	6,3	5,8	61	39	0,04	28,5	0,3	31	30
V 2016	7,2	6,2	79	21	0,04	12,6	0,6	33	33
IX 2016	6,7	5,5	80	20	0,02	6,4	0,5	36	36
<i>Точка 1. Почва – серая лесная среднемогучная суглинистая</i>									
XI 2014	6,2	4,2	68	32	0,05	43,9	0,4	29	35
VI 2015	5,3	4,6	77	23	0,07	35,5	0,2	62	28
X 2015	6,2	4,9	60	40	0,05	32,7	0,2	22	27
V 2016	6,4	5,1	74	26	0,04	23,5	0,6	29	31
IX 2016	6,5	5,5	81	19	0,02	16,8	1,2	39	44
<i>Точка 3. Почва – темно-серая лесная среднемогучная суглинистая</i>									
XI 2014	6,6	8,7	72	28	0,05	14,9	0,7	37	43
VI 2015	6,0	9,6	76	24	0,09	56,0	0,1	67	39
X 2015	6,4	8,5	68	32	0,06	25,4	0,5	26	41
V 2016	6,1	8,7	73	27	0,05	21,0	0,4	37	38
IX 2016	6,5	6,9	78	22	0,02	8,4	0,7	36	38
<i>Точка 5. Почва – темно-серая лесная среднемогучная легкосуглинистая</i>									
XI 2014	7,3	7,0	80	20	0,08	8,0	0,9	29	39
VI 2015	6,5	9,3	80	20	0,10	45,8	0,2	77	38
X 2015	6,9	8,4	71	29	0,08	25,6	0,4	33	38
V 2016	6,0	8,1	75	25	0,04	12,9	0,7	35	38
IX 2016	6,1	5,7	83	17	0,03	9,2	1,1	28	32
<i>Точка 6. Почва – темно-серая лесная могучная легкосуглинистая</i>									
XI 2014	6,4	8,5	80	20	0,07	25,7	0,8	49	40
VI 2015	6,3	8,0	78	22	0,12	58,2	0,3	78	36
X 2015	6,4	8,6	75	25	0,08	33,7	0,5	36	38
V 2016	5,8	8,5	71	29	0,04	10,2	1,0	21	36
IX 2016	6,4	6,9	81	20	0,03	34,5	0,4	19	42
<i>Точка 7. Почва – темно-серая лесная среднемогучная легкосуглинистая</i>									
VI 2015	5,7	6,8	83	17	0,07	54,8	0,1	64	33
X 2015	5,9	6,8	78	22	0,06	32,5	0,5	35	33
V 2016	5,9	8,7	76	24	0,04	28,0	0,5	37	36
IX 2016	6,8	6,5	81	19	0,02	10,1	0,4	26	38
<i>Точка 8. Почва – темно-серая лесная могучная легкосуглинистая</i>									
X 2015	6,2	7,7	78	22	0,06	27,8	0,6	37	33
V 2016	6,3	8,6	76	24	0,04	10,7	0,5	20	38
IX 2016	6,7	4,1	79	22	0,03	9,4	2,0	30	39
<i>Коэффициент вариации (без данных проб из фоновой точки), %</i>									
	6	23	7	22	46	58	68	44	11
<i>Среднее значение ± 3δ** (без данных проб из фоновой точки)</i>									
	5,1-7,5	2,3-12,2	60,2-91,7	8,3-39,8	–	–	–	–	24,1-49,3

Примечание: «–» – не определяли; * – емкость катионного обмена, ммоль(экв)/100 г почвы; **δ – среднеквадратичное отклонение от среднего.

Таблица 2

Общие свойства донных отложений, р. Толгут (точка 4)

Дата отбора	рН, ед.	С орг., %	Сумма фракций, %		Сумма водорастворимых солей, %	NO ₃ ⁻ , мг/кг	NO ₂ ⁻ , мг/кг	NH ₄ ⁺ обменный, мг/кг	ЕКО*
			>0,01 мм	<0,01 мм					
X 2014	7,4	0,9	89,3	10,7	0,05	8,4	1,0	21,2	22,4
X 2015	7,3	1,0	88,1	11,9	0,04	10,1	0,8	14,2	20,8
IX 2016	8,4	0,6	88,7	11,3	0,03	35,2	2,1	9,9	13,6

Поскольку почти все исследуемые почвы содержат большое количество гумуса, то их почвенный поглощающий комплекс хорошо развит, и им свойственна довольно высокая величина ЕКО (табл. 1).

Количество нитратов, концентрация которых в почвах нормируется Гигиеническими нормативами [1] (ПДК по NO₃⁻ 130 мг/кг), не превышает допустимой нормы. Содержание нитритов в почвах весьма низкое. Высокий динамизм аммонийной формы азота не позволяет разработать нормативы содержания соединения в почвах, которые с агрохимических позиций характеризуются высокой концентрацией аммония (более 8 мг/кг аммонийного азота).

Анализ водной вытяжки из почвы дает сведения о составе и количестве легкорастворимых веществ в ней и применяется для характеристики степени и характера засоления. Засоленными считаются почвы, имеющие сумму водорастворимых солей больше 0,2 %. По результатам анализа водной вытяжки исследуемые почвы являются незасоленными (табл. 1). В минеральной части почвенных растворов преобладают гидрокарбонаты (в основном кальция). Содержание натрия в абсолютном большинстве проб ниже предела обнаружения метода.

По гранулометрическому составу рассматриваемые образцы почв в основном легкосуглинистые (табл. 1), иногда встречаются супесчаные разновидности. В целом, гранулометрический состав легкий, т.к. обычно верхняя часть профиля серых лесных почв не-

сколько обеднена илистой фракцией, что связано с оподзоливанием и проявлением лессиважа. Преобладающей фракцией является мелкопесчаная или крупнопылеватая (точки 3 и 6).

Коэффициенты вариации показателей, рассматриваемых в качестве индикаторных, не превышают 33 %, а в случае рН и содержания физического песка – 10 %. Следовательно, совокупность почвенных образцов качественно и количественно однородная. Наличие слабой и умеренной вариации свойств связано с естественной дискретностью почв.

Все уровни рН, содержания гумуса и органического углерода, физической глины и физического песка, величины емкости катионного обмена заключены в пределах: среднее содержание ± 3 среднеквадратичных отклонения от среднего. Поэтому распределение характеристик подчиняется нормальному закону, что свидетельствует о природных источниках почвенного вещества. Превышений величин всех исследуемых показателей состояния почв над уровнем фона не выявлено.

Донные отложения в сравнении с почвой содержат меньшее количество органического вещества, хлоридов, магния, что обусловлено легким гранулометрическим составом и хорошей растворимостью некоторых соединений, обеспечивающих их вынос из донных отложений (табл. 2). В гранулометрическом составе превалирует фракция песка (около 90 %). Индикационные показатели варьируют в небольших пределах.

Поверхностные воды. Пробы поверхностных вод отбирали на двух мониторинговых площадках: № 1 и № 2. Фоновые значения концентрации контролируемых параметров определяли в образце в точке 2, находящейся в 6-ти км в северном направлении от Химзавода.

Качество воды водных объектов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рекреационного водопользования в России регламентируется Гигиеническими нормативами ГН 2.1.5.1315-03 [2] и СанПиН 2.1.5.980-00 [3]. По классификации О.А. Алёкина [4] воды исследуемых озер относятся к гидрокарбонатным кальциевым (табл. 3). По величине общей минерализации воды – пресные (минерализация менее $0,5 \text{ г/дм}^3$). Реакция среды вод в точке 1 – слабощелочная (рН в пределах 7,5-8,5 ед.), в точке 2 – слабощелочная и щелочная (рН в пределах 8,5-9,5 ед.); значение рН в воде последней превышает нормативы [3] в июне 2015 г. и мае 2016 г. Количество карбонатов и гидрокарбонатов соответствует данным для поверхностных вод. Концентрации хлоридов и сульфатов – в основном ниже предела обнаружения методов либо превышают его незначительно.

Содержание минеральных соединений азота существенно ниже их ПДК [2], причем в воде контролируемого озера (точка 1) в 4 пробах из 5 количество нитритов не превышает аналитического порога (табл. 3). По количеству азота аммония в воде согласно [5] оз. Подгорное можно отнести как к классу «очень чистые водоемы» (ноябрь 2014 г. и июнь 2015 г.), так и к классу «умеренно загрязненные» (октябрь 2015 г. и май 2016 г.), а также «чистые» (сентябрь 2016 г.), оз. Новый путь – «умеренно загрязненные» (октябрь 2015 г.), «чистые» и «очень чистые водоемы» – в другие периоды обследования

Повышение концентрации ионов аммония в водах в октябре 2015 г., причем фонового озера в большей степени,

отражает некоторое ухудшение санитарного состояния водных объектов. Это может быть обусловлено либо другими техногенными источниками загрязнения, либо является следствием изменения внутриводоемных биогеохимических процессов его образования. В следующие сроки пробоотбора ситуация по рассматриваемому показателю существенно улучшилась.

Таким образом, величины нормируемых показателей ионного состава воды оз. Подгорного не превышают уровня фона и соответствуют водам водных объектов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рекреационного водопользования [2-3]. В воде фонового озера отмечалось высокое значение рН в июне 2015 г. и мае 2016 г.

Снеговой покров как динамичная система отражает состояние атмосферы и является одним из эффективных способов контроля веществ, загрязняющих ее, а в дальнейшем и гидро- и педосферу. В исследованных образцах содержание карбонатов, хлоридов, натрия, фосфатов ниже пределов обнаружения методов (табл. 4). В большинстве проб ниже аналитического порога и количество сульфатов. Реакция жидкой фазы снега варьировала от слабокислой до щелочной, а в целом снеговые воды характеризуются высокими значениями рН (табл. 4-5).

Исследуемые снеговые воды относятся к категории ультрапресных природных вод. Тем не менее, их минерализация существенно превышает уровень глобального фона (табл. 4-5). Выше также концентрации гидрокарбонатов, кальция, магния, нитратов, в том числе и в пробе с фоновой площадки.

В целом, жидкая фаза снега района исследования характеризуется высоким в сравнении с данными по Сибирскому федеральному округу и по России содержанием макроионов, нитратов, более щелочной реакцией среды. Однако превышения содержаний компонентов химического состава снеговых вод над местным фоном (точка 2) не выявлено.

Таблица 3

Свойства и макроионный состав поверхностных вод, мг/дм³

Сроки отбора	pH, ед.	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	Минерализация	
XI 2014	8,1	18	219,6	<10	13,4	60,0	31,2	<1,0	1,74	<0,033	<0,05	86,9	
VI 2015	8,2	18	231,8	<10	12,0	52,0	14,4	3,1	0,17	<0,033	<0,05	314,0	
X 2015	8,1	<10	213,5	<10	<10,0	44,0	28,8	<1,0	0,91	<0,033	0,34	300,4	
V 2016	7,4	<10	115,9	<10	11,7	36,2	6,0	<1	3,96	0,050	0,26	165,0	
IX 2016	7,9	12	262,3	<10	<10,0	56,0	14,4	3,9	1,98	<0,033	0,23	341,6	
XI 2014	8,4	30	335,5	11,2	<i>Точка 2. Фои. Озеро Новый путь</i>								101,9
VI 2015	8,9	24	170,8	12,6	12,0	72,0	28,8	<1,0	1,88	0,046	0,08	101,9	
X 2015	8,2	<10	213,5	20,3	<10,0	44,0	7,2	5,9	1,14	<0,033	<0,05	247,7	
V 2016	9,0	24	170,8	10,5	<10,0	32,0	31,2	<1,0	1,98	<0,033	0,41	305,3	
IX 2016	8,1	12	201,3	<10	10,6	32,0	9,6	4,1	3,62	0,080	<0,05	241,5	
ПДК [2]	—	—	—	350	<10,0	44,0	14,4	4,2	1,71	0,129	0,25	265,7	
Требования к составу [3]	6,5-8,5	—	—	350	500	—	50	200	45	3,3	1,5*	—	
					500	—	—	—	—	—	—	не >1000	

Примечания: * — по азоту; «—» — нет данных.

Таблица 4

Свойства и макроионный состав снеговых вод, мг/дм³

Номер точки	Год	pH, ед.	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	Минерализация
2. Фон	2015	8,7	<10	54,9	<10	14,0	28,0	2,4	<1,0	5,97	<0,033	0,37	<0,002	100,0
	2016	7,5	<10	36,6	<10	<10	12,0	7,2	<1,0	2,52	0,049	0,20	<0,002	71,5
1	2015	7,6	<10	36,6	<10	10,9	16,0	4,8	<1,0	6,17	<0,033	0,22	<0,002	69,0
	2016	7,2	<10	36,6	<10	12,5	16,0	4,8	<1,0	3,52	0,053	0,21	<0,002	75,5
3	2015	8,0	<10	30,5	<10	<10	16,0	2,4	<1,0	4,29	<0,033	0,51	<0,002	58,3
	2016	6,4	<10	18,3	<10	<10	12,0	2,4	<1,0	2,28	<0,033	0,14	<0,002	46,2
5	2015	7,7	<10	30,5	<10	<10	16,0	2,4	<1,0	4,33	<0,033	0,37	<0,002	56,8
	2016	7,2	<10	36,6	<10	<10	16,0	2,4	<1,0	2,45	0,040	0,14	<0,002	67,7
6	2015	7,8	<10	18,3	<10	<10	4,0	2,4	<1,0	4,63	<0,033	0,47	<0,002	33,3
	2016	6,6	<10	24,4	<10	<10	12,0	2,4	<1,0	2,55	0,046	0,11	<0,002	51,9
7	2015	7,7	<10	24,4	<10	<10	12,0	2,4	<1,0	3,89	<0,033	0,37	<0,002	45,9
	2016	6,4	<10	18,3	<10	<10	8,0	7,2	<1,0	2,25	<0,033	0,14	<0,002	45,8
8	2016	6,2	<10	24,4	<10	<10	8,0	2,4	1,4	2,35	<0,033	0,11	<0,002	48,4

Таблица 5

Свойства и ионный состав (мг/л) атмосферных осадков на территории России

Год	pH	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	Ca ₂₊	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Минерализация
<i>Средневзвешенные за год концентрации ионов в осадках на станциях фонового мониторинга РФ</i>										
2014 [6]	3,6-7,8	0,3-6,2	0,5-1,8	1,2-2,8	0,2-0,9	0,4-2,1	0,1-0,4	0,4-2,1	0,2-0,8	5,1-14,2
2015 [7]	5,9-6,4	3,2-16,0	0,7-4,4	1,6-8,2	0,6-2,2	1,3-3,7	0,4-1,5	1,0-2,9	0,3-0,9	14,2-30,9
2016 [8]	5,4-6,3	0,4-2,9	0,3-1,6	0,9-3,7	0,2-1,0	0,5-1,2	0,1-0,6	0,5-2,0	0,3-0,9	–
2017 [9]	5,2-6,2	0,1-4,8	0,4-1,7	0,9-4,2	0,2-2,7	0,3-1,2	0,1-0,4	0,4-2,4	0,2-1,2	3,9-17,2
<i>Средневзвешенная концентрация ионов в осадках Сибирского федерального округа</i>										
2014 [6]	6,2	6,3	1,7	9,1	1,0	1,9	1,7	1,7	0,5	24,7
2015 [7]	6,2	6,2	1,6	8,2	1,1	1,7	1,5	1,6	0,5	–
2017 [9]	6,2	6,7	2,6	8,2	1,6	2,1	1,6	2,0	0,7	26,2

Примечание: «–» – нет данных.

Несимметричный диметилгидразин (НДМГ) обладает канцерогенным, эмбриотоксическим, гонадотоксическим, аллергическим эффектом, политропным действием, вызывает отравление при любых путях поступления в организм. НДМГ выделяется среди химических веществ высокой реакционной способностью и миграционной активностью в природных средах. Он представляет угрозу неблагоприятного воздействия на различные компоненты экосистемы вследствие вовлечения в биогеохимический круговорот [10-11]. При окислении в зависимости от условий образуются диметиламин, тетраметилтетразен, нитрозодиметиламин, метилендиметилгидразин, формальдегид и другие продукты окисления.

Исследованиями [11] установлено, что основным конечным продуктом распада НДМГ в почве является аммиак, в который превращается около 95 % вещества (из 1 моля НДМГ образуется 1,9 молей аммиака), допустимый уровень НДМГ в почве при прогнозировании опасности загрязнения грунтового потока превышает 10 мг/кг, а концентрация 0,3 мг/кг безопасна по миграционному водному показателю вредности с учетом поверхностного смыва вещества в открытые водоемы. Наименьшая концентрация НДМГ, при которой обнаруживаются значимые изменения биохимической активности почвы – 1,0 мг/кг. Согласно [11] пороговая концентрация

НДМГ в почве по влиянию на ферментативные процессы может быть принята на уровне 1,0 мг/кг. ПДК НДМГ в почвах составляет 0,1 мг/кг [12], в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования – 0,02 мг/дм³ [10].

Нитрозодиметиламин (НДМА) хорошо растворим в воде, спирте, эфире и других органических растворителях. Обладает умеренной реакционной способностью за счет нитрозоаминной группы. Вступает в реакцию окисления и восстановления. В зависимости от восстанавливающего агента реакция может протекать с образованием несимметричного диметилгидразина, диметилгидразина, диметиламина и др. НДМА легко расщепляется под действием неорганических кислот и ультрафиолетового облучения на исходный амин и азотную кислоту. Для человека при попадании внутрь смертельные дозы НДМА в диапазоне 10-60 мг/кг. ПДК в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования – 0,01 мг/дм³ [10].

Тетраметилтетразен (ТМТ) – продукт разложения несимметричного диметилгидразина. Растворим в воде и жирах. При остром отравлении проявляется раздражение слизистых дыхательных путей и угнетение деятельности нервной системы. Гибель наступает в течение суток. ПДК для воды [10] – 0,01 мг/дм³.

Таблица 6
Содержание НДМГ и его производных в компонентах природной среды (2016), мг/кг

Номер точки	НДМГ			НДМА		ТМТ	
	снег	почва	хвоя	снег	почва	снег	почва
2 – фон	<0,01	<0,02	<0,2	<0,01	<0,01	<0,1	<0,2
1	<0,01	<0,02	<0,2	<0,01	<0,01	<0,1	<0,2
3	<0,01	<0,02	<0,2	<0,01	<0,01	<0,1	<0,2
5	<0,01	<0,02	<0,2	<0,01	<0,01	<0,1	<0,2
6	<0,01	<0,02	<0,2	<0,01	<0,01	<0,1	<0,2
7	<0,01	<0,02	<0,2	<0,01	<0,01	<0,1	<0,2
8	<0,01	<0,02	<0,2	<0,01	<0,01	<0,1	<0,2

Таблица 7
Содержание загрязняющих веществ в воде и донных отложениях водных объектов, 2016 г.

Место отбора	Вещество	Содержание
<i>В воде водоемов, мг/дм³</i>		
Т 1, оз. Подгорное	НДМГ	<0,01
	НДМА	<0,01
	ТМТ	<0,1
Т 2, оз. Новый путь (фон)	НДМГ	<0,01
	НДМА	<0,01
	ТМТ	<0,1
<i>В донных отложениях, мг/кг</i>		
Т 4, р. Толгуг	НДМГ	<0,02
	НДМА	<0,01
	ТМТ	<0,2

Ни в одном из исследуемых объектов НДМГ и продуктов его трансформации за все годы наблюдений не обнаружено. В качестве примера приведены данные за 2016 г. (табл. 6-7).

Выводы

Свойства почв мониторинговых площадок характеризуются фоновыми величинами показателей и варьируют в пределах естественной флуктуации. Изменение химического состава почв за три года наблюдений не установлено.

Воздействие Химзавода – филиала ОАО «КРАСМАШ» на окружающую среду квалифицируется как допустимое, поскольку содержание загрязняющих веществ в компонентах природной среды находится в пределах ПДК.

Выбросы Химзавода – филиала ОАО «КРАСМАШ» на протяжении всего периода наблюдений не оказывают негативного влияния на компоненты ландшафтов вне производственных площадок.

Не выявлено воздействия завода и на гидрохимию сопряженных водоемов. Все отобранные пробы воды соответствует нормативным требованиям, предъявляемым к водам водных объектов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рекреационного водопользования.

Жидкая фаза снега района исследования характеризуется высоким в сравнении с данными по Сибирскому федеральному округу и по России содержанием макрокомпонентов, нитратов, более щелочной реакцией среды. Однако превышения концентраций компонентов химического состава снеговых вод над местным фоном не выявлено.

Список литературы

1. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. – М., 2006.
2. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – М., 2003.

3. СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод. – М., 2000.
4. Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1953. – 296 с.
5. Гусева Т.В., Молчанова Я.П., Заика Е.А. и др. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справ. – Эколайн, 2000. <http://www.ecoline.ru/mc>.
6. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2014 г. – М., Росгидромет, 2015. – <http://www.meteorf.ru/>.
7. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2015 г. – М., Росгидромет, 2016. – <http://www.meteorf.ru/>.
8. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2016 г. – М., Росгидромет, 2017. – <http://www.meteorf.ru/>.
9. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2017 г. – М., Росгидромет, 2018. – <http://www.meteorf.ru/>.
10. ГОСТ Р 52985-2008 Экологическая безопасность ракетно-космической техники. Общие технические требования.
11. Шкаева И.Е., Радиллов А.С., Дулов С.А. и др. Обоснование гигиенического стандарта безопасности (ПДК) несимметричного диметилгидразина в почве // Мир науки, культуры, образования. – 2010. – № 5 (24). – С. 267-271.
12. Гигиенический норматив ГН 2.1.7.2735-10 «Предельно допустимая концентрация (ПДК) 1,1-диметилгидразина (гептила) в почве» – М., 2010.

References

1. Gigiyenicheskiye normativy GN 2.1.7.2041-06 Predelno dopustimye kontsentratsii (PDK) khimicheskikh veshchestv v pochve. – М., 2006.
2. Gigiyenicheskiye normativy GN 2.1.5.1315-03 Predelno dopustimye kontsentratsii (PDK) khimicheskikh veshchestv v vode vodnykh obyektov khozyaystvenno-pityevogo i kulturno-bytovogo vodopolzovaniya. – М., 2003.
3. SanPiN 2.1.5.980-00 Gigiyenicheskiye trebovaniya k okhrane poverkhnostnykh vod. – М., 2000.
4. Alekin O.A. Osnovy gidrokhimii. – L.: Gidrometeoizdat, 1953. – 296 s.
5. Guseva T.V., Molchanova Ya.P., Zaika Ye.A. i dr. Gidrokhimicheskiye pokazateli sostoyaniya okruzhayushchey sredy: sprav. – Ekolayn, 2000. <http://www.ecoline.ru/mc>.
6. Obzor sostoyaniya i zagryazneniya okruzhayushchey sredy v Rossyskoy Federatsii za 2014 g. – М., Rosgidromet, 2015. – <http://www.meteorf.ru/>.
7. Obzor sostoyaniya i zagryazneniya okruzhayushchey sredy v Rossyskoy Federatsii za 2015 g. – М., Rosgidromet, 2016. – <http://www.meteorf.ru/>.
8. Obzor sostoyaniya i zagryazneniya okruzhayushchey sredy v Rossyskoy Federatsii za 2016 g. – М., Rosgidromet, 2017. – <http://www.meteorf.ru/>.
9. Obzor sostoyaniya i zagryazneniya okruzhayushchey sredy v Rossyskoy Federatsii za 2017 g. – М., Rosgidromet, 2018. – <http://www.meteorf.ru/>.
10. GOST R 52985-2008 Ekologicheskaya bezopasnost raketno-kosmicheskoy tekhniki. Obshchiye tekhnicheskiye trebovaniya.
11. Shkayeva I.E., Radilov A.S., Dulov S.A. i dr. Obosnovaniye gigiyenicheskogo standarta bezopasnosti (PDK) nesimmetrichnogo dimetilgidrazina v pochve // Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya. – 2010. – № 5 (24). – S. 267-271.
12. Gigiyenicheskiy normativ GN 2.1.7.2735-10 «Predelno dopustimaya kontsentratsiya (PDK) 1,1-dimetilgidrazina (geptila) v pochve» – М., 2010.

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF GROUND AND WATER
ECOSYSTEMS IN THE AREA OF ELIMINATION OF ROCKET
EQUIPMENT AT CHEMICAL PLANT, A BRANCH OF «KRASMASH»
PUBLIC CORPORATION (KRASNOYARSK KRAI)

I.V. Gorbachev, T.A. Rozhdestvenskaya, A.V. Puzanov, A.V. Saltykov, A.V. Tarabara

¹Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, E-mail: giv1980@yandex.ru

²ООО «EkoRK», Moscow, E-mail: avtrbr@mail.ru

Environmental monitoring was implemented in the course of elimination of liquid-bone ballistic missiles of submarines outside the chemical plant, a branch of «KRASMASH» public corporation. Snow cover, soils, plant materials (acerose leaves), surface water and bottom sediments were studied. Three year-observations give no evidence of any environmental component pollution. Quantitative and qualitative indicators of their state are within the background ones. Rocket fuel (asymmetric dimethylhydrazine) and its derivatives were not detected in terrestrial and aquatic ecosystems.

Keywords: environmental monitoring, soil, snow cover, surface and snow waters, vegetation, bottom sediments, asymmetric dimethylhydrazine, nitrosodimethylamine, tetramethyltetrazene.

Received March 2, 2019