ЭКОЛОГИЯ, БИОЦЕНОЛОГИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ

УДК 504.054 / 502.052

DOI: 10.30758/0555-2648-2019-65-1-105-117

НЕФТЯНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЕРРИТОРИЙ ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОБСКОЙ ГУБЫ

О.А. КУЛИКОВА*, Е.А. МАЗЛОВА, Д.И. БРАДИК, Е.П. КУДРОВА,
Н.В. ТКАЧЕВ

*Российский государственный университет нефти и газа
(национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина, Москва, Россия*

*kulikova@bk.ru

OIL POLLUTION OF THE WESTERN GULF OF THE OB COAST

O.A. KULIKOVA*, E.A. MAZLOVA, D.I. BRADIK, E.P. KUDROVA,
N.V. TKACHEV

Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), Moscow, Russia

*kulikova@bk.ru

Received January, 21, 2019

Accepted March, 14, 2019

Keywords: Arctic, environmental damage, environmental monitoring, oil pollution.

Summary

The article reports the results of the summer 2018 expedition to Cape Kamenny (of the Ob bay, Yamalo-Nenets Autonomous Region) and the nearby non-functioning oil product supply facility (OPSF). The aim of the study was to monitor the current environmental situation and assess the level of oil pollution of environmental objects on these territories. The field and laboratory studies revealed the need to treat and remediate the oil-polluted soils, water bodies and wetlands.

The field surveys of the territories showed the presence of visible oil polluted sites. The results of the laboratory tests revealed an excess of maximal permissible concentration (MPC) levels (1.3 – 6.2 MPC) for the water bodies located near the sources of oil pollution. The soil samples near the OPSF demonstrate a significant excess of oil products content (up to 1474 times). The soils sampled at Cape Kamenny are characterized by smaller content of oil products.

Since the non-functioning OPSF is situated on a territory that has always been polluted by oil, it seems necessary to develop a land remediation plan to rehabilitate the site and to prevent a further pollution of the adjacent territories due to the migration of the pollutants.

The oil pollution levels established for Cape Kamenny territory indicate a fairly high level of anthropogenic pressure in this area. Due to the low comparatively low soil stability in the area, it

Citation: Kulikova O.A., Mazlova E.A., Bradik D.I., Kudrova E.P., Tkachev N.V. Oil pollution of the western Gulf of the Ob coast. *Problemy Arktiki i Antarktiki*. Arctic and Antarctic Research. 2019, 65, 1: 105–117. [In Russian]. doi: 10.30758/0555-2648-2019-65-1-105-117.

appears necessary to augment the measures for controlling the oil products leakage and spills at all the potentially hazardous objects.

Поступила 21 января 2019 г.

Принята к печати 14 марта 2019 г.

Ключевые слова: Арктика, нефтяное загрязнение, экологический мониторинг, экологический ущерб.

Проведен мониторинг нефтяного загрязнения объектов окружающей среды на территории п. Мыс Каменный и расположенного поблизости нефункционирующего объекта нефтепродуктоснабжения. Целью исследования являлась оценка уровня нефтяного загрязнения объектов окружающей среды на территории природно-антропогенных комплексов западного побережья Обской губы в районе п. Мыс Каменный. Определены уровни загрязнения объектов окружающей среды нефтью и нефтепродуктами, установлены превышения величин ПДК для отдельных точек экологического мониторинга. Рекогносцировочные и камеральные исследования выявили необходимость проведения мероприятий по рекультивации нефтезагрязненных участков.

ВВЕДЕНИЕ

Активное освоение территорий Крайнего Севера и Арктики, начатое в XX в. и ставшее современной тенденцией развития ресурсного потенциала России, привело к тому, что природные экосистемы Арктической зоны страны подверглись существенному антропогенному воздействию. Строительство и эксплуатация военных и промышленных объектов, согласно презумпции экологической опасности таких объектов, напрямую связаны с экологическими рисками загрязнения и нарушения объектов природной окружающей среды.

Потенциальная устойчивость почв определяется их способностью к самоочищению — механическому рассеянию и выносу за пределы почвенного профиля загрязняющих веществ и продуктов их метаболизма, физико-химическому и биологическому разложению компонентов нефти и нефтепродуктов. В целом почвы Арктической зоны России имеют низкую и очень низкую способность к самоочищению, продолжительностью в десятки лет. Скорость естественного восстановления растительности на этих почвах оценивается в 10–30 лет [1].

Данная специфика региона делает проблему загрязнения и нарушения объектов окружающей среды Арктики еще более значимой и требующей особого внимания и подхода.

Целью исследования являлись мониторинг текущей экологической обстановки и оценка уровня нефтяного загрязнения объектов окружающей среды на территории природно-антропогенных комплексов западного побережья Обской губы в районе п. Мыс Каменный, Ямало-Ненецкий автономный округ.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Экологический мониторинг проводился на территории п. Мыс Каменный (Карское море, Обская губа, юго-восточный Ямал) и расположенного поблизости объекта нефтепродуктоснабжения (ОНПС). Исследование осуществлялось в два этапа: экспедиционный и лабораторно-камеральный.

В ходе экспедиционного этапа исследования были проведены рекогносцировочные обследования данных территорий, отбор проб воды, почвогрунтов, донных отложений, осадков. Для территории нефункционирующего ОНПС были установлены 22 точки периметра (рис. 1) и основных мест видимого

Рис. 1. Схема расположения точек периметра ОНПС.

📍 — точка отбора проб за пределами периметра территории обследования; 🔴 — участок видимого нефтяного загрязнения; 1–22 — точки периметра территории обследования

Fig. 1. Layout of the OPSF perimeter points.

📍 — sampling point outside the perimeter of the territory surveyed; 🔴 — site of visible oil contamination; 1–22 — perimeter points of the territory surveyed

нефтяного загрязнения, в данных точках были определены основные характеристики объектов окружающей среды с использованием экспресс-анализаторов:

- прибора контроля параметров почвы Rapitest 1835 Luster Leaf Digital 3-Way Soil Analyzer (Luster Leaf Products, Inc.);

- экспресс-анализатора воды Hanna Instruments HI 98130 Waterproof pH/Conductivity/TDS Tester with ATC, High Range (Hanna Instruments S.R.L.).

Для почвогрунтов были определены величины pH, температура и интегральный показатель содержания биогенных элементов (NPK): азота, фосфора и калия. Для водной среды были установлены pH, температура, общая минерализация и электропроводность.

В границах установленного периметра проводился отбор проб для их дальнейшего лабораторного исследования (координаты объекта: 73°21'40,3" в.д., 68°31'50,7" с.ш.). Всего в ходе экспедиции на территории ОНПС было отобрано 6 проб воды, 6 проб донных отложений и осадков, 9 проб почвогрунтов, включая фоновую пробу для установления фоновых концентраций загрязняющих веществ.

На территории п. Мыс Каменный были отобраны 4 пробы почвогрунтов на участках, непосредственно прилегающих к потенциальным источникам загрязнения: склад горюче-смазочных материалов (ГСМ) вертолетной площадки, резервуарный парк нефтепродуктов, свалка твердых коммунальных отходов (ТКО). Были также отобраны 8 проб донных отложений озер на территории поселка, песка литоральной зоны побережья Обской губы, осадков и шламов с мест видимого нефтяного загрязнения на переувлажненной территории. Кроме того, для определения

Рис. 2. Схема расположения точек отбора проб на территории п. Мыс Каменный.

📍 — точка отбора проб; 1 — территория вертолетной площадки, цистерн ГСМ; 2 — резервуарный парк нефтепродуктов; 3 — свалка твердых коммунальных отходов (ТКО), лома, техники; 4 — закрытый инфраструктурный объект нефтеналивного Арктического терминала

Fig. 2. Layout of the sampling points at Cape Kamenny.

📍 — sampling point; 1 — heliport deck, fuel and lubricant materials tanks; 2 — tank field; 3 — dumping ground; 4 — the Arctic oil terminal facility

экологического состояния поверхностных водных объектов на территории поселка были отобраны 9 проб природных вод (рис. 2).

Для всех точек отбора проб были установлены pH, температура, содержание биогенных элементов для почвогрунтов, общая минерализация и электропроводность для водных объектов.

Обследование территорий и отбор проб производились в соответствии с требованиями [2–10]. Для проведения лабораторных исследований и анализов отобранные пробы были подготовлены в соответствии со стандартными методиками.

Пробы влажных природных почвогрунтов были высушены при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния, очищены от растительных и других посторонних включений [1]. Из подготовленных почвогрунтов были отобраны средние аналитические пробы с целью определения исходного содержания нефтепродуктов. Пробоподготовка осуществлялась согласно методике EPA method 3545 [11] с использованием экстрактора Thermo Scientific Dionex ASE 150, в качестве растворителя был использован спектрально чистый н-гексан. Анализ проводился в соответствии со стандартной методикой ПНД Ф 16.1:2.21-98 [12].

Лабораторные анализы воды проводились в соответствии с методикой ПНД Ф 14.1:2.4.128-98 [13] на приборе Флюорат 02-3М. Анализ содержания нефтепродуктов в образцах донных отложений и осадков проводился аналогично методам, используемым для анализа почв.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Рекогносцировочное обследование ОНПС показало, что территория характеризуется захламленностью, отмечены участки видимого нефтяного загрязнения почв. В таблице 1 представлены характеристики точек периметра и основных мест видимого нефтяного загрязнения.

Таблица 1

Характеристика нефункционирующего ОНПС

№ п/п	Описание точки обследования	Характеристики почвогрунтов			Характеристики поверхностных вод			
		Величина pH	Температура, °C	Показатель содержания биогенных элементов (NPK)	Величина pH	Температура, °C	Общая минерализация (TDS), ppm	Электропроводность, µCm
1	Металлическая труба (водоотведение), бочки из-под ГСМ, оборванный силовой кабель	–	–	–	–	–	–	–
2	Бочки из-под ГСМ, металлические конструкции, фрагменты деревянных помостов	6,60	3,89	3	–	–	–	–
3	Бочки из-под ГСМ, фрагменты деревянных конструкций, листы металла под растительным покровом	7,00	3,89	4	–	–	–	–
4	Шарнирные конструкции, металлические сооружения	6,60	1,67	4	7,83	7,3	-	-
5	Металлические конструкции основания радиоантенны	6,60	1,11	4	6,88	6,9	94	46
6		7,00	1,67	3	7,05	6,4	67	33
7		7,00	3,33	4	7,09	6,6	59	29
8		6,40	1,67	5	7,18	6,4	76	38
9	Хозяйственно-бытовая постройка, металлолом	7,00	4,44	4	7,05	9,7	32	16
10	Хозяйственно-бытовая постройка, металлолом, фрагменты деревянных конструкций, бочки из-под ГСМ, аккумуляторы	6,40	5,00	6	6,64	8,5	123	69
11	Хозяйственно-бытовые и технические постройки, болотистая местность, открытая вода с нефтяной пленкой	7,20	3,89	5	6,90	8,6	53	27
12	Транспортные средства, металлолом, бочки из-под ГСМ	6,40	3,89	4	–	–	–	–
13	Цистерна (объемом 53,1 м³) из-под нефтепродуктов	6,10	6,11	4	7,06	11,0	39	19
14	Цистерна (объемом 53,1 м³) из-под нефтепродуктов, в радиусе 5 м отсутствует растительность	6,10	4,44	4	–	–	–	–
15	Площадка, огороженная деревянными досками и бочками из-под ГСМ (обвалование), металлолом, дерево	6,10	8,33	6	7,11	9,4	23	11
16	Распределительная станция бывшего склада ГСМ, бочки из-под ГСМ	6,30	7,22	6	6,72	9,4	59	29
17	Огороженная обвалованием (бочки из-под ГСМ) площадка	7,00	5,56	4	6,78	9,5	83	42
18	Хозяйственно-бытовая постройка, металлолом, дерево, цистерна из-под ГСМ	7,00	5,56	4	–	–	–	–
19	Металлические конструкции основания антенны	5,80	5,00	4	6,92	6,5	26	13
20		6,80	3,33	6	6,85	6,5	39	19
21		6,80	5,00	6	6,88	6,6	38	19
22		6,40	2,78	4	6,82	6,5	56	28

Результаты рекогносцировочного обследования ОНПС, представленные в табл. 1, показали, что уровни pH природных сред характеризуются слабокислой и нейтральной реакциями среды. Так как, согласно почвенному районированию [14], почвенные зоны (подзоны) исследуемых равнинных территорий представлены тундровыми глеевыми почвами (глееземами) и подбурамитундровыми (подбурами), для которых характерны от слабокислой в верхних слоях до нейтральной с увеличением глубины реакции среды, то установленные величины pH соответствуют естественному уровню [15].

На территории п. Мыс Каменный выявлены потенциальные источники загрязнения объектов окружающей среды: жилой поселок, инфраструктурные объекты нефтеналивного Арктического терминала ПАО «Газпром нефть», вертолетная площадка, резервуарный парк нефтепродуктов, свалка ТКО.

Результаты определения содержания нефтепродуктов в пробах воды, почвогрунтов, донных отложений и осадков с указанием их основных характеристик в момент отбора проб представлены в таблицах 2–4.

Таблица 2

Установленные уровни нефтяного загрязнения поверхностных вод

№ п/п	Содержание нефтепродуктов, мг/дм ³	ПДК _{к.б.} ¹ / ПДК _{р.х.} ² для нефти и нефтепродуктов, мг/дм ³	Кратность превышения ПДК _{к.б.} / ПДК _{р.х.}	pH	Температура, °C	Общая минерализация (TDS), ppm	Электропроводность, мСм	Содержание нефтепродуктов в пробах донных отложений, г/кг
Заброшенный объект нефтепродуктоснабжения								
1	0,015	0,3 (0,1 ³) / 0,05	—	6,72	9,4	59	29	199,9
2	0,078		—	7,11	9,4	23	11	29,43
3	0,044		—	7,05	—	—	—	33,35
4	0,214		0,7 (2,1 ³) / 4,3	7,10	6,6	59	29	—
5	0,035		—	6,85	6,5	39	19	3,76
6	0,310		1,0 (3,1 ³) / 6,2	7,83	7,3	—	—	0,499
п. Мыс Каменный								
7	0,022	0,3 (0,1 ³) / 0,05	—	7,26	9,9	24	12	—
8	0,007		—	7,55	7,0	98	48	—
9	0,064		0,2 (0,6 ³) / 1,3	7,62	9,9	125	63	—
10	0,012		—	7,66	12,6	82	41	—
11	0,014		—	7,51	12,1	25	12	—
12	0,019		—	6,81	13,7	93	46	—
13	0,105		0,4 (1,0 ³) / 2,1	9,49	12,0	32	16	0,10
14	0,183		0,7 (1,8 ³) / 3,7	7,35	13,3	16	8	2,10
15	0,034		—	9,53	12,4	31	15	0,07

Примечания. 1 — ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования; 2 — приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13 декабря 2016 г. № 552 Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения; 3 — для показателя «нефть высокосернистая».

В целом существенные превышения уровня ПДК характерны для двух точек отбора проб на территории ОНПС: 6,2ПДК_{р.х.} в месте слива отработанных ГСМ и 4,3ПДК_{р.х.} в озере в заболоченном участке между хозяйственно-бытовыми постройками и бывшим складом ГСМ.

Концентрации нефтепродуктов в пробах воды в п. Мыс Каменный в целом не превышают установленные уровни ПДК, за исключением проб № 9, 13, 14, отобранных в Обской губе (№ 9) и на территории резервуарного парка, в озере, прилегающем к нему (№ 13, 14). Прибрежные воды Обской губы характеризовались величиной $pH \pm 7,6$, что соотносится с результатами других исследований «морской» части Обской губы в летний период [16, 17]. Показатель общей минерализации (82–125 ppm) прибрежных вод Обской губы соответствует пресным водам [18], что также согласуется с данными о низкой минерализации вод Обской губы [16, 19].

Результаты лабораторных анализов проб воды и донных отложений на территории ОНПС, отобранных в озере в понижении рельефа со стороны бывшего склада ГСМ и участков нефтяного загрязнения, показали, что концентрация нефтепродуктов в воде не превышает установленных ПДК для всех видов водопользования. В то же время содержание нефтепродуктов в донных отложениях составляет 29,43–199,9 г/кг, что может, с одной стороны, свидетельствовать о депонировании загрязнителя в донных отложениях, а с другой, объясняться непостоянностью уровня поверхностных вод вследствие выпадения атмосферных осадков в период отбора проб.

Таблица 3

Установленные уровни нефтяного загрязнения почвогрунтов

№ пробы	Содержание нефтепродуктов, г/кг	Превышение фонового содержания, разы	Превышение рекомендуемой допустимой концентрации 1 г/кг [22], разы	pH	Температура, °C	Показатель содержания биогенных элементов (NPK)
Заброшенный объект нефтепродуктоснабжения						
1	39,82	474	40	6,3	7,2	6
2	30,30	361	30	6,6	6,1	4
3	46,15	549	46	6,1	8,3	6
4	24,98	297	25	5,8	4,4	5
5	107,33	1278	107	6,4	7,2	5
6	123,82	1474	124	6,1	6,1	4
7	0,243	3	—	—	—	—
8	0,207	2	—	7,0	1,7	3
9 (фон)	0,084	—	—	6,6 – 7,0	2,8 – 3,3	0 – 3
п. Мыс Каменный						
10	0,58	—	—	7,0	11,1	0
11	0,84	—	—	7,0	9,4	0
12	1,51	—	1,5	7,0	9,4	0
13	0,39	—	—	7,0	7,8	0

Также следует отметить высокие значения величины рН (9,49–9,53), установленные в двух точках отбора проб (№ 13, 15) из озера, расположенного за резервуарным парком и свалкой ТКО, лома; установленные показатели среды в обеих точках определения являются аномально высокими для рН природных вод. Предположительно причиной сдвига реакции водной среды являются фильтрационные воды свалки ТКО, которые могут характеризоваться слабощелочной и щелочной реакцией среды [20, 21].

На исследуемой территории ОНПС установлены участки значительного загрязнения почвогрунтов нефтью и нефтепродуктами в сравнении с содержанием нефтепродуктов в образце фонового почвогрунта. Однако общая проба, отобранная методом конверта с территории ненарушенного растительного покрова без видимых участков нефтяного загрязнения, и проба почвогрунта, взятая с участка с точками периметра № 22 – 5 – 8 – 19, не показали превышений относительно рекомендуемой допустимой концентрации.

Таблица 4

**Результаты определения содержания нефтепродуктов в пробах
шламов, осадков, песка, г/кг**

№ п/п	Место отбора пробы	Содержание нефтепродуктов, г/кг
1	ОНПС. Бревенчатый помост, установленный на бочках из-под ГСМ для цистерны (цистерна отсутствует). Видимые признаки нефтяного загрязнения	173,7
2	п. Мыс Каменный. Литоральная зона побережья Обской губы	0,03
3	п. Мыс Каменный. Литоральная зона побережья Обской губы	0,10
4	п. Мыс Каменный. Литоральная зона побережья Обской губы	0,02
5	п. Мыс Каменный. Цистерны ГСМ, бочки ГСМ, труба, распределительная будка	0,01
6	п. Мыс Каменный. Обводненный участок с видимыми признаками нефтяного загрязнения	0,91

На территории п. Мыс Каменный повышенное содержание нефтепродуктов характерно для образцов почвогрунтов, собранных на территории резервуарного парка.

Как показано в табл. 4, значительное содержание нефтепродуктов определено только для пробы, отобранной на территории ОНПС. Результаты обследования литоральной зоны побережья Обской губы не выявили высоких уровней нефтяного загрязнения.

Сведения о нефтяном загрязнении, полученные в ходе лабораторных исследований проб, указывают на локальный характер загрязнения на участках непосредственного расположения потенциальных источников нефтяного загрязнения и прилегающих к ним территориях. Однако высокие уровни грунтовых вод и интенсивный поверхностный сток в летний период способствуют массопереносу загрязнителей и, как результат, загрязнению соседних территорий. Как было отмечено в ходе рекогносцировочных обследований и по литературным данным [23], попадание нефти и нефтепродуктов в объекты окружающей среды приводит к нарушению естественных функций экосистем, в частности к угнетению растительного покрова.

По данным Национального атласа Арктики [1], территория исследования относится к районам с низкой относительной интенсивностью деградации нефти

Рис. 3. Фрагмент карты устойчивости почв к загрязнению нефтью и нефтепродуктами [1].
 ○ — территория обследования; 1 — почвы равнин, характеризующиеся низкой относительной интенсивностью деградации нефти и нефтепродуктов; 2 — почвы равнин, характеризующиеся умеренной относительной интенсивностью деградации нефти и нефтепродуктов

Fig. 3. Fragment of the map showing soil resistances to oil and oil products pollution [1].
 ○ — the territory surveyed; 1 – flatlands soil characterised by low relative intensity of oil and oil products degradation; 2 – flatlands with moderate relative intensity of oil and oil products degradation and low relative intensity of oil and oil products dispersion (fig. 3).

Суммарная характеристика сравнительной устойчивости почв является низкой. В этой связи представляется необходимым проведение дальнейшего мониторинга загрязнения с целью установления потенциала самоочищения природных экосистем и разработки методов стимуляции естественных процессов деградации органических загрязнителей и рекультивации очагов нефтяного загрязнения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На территории ОНПС обнаружены участки значительного загрязнения почвогрунтов нефтью и нефтепродуктами в сравнении с содержанием нефтепродуктов в образцах фонового почвогрунта. Источниками нефтяного загрязнения являются заброшенные склады ГСМ, отдельные цистерны и бочки ГСМ. Концентрации нефтепродуктов в пробах воды в целом не превышают установленные уровни ПДК, за исключением отдельных проб, места отбора которых расположены в непосредственной близости к источникам нефтяного загрязнения.

Анализ проб донных отложений показал, что для некоторых участков содержание нефтепродуктов в донных отложениях во много раз превышает данные показатели для вод данных водных объектов, что, по всей видимости, свидетельствует о депонировании загрязнителей.

Так как заброшенный ОНПС относится к территории «исторического» нефтяного загрязнения, представляется необходимой разработка плана рекультивации

территории с целью ее реабилитации и предотвращения дальнейшего загрязнения смежных территорий вследствие миграции загрязнителей.

Результаты анализа проб почвогрунтов, отобранных в п. Мыс Каменный, показали превышение рекомендуемой допустимой концентрации нефтепродуктов [22] для пробы № 12, отобранной на территории резервуарного парка. Концентрации нефтепродуктов в пробах воды в п. Мыс Каменный в целом не превышают установленные уровни ПДК, за исключением проб, отобранных в Обской губе (№ 9) и на территории резервуарного парка, в озере, прилегающем к нему (№ 13, 14).

Отмечены экстремально высокие показатели pH водной среды озера (9,49–9,53) в п. Мыс Каменный, расположенного за резервуарным парком и свалкой ТКО, лома.

Установленные уровни нефтяного загрязнения объектов окружающей среды в п. Мыс Каменный свидетельствуют о достаточно высоком уровне антропогенной нагрузки на данной территории. Так, в силу низкой сравнительной устойчивости почв в районе исследования предлагается усилить меры контроля утечек и разливов нефти и нефтепродуктов на всех потенциально опасных объектах хозяйствования.

Таким образом, в ходе экспедиционного этапа научно-исследовательской работы и последующих лабораторных анализов собранных образцов была подтверждена необходимость проведения рекультивационных работ на территории «исторического» загрязнения и повышения экологической безопасности эксплуатируемых объектов в п. Мыс Каменный.

Благодарности. Научно-экспедиционные исследования были инициированы губернатором Ямало-Ненецкого автономного округа и организованы совместно Некоммерческим партнерством «Российский центр освоения Арктики» и РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина. Статья подготовлена в рамках Соглашения о сотрудничестве № 66/2018 от 15 июня 2018 г. между НП «Российский центр освоения Арктики» и РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина.

Авторы выражают благодарность д-ру хим. наук, проф. Михаилу Александровичу Силину за оказанную поддержку и помощь в организации экспедиции.

Acknowledgments. The research was initiated by the Governor of the Yamalo-Nenets Autonomous Region and organized jointly by the Non-Profit Partnership «Russian Center for Arctic Development» and Gubkin Oil and Gas University.

The article was prepared in the framework of the Cooperation Agreement No. 66/2018 between the Non-Profit Partnership «Russian Center for Arctic Development» and Gubkin University dated June 15, 2018.

The authors would like to thank Prof. Silin Mikhail A. for his support and assistance in organizing the expedition.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И., Алябина И.О. Устойчивость почв к загрязнению нефтью и нефтепродуктами. Карта М 1:40 000 000. Пояснительный текст // Национальный атлас Арктики. М.: Роскартография, 2017. С. 280.
2. ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М.: Стандартиформ, 2008. 9 с.
3. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к отбору проб. М.: Стандартиформ, 2008. 6 с.

4. ГОСТ 28168-89 Почвы. Отбор проб. М.: Стандартинформ, 2008. 11 с.
5. ГОСТ Р 53123-2008 (ИСО 10381-5:2005) Качество почвы. Отбор проб. Ч. 5. Руководство по изучению городских и промышленных участков на предмет загрязнения почвы. М.: Стандартинформ, 2009. 40 с.
6. ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб. М.: Стандартинформ, 2013. 38 с.
7. ГОСТ 17.1.5.05-85 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков». М.: Стандартинформ, 2010. 14 с.
8. ГОСТ 17.1.5.01-80 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность (с Изменением № 1). М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. 7 с.
9. Р (Рекомендации) 52.24.353-2012 Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод. Ростов-на-Дону: Росгидромет, ФГБУ «ГХИ», 2012. 40 с.
10. МУ (Методические указания) по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части организации и проведения наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов (Приказ Минприроды РФ № 112 от 24.02.2014) [Электронный ресурс] // Консультант-Плюс [Официальный сайт]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_166247/ (дата обращения 07.07.2018).
11. EPA method 3545 Pressurized Fluid Extraction (PFE) [Electronic resource] // United States Environmental Protection Agency [Official site]. URL: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/epa-3545a.pdf> (assessed 19.06.2016).
12. ПНД Ф 16.1:2.21-98 Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом с использованием анализатора жидкости «Флюорат-02». 2012.
13. ПНД Ф 14.1:2.4.128-98 Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». 2012.
14. Урусевская И.С., Горячкин С.В., Алябина И.О. Почвенно-экологическое районирование. Карта М 1:12 000 000. Пояснительный текст // Национальный атлас Арктики. М.: Роскартография, 2017. С. 282–285.
15. Атлас почв РФ [Электронный ресурс] // Электронная версия Национального атласа почв Российской Федерации [Официальный сайт]. URL: <https://soilatlas.ru/arkticheskie-pochvy-arktotundrovye-pochvy> (дата обращения 21.02.2019).
16. Артамонова К.В., Лапин С.А., Лукьянова О.Н., Маккавеев П.Н., Полухин А.А. Особенности гидрохимического режима Обской губы в период открытой воды // Океанология. 2013. Т. 53. № 3. С. 357–366.
17. Кузьмина И.Ю., Литвинова О.В., Кудашева Ф.Х. Изучение гидрохимического состава вод бассейна Обской губы // Вестник Башкирского ун-та. 2009. № 2. С. 381–384.
18. ГОСТ 27065-86 Качество вод. Термины и определения. М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. 19 с.
19. Ильин Г.В. Гидрологический режим Обской губы как новой области морского природопользования в российской Арктике // Наука юга России. 2018. Т. 14. № 2. С. 20–32.
20. Шамсиева Г.Ш., Найман С.М., Тунакова Ю.А. Исследование фильтрационных вод Самосыровской свалки города Казани как источника загрязнения природной среды // Вестник Казанского технологического университета. 2015. № 2. С. 450–453.
21. Островский Н.В. Полигон ТКО как объект ОВОС и экологической экспертизы // Твердые бытовые отходы. 2018. № 3. С. 16–19.

22. ГОСТ Р 57447-2017 Наилучшие доступные технологии. Рекультивация земель и земельных участков, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2017. 54 с.

23. Головатин М.Г., Пасхальный С.П. Современные экологические проблемы полуострова Ямал // Биологические ресурсы ЯНАО и проблемы их рационального использования. 2009. № 1 (63). С. 106–116.

REFERENCES

1. Gennadiev A.N., Pikovskij Ju.I., Aljabina I.O. *Ustojchivost' pochv k zagrizneniju neft'ju i nefteproduktami*. Soil resistance to pollution by oil and oil products. Map M 1:40 000 000. Explanatory text. Nacional'nyj atlas Arkтики. *National Atlas of the Arctic*. М.: Roskartografija, 2017. P. 280. [In Russian].
2. GOST 17.4.4.02-84 Nature protection. Soils. Methods for sampling and preparation of soil for chemical, bacteriological, helminthological analysis. Moscow: Standartinform Publ., 2008: 8 p. [In Russian].
3. GOST 17.4.3.01-83 Nature protection. Soils. General requirements for sampling. М.: Standartinform, 2008: 6 p. [In Russian].
4. GOST 28168-89 Soils. Sampling. М.: Standartinform, 2008: 11 p. [In Russian].
5. GOST R 53123-2008 (ISO 10381-5:2005) Soil quality. Sampling. Part 5. Guidance on the procedure for the investigation of urban and industrial sites with regard to soil contamination. Moscow: Standartinform, 2009: 40 p. [In Russian].
6. GOST 31861-2012 Water. General requirements for sampling. М.: Standartinform, 2013: 38 p. [In Russian].
7. GOST 17.1.5.05-85 Nature protection. Hydrosphere. General requirements for surface and sea waters, ice and atmospheric precipitation sampling. Moscow: Standartinform, 2010: 14 p. [In Russian].
8. GOST 17.1.5.01-80 Nature protection. Hydrosphere. General requirements for sampling of bottom sediments of water objects for their pollution analysis. М.: IPK Standard publishing house, 2002: 7 p. [In Russian].
9. R (Recommendations) 52.24.353-2012 Sampling surface land water and treated wastewater. Rostov-on the Don: Roshydromet, FGBU «GHI», 2012: 40 p. [In Russian].
10. MU (Metodicheskie ukazaniya) po osushhestvleniju gosudarstvennogo monitoringa vodnyh obektov v chasti organizacii provedenija nabljudenij za sodержaniem zagriznjajushhih veshhestv v donnyh otlozhenijah vodnyh obektov. Guidelines for the implementation of state monitoring of water bodies in terms of organizing and conducting observations on the content of pollutants in bottom sediments (Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation No. 112 dated February 24, 2014) [Electronic resource] // Consultant-Plus [Official site]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_166247/ (assessed 07.07.2018). [In Russian].
11. EPA method 3545 Pressurized Fluid Extraction (PFE) [Electronic resource] // United States Environmental Protection Agency [Official site]. URL: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/epa-3545a.pdf> (assessed 19.06.2016).
12. PND F 16.1:2.21-98 *Metodika vypolnenija izmerenij massovoj doli nefteproduktov v probah pochv i gruntov fluorimetricheskim metodom s ispol'zovaniem analizatora zhidkosti "Fljuorat-02"*. Methods for measuring the mass fraction of oil products in soil and soil samples by the fluorimetric method using the Fluorat-02 liquid analyzer. 2012. [In Russian].
13. PND F 14.1:2.4.128-98 *Metodika izmerenij massovoj koncentracii nefteproduktov v probah prirodnyh, pit'evykh i stochnykh vod fluorimetricheskim metodom na analizatore zhidkosti "Fljuorat-02"*. Methods of measuring the mass concentration of petroleum products in samples of natural, drinking and waste waters using the fluorimetric method on a Fluorat-02 liquid analyzer. 2012. [In Russian].

14. Urusevskaja I.S., Gorjachkin S.V., Aljabina I.O. *Pochvenno-jekologicheskoe rajonirovanie*. Soil-ecological zoning. Map M 1:12 000 000. Explanatory text. *Nacional'nyj atlas Arktiki*. National Atlas of the Arctic. M.: Roskartografija, 2017: 282–285. [In Russian].
15. Atlas of Soils of the Russian Federation [Electronic resource]. Electronic version of the National Atlas of Soils of the Russian Federation. URL: <https://soilatlas.ru/arkticheskie-pochvy-arktотundrovye-pochvy> (assessed 21.02.2019). [In Russian].
16. Artamonova K.V., Lapin S.A., Luk'janova O.N., Makkaveev P.N., Poluhin A.A. The features of the hydrochemical regime in the Ob inlet during the open water time. *Okeanologiya*. Oceanology. 2013, 53: 317–326. [In Russian].
17. Kuz'mina I.Ju., Litvinova O.V., Kudasheva F.H. Study of the hydrochemical composition of the waters of the Ob Bay. *Vestnik Bashkirskogo Universiteta*. Bulletin of Bashkir University. 2009, 14: 381–384. [In Russian].
18. GOST 27065-86 Water quality. Terms and definitions. M.: IPK Standard publishing house, 2003: 19 p. [In Russian].
19. Ilyin G.V. Hydrological conditions of the Ob bay as new area of maritime wildlife management in the Russian Arctic. *Nauka juga Rossii*. Science of the South of Russia. 2018, 14: 20–32. [In Russian].
20. Shamsieva G.Sh., Nayman S.M., Tunakova Ju.A. Samosyrovo landfill leachate as a source of natural pollution environments. *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta*. Bulletin of Kazan technological University. 2015, 18: 450–453. [In Russian].
21. Ostrovskij N.V. Landfill MSW as an object of EIA and environmental impact assessment. *Tverdye bytovye othody*. Solid waste. 2018, 3 (141): 16–19. [In Russian].
22. GOST R 57447-2017 Best available techniques. Reclamation of lands contaminated with oil and oil products. Basis principles. M.: Standartinform, 2017: 54 p. [In Russian].
23. Golovatin M.G., Pashal'nyj S.P. Modern environmental problems of the Yamal Peninsula. *Biologicheskie resursy JaNAO i problemy ih racional'nogo ispol'zovanija*. Biological resources of the YNAO and problems of their rational use. 2009, 1 (63): 106–116. [In Russian].