УДК 550.43: 631.423.4 DOI: 10.31431/1816-5524-2021-2-50-40-47

ЭКОЛОГО–ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПОЧВАХ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ НИЖНЕГО ПРИАМУРЬЯ И СЕВЕРНОГО САХАЛИНА (ДАЛЬНИЙ ВОСТОК)

©2021 Е.А. Жарикова, В.А. Семаль

ФНЦ биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток, Россия, 690022; e-mail: ejarikova@mail.ru

Установлено фоновое содержание нефтяных углеводородов (НУВ) в наиболее распространенных почвах Нижнего Приамурья и Северного Сахалина. Были проанализированы около 300 образцов, отобранных из поверхностных слоев и горизонтов 8 типичных разрезов почв. Установлен аккумулятивный характер распределения НУВ по профилю почв, наибольшее их содержание выявлено в органогенных горизонтах. Почвы элювиальных ландшафтов (подзолы, подбуры и буроземы грубогумусовые) содержат меньшее количество НУВ по сравнению с почвами аккумулятивных территорий (торфяные и аллювиальные). Максимальное содержание НУВ выявлено в абраземах. Содержание НУВ в антропогенных абраземах Нижнего Приамурья оценивается как допустимое, уровень загрязнения в антропогенных абраземах на Северном Сахалине варьирует от низкого до очень высокого. Полученные результаты по фоновому содержанию НУВ могут использоваться для оценки загрязнения почв и при проведении мониторинговых исследований.

Ключевые слова: нефтяные углеводороды, почвы, ландшафты, распределение, загрязнение.

ВВЕДЕНИЕ

Любая хозяйственная деятельность сопровождается возрастанием спроса на нефтепродукты, что приводит к росту объемов их производства, транспортировки и переработки, соответственно увеличивая возможность попадания в окружающую среду. Свой вклад в загрязнение вносят также сжигание ископаемого топлива (в том числе и попутного газа) и глобальный атмосферный перенос из промышленных районов. Помимо этого, в почву (верхний слой литосферы) нефтяные углеводороды могут поступать также из природных источников (при миграции из глубоких нефтеносных пластов и в результате биогеохимических преобразований органического вещества) (Геннадиев и др., 2015). Многочисленные выходы нефти на поверхность наблюдаются, в частности, на территории нефтепромыслов на северо-востоке Сахалина (Сотникова, Липатов, 2010). Поэтому риски негативного воздействия на природу, в том числе и на почвы, многократно возрастают в регионах разработки и эксплуатация нефтяных месторождений, объектов их обустройства и трубопроводов, таких как Северный Сахалин и северо-восточная часть Приамурья.

На территории Ногликского и Охинского районов Сахалинской области разрабатываются месторождения Центральная Оха, Одопту, Чайво, Пильтун-Астохское, Аркутун-Даги и проходят несколько трубопроводов. Реализация крупных нефтегазовых проектов производится в жестких гидрометеорологических и сейсмических условиях, что увеличивает риск техногенных катастроф. На территории Нижнего Приамурья (Николаевский и Ульчский районы Хабаровского края) проходят несколько трубопроводов, в том числе Оха – Комсомольск-на-Амуре.

Общее количество нефтяных углеводородов (НУВ) (в за рубежных публикациях Total petroleum hydrocarbon (TPH)) — это параметр, который широко используется для отображения общей концентрации нефтяных углеводородов в почвах, водах и донных осадках как индикатор содержания нефти. Этот комплексный показатель можно относительно легко и быстро определить, что делает его нормативным критерием, используемым повсеместно для оценки нефтяного загрязнения (Безносиков, Лодыгин, 2010; Panga, 2012; Pawlark et al., 2008; Saari et al., 2008).

До настоящего времени в большинстве стран мира нормативы допустимого содержания

нефти и нефтепродуктов в почве не установлены, поскольку степень их влияния на здоровье человека и различные компоненты экосистем зависит от многих параметров (типа почв, их гранулометрического состава и свойств, природно-климатических показателей, вида землепользования и др.). В России нефть и нефтепродукты относятся к третьему классу опасности, при оценке загрязнения ими почв в качестве допустимо уровня используют величину, равную 1000.0 мг/кг (при отсутствии какого-либо обоснования) (табл. 1) (Порядок..., 1993).

Официально разработаны и утверждены нормативы содержание НУВ в почвах лишь нескольких регионов (ХМАО-Югра, НАО, Ставропольский край и др.). Но качественная оценка и мониторинг современного состояния почв невозможны без знания фонового содержания в них нефтяных углеводородов, поскольку без этого показателя нельзя рассчитать коэффициент концентрации данного загрязнителя (Санитарно-эпидемиологические..., 2003). Поэтому определение местного геохимического фона НУВ в различных компонентах окружающей среды (горных породах, почвах, воде) является одним из наиболее важных вопросов прикладной геохимии (Хаустов, Редина, 2017; Russkikh et al., 2020; Tepanosyan et al., 2017).

Согласно рекомендациям Росгидромета для нефтедобывающих районов России фоновое значение содержания НУВ составляет 100 мг/кг, а для районов, не ведущих добычу нефти, — 40 мг/кг (Методические, 1996). Однако в почвах Сахалина, с развитыми здесь месторождениями нефти, среднее содержание НУВ в поверхностных органогенных горизонтах может достигать 521 мг/кг (на основании ограниченной выборки из 53 точек обследования), варьируя в очень широких пределах (8–5910 мг/кг). Максимальные значения выявлены в буроземах южной части острова (Цветнова, Щеглов, 2019; Щеглов, Цветнова, 2009). Полное отсутствие информации о содержании НУВ в почвах других таежных территорий Дальнего Востока затрудняет как проведение мониторинговых исследований, так и экономически оправданное планирование рекультивационных мероприятий при выявлении загрязнения. Цель настоящей работы — установление местного фонового содержания нефтяных углеводородов в поверхностных слоях почв различных ландшафтов таежной зоны Северного Сахалина и северо-восточной части Приамурья.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследуемая территория относится к Дальневосточной таежно-лесной почвенно-биоклиматической области бореального пояса (подзона буротаежных почв и подзолов альфегумусовых) (рис. 1) (Добровольский, Урусевская, 2004).

Рельеф Николаевского и Ульчского районов Хабаровского края низкогорный (абсолютные отметки преимущественно от 0 до 200 м) с пологими склонами. Почвообразующими породами служат алевролитовые глины, перекрывающие элюво-делювий базальтов, в долинах ручьев и рек — аллювиальные и пролювиальные, как правило, грубоскелетные отложения. Среднегодовая температура района довольно низкая, около 2.5°С, годовое количестве осадков ~500 мм/год. Муссонный характер их выпадения способствует интенсивному передвижению мелкозема по склонам, поэтому мощность почвенных

Рис. 1. Территория исследования, прямоугольниками выделены районы отбора образцов.

Fig. 1. The research area, sampling areas are marked with rectangles.

Табл. 1. Показатели уровней загрязнения земель по содержанию в них нефтепродуктов

Table 1. Indicators of soil pollution levels by the content of Total petroleum hydrocarbon

Вид загрязнения	Уровни загрязнения*				
	Допустимый	Низкий	Средний	Высокий	Очень высокий
Нефть и нефтепродукты, мг/кг	< 1000	от 1000 до 2000	от 2000 до 3000	от 3000 до 5000	> 5000

профилей невелика — от 50 до 70 см. Растительность представлена преимущественно лиственничниками и темнохвойными зеленомошными лесами, на пониженных и заболоченных участках — лиственничниками с багульником.

Рельеф в западной и восточной части Северного Сахалина представляет собой низменности морских террас, западное побережье заболочено. В центральной части расположена холмистая Северо-Сахалинская равнина с болотами и грядами возвышенностей, образованная преимущественно плато из неогеновых алевритов и аргиллитов, в восточной ее части под четвертичными отложениями выявлены нефтеносные неогеновые структуры. Среднегодовая температура в пределах минус 1.5–2.5°С, количество осадков может превышать 800 мм/год, снежный покров держится более 190 дней. Основной перенос воздушных масс вызван муссонной циркуляцией в атмосфере. Преобладают лиственничные леса, редколесья и редины, встречаются темнохвойные елово-пихтовые и мелколиственные леса, заросли кедрового и ольхового стлаников.

В почвенном покрове Нижнего Приамурья преобладают подбуры (Spodic Cambisols) и буроземы грубогумусовые (Fulvic Cambisols) (Жарикова, 2015; Шляхов, 2012). На территории Северного Сахалина широко распространены подзолы (Haplic Podzols), буроземы грубогумусовые (Fulvic Cambisols), торфяные (Histosols) и аллювиальные почвы (Fluvisols) (Жарикова, 2013, 2017; Шляхов, 2011). Повсеместно встречаются почвы, лишенные верхнего гумусового горизонта — абраземы (Hyperalbic Spodic Technosols), при этом потеря органогенного слоя может являться результатом как естественных процессов (пожары), так и антропогенной деятельности (механического воздействия на почвы при строительстве и обустройстве нефтяных месторождений, трубопроводов и др.).

Подбуры и буроземы грубогумусовые формируются по пологим склонам и невысоким вершинам сопок под лиственничниками и елово-пихтовыми зеленомошными лесами на рыхлом элювии и элюво-делювии кислых пород. Подзолы тяготеют к нижним частям и шлейфам склонов, долинам ключей и ручьев, где растительность представлена елово-пихтовыми лесами, нередко с примесью лиственницы и багульника, а иногда — лиственничными лесами с багульником на элюво-делювии кислых магматических пород и мономинеральных песках. Аллювиальные почвы занимают небольшие площади в поймах ключей и рек, формируются на аллювии в условиях постоянного или периодического грунтового переувлажнения. Торфяные почвы широко распространены на пониженных элементах рельефа с близким к дневной поверхности уровнем грунтовых вод (депрессии, поймы рек и т.п.) под разреженными лиственничниками со сфагновыми мхами и мелкими кустарничками.

В различных типах ландшафтов было заложено около 300 площадок мониторинга. На участках, не подверженных явному техногенному влиянию, были заложены 8 полнопрофильных почвенных разрезов (4 в Нижнем Приамурье и 4 на Северном Сахалине). Смешанные образцы почв для определения НУВ составлялись из пяти проб, отобранных методом конверта с площади 100 м^2, в типичных разрезах образцы отбирались погоризонтно. Свойства почв определяли по общепринятым методикам (Агрохимические..., 1976), содержание НУВ выполнено согласно (ПНД..., 2007). Фоновые содержания НУВ в почвах рассчитаны как средние арифметические.

Для расчета коэффициентов концентрации (Кс) в качестве фонового использовали содержание, рекомендованное Росгидрометом (100 мг/кг для Сахалина и 40 мг/кг для Нижнего Приамурья). Для выявления степени дифференциации содержания углеводородов по профилю были рассчитаны коэффициенты радиальной дифференциации (R — отношение содержания НУВ в поверхностном горизонте почв к содержанию в породе).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно районированию территории Российской Федерации по устойчивости почв к загрязнению техногенными углеводородами почвы Северного Сахалина и Нижнего Приамурья обладают преимущественно пониженной устойчивостью к загрязнению нефтепродуктами, поскольку характеризуются низкой и умеренной скоростью разложения углеводородов с сильным их рассеянием (легкие почвы с промывным водным режимом и болотные почвы с застойным режимом) (Геннадиев, Пиковский, 2007).

Почвы Нижнего Приамурья имеют легко- и среднесуглинистый гранулометрический состав, плотность сложения в верхних горизонтах варьирует от 0.07 до 0.54 г/см^3 при среднем значении 0.20 г/см^3. Почвы Северного Сахалина в большинстве своем супесчаные и песчаные, среднее значение плотности сложения в верхних горизонтах равно 0.53 г/см^3 (0.14–1.30 г/см^3). Все естественные почвы характеризуются кислой и очень кислой реакцией среды (pH солевой 3.2–4.5), высоким и очень высоким содержанием органического вещества (потеря после прокаливания 48.5–81.3%), почвенный поглощающий комплекс не насыщен основаниями (степень насыщенности 21–42%). Все абраземы кислые (pH солевой 4.6–4.9), содержат низкое и очень низкое количество органического углерода

(содержание гумуса 0.41–1.20%) и не насыщены основаниями (степень насыщенности 35–61%) (Жарикова, 2013, 2015).

В естественных почвах выявлен аккумулятивный характер распределения НУВ по профилю почв, наибольшее их содержание приходится на органогенные горизонты (рис. 2). Богатые органическим веществом поверхностные ненарушенные слои с низкой плотностью сложения обладают высокой сорбционной способностью и нефтеемкостью, являясь биогеохимическим барьером, затрудняющим проникновение НУВ вглубь почвенной толщи (Безносиков, Лодыгин, 2014). При этом содержание НУВ в торфяных горизонтах выше, чем в сухоторфянистых и грубогумусовых, что вызвано не только различием сорбционных поверхностей, но и неодинаковой эффективной емкостью отдельных групп субстратов (Guseva, Solntseva, 1996).

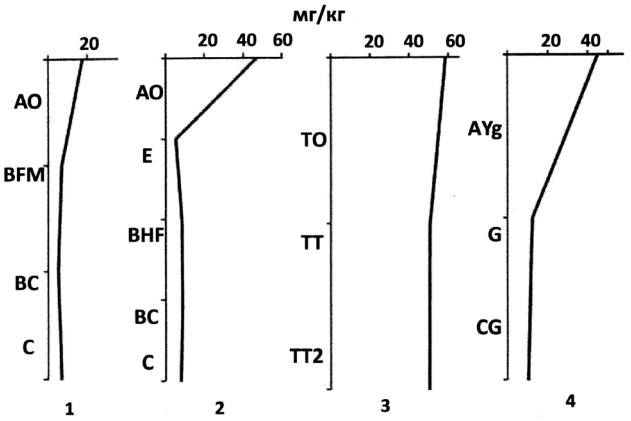

Рис. 2. Профильное распределение НУВ в почвах: 1 — бурозем грубогумусовый, 2 — подзол типичный, 3 — торфяная олиготрофная, 4 — аллювиальная глеевая. Система горизонтов как в табл. 2

Fig. 2. Profile distribution of TPH in soils: 1 — Fulvic Cambisol, 2 — Haplic Podzol, 3 — Histosol, 4 — Fluvisol. Horizon system as in Table 2.

Наиболее ярко дифференциация содержания углеводородов проявляется в подзолах (R 0.6–5.9) и аллювиальных почвах (R 1.2–4.3), более равномерно они распределены в буроземах грубогумусовых (R 0.80–2.50) и торфяных почвах (R 1.00–1.2) (табл.2).

Минимальные значения коэффициента радиальной дифференциации наблюдаются в элювиальном слое подзолов с наименьшими адсорбционными свойствами (очень низкое содержание органического вещества и тонких частиц). В иллювиально-железистом слое подзолов происходит некоторое накопление нефтепродуктов, вымытых из верхних горизонтов, подобное распределение ранее уже отмечалось в почвах нефтяных месторождений (Гусейнов, Слащева 2011; Сотникова, Липатов, 2010).

На фоновое содержание нефтяных углеводородов в естественных почвах оказывает влияние их местоположение в рельефе. Почвы элювиальных (водоразделы) и трансэлювиальных (склоны) ландшафтов с преобладанием окислительного режима — различные подзолы, подбуры и буроземы грубогумусовые характеризуются более низкими средними значениями концентрации НУВ, чем почвы аккумулятивных ландшафтов (болота, плоские депрессии, поймы рек) с восстановительным режимом — торфяные и аллювиальные (табл. 3). Накопление НУВ в последних может быть вызвано не только латеральным привносом с повышенных участков,

Табл. 2. Коэффициенты радиальной дифференциации НУВ (R) в почвах

Table 2. Coefficients of radial differentiation of TPH (R) in soils

Буроземы грубогумусовые, n=2		Подзолы, n=2		Торфяные, n=2		Аллювиальные, n=2	
Горизонт	R, размах колебания	Горизонт	R, размах колебания	Горизонт	R, размах колебания	Горизонт	R, размах колебания
AO	1.8-2.5	AO	4.8-5.9	TO	1.1-1.2	AYg	3.5-4.3
BFM	1.0-1.1	E	0.6-0.8	TT	0.9-1.0	G	1.2-1.4
BC	0.8-1.0	BHF	1.0-1.1	TT2	1	CG	1
C	1	BC	0.9-1.1	–		–	–
–	–	C	1	–		–	–

Примечание. Горизонты: AO — грубогумусовый, TO — подстилочно-торфяной, TT — торфяной, AYg — серогумусовый глееватый, BFM — железисто-метаморфический, BHF — альфегумусовый, E — элювиальный, G — глеевый, C — почвообразующая порода.

Note. Horizons: AO — rawhumus [humic], TO — litter-peat [HO histic], TT — peat [H histic], AYg — gray humus gley [humic], BFM — Fe-metamorphic [illuvial spodic], BHF — AL-Fe humus [illuvial spodic], E — eluvial [albic], G — gley, C — parent rock. In square brackets — international classification.

Табл. 3. Содержание нефтяных углеводородов в почвах таежных территорий (мг/кг)

Table 3. The content of total petroleum hydrocarbons in the soils of taiga territories (mg/kg)

Группы почв	M±m	V, %	Kc
Северный Сахалин			
Подзолы, n=68	16.5±2.1 5.1–90.2	109	0.2 0.1–0.9
Подбуры и буроземы грубогумусовые, n=18	19.7±5.8 5.7–86.7	118	0.2 0.1–0.9
Аллювиальные, n=14	29.0±3.9 8.1–54.1	48	0.3 0.1–0.5
Торфяные, n=50	51.8±8.4 9.8–331.5	111	0.5 0.1–3.3
Абраземы, n=26	2055.8±869.8 5.3–17130	215	20.6 0.1–171.0
Среднее для территории*	26±3.3 5.1–331.5	104	0.3 0.1–3.3
Нижнее Приамурье			
Подзолы, n=14	68.1±21.6 18.4–122.0	136	1.7 0.46–3.05
Подбуры и буроземы грубогумусовые, n=70	43.4±7.7 5.7–189.0	150	1.1 0.14–4.73
Аллювиальные, n=8	86.7±18.0 9.8–128.5	58	2.2 0.25–3.21
Торфяные, n=8	79.1±12.3 41.8–158.8	44	2.2 1.05–3.97
Абраземы, n=26	145.4±35.4 8.3–707.5	125	3.6 0.21–17.69
Среднее для территории*	53.1±5.3 5.7–198.5	94	1.3 0.14–4.96

Примечание. * — для ненарушенных почв; n — количество образцов, над чертой среднее арифметическое и ошибка среднего, под чертой минимальное и максимальное значения; V — коэффициент вариации; Kc — коэффициент концентрации.

Note: * — for undisturbed soils; n — number of samples; above the line is mean arithmetic value and error of the mean value, and under the line minimum and maximum values are shown; V — coefficient of variation; Kc — concentration factor.

но и особенностями педогенеза, когда аккумуляция нефтяных углеводородов в почвах происходит вследствие вялотекущего процесса разложения растительных остатков в условиях регулярного переувлажнения (периодического анаэробиоза) и низких температур в течение длительного периода, что ранее уже было отмечено для болотно-подзолистых почв Коми (Безносиков, Лодыгин, 2014).

Более высокое среднее содержание НУВ в почвах естественных ландшафтов выявлено на территории Нижнего Приамурья (53 мг/кг). Вероятно, это связано с меньшими значениями плотности сложения почв и, соответственно, большей эффективной пористостью и нефтеемкостью (Пиковский, 1993; Солнцева, Садов, 1998). Полученное значение фонового содержания НУВ в Нижнем Приамурье превышает рекомендованное Роскомгидрометом для почв районов, не ведущих добычу нефти (40 мг/кг) (Методические..., 1996), поэтому подзолы, торфяные и аллювиальные почвы, судя по полученным коэффициентам концентрации, не являются чистыми, хотя образцы были отобраны на участках, не подвергнутых техногенному воздействию (табл. 3).

Самый широкий диапазон колебаний содержания НУВ в ненарушенных почвах выявлен в подбурах Нижнего Приамурья и торфяных почвах Северного Сахалина. Наименьшее варьирование содержания нефтяных углеводородов наблюдается в торфяных почвах Нижнего Приамурья и аллювиальных почвах.

В нарушенных почвах (абраземах) повсеместно установлено более высокое содержание НУВ (табл. 3). При этом почвы нефтедобывающих районов Северного Сахалина, подвергшиеся антропогенному воздействию (~30% от общего количества абраземов), характеризуются как загрязненные, а уровень загрязнения

варьирует от низкого до очень высокого (табл. 1). Поскольку свойства данных почв (высокая кислотность, низкое содержание органического вещества, легкий гранулометрический состав) благоприятствуют высокой подвижности нефтяных углеводородов, нельзя исключить увеличение площади и глубины загрязнения вследствие процессов латеральной и вертикальной миграции, а также проникновения НУВ в сопредельные среды (поверхностные и подземные воды, растения и др.). Необходим постоянный мониторинг состояния почв, на что уже неоднократно обращалось внимание (Сотникова, Липатов, 2010; Цветнова, Щеглов, 2019). Содержание НУВ в абраземах Нижнего Приамурья оценивается как допустимое. Максимальные значения коэффициента вариации выявлены для абраземов Северного Сахалина.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На содержание и распределение нефтяных углеводородов в естественных почвах таежной зоны Северного Сахалина и Нижнего Приамурья влияют различные факторы, в первую очередь, гранулометрический состав, плотность сложения, содержание органического вещества и положение в рельефе. Фоновое содержание в почвах Северного Сахалина составляет 26 мг/кг, в почвах Нижнего Приамурья — 53 мг/кг. Максимальное содержание НУВ во всех почвах наблюдается в органогенных поверхностных горизонтах, аккумулятивный характер их дифференциации отчетливо проявляется в профиле подзолов и аллювиальных почв, в буроземах грубогумусовых и торфяных почвах распределение более равномерно. Торфяные и аллювиальные почвы аккумулятивных ландшафтов содержат более высокое количество НУВ, чем подбуры, буроземы грубогумусовые и подзолы элювиальных и трансэлювиальных ландшафтов. Антропогенные абраземы обогащены НУВ, на Северном Сахалине в них выявлено загрязнение различной степени. Поскольку физические и физико-химические свойства абраземов благоприятствуют высокой подвижности НУВ, необходим постоянный мониторинг содержания НУВ в нарушенных почвах.

Авторы благодарят двух анонимных рецензентов за замечания, которые помогли улучшить текст статьи.

Список литературы [References]

Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 656 с. [Agrochemical Methods of Soil Study. Moscow: Nauka, 1975. 656 p. (in Russian)].

Безносиков В.А., Лодыгин Е.Д. Содержание углеводородов в фоновых почвах южно- и среднетаежных подзон республики Коми // Почвоведение. 2014. № 7. С. 824–828. https://doi.org/10.7868/S0032180X14070053 [*Beznosikov V.A., Lodygin E.D.* Hydrocarbons in the background soils of the southern- and middle-taiga subzones of the Komi Republic // Eurasian Soil Science. 2014. V. 47. Iss. 7. P. 682–686. https://doi.org/10.1134/S1064229314070059].

Безносиков В.А., Лодыгин Е.Д. Эколого-геохимическая оценка фонового содержания углеводородов в почвах европейского северо-востока России // Почвоведение. 2010. №5. С. 591–896 [*Beznosikov V.A., Lodygin E.D.* Ecological-geochemical assessment of hydrocarbons in soils of Northerastern European Russia // Eurasian Soil Science. 2010. V. 43. Iss. 5. P. 550–555].

Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И. Карты устойчивости почв к загрязнению нефтепродуктами и полициклическими ароматическими углеводородами: метод и опыт составления // Почвоведение. 2007. № 1. С. 80–92 [*Gennadiev A.N., Pikovskii Yu.I.* The maps of soil tolerance to ward pollution with oil products and polycyclic aromatic hydrocarbons: methodological aspects // Eurasian Soil Science. 2007. V. 40. Iss. 1. P. 70–81].

Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И., Цибарт А.С., Смирнова М.А. Углеводороды в почвах: происхождение, состав, поведение (обзор) // Почвоведение. 2015. № 10. С. 1195–1209 [*Gennadiev A.N., Pikovskii Yu.I., Tsibart A.S., Smirnova M.A.* Hydrocarbons in soils: Origin, composition, and behavior (Review) // Eurasian Soil Science. 2015. V. 48. Iss. 10. P. 1076–1089. https://doi.org/0.7868/S0032180X15100020].

Гусейнов А.Н., Слащёва А.В. Почвенно-геохимические условия миграции и накопления нефтепродуктов и тяжелых металлов на нефтяных месторождениях Среднего Приобья // Инженерные изыскания. 2011. № 6. С. 31–38 [*Guseynov A.N., Slascheva A.V.* Soil-geochemical conditions of migration and accumulation of oil products and heavy metals in the oil fields of the Middle Ob River basine // Engineering survey. 2011. № 6. P. 31–38 (in Russian)].

Добровольский Г.В., Урусевская И.С. География почв. Москва: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. 460 с. (*Dobrovolsky G.V., Urusevskaya I.S.* Soil Geography. Moscow: Moscow State University, 2004. 460 p. (in Russian)].

Жарикова Е.А. Геохимическая характеристика почв восточного побережья Северо-Сахалинской низменности // Почвоведение. 2017. № 1. С. 40–47. https://doi.org/10.7868/S0032180X17010154 [*Zharikova E. A.* Geochemical characterization of soils of the eastern coast of the Northern Sakhalin lowland // Eurasian Soil Science. 2017. V. 50. Iss. 1. P. 34–41. https://doi.org/10.1134/S106422931701015X].

Жарикова Е.А. Особенности почвенного покрова восточного побережья Северо-Сахалинской низменности // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2013. №1. С.87–94 [*Zharikova E.A.* Soil cover peculiarities on the Northern Sakhalin lowland // Vestnik of the North-East Scientific center. 2013. № 1. P. 87–94 (in Russian)].

Жарикова Е.А. Постпирогенная трансформация почв в лесах Нижнего Приамурья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015.

№ 8. С. 57–61 [*Zharikova E.A.* Post-pyrogenic soil transformation in the forests of the lower Amur region // Vestnik ASAU. 2015. № 8. P. 57–61 (in Russian)].

Методические указания. Определение валового содержания нефтепродуктов в пробах почвы методом инфракрасной спектрометрии. Методика выполнения измерений. РД 52.18.575-96. Обнинск. НПО Тайфун. 1996. 15 с. [Methodological guidelines. Determination of the total content of petroleum products in soil samples by infrared spectrometry. The method of measurements. GD 52.18.575-96 . Obninsk. SPA Typhoon. 1996. 15 p. (in Russian)].

Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами (Утвержден Минприроды России, 18.11.1993). Минприроды, Госкомзем, 1993. 12 с. [Procedure for Determining Damage from Soil Contami nation by Chemical Substances (Approved by the Russian Ministry of Environment on November 18, 1993) Minprirody. Goskomzem. Moscow, 1993. 12 p. (in Russian)].

Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. СанПиН 2.1.7.1287–03. М.: Минздрав России, 2003. 24 с. [SanPiN (State Sanitary Norms) 2.1.7.128703, SanitaryEpidemiological Requirements for Soil Quality. Minzdrav Rossii. Moscow, 2003. 24 p. (in Russian)].

Сотникова Е.Г., Липатов Д.Н. Миграция углеводородов нефти в почвах северо-востока острова Сахалин // Вестник Московского университета. Сер. 17. Почвоведение. 2010. № 1. С. 35–42. [*Sotnikova E.G., Lipatov D.N.* Oils hydrocarbons migration in soils of Northeast of Sakhalin Island // Moscow univ. soil sci. bull. 2010. №1. P. 35–42 (in Russian)].

Солнцева Н.П., Садов А.П. Закономерности миграции нефти и нефтепродуктов в почвах лесотундровых ландшафтов Западной Сибири // Почвоведение. 1998. № 8. С. 996–1008 [*Solntseva N.P., Sadov A.P.* Regularities in oil and oil product migration in soils of forest-tundra landscapes in Western Siberia // Eurasian Soil Science. 1998. V. 31. Iss. 8. P. 904–914].

Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. М.: Изд-во МГУ, 1993. 207 с. [*Pikovsky Yu.I.* Natural and Technogenic Hydrocarbon Fluxes in the Environment. Moscow: Mosk. Gos. Univ., 1993. 207 p. (in Russian)].

ПНД Ф 16.1:2.21–98. Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерения массовой доли нефтепродуктов в пробах почв на анализаторе жидкости «Флюорат02». М., 2007. [PND F (Environmental Protection Regulations) 16.1:2.2198, Quantitative Chemical Analysis of Soils. Determination of the Content of Oil Products in Soil Sample Using a Fluorat02 Liquid Analyzer. Moscow, 2007 (in Russian)].

Хаустов А.П., Редина М.М. Углеводородное загрязнение почв и грунтов: практика нормирования, проблемы и тенденции // Геоэкология. 2017. № 1. С. 3–14 [*Khaustov A.P., Redina M.M.* Hydrocarbon pollution of soils and grounds: regulation praxis, problems and tendencies // Geoecology. 2017. № 1. P. 3–14. (in Russian)].

Цветнова О.Б., Щеглов А.И. Содержание и распределение нефтяных углеводородов в почвах геохимически сопряженных ландшафтов южной части Сахалина // Вестник Московского Университета. Сер. 17. Почвоведение. 2019. № 2. С. 36–43 [*Tsvetnova O.B., Sheglov A.I.* The content and distribution of the oil hydrocarbons in soils of geochemical landscapes of the Southern Sakhalin // Moscow univ. soil sci. bull. 2019. № 2. P. 36–43 (in Russian)].

Шляхов С.А. Разнообразие и свойства подзолов Северного Сахалина // Вестник КрасГау. 2011. № 12. С. 67–75 [*Shlyakhov S.A.* Podzol variety and properties in Northern Sakhalin // Vestnik KSAU. 2011. № 12. С. 67–75 (in Russian)].

Шляхов С.А. Подбуры материкового побережья Татарского пролива (Хабаровский край) // Вестник КрасГАУ. 2012. № 10. С.23–27 [*Shlyakhov S.A.* Podzolized brown soils of the Tatar strait continental coast (Khabarovsk region) // Vestnik KSAU. 2012. № 10. P. 23–27 (in Russian)].

Щеглов А.И., Цветнова О.Б. Содержание и распределение нефтяных углеводородов в почвах фоновых территорий о. Сахалин // Проблемы региональной экологии. 2009. № 5. С. 49–53 [*Sheglov A.I., Tsvetnova O.B.* The content and distribution of the oil hydrocarbons in soils of Sakhalin background territories // Regional Environmental Issues. 2009. № 5. P. 49–53 (in Russian)].

Guseva O.A., Solntseva N.P. Modelling of oil bearing and oil yielding capacities of tundra landscapes soils of European part of Russia // Proc. of the 4th Intern. Symp. On the Geochem. Of the Earth's Surfase. 1996. P. 417–420.

Ранga P., Mendes L., Albergaria J.T. Delerue-Matos C.M. Determination of total petroleum hydrocarbons in soil from different locations using infrared spectrophotometry and gas chromatography // Chemical Papers. 2012. V. 66. Iss. 8. P. 711–721.

Pawlark Z., Rauckyte T., Oloyede A. Oil, grease and used petroleum oil management and environmental economic issues // Journal of Achievements in Materials. Manufacturing Engineering. 2008. V. 26. Iss. 1. P. 11–17.

Russkikh I.V., Strelnikova E.B., Serebrennikova O.V. et al. Identification of Hydrocarbons in the Waters of Raised Bogs in the Southern Taiga of Western Siberia // Geochemistry International. 2020. V. 58. Iss. 4. P. 447–455. https://doi.org/10.7868/S0016752517060103

Saari E., Perämäki P., Jalonen J. Evaluating the impact of extraction and cleanup parameters on the yield of total petroleum hydrocarbons in soil // Analytical & Bioanalytical Chemistry. 2012. V. 392. Iss. 8. P. 1231–1240.

Tepanosyan G.O., Belyaeva O.A., Saakyan L.V., Sagatelyan A.K. Integrated approach to determine background concentrations of chemical elements in soils. // Geochemistry Inernational 2017. V. 55. Iss. 6. P. 581–588. https://doi.org/10.1134/S0016702917060106.

ECOLOGICAL-GEOCHEMICAL ASSESSMENT OF PETROLEUM HYDROCARBON CONTENT IN SOILS OF THE TAIGA ZONE OF THE LOWER AMUR REGION AND NORTHERN SAKHALIN (FAR EAST)

E.A. Zharikova, V.A. Semal

Federal Scientific Center of the East Asia terrestrial biodiversity,
Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

The background content of total petroleum hydrocarbons (TPH) in the most common soils of the Lower Amur region and Northern Sakhalin was determined. About 300 samples taken from the surface layers and horizons of 8 typical soil pedons were analyzed. The accumulative nature of TPH distribution in the soil profile was established, and their highest content was revealed in the organogenic horizons. The soils of eluvial landscapes (Podzols, Spodic Cambisols, Fulvic Cambisols) contain a smaller amount of TPH compared to the soils of accumulative landscapes (Histosols, Fluvisols). The maximum content of TPH was found in the Spodic Hyperalbic Technosols. The content of TPH in the anthropogenic abrasives of the Lower Amur region is estimated as acceptable, the level of pollution in the anthropogenic abrasives in Northern Sakhalin varies from low to very high. The results obtained on the background content of TPH can used for assessing of soils pollution and in conducting ecological monitoring studies.

Keywords: total petroleum hydrocarbon, soils, landscapes, distribution, pollution.

Поступила в редакцию 26.03.2021 г.
После доработки 17.05.2021 г.
Принято в печать 28.06.2021 г.