

Содержание нефтепродуктов в естественных и антропогенных почвах Приморского края

Е. А. Жарикова ✉

Федеральный научный центр Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии
Дальневосточного отделения РАН, Российская Федерация
(690022, г. Владивосток, пр. 100-летия Владивостока, 159)

Аннотация: Цель исследования – определить фоновое содержание нефтепродуктов (НП) в естественных почвах Приморья и антропогенных почвах участков различных землепользователей.

Материалы и методы. Содержание НП и свойства почв определяли в образцах почв по стандартным методикам, проанализировано более 500 образцов.

Результаты и обсуждение. Установлено, что на содержание НП в почвах влияют различные факторы: плотность сложения, содержание органического вещества, гранулометрический состав и положение в рельефе. Почвы элювиальных и транзитных ландшафтов содержат меньшее количество НП по сравнению с почвами аккумулятивных территорий. Наибольшие концентрации нефтепродуктов характерны для почв территорий автозаправочных станций и придорожных полос автодорог с асфальтовым покрытием, где встречаются участки с очень высокой и высокой степенью загрязнения. Содержание НП в почвах сельскохозяйственных угодий сравнимо с содержанием в естественных почвах. Уровень загрязнения большинства антропогенно-преобразованных почв характеризуется как допустимый, хотя содержание в них НП намного превышает фоновое. Полученные для почв Приморья данные подтверждают опубликованные ранее сведения, в том числе и для других регионов мира.

Выводы. Фоновое содержание нефтепродуктов в естественных почвах края составляет 35 мг/кг, ранее рекомендованная величина регионального фона для территории Приморья (40 мг/кг) не нуждается в корректировке. Сформирована база данных содержания НП в основных почвах края. Полученные сведения могут быть использованы при инженерно-экологических изысканиях.

Ключевые слова: нефтепродукты, почвы, ландшафты, землепользователи, загрязнение.

Для цитирования: Жарикова Е. А. Содержание нефтепродуктов в естественных и антропогенных почвах Приморского края // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2022, № 1, с. 83-92. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo.2022.1/9089>

ВВЕДЕНИЕ

Во всем мире наблюдается устойчивый спрос на нефтепродукты, что ведет к высокому объему их производства, транспортировки и переработки, соответственно увеличивая возможность загрязнения окружающей среды. Нефть и нефтепродукты являются сложным комплексом углеводородов, часть из которых признаны токсикантами. Являясь незаменимым природным ресурсом, почва служит связующим звеном между атмосферным воздухом, коренными породами, водой и живыми организмами и обеспечивает фундаментальные потребности всего человечества в пище и энергии, поэтому

углеводородное загрязнение почв является серьезной экологической проблемой [22].

Поступление нефти и нефтепродуктов (НП) в почвы возможно не только в регионах разработки и эксплуатации нефтяных месторождений, но и повсеместно в результате хозяйственной деятельности (особенно при эксплуатации железнодорожного и автомобильного транспорта, сжигания ископаемого топлива), а также и путем глобального атмосферного переноса из высоко развитых промышленных территорий, источником загрязнения может служить и асфальтовое покрытие [2, 3, 6].

© Жарикова Е. А., 2022

✉ Жарикова Елена Анатольевна, e-mail: ejarikova@mail.ru



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

Нефть и нефтепродукты негативно влияют на химические, физические и биологические свойства почвы, но степень данного воздействия зависит от множества факторов, основными из которых являются природно-климатические показатели, характер землепользования, тип почвы, ее химический и гранулометрический состав, гидрофизические свойства. Поэтому достоверные критерии степени загрязнения почв НП в настоящее время отсутствуют в большинстве стран мира. В Российской Федерации нефть и нефтепродукты относятся к 3 классу опасности, в качестве допустимо уровня при оценке загрязнения почв используют величину, равную 1000,0 мг/кг. Загрязнение считается низким при содержании НП в пределах 1000 – 2000 мг/кг, средним при 2000 – 3000 мг/кг, высоким при 3000 – 5000 мг/кг и очень высоким при > 5000 мг/кг [9].

Согласно рекомендациям Росгидромета для нефтедобывающих районов России фоновое значение содержания НП в почвах составляет 100 мг/кг, а для районов, не ведущих добычу нефти – 40 мг/кг [5]. Однако среднее содержание нефтепродуктов в поверхностных слоях почв в различных регионах может широко варьировать [14]. Проблема установление местного фона НП в почвах актуальна до настоящего времени, поскольку он характеризует объективную ситуацию, сложившуюся, под воздействием биологического и геологического круговоротов биосфер [23, 25], при этом в региональных нормативах обязательно следует учитывать провинциальные особенности наиболее распространенных типов почв [8, 17]. Данные сведения необходимы также при проведении инженерно-экологических изысканий, оценке и мониторинге современного состояния почв для расчета коэффициента концентрации [11].

Информации о содержании нефтепродуктов в почвах Приморья крайне скудна, что затрудняет как мониторинг состояния почв, так и экономически оправданное планирование рекультивационных мероприятий при выявлении загрязнения. Цель данной работы – установление регионального фонового содержания НП в естественных почвах и оценка содержания НП в почвах различных землепользователей Приморья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Были исследованы более 500 смешанных образцов почв, каждый из которых был составлен из пяти проб, отобранных методом конверта из верхнего слоя (1–10 см) с площадки 100 м², в различных типах ландшафтов и на участках землепользователей. При обработке данных все естественные

почвы были разбиты на группы в зависимости от условий формирования и свойств почв. В каждой группе почв присутствуют подтипы типичные и глееватые (в буроземах и присутствует также подтип буроземов оподзоленных) (табл. 1).

Свойства почв определяли по общепринятым методикам [1], определение содержания нефтепродуктов выполнено согласно ПНД Ф 16.1:2.21-98 «Количественный химический анализ почв и отходов. Методика измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» (М 03-03-2012)» [13]. Данный метод не является специфическим, в составе экстракта помимо углеводов, характерных для нефтепродуктов, присутствуют и составные части органического вещества почв, образующиеся в почвах в результате протекания различных биогеохимических процессов [20]. Фоновые содержания НП в почвах рассчитаны как средние арифметические. При расчете коэффициентов концентрации (Кс) в качестве фонового использовали содержание, рекомендованное Росгидрометом – 40 мг/кг.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно районированию территории Российской Федерации по устойчивости почв к загрязнению техногенными углеводородами почвы Приморья обладают высокой устойчивостью к загрязнению нефтепродуктами, поскольку характеризуются высокой скоростью разложения углеводов с сильным их рассеянием, это почвы с промывным водным режимом (кроме болотно-торфяных почв с застойным режимом) [19].

Большинство исследованных минеральных почв обладают средним и тяжелым гранулометрическим составом, кислотность, содержание гумуса и плотность сложения почв лежат в широком диапазоне. Наиболее низкие средние значения содержания нефтепродуктов выявлены в более легких по гранулометрическому составу, но имеющих более высокие значения плотности сложения среднекислых серогумусовых почвах (табл. 2). Наиболее высокие средние – в сильнокислых, богатых органическим веществом торфяных почвах с наименьшей плотностью сложения. Минимальные значения содержания нефтепродуктов слабо различаются во всех типах почв (5–13 мг/кг), а максимальные присущи сильнокислым почвам с высоким содержанием гумуса и органического вещества, преимущественно торфяным и перегнойно-глеевым (168–191 мг/кг), в них отмечаются и наиболее высокие варьирование данных.

Почвы и условия почвообразования
[Table 1. Soils and soil formation conditions]

Группы почв / Soil groups	Гранулометрический состав / Soil texture	Рельеф / Relief	Растительность / Vegetation
Буроземы (типичные, оподзоленные, глееватые)	Легко- и среднесуглинистые	Склоны разной крутизны	Широколиственные и хвойно-широколиственные кустарничковые леса
Буроземы темногумусовые (типичные и глееватые)	Среднесуглинистые	Пологие склоны, шлейфы увалов	Мезофильные, гигрофильные широколиственные леса, редколесья и кустарниково-разнотравные луга
Дерново-буроподзолистые (типичные и глееватые)	Средне- и тяжелосуглинистые	Плоские вершины и очень пологие поверхности шлейфов увалов, озерно-аккумулятивные террасы	Дубняки, их редколесья и порослевые заросли кустарниково-крупнотравные
Темногумусовые подбелы (типичные и глееватые)	Тяжелосуглинистые и глинистые	Плакоры озерно-аллювиальной равнины	Широколиственные травяные редколесья и разнотравно-злаковые и разнотравные луга
Серогумусовые (типичные и глееватые)	Легко- и среднесуглинистые	Аллювиальные и приморские равнины	Разнотравно-злаковые луга
Аллювиальные гумусовые (типичные и глееватые)	Средне- и тяжелосуглинистые	Террасы различного уровня, днища долин рек	Ильмовники травяно-кустарничковые и их дериваты
Темногумусовые (типичные и глееватые)	Средне- и тяжелосуглинистые	Шлейфы пологих склонов, межувальные пространства	Разнотравно-мискантусовые или разнотравно-злаковые луга
Темногумусовые глеевые (типичные и перегнойно-глеевые)	Тяжелосуглинистые и глинистые	Выположенные равнины	Кочковатые злаково-осоковые луга
Торфяно-глееземы	Тяжелосуглинистые	Микропонижения днищ балок, рек и ручьев	Крупнокочковатые осоково-пушицевые луга
Перегнойно-глеевые	Легко- и среднесуглинистые	Блюдцеобразные понижения на равнинах	Осоково-вейниковые луга с ольховым редколесьем
Торфяные	Тяжелосуглинистые и глинистые	Глубокие блюдцеобразные впадины	Вейниковые, осоково-пушицевые, осоково-разнотравные луга

Физико-химические и физические свойства почв оказывают влияние на содержание в них нефтепродуктов. Почвам с низкой плотностью сложения и высоким содержанием слаборазложившегося органического вещества присуща большая сорбционная способность и нефтеемкость (торфяно-глееземы и торфяные почвы), повышенное содержание НП выявлено также в хорошо гумусированных почвах с высоким содержанием тонких частиц (темногумусовые и темногумусовые глеевые почвы). Ранее неоднократно высказывалось мнение, что поверхностные горизонты с такими

параметрами служат геохимическим барьером [12, 24].

Средние значения коэффициента концентрации K_c нефтепродуктов в исследованных почвах варьируют слабо, анализ максимальных значений K_c позволил разделить исследованные почвы на две группы (исключение составляют лишь легкие по гранулометрическому составу и хорошо дренируемые серогумусовые и аллювиальные почвы долин рек) (рис. 1). В первую группу входят почвы, формирующиеся преимущественно на элювиальных и трансэлювиальных позициях ландшафтов

Свойства почв и содержание нефтепродуктов (мг/кг)
 [Table 2. Soil properties and the content of petroleum products (mg/kg)]

Группы почв / Soil groups	n	Нефтепродукты, мг/кг / Petroleum products, mg/kg				pH KCl	Гумус, % / Humus, %	ФГ, % / Physical clay, %	ПС, г/см ³ / Bulk density, g cm ⁻³
		Min	Max	M±m	V, %				
Буроземы	59	9	66	37±2,10	44	4,1	5,8	28	0,97
Буроземы темногумусовые	60	5	97	30±2,84	74	4,6	11,4	30	1,05
Темногумусовые подбелы	52	11	89	30±2,42	59	4,7	10,2	36	1,08
Дерново-буро-подзолистые	24	9	86	31±4,29	69	4,3	5,2	33	1,08
Серогумусовые	8	10	47	22±5,41	68	4,6	5,4	27	1,12
Аллювиальные	39	13	95	33±2,96	57	4,7	6,4	38	1,02
Темногумусовые	19	12	168	39±9,53	84	4,7	11,0	44	1,07
Темногумусовые глеевые	38	10	180	40±6,10	93	4,3	9,8	44	1,00
Перегнойно-глеевые	44	9	191	33±5,48	110	4,0	28,1*	32	0,87
Торфяно-глееземы	38	11	172	41±4,80	72	4,1	57,1*	–	0,22
Торфяные	57	12	178	41±4,11	77	3,9	54,8*	–	0,24

Примечание: n – количество образцов, Min, Max – минимальное и максимальное значения, M±m – среднее арифметическое и ошибка среднего, V – коэффициент вариации, ФГ – содержание фракции <0,01 мм, ПС – плотность сложения, * – потеря после прокалывания.

[Note: n – number of samples, Min, Max – minimum and maximum values, M±m – arithmetic mean and error of the mean, V – coefficient of variation, PhC – fractional content <0.01 mm, BD – bulk density, * – loss after calcination]

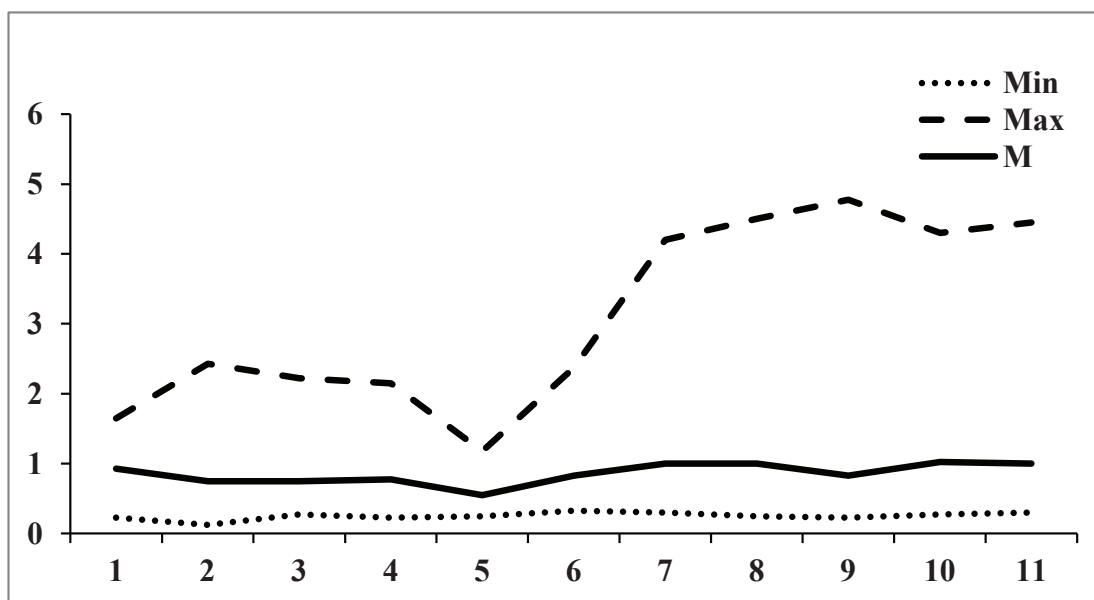


Рис. 1. Диапазон значений коэффициента концентрации Кс в почвах. Здесь и на рис. 2 представлены почвы: 1 – буроземы, 2 – буроземы темногумусовые, 3 – темногумусовые подбелы, 4 – дерново-буро-подзолистые, 5 – серогумусовые, 6 – аллювиальные, 7 – темногумусовые, 8 – темногумусовые глеевые, 9 – перегнойно-глеевые, 10 – торфяно-глееземы, 11 – торфяные

[Fig. 1. Range of values of the concentration coefficient (Kc) in soils. Here and in Fig. 2 the soils are presented: 1 – burozems, 2 – dark-humus burozems, 3 – dark-humus podbels, 4 – soddy-brown- podzolic, 5 – gray- humus, 6 – alluvial, 7 – dark- humus, 8 – dark- humus gley, 9 – humus-gley, 10 – peat-gley soils, 11 – peat]

(водоразделы и склоны). Это различные хорошо аэрируемые буроземы, темногумусовые подбелы и дерново-буро-подзолистые почвы, в которых в течение года доминируют окислительные условия. Вторую группу составляют почвы аккумулятивных позиций ландшафтов (депрессии, впадины, болота), это различные торфяные и глеевые почвы, формирующиеся под влиянием периодического и постоянного переувлажнения. Наиболее вероятной причиной повышенного содержания нефтепродуктов в данных почвах является специфика протекания почвообразования (почти постоянные восстановительные условия при застойном переувлажнении). В условиях периодической нехватки кислорода затруднена трансформация как растительных остатков и природных органических соединений, так и привнесенных загрязнителей. Нельзя также исключить возможность дополнительного латерального привноса органических поллютантов с более высоких элементов рельефа.

Судя по полученным данным, среднее содержание нефтепродуктов в естественных почвах края составляет 35 мг/кг, т.е. величина рекомендованного более 30 лет назад регионального фона для территории Приморья (40 мг/кг) не нуждается в корректировке, в 70 % обследованных почв содержание нефтепродуктов ее не превышает. Одно-двукратное превышение фона отмечено в 24 % почв. В 6 % почв содержание нефтепродуктов выше рекомендованного фона более чем в 2 раза, в абсолютном большинстве случаев это почвы аккумулятивных ландшафтов (рис. 2). Но уровень загрязнения во всех естественных почвах оценивается как допустимый (НП < 1000 мг/кг). Невысокое содержание НП в почвах края позволяет предположить, что источником их поступления в естественные почвы являются атмосферные выпадения, определенную роль играют и геохимические особенности почвообразования.

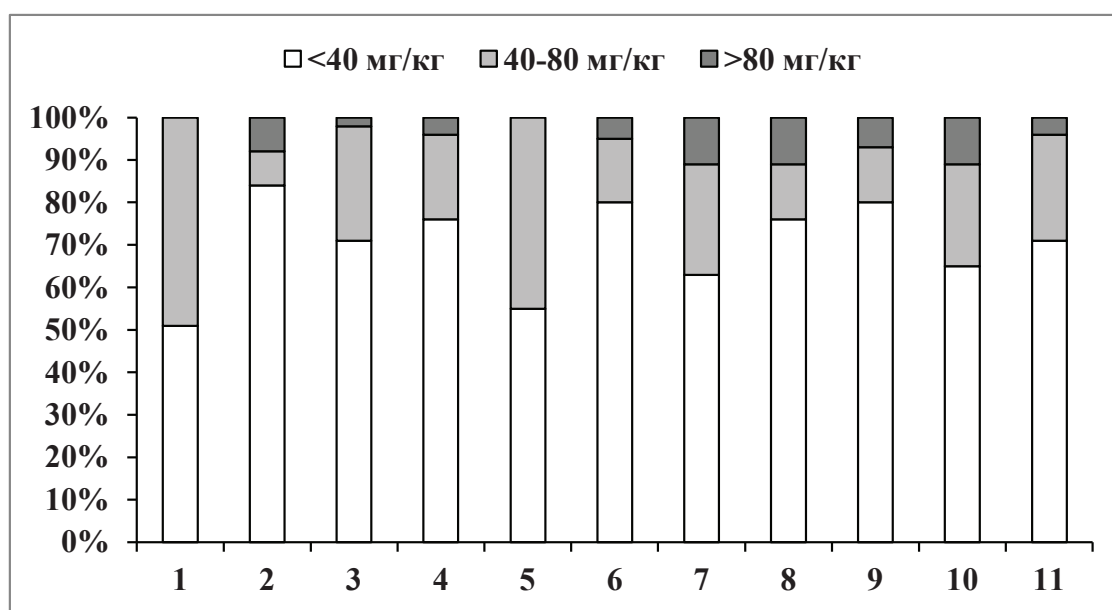


Рис. 2. Содержание нефтепродуктов по отношению к фоновому в естественных почвах
[Fig. 2. The content of petroleum products in relation to the background in natural soils]

Загрязнение, оцениваемое как очень высокое, обнаружено на двух участках АЗС (10021 и 27660 мг/кг), как низкое – на одной АЗС (1017 мг/кг). Также очень высокое загрязнение выявлено на одном участке придорожной полосы автодорог с асфальтовым покрытием (12748 мг/кг) и низкое – на двух участках (1070 и 1278 мг/кг). Во всех остальных случаях загрязнение характеризуется как допустимое, хотя содержание нефтепродуктов намного превышает региональные фоновые значения (рис. 3).

Полученные данные для антропогенных почв Приморья находятся в полном соответствии с опубликованными ранее сведениями, в том числе и для других регионов мира. Среднее содержание нефтепродуктов в почвах водоохраных зон рек городов Хабаровск и Минск составляет 11,3–366,6 мг/кг и 31,6–137,7 мг/кг соответственно [4, 10]. В почвах Ростова на участке лакокрасочного завода ЗАО «Эмпилс» содержание нефтепродуктов лежит в пределах 151–11755 мг/кг, на техногенном пустыре составляет 100–5499 мг/кг, на террито-

Содержание нефтепродуктов в почвах различных землепользователей (мг/кг)
 [Table 3. The content of petroleum products in the soils of various land users (mg/kg)]

Площадки отбора / Sampling areas	n	Min	Max	M±m	V, %	Kc
Земли сельскохозяйственного назначения	48	6	226	36±5,96	114	<u>0,9</u> 0,5–5,6
Несанкционированные свалки мусора	15	10	755	195±66,68	133	<u>4,9</u> 0,3–18,9
Территории гаражных кооперативов	8	32	332	138±42,91	88	<u>3,5</u> 0,8–8,3
Территории АЗС	7	29	27660	5660±3912,16	183	<u>141,5</u> 0,7–691,5
Придорожные полосы автодорог с асфальтовым покрытием	19	23	12748	1000±678,11	296	<u>25,0</u> 0,6–318,7
Придорожные полосы автодорог с грунтовой поверхностью	21	16	549	86±26,14	140	<u>2,2</u> 0,4–13,7
Полоса отвода железной дороги	4	20	256	115±51,74	90	<u>2,9</u> 0,5–6,4

Примечание: Kc – над чертой среднее арифметическое, под чертой минимальное и максимальное значения.
 [Note: Kc is the arithmetic mean above the line and the minimum and maximum values below the line]

рии бывшей автобазы – 1178–1417 мг/кг [12]. В Москве в различных районах города содержание нефтепродуктов варьирует от 18,5 до 876,1 мг/кг [7]. В почвах придорожных участков Индии оно составляет

91–122 мг/кг, на свалках автомобильных отходов 486–4439 мг/кг, а в агропочвах варьирует от 45 до 83 мг/кг, мг/кг [18, 21]. На территории хозяйственного и производственного отделов университетов Нигерии содержание нефтепродуктов находится

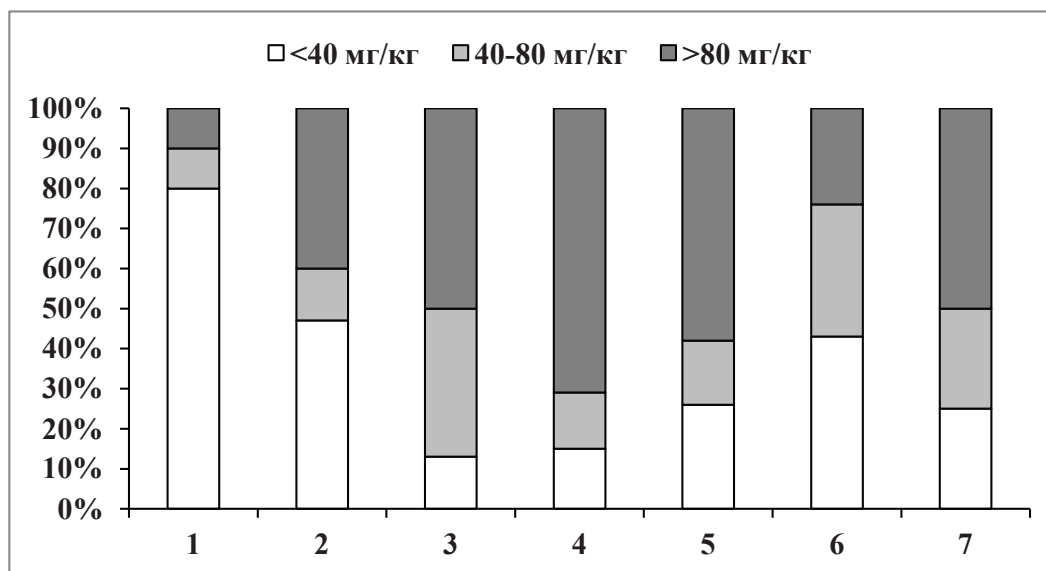


Рис. 3. Содержание нефтепродуктов по отношению к фоновому в почвах различных землепользователей.

1 – земли сельскохозяйственного назначения, 2– несанкционированные свалки мусора, 3 – территории гаражных кооперативов, 4 – территории АЗС, 5 – придорожные полосы автодорог с асфальтовым покрытием, 6 – придорожные полосы автодорог с грунтовой поверхностью, 7 – полоса отвода железной дороги
 [Fig. 3. The content of petroleum products in relation to the background in the soils of various land users. 1 – agricultural land, 2 – unauthorized garbage dumps, 3 – territories of garage cooperatives, 4 – territories of gas stations, 5 – roadside lanes of roads with asphalt pavement, 6 – roadside lanes of roads with a dirt surface, 7 – a railway right-of-way]

в пределах 2–167 мг/кг, на территории автозаправочных станций составляет 400–451 мг/кг, на участке автомастерских 363–429 [16].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сформирована база данных содержания нефтепродуктов в основных типах почв края. Среднее содержание нефтепродуктов в естественных почвах составляет 35 мг/кг, рекомендованная величина регионального фона для территории Приморья (40 мг/кг) не нуждается в корректировке. Более высокое количество нефтепродуктов выявлено в почвах аккумулятивных ландшафтов (торфяных, торфяно-глееземьях и темногумусовых глеевых). На содержание нефтепродуктов в естественных почвах Приморья оказывают влияние физико-химические и физические свойства почв: фоновое содержание нефтепродуктов выше в сильноокислых рыхлых почвах с высоким содержанием органического вещества. Наиболее вероятным источником поступления НП в природные почвы являются атмосферные выпадения.

В почвах различных землепользователей содержание нефтепродуктов варьирует в широком диапазоне, наименьшие значения выявлены в почвах сельскохозяйственных угодий. Уровень загрязнения большинства антропогенно-преобразованных почв характеризуется как допустимый, хотя содержание в них нефтепродуктов намного превышает фоновое. Наибольшее локальное загрязнение выявлено в почвах участков автозаправочных станций и придорожных полос автодорог с асфальтовым покрытием. Полученные данные могут быть использованы при инженерно-экологических изысканиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Агрохимические методы исследования почв* / Под ред. А.В. Соколова. Москва: Наука, 1975. 656 с.
2. Гаджиева Г.Н. Экологические проблемы, вызванные автотранспортом в городе Сумгаит и его окрестностях // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2021, № 3, с. 79-84. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo.2021.3/3604>.
3. Каверина Н.В., Куролап С.А. Экологическая безопасность донных отложений Воронежского водохранилища // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2021, № 2, с. 70-79. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo.2021.2/3450>.
4. Кошельков А.М., Матюшкина Л.А. Оценка химического загрязнения почв водоохраных зон малых рек города Хабаровска // *Региональные проблемы*, 2018, № 2, с. 76-85. DOI: 10.31433/1605-220X-2018-21-2-76-85.

5. *Методические указания. Определение валового содержания нефтепродуктов в пробах почвы методом инфракрасной спектроскопии. Методика выполнения измерений. РД 52.18.575-96*. Обнинск: НПО Тайфун, 1996. 15 с.

6. Михайлова А.А., Попова Л.Ф., Наквасина Е.Н. *Эколого-биологические особенности загрязнения нефтепродуктами почв Архангельска*. Архангельск, 2016. 150 с.

7. Наместникова О.В. Мониторинг загрязнения почв города нефтепродуктами // *Инновационное развитие*, 2017, № 10, с. 16-18.

8. Околелова А.А., Капля В.Н., Лапченков А.Г. Оценка содержания нефтепродуктов в почвах // *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*, 2019, т. 43, № 1, с. 76-86. DOI: 10.18413/2075-4671-2019-43-1-76-86.

9. *Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами (Утвержден Минприроды России, 18.11.1993)*. Минприроды, Госкомзем, 1993. 12 с.

10. Савченко С.В., Санец Е.В., Рыжиков В.А. Оценка эколого-геохимического состояния почвенного покрова долины реки Свислочи в пределах водно-зеленого диаметра г. Минска // *Природные ресурсы*, 2020, № 2, с. 5-17.

11. *Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий (СанПиН 2.1.3684–21)*. Москва, 2021. 75 с.

12. Пиковский Ю.И. *Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде*. Москва: Изд-во МГУ, 1993. 207 с.

13. ПНД Ф 16.1:2.21–98. *Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерения массовой доли нефтепродуктов в пробах почв на анализаторе жидкости «Флюорат02»*. Москва, 2007.

14. Хаустов А.П., Редина М.М. Углеводородное загрязнение почв и грунтов: практика нормирования, проблемы и тенденции // *Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология*, 2017, № 3, с. 3-14.

15. Шишкина Д.Ю. Химическое загрязнение почв промышленных урбололандшафтов юга России // *Успехи современного естествознания*, 2017, № 3, с. 133-137.

16. Etori E. S., Etori O. S., Wodi C. T. Assessment of Total Petroleum Hydrocarbons Content of Soils Within Estate and Works Departments of Three Universities in Port Harcourt Housing Heavy-Duty Generators // *Biomed J Sci & Tech Res.*, 2020, vol. 30, no. 1, BJSTR. MS.ID.004894. DOI: 10.26717/BJSTR.2020.30.004894.

17. Beznosikov V.A., Lodygin E.D. Ecological-geochemical assessment of hydrocarbons in soils of Northern European Russia // *Eurasian Soil Science*, 2010, vol. 43, no. 5, pp. 550-555.

18. Chukwujindu M.A., Iwegbue, Nwajei E.S., Williams G.E. Characteristic levels of total petroleum hydrocarbon in soil profiles of automobile mechanic waste dumps // *Int J Soil Sci.*, 2008, no. 3, pp. 48-51.
19. Gennadiev A.N., Pikovskii Yu.I. The maps of soil tolerance toward pollution with oil products and polycyclic aromatic hydrocarbons: methodological aspects // *Eurasian Soil Science*, 2007, vol. 40, no. 1, pp. 70-81.
20. Gennadiev A.N., Pikovskii Yu.I., Smirnova M.A. Hydrocarbons in soils: origin, composition, and behavior (review) // *Eurasian Soil Science*, 2015, vol. 48, no. 10, pp. 1076-1089.
21. Khan A.B., Kathi S. Evaluation of heavy metal and total petroleum hydrocarbon contamination of roadside surface soil // *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, 2014, no. 11, pp. 2259-2270. DOI 10.1007/s13762-014-0
22. Kuppusamy S., Maddela N.R., Megharaj M., Venkateswarlu K. *Total petroleum hydrocarbons: environmental fate, toxicity, and remediation*. Springer Nature, Switzerland AG. 2020. 264 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-24035-6>.
23. Russkikh I.V., Strel'nikova 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, vol. 58, no. 4, pp. 447-455. DOI: <https://doi.org/10.7868/S0016752517060103>.
24. 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, vol. 31, no. 8, pp. 904-914.
25. Tepanosyan G.O., Belyaeva O.A., Saakyan L.V. et al. Integrated approach to determine background concentrations of chemical elements in soils // *Geochemistry International*, 2017, vol. 55, no. 6, pp. 581-588. DOI: 10.1134/S0016702917060106.

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 06.08.2021

Принята к публикации 03.03.2022

UDC 631.423.4:550.43

DOI: <https://doi.org/10.17308/geo.2022.1/9089>

ISSN 1609-0683

Petroleum Products Content in Natural and Anthropogenic Soils in the Primorsky Krai

E.A. Zharikova✉

Federal Research Center of Biodiversity,
Far East Branch of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation
(159, Ave. 100th anniversary of Vladivostok, Vladivostok, 690022)

Abstract: The aim of the study was to determine the background content of petroleum products (PP) in natural soils of Primorsky Krai and anthropogenic soils of sites of different land users.

Materials and methods. The PP content and soil properties were determined in soil samples according to standard methods, more than 500 samples were analysed.

Results and discussion. It has been established that the PP content in soils is influenced by various factors: density, organic matter content, granulometric composition and position in the relief. Soils of eluvial and transit landscapes contain less PP in comparison with soils of accumulative territories. The highest concentrations of petroleum products are characteristic of the soils of gas stations and roadside strips of asphalt-covered roads, where areas with very high and high degree of contamination are found.

The PP content in agricultural soils is comparable to that in natural soils. The pollution level of the majority of anthropogenically transformed soils is characterized as acceptable, although the PP content in them is much higher than the background level. The data obtained for Primorsky Krai soils confirm the previously published data, including those for other regions of the world.

Conclusions. The background content of oil products in natural soils of the region is 35 mg/kg, the previously recommended value of the regional background for the area of Primorsky Krai (40 mg/kg) does not need

© Zharikova E.A., 2022

✉ Elena A. Zharikova, e-mail: ejarikova@mail.ru



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

to be adjusted. A database of PP content in the main soils of the region has been compiled. The data obtained can be used for engineering and ecological surveys.

Key words: petroleum products, soils, landscapes, land users, pollution.

For citation: Zharikova E.A. Petroleum Products Content in Natural and Anthropogenic Soils in the Primorsky Krai. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia*, 2022, no. 1, pp. 83-92. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17308/geo.2022.1/9089>

REFERENCES

1. *Agrokhimicheskiye metody issledovaniya pochv* [Agrochemical methods of soil study] / Pod red. A. V. Sokolova. Moscow: Nauka, 1975. 656 p. (In Russ.)
2. Hajiyeva G.N. Ekologicheskie problemy, vyzvanye avtotransportom v gorode Sumgait i ego okrestnostyakh [Environmental problems caused by motor transport in Sumgait and its surroundings]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta, Series: Geography, Geoecology*, 2021, no. 3, pp. 79-84. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17308/geo.2021.3/3604>.
3. Kaverina N.V., Kurolap S.A. Ekologicheskaya bezopasnost' donnykh otlozheniy Voronezhskogo vodokhranilishcha [Ecological safety of bottom sediments of the Voronezh reservoir]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Geografia geoekologia*, 2020, no. 3, pp. 78-85. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17308/geo.2021.2/3450>.
4. Koshelkov A.M., Matiushkina L.A. Ocenka himicheskogo zagryazneniya pochv vodoohrannykh zon malyykh rek goroda Khabarovska [Assessment of chemical soil contamination in the Khabarovsk small rivers water protection zones]. *Regional problems*, 2018, no. 2, pp. 76-85. (In Russ.) DOI: 10.31433/1605-220X-2018-21-2-76-85.
5. *Metodicheskie ukazaniya. Opredelenie valovogo sodержaniya nefteproduktov v probah pochvy metodom infrakrasnoy spektrometrii. Metodika vypolneniya izmereniy. RD 52.18.575-96* [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 Russ.)
6. Mikhailova A.A., Popova L.F., Nakvasina E.N. *Ekologo-biologicheskie osobennosti zagryazneniya nefteproduktami pochv Arhangel'ska* [Ecological and biological features of oil pollution of soils in Arkhangelsk]. Arkhangelsk, 2016. 150 p. (In Russ.)
7. Namestnikova O.V. Monitoring zagryazneniya pochv goroda nefteproduktami [Monitoring of soil pollution of the city by oil products]. *Innovative Development*, 2017, no. 10, pp.16-18. (In Russ.)
8. Okolelova A.A., Kaplya V.N., Lapchenkov A.G. Otsenka sodержaniya nefteproduktov v pochvakh [Assessment of the content of petroleum products in soils]. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences series*, 2019, v. 43, no. 1, pp. 76-86. (In Russ.) DOI: 10.18413/2075-4671-2019-43-1-76-86.
9. *Poryadok opredeleniya razmerov ushcherba ot zagryazneniya zemel' himicheskimi veshchestvami*. [Procedure for Determining Damage from Soil Contamination by Chemical Substances (Approved by the Russian Ministry of Environment on November 18, 1993) Minprirody]. Moscow, Goskomzem. 1993. 12 p. (In Russ.)
10. Savchenko S.V., Sanets E.V., Ryzhikov V.A. Ocenka ekologo-geohimicheskogo sostoyaniya pochvennogo pokrova doliny reki Svislochi v predelakh vodno-zelenogo diametra g. Minska [Assessment of ecological and geochemical state of soil cover of the valley of Svisloch river within the water-green diameter of Minsk]. *Natural resources*, 2020, no. 2, pp. 5-17. (In Russ.)
11. *Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k sodержaniyu territorij gorodskih i sel'skih poselenij, k vodnym ob'ektam, pit'evoy vode i pit'evomu vodosnabzheniyu, atmosfernomu vozduhu, pochvam, zhilym pomeshcheniyam, ekspluatacii proizvodstvennykh, obshchestvennykh pomeshchenij, organizatsii i provedeniyu sanitarno-protivoepidemicheskikh (profilakticheskikh) meropriyatij* [Sanitary and epidemiological requirements for the maintenance of the territories of urban and rural settlements, for water bodies, drinking water and drinking water supply, atmospheric air, soils, living quarters, the operation of industrial, public premises, the organization and conduct of sanitary and anti-epidemic (preventive) measures (SanPiN 2.1.3684-21)]. Moscow, 2021. 75 p. (In Russ.)
12. Pikovskii Yu.I. *Prirodnye i tekhnogennyye potoki uglevodorodov v okruzhayushchey srede* [Natural and man-made hydrocarbon flows in the environment]. Moscow: Mosk. Gos. Univ., 1993. 207 p. (in Russ.)
13. *PND F 16.1:2.21-98. Kolichestvennyy himicheskij analiz pochv. Metodika vypolneniya izmereniya massovoy doli nefteproduktov v probah pochv na analizatore zhidkosti «Flyuorat02»* [Quantitative Chemical Analysis of Soils. Determination of the Content of Oil Products in Soil Sample Using a Fluorat02]. Moscow: Liquid Analyzer, 2007. (In Russ.)
14. Khaustov A.P., Redina M.M. Uglevodorodnoe zagryaznenie pochv i gruntov: praktika normirovaniya, problemy i tendentsii [Hydrocarbon pollution of soils and soils: rationing practice, problems and trends]. *Geoekologiya*, 2017, no. 3, pp. 3-14. (in Russ.)
15. Shishkina D. Yu., Himicheskoe zagryaznenie pochv promyshchlennykh urbolandshaftov yuga Rossii [Chemical contamination of soils of industrial urban landscapes south of Russia]. *Advances in current natural sciences*, 2017, no. 3, pp. 133-137. (In Russ.)
16. Edori E.S., Edori O.S., Wodi C.T. Assessment of Total Petroleum Hydrocarbons Content of Soils Within Estate and Works Departments of Three Universities in Port Harcourt Housing Heavy-Duty Generators. *Biomed J Sci & Tech Res*, 2020, vol.30, no. 1, BJSTR. MS.ID.004894. DOI: 10.26717/BJSTR.2020.30.004894.

17. Beznosikov V.A., Lodygin E.D. Ecological-geochemical assessment of hydrocarbons in soils of North-eastern European Russia. *Eurasian Soil Science*, 2010, vol. 43, no. 5, pp. 550-555.
18. Chukwujindu M.A. Iwegbue, Nwajei E.S., Williams G.E. Characteristic levels of total petroleum hydrocarbon in soil profiles of automobile mechanic waste dumps. *Int J Soil Sci.*, 2008, no. 3, pp. 48-51.
19. Gennadiev A.N., Pikovskii Yu.I. The maps of soil tolerance toward pollution with oil products and polycyclic aromatic hydrocarbons: methodological aspects. *Eurasian Soil Science*, 2007, vol. 40, no. 1, pp. 70-81.
20. Khan A.B., Kathi S. Evaluation of heavy metal and total petroleum hydrocarbon contamination of roadside surface soil. *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, 2014, no. 11, pp. 2259-2270. DOI: 10.1007/s13762-014-0.
21. Kuppusamy S., Maddela N.R., Megharaj M. et al. *Total petroleum hydrocarbons: environmental fate, toxicity, and remediation*. Springer Nature, Switzerland AG. 2020. 264 p. DOI: 10.1007/978-3-030-24035-6.
22. Russkikh I.V., Strel'nikova 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, vol. 58, no. 4, pp. 447-455. DOI: 10.7868/S0016752517060103.
23. 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, vol. 31, no. 8, pp. 904-914.
24. Tepanosyan G.O., Belyaeva O.A., Saakyan L.V. et al. Integrated approach to determine background concentrations of chemical elements in soils. *Geochemistry International*, 2017, vol. 55, no. 6, pp. 581-588. DOI: 10.1134/S0016702917060106.
25. **Conflict of interests:** The author declares no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 06.08.2021

Accepted: 03.03.2022

Жарикова Елена Анатольевна

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Федерального научного центра Биоразнообразие наземной биоты Восточной Азии Дальневосточного отделения РАН, г. Владивосток, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-1752-8720, e-mail: ejarikova@mail.ru

Elena A. Zharikova

Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher of The Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far East Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-1752-8720, e-mail: ejarikova@mail.ru