

УДК. 502.7

DOI: 10.46698/VNC.2024.10.67.009

Оригинальная статья

Геоэкологический мониторинг и ремедиация территории Моздокского нефтепродуктового загрязнения

И.Д. Алборов ^{1,2}, О.Г. Бурдзиева ¹, Т.В. Закс ¹, А.С. Кануков ¹

¹ Геофизический институт Владикавказского научного центра РАН,
Россия, 362002, г. Владикавказ, ул. Маркова, 93а,
e-mail: datos.ru@yandex.ru;

² Северо-Кавказский горно-металлургический институт (ГТУ),
Россия, 362021, г. Владикавказ, ул. Николаева, 44

Статья поступила: 06.10.2023, доработана: 27.02.2024, принята к публикации: 28.02.2024

Резюме: Актуальность работы. Функционирование мест базирования авиационного транспорта, как правило, достаточно заметно воздействует на текущее состояние окружающей среды. В первую очередь, это выражается в загрязнении грунтов, являющихся грунтами основания для асфальтобетонного покрытия летной площадки. Нефтепродукты (керосин и др.), смазочные масла и продукты их распада, характеризующиеся высоким уровнем проницаемости, формируют в грунтах основания значительный загрязненный слой. Техногенное загрязнение природной среды северо-западной части г. Моздока нефтепродуктами, которое продолжает активно развиваться, обуславливает актуальность исследования. **Цель работы.** Оценка экологической ситуации и гидрохимического состояния подземных вод, а также изучение динамики нефтепродуктового загрязнения почв и грунтов зоны аэрации Моздокского района. **Методы исследований.** В работе использован комплексный подход, включающий полевые исследования и их анализ, а также разработку путей их проведения. Сопоставление данных по отношению к определенным годам позволяет строить долговременные ряды. **Результаты исследований.** По Моздокскому району складывается очень сложная экологическая ситуация, связанная с загрязнением почв и грунтовых вод нефтепродуктами. Общая площадь ареала НП–загрязнения грунтовых вод составляет около 160–200 км² при содержании растворенных углеводородов от 10 до 1800 ед. ПДК (ПДК керосина – 0,01 мг/дм³, ГН 2.1.1315-03). В результате исследований установлено, что грунтовые воды на площади Моздокского полигона подвергаются значительному загрязнению растворённым авиационным керосином. Только комплексный и интенсивный подход к решению проблемы Моздокского нефтепродуктового загрязнения позволит выработать регламент ремедиации ареала негативного воздействия утечки нефтепродуктов в почвенный горизонт.

Ключевые слова: Моздок, окружающая среда, нефтепродукты, авиационный керосин, линзы загрязнения, катастрофическое загрязнение, ремедиация территории.

Для цитирования: Алборов И.Д., Бурдзиева О.Г., Закс Т.В., Кануков А.С. Геоэкологический мониторинг и ремедиация территории Моздокского нефтепродуктового загрязнения. *Геология и геофизика Юга России*. 2024. 14(1): 127-140. DOI: 10.46698/VNC.2024.10.67.009

DOI: 10.46698/VNC.2024.10.67.009

Original paper

Geo-ecological monitoring and remediation of the Mozdok area polluted by oil products

I.D. Alborov^{1,2}, **O.G. Burdzieva**¹, **T.V. Zaks**¹, **A.S. Kanukov**¹

¹ Geophysical Institute, Vladikavkaz Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, 93a Markova Str., Vladikavkaz 362002, Russian Federation, e mail: datos.ru@yandex.ru;

² North Caucasian institute of Mining and Metallurgy (STU), 44 Nikolaeva Str., Vladikavkaz 362021, Russian Federation

Received: 06.10.2023, revised: 27.02.2024, accepted: 28.02.2024

Abstract: Relevance. The operation of aviation transport bases typically has a significant impact on the current state of the environment. Primarily, this is expressed in the contamination of soils, which serve as the bases for the asphalt concrete covering of the airfield. Petroleum products (kerosene, etc.), lubricating oils, and their breakdown products, characterized by a high level of permeability, form a significant contaminated layer in the base soils. Technogenic pollution of the natural environment in the northwest part of the city of Mozdok by oil products, which continues to actively develop, determines the relevance of the study. **The objective of the work.** Assessment of the ecological situation and hydrochemical state of groundwater, as well as study of the dynamics of oil contamination of soils and ground in the aeration zone of the Mozdok district. **The aim.** To assess the ecological situation and hydrochemical condition of groundwater, as well as to study the dynamics of oil product pollution of soils and soils of the aeration zone of Mozdoksky district. **Methods.** The study utilizes a comprehensive approach, including field research and analysis, as well as the development of ways to resolve them. Comparing data for specific years allows for the construction of long-term series. **Results.** A very complex ecological situation related to the pollution of soils and groundwater by oil products is forming in the Mozdok district. The total area of the oil contamination halo in groundwater is about 160-200 km² with dissolved hydrocarbon contents ranging from 10 to 1800 units of the MPC (maximum permissible concentration) (the kerosene MPC is 0.01 mg/dm³ according to GN 2.1.1315-03). Research has shown that groundwater in the Mozdok landfill area is significantly contaminated with dissolved aviation kerosene. Only a comprehensive and intensive approach to solving the problem of oil product pollution in Mozdok will allow for the development of a remediation plan for the area affected by the leakage of oil products into the soil horizon.

Keywords: Mozdok, environment, oil products, aviation kerosene, pollution lenses, catastrophic pollution, territory remediation.

For citation: Alborov I.D., Burdzieva O.G., Zaks T.V., Kanukov A.S. Geo-ecological monitoring and remediation of the Mozdok area polluted by oil products. *Geologiya i Geofizika Yuga Rossii = Geology and Geophysics of Russian South*. (in Russ.). 2024. 14(1): 127-140. DOI: 10.46698/VNC.2024.10.67.009

Введение

В последние годы стремительно растет загрязненность урбанизированных территорий, меняя их экологическую составляющую. На Северном Кавказе традиционно в горных регионах основной причиной этого была активно функционирующая горнодобывающая промышленность. В частности, было установлено влияние загрязненности территории, например, тяжелыми металлами, на онкологическую заболеваемость населения [Бурдзиева и др., 2019]. С начала 90-х годов – време-

ни развала б. СССР – горнодобывающая промышленность весьма быстро, в условиях отсутствия государственной поддержки и малой рентабельности, пришла в полнейший упадок; последствия ее деятельности в виде значительного загрязнения территорий различными продуктами добычи и переработки, заметно разнятся в зависимости от вида загрязнения по регионам. Так, загрязнение территории тяжелыми металлами характерно для Северной Осетии и Кабардино-Балкарии. Для Чечни характерно загрязнение нефтепродуктами и т.д. Тем не менее, необходимо отметить, что за прошедшие тридцать лет, когда имела место практически полная остановка предприятий, воздействие соответствующих источников заметно ослабло. При этом, экологическая напряженность на указанных территориях сохраняется и местами даже увеличивается.

Анализ результатов обследования территорий показал, что на экологическое состояние территорий, в настоящее время, все большее влияние оказывают другие факторы. Было установлено, что большой вклад в загрязнение территории вносит транспорт, как наземный, так и воздушный [Иванов и др., 2020; Кобрин, 2016; Бурдзиева и др., 2019; Calori et al., 2006; Silva et al., 2006]. В этой связи, необходимо отметить, воздействие на интегральную загрязненность территории автотранспорта, количество которого в последние годы удвоилось и продолжает стремительно расти. При этом, в силу различных объективных причин, наблюдается скачкообразное повышение интенсивности его эксплуатации [Заалишвили и др., 2022]. К сожалению, кроме указанных факторов существуют и другие весьма неожиданные. Действительно, если загрязненность нефтепродуктами для Чеченской республики, где нефть активно добывалась, была вполне объяснима, то подобная ситуация для других, свободных от такой добычи, территорий выходила за рамки понимания.

В 1990 году были обнаружены первые признаки серьезного загрязнения на северо-западе города Моздока (Северная Осетия) из-за нефтепродуктов, обнаруженных в бытовых колодцах по улице Полевой. Исследования, проведенные в 1999–2001 годах, показали, что общее количество нефтепродуктов, попавших в подземные водоносные горизонты из-за деятельности объектов, таких как аэродром, подземные нефтепроводы и склады горюче-смазочных материалов (ГСМ), приблизительно было оценено в диапазоне от 1,5 до 4,5 тысяч тонн.

Хорошо известно, что функционирование мест базирования авиационного транспорта, как правило, достаточно заметно воздействует на текущее состояние окружающей среды. В первую очередь, это выражается в загрязнении грунтов, являющихся грунтами основания для асфальтобетонного покрытия летной площадки. Нефтепродукты (керосин и др.), смазочные масла и продукты их распада, характеризующиеся высоким уровнем проникновения, формируют в грунтах основания значительный загрязненный слой. На этом процесс не завершается. Двигаясь по горизонтали и смешиваясь естественным образом с грунтовыми водами, указанные загрязнители обуславливают значительное расширение области загрязнения [Заалишвили и др., 2022; Стогний и др., 2021]. Если рядом расположены сельскохозяйственные угодья, то загрязняющие вещества появляются в скором времени и в соответствующей сельскохозяйственной продукции [Бекузарова и др., 2020]. Необходимо при этом отметить, что современные аэропорты, включая все сооружения и службы, простираются на площади в десятки квадратных километров. Здесь необходимо добавить, что шумовые загрязнения, наряду с химическими загрязнителями, формируют в окружающей среде пространство, негативное для населения и его нормальной жизнедеятельности [Can, 2008; Ohrstrom et al., 2006; Zaks et al.,

2019]. Это приводит к тому, что современные аэропорты как производственные структуры, формируют значительный источник загрязнения окружающей среды. Водные, почвенные, растительные и атмосферные среды сильно пострадали от промышленных и дренажных стоков дождевых, талых и поливочных вод [Normatov et al., 2021], в результате чего поверхностные стоки с территории аэропорта, загрязнены нефтепродуктами, химическими веществами, используемыми для борьбы с обледенением, и различными химическими соединениями, которые образуются в процессе работы двигателей [Черкасова, Веркеев, 2018; Roy et al., 2019], что формирует высокий уровень риска для здоровья населения [Бериев, Заалишвили, 2015; Бурдзиева и др., 2014; Бериев и др., 2013; Burdzieva et al., 2016; McClellan, 1986].

Методика исследований

В работе использован комплексный подход, включающий полевые исследования и их анализ, а также разработку путей их проведения. Сопоставление данных по отношению к определенным годам позволяет строить долговременные ряды.

Как отмечалось выше, в 1990 году стало известно о катастрофическом загрязнении нефтепродуктами грунтовых вод города Моздока. Необходимо отметить, что предельно допустимая концентрация (ПДК) керосина составляет – 0,01 мг/дм³, ГН 2.1.1315-03. Источником загрязнения послужил местный аэродром. Водоснабжение Моздокского района осуществляется, в основном, за счет напорно-субнапорных вод Терско-Кумского артезианского бассейна. Моздокское месторождение используется для хозяйственно-питьевого водоснабжения, Левобережное – для орошения земель. Учитывая, что Моздокский район является житницей Республики Северная Осетия–Алания, с населением около 120 тыс. человек, вопрос загрязнения земельных ресурсов вызвал серьезную озабоченность и тревогу среди населения и специалистов, особенно экологов и работников здравоохранения.

Авиационные керосины представляют собой смесь углеводородов, включая парафины, нафтены и ароматические соединения, причем содержание последних может достигать 20–22%. Несмотря на то, что из-за невысокой летучести концентрация паров керосина в воздухе редко бывает достаточно высокой для вызова острого отравления, опасность возрастает при повышенных температурах окружающей среды [Ушаков, 2007].

Вопрос обеспечения населения питьевой водой на левом берегу города Моздока остается актуальным из-за продолжающегося загрязнения подземных вод нефтепродуктами. Воздействие техногенных факторов на окружающую среду в этой области обусловлено промышленными предприятиями Моздока и аэродромом, где потребляются большие объемы авиационного керосина и поставляются по железной дороге на разгрузочные площадки, откуда через продуктопроводы доставляются в хранилища на территории аэродрома. В жилой зоне города продолжительное время наблюдается напряженная санитарно-экологическая обстановка, связанная с крайне неблагоприятной экологической ситуацией. Продолжительное время Республика Северная Осетия–Алания по числу заболевших онкологическими заболеваниями занимала первое место в Северо-Кавказском федеральном округе.

Авиационные керосины вызывают общую интоксикацию и наркотическое действие, их испарения раздражают слизистые оболочки глаз и верхние дыхательные пути [Артюх и др., 1990]. Горюче-смазочные материалы (ГСМ) попадают в почву, в основном, благодаря силе тяжести и поверхностно-активным силам. Распростра-

нение ГСМ зависит от множества параметров: непосредственной структуры почв, гидрологических условий и таких свойств ГСМ, как плотность, вязкость, способность к смачиванию, содержание и типы присадок в них и др. [Хазиев, Фатхиев, 1981]. При этом, почва, как самостоятельное природное тело, в процессе саморазвития накапливает совокупность тех или иных свойств, при различных сочетаниях факторов почвообразования [Andrade et al., 2010]. В Моздокском районе, в соответствии с условиями почвообразования распространены каштановые, тёмно-каштановые, лугово-каштановые, аллювиально-дерновые почвы, черноземы южные и обыкновенные [Бясов и др., 1999]. Для моделирования и изучения уровня загрязнения почв в последнее время широко применяются методы геоинформационного моделирования [Wang et al., 2012; Zhang, 2006].

Содержание исследования и обсуждение

По результатам полевых исследований, которые охватывали площадь около 20 км² были, в частности, выявлены 4 линзы, включающие авиационный керосин. В этой связи необходимо отметить, что расположение линз совпадало с простиранием топливных коммуникаций аэродрома и месторасположением склада ГСМ. Не останавливаясь на деталях, отметим, что мощность линзы №1, находящейся вблизи склада ГСМ, составила 60 см при общей площади линзы 430 тыс. м². В северо-западной части г. Моздока вблизи склада авиационного топлива располагалась линза №2 площадью 130 тыс. м². Мощность слоя керосина составила 26 см. В линзе №3 мощность керосина составила 2 см, а в линзе №4 – мощность слоя керосина составила 63 см (1995 г.).

В процессе дальнейших наблюдений было установлено, что линзы авиатоплива (№№ 1,2) имели устойчивые пространственные параметры, но отмечались резкие колебания мощности слоя, связанные, очевидно, с режимом эксплуатации Терско-Кумского канала. Режимная, наблюдательная сеть на полигоне была окончательно сформирована и включала 45 скважин, 53 колодца и 12 пунктов на естественных водоемах и водотоках.

Общая площадь ареала нефтепродуктового (НП) загрязнения в грунтовых водах составляла около 160–200 км² при содержании растворенных углеводородов от 10 до 1800 ед. ПДК.

В результате работ, выполненных в последующие годы, установлено, что нефтепродуктовое загрязнение почв, грунтов зоны аэрации продолжается. В течение 3-х циклов режимных наблюдений содержания нефтепродуктов достигали катастрофических значений (до 2000–5000 ПДК).

Во всех скважинах с высокими содержаниями нефтепродуктов на поверхности грунтовых вод отмечался слой свободного керосина мощностью от 2 до 65 см.

В настоящее время мониторинг подземных вод регионального уровня на территории республики проводится по специальной, весьма ограниченной, государственной опорной наблюдательной сети (ГОНС), состоящей из 13 наблюдательных скважин в пределах Осетинской наклонной равнины (ОНР) и 17 наблюдательных скважин на участке нефтепродуктового загрязнения в районе г. Моздока в пределах Притеречной равнины.

Продолжительное функционирование на территории Моздокского района магистральных продукто- и газопроводов, промышленных предприятий и других объектов в результате нарушения целостности канализационных сооружений с участием

человеческого фактора привело к образованию обширного техногенного ареала нефтепродуктового загрязнения окружающей среды.

В 1990–1992 гг. по заданию Минприроды РСО–Алания в левобережной части Моздокского района была выполнена специальная тематическая работа «Исследовательские работы по изучению загрязнения геологической среды в Моздокском районе СО АССР нефтепродуктами и другими токсичными веществами (1991–1992 гг.)», охватывающая все левобережье района. В результате было установлено, что нефтепродукты (включая авиационный керосин) являются наиболее распространенным и опасным загрязнителем геологической среды. Эти исследования позволили также в общих чертах оценить масштабы нефтепродуктового загрязнения геологической среды.

В соответствии с Федеральной «Программой специализированных исследований нефтепродуктового загрязнения подземных вод на Северном Кавказе», согласно проекту, предприятием «Севосгеозко» с 1993 по 1996 гг. был создан «Моздокский полигон» для изучения параметров нефтепродуктового ареала и мониторинга динамики его развития.

Наблюдательная сеть полигона включала 45 скважин, 53 колодца, 12 точек поверхностных водных объектов (р. Терек, Терско-Кумский канал, котлованы добычи строительных материалов, вскрывшие грунтовые воды).

В процессе производства работ изучался режим подземных вод, динамика загрязнения и миграция нефтепродуктов в пределах зоны аэрации, грунтовых водах и напорном водоносном горизонте, широко используемом для удовлетворения нужд хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Моздока и других населенных пунктов района.

В последующие годы на рассматриваемой территории, площадью около 17 км², была выполнена специальная работа, в результате которой с помощью геофизических исследований было детально изучено литологическое строение отложений верхнего плейстоцена и оценен масштаб загрязнения авиационным керосином.

В целом по Моздокскому району складывается очень сложная экологическая ситуация, связанная с загрязнением почв и грунтовых вод нефтепродуктами, а также с имевшими место фактами утечки нефтепродуктов из транзитных продуктопроводов, проходящих по территории района. Источниками наиболее существенного загрязнения почв Моздокского района являются:

- нефтепровод «Малгобек-Тихорецк»;
- ж\д станция «Моздок» – нефтебаза аэродрома;
- продуктопровод «Грозный-Трудовая»;
- продуктопровод «Грозный-Армавир».

В настоящее время перекачка нефтепродуктов осуществляется не постоянно, а периодически. Тем не менее, эти продуктопроводы в свое время послужили мощными источниками загрязнения.

Так, например, было подсчитано, что в результате частых засверловок продуктопроводов с целью хищения нефтепродуктов, в среднем, только в результате одной засверловки происходил розлив 21,2 тонны нефтепродукта на незащищенную почву.

Гидрохимическое состояние подземных вод на Моздокском участке устойчивого загрязнения нефтепродуктами оценено на основе анализа данных ведения наблюдений за динамикой области загрязнения первого от поверхности горизонта грунтовых вод (верхне-неоплейстоцен-голоценовый водоносный горизонт аQIII-IV) по

14 наблюдательным колодцам ГОНС и результатам анализов, предоставленных МУП «Моздокский водоканал».

При опробовании первого цикла (в апреле 2021 г.) – в наблюдательных колодцах на участке устойчивого загрязнения нефтепродуктами в районе г. Моздока из 10 проб в 4 отмечено превышение ПДК по керосину (от 1,2 до 5 ед. ПДК).

При опробовании второго цикла (в октябре 2021 г.) – в наблюдательных колодцах на участке устойчивого загрязнения нефтепродуктами в районе г. Моздока во всех 10 пробах отмечено превышение ПДК по керосину (от 5,5 до 9,6 ПДК). Результаты анализов (таблица 1, рисунки 1, 2), свидетельствуют об увеличении интенсивности загрязнения в 2021 году по сравнению с 2020 годом и сохранении размера границы ареала загрязнения.

По результатам сокращенного химического анализа по наблюдательному колодцу № 1 отмечено превышение содержания нитратов (50,0 мг/дм³, что составляет 1,1 ед. ПДК), жесткости (8,4 мг/дм³). Содержание тяжелых металлов (никель, кобальт) не превышает ПДК. При этом надо отметить, что этот водоносный горизонт в районе г. Моздока не предназначен для хозяйственно-питьевого водоснабжения, а в водозаборных скважинах, каптирующих субнапорный ниже-средненеоплейстоценовый аллювиальный водоносный горизонт, используемый для питьевых целей, по нескольким анализам, предоставленным недропользователями, превышения по нитратам и жесткости отсутствуют.

Таблица 1 / Table 1

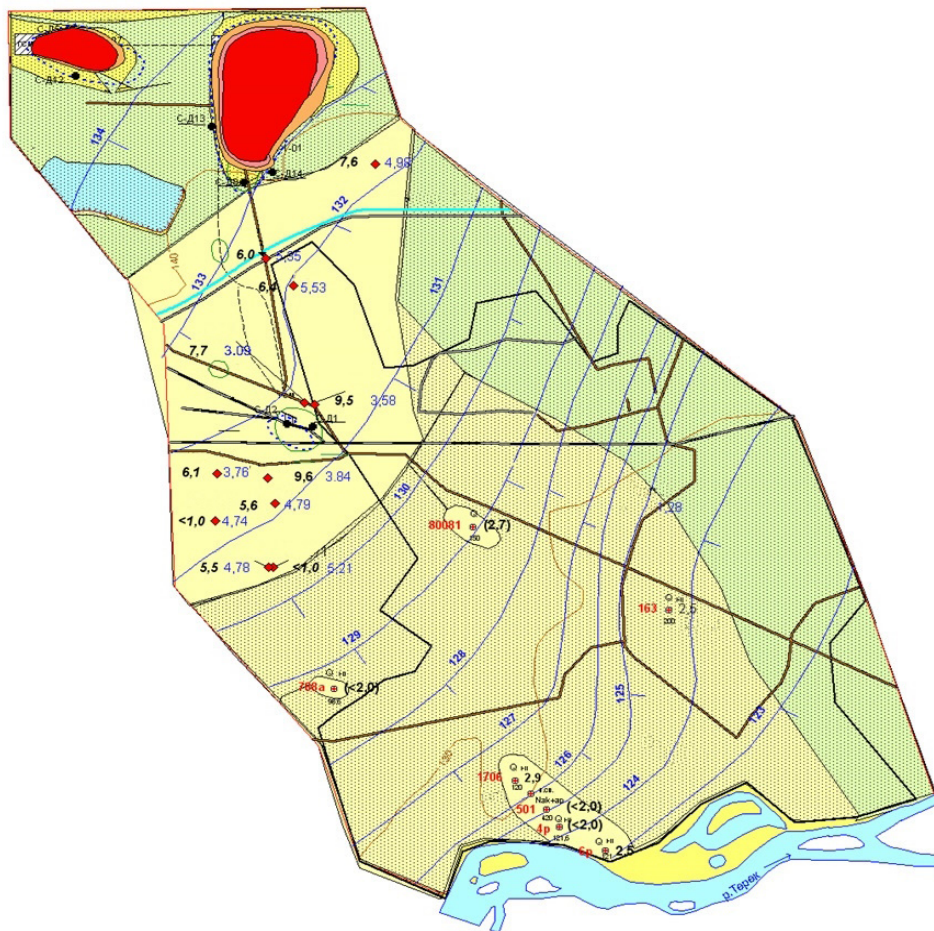
**Данные результатов опробования по Моздокскому участку
нефтепродуктового загрязнения за 2020-2021 гг. /
The data of the test results for the Mozdok oil product contamination site
for the years 2020-2021**

№ набл. кол. / Observation well №	Местоположение / Location	2020 г. / 2020 y.			2021 г. / 2021 y.			Отношение интенсивности загрязнения 2020 г. к 2019 г. / The ratio of pollution intensity in 2020 to 2019
		Дата отбора пробы / Sampling date	Содержание нефтепродуктов / The concentration of oil products		Дата отбора пробы / Sampling date	Содержание нефтепродуктов / The concentration of oil products		
			мг/дм ³ / mg/dm ³	Ед. ПДК / MPC units		мг/дм ³ / mg/dm ³	Ед. ПДК / MPC units	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Территория свинокомплекса, в 500 м на ю-в аэродрома / The territory of the pig complex within 500 meters to the southeast of the aerodrome	15.06.	0,009	0,9	27.04	0,011	1,1	0,2
		12.10.	<0,005	<1	25.10.	0,076	7,6	7,6

2	Территория Фермерского хозяйства / Farm territory	15.06.	0,106	10,6	н.о.	-	-	н.с.
		12.10.	0,005	<1	н.о.	-	-	н.с.
3	Ул. Полевая, 87 / Polevaya st., 87	15.06.	0,01	1	27.04.	0,03	3	2
		12.10.	0,011	1,1	25.10.	0,06	6	4,9
4	Ул. Заводская, 160 / Zavodskaya st., 160	15.06.	0,015	1,5	27.04.	0,03	3	1,5
		12.10.	0,019	1,9	25.10.	0,064	6,4	4,5
5	Ул. Заводская, 17 / Zavodskaya st., 17	15.06.	0,12	12	27.04.	0,05	5	-7
		12.10.	0,029	2,9	25.10.	0,095	9,5	6,6
6	Ул. Полевая, 18 / Polevaya st., 18	15.06.	0,031	3,1	27.04.	0,03	3	-0,1
		12.10.	0,02	2	25.10.	0,077	7,7	5,7
7	СОТ «Садовод», участок № 384 / DC «Sadovod», plot № 384	15.06.	0,009	0,9	27.04.	0,008	<1	0
		12.10.	0,01	1	25.10.	0,096	9,6	8,6
8	СОТ «Садовод», участок № 105 / DC «Sadovod», plot № 105	15.06.	0,011	1,1	27.04.	0,006	<1	-1,1
		12.10.	<0,005	<1	25.10.	0,056	5,6	5,6
9	СОТ «Садовод», участок № 155 / DC «Sadovod», plot № 155	н.о.	-	-	27.04.	0,005	<1	н.с.
		н.о.	-	-	25.10.	0,055	5,5	н.с.
10	СОТ «Садовод», участок № 127 / DC «Sadovod», plot № 127	15.06.	0,029	2,9	27.04.	0,006	<1	-2,9
		12.10.	0,027	2,7	25.10.	0,068	6,8	4,1
11	СОТ «Садовод», участок № 6 / DC «Sadovod», plot № 6	15.06.	0,007	0,7	27.04.	0,006	<1	-0,7
		12.10.	0,08	0,8	25.10.	0,061	6,1	5,3

В водозаборных скважинах, эксплуатирующих неоплейстоценовый и совместно эоплейстоцен-неоплейстоценовый водоносный горизонт в 2021 г. по данным анализов недропользователей содержание загрязнения (по авиационному керосину) достигает 2,6 ПДК. По данным режимных наблюдений МУП «Моздокский водоканал» за 2021 г. содержания загрязнения находились в пределах среднегоголетних показателей ПДК, и составляли от 5–6 в северной части участка до 1–1,5 в южной части, где происходит разгрузка загрязненных вод в р. Терек.

Общая площадь линз техногенного нефтепродуктового загрязнения северо-западной части г. Моздок в 1990 году была оценена в диапазоне от 60 до 100 га. О масштабах НП – загрязнения природной среды в этой зоне можно судить по проведенным в/ч 62467 в 1990 г. кратковременным откачкам НП в районе ул. Полевой из бытовых колодцев, траншей и котлованов, из которых всего было добыто около 130 т нефтепродуктов.



Условные обозначения к картам / Conventional symbols on maps

- Пункты наблюдательной сети / Observation network points**

 - СД-8
1,0 скважины наблюдательные ГОНС, выведенный из ГОНС в 2016г. / SRMN observation wells removed from SRMN in 2016
 - К-2
2,3 Цифры у знака: в числителе - номер пункта наблюдения, в знаменателе - интенсивность загрязнения подземных вод в ПДК; в скобках - толщина слоя керосина, см / Household wells
Numbers at the sign: in the numerator - the observation point number; in the denominator - the intensity of groundwater pollution in MPC; in brackets - the thickness of the kerosene layer, in cm
 - Быт. кол.1
7,6 ♦ 4,98 Цифры у знака: сверху - номер бытового колодца справа - уровень ПВ на момент отбора пробы слева - интенсивность загрязнения ПВ нефтепродуктами (в ед ПДК).
Numbers at the sign: At the top - number of the household well On the right - level of SW at the time of sampling On the left - intensity of pollution of SW with petroleum products in MPC units
- Скважина водозаборная (данные опробования - II полугодие 2021г.) / Water well (sampling data for the 2nd half of 2021)**

 - Наб.кв.р
561 Q-2,5
420 Цифры у знака: сверху - индекс водоносного горизонта, слева - номер скважины, справа - интенсивность загрязнения ПВ нефтепродуктами (в ед ПДК), в скобках - данные недропользователя, внизу - глубина скважины, м
Numbers at the sign: At the top - index of the aquifer On the left - well number On the right - intensity of pollution of SW with petroleum products in MPC units In brackets - subsol user data; At the bottom - the depth of the well in m
- Источники загрязнения геологической среды / Sources of pollution of the geological environment**

 - Склады авиационного топлива / Aviation fuel depots
 - трубопровод военного аэродрома / Product pipeline of a military airfield
- Интенсивность загрязнения грунтовых вод в ед. ПДК (ПДК = 0,01 мг/дм³) / Groundwater pollution intensity in MPC units (MPC unit = 0.01 mg/dm³)**

 - >500 (контур "плавающих" на поверхностных грунтовых вод линз керосина) на конец наблюдений (2015г.) (The contour of "floating" kerosene plumes on surface groundwater) at the end of observations (2015).
 - 100 - 500
 - 50 - 100
 - 10 - 50
 - 1 - 10
 - <1 (1 - установленная, 2 - предполагаемая) (1 - established, 2 - assumed)
- Гидроизогипсы грунтовых вод (аQ), в абсолютных отметках, м / Hydroisohypses of groundwater (aQ), in absolute marks, m**

 - Контур, ограниченный для изучения влияния нефтепродуктового загрязнения на ПВ / The contour limited for studying the impact of oil pollution on surface waters.
- Другие знаки / Other symbols**

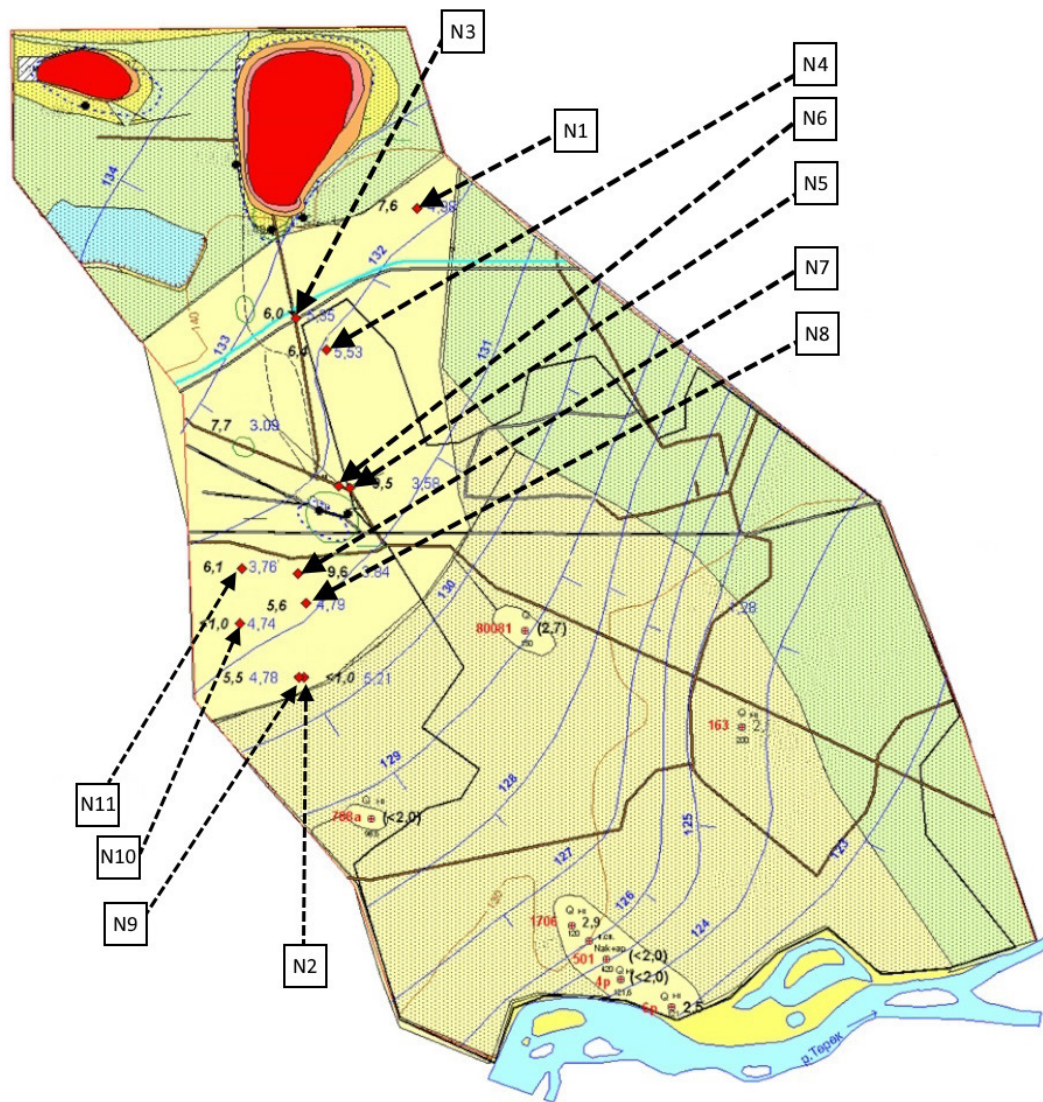
 - Горизонтальности поверхности в абсолютных отметках, м / Surface horizontal in absolute elevations, m
 - Железнодорожные пути / Railways
 - Контур жилой и промышленной застройки г.Моздока и ст.Луковской / The outline of the residential and industrial buildings of the town of Mozdok and the village of Lukovskaya
 - Контур "плавающих" линз керосина (по состоянию на 1995 г.) / The contour of floating kerosene lenses (as of 1995).
 - Контур "плавающих" линз керосина (по состоянию на 2004 г.) / The contour of floating lenses (as of 1995)
 - Искусственные водоемы (отработанные карьеры стройматериалов, вскрытые грунтовые воды) / Artificial reservoirs (spent quarries for building materials, exposing groundwater)
 - Терско-Кумский канал / The Terak-Kuma canal
 - Железнодорожная станция / Railway station
 - Линия разреза А-А / Cross section A-A line

Рис. 1. Карта интенсивности загрязнения грунтовых вод на участке нефтепродуктового загрязнения в районе г. Моздока /

Fig. 1. Map of groundwater pollution intensity at the site of oil product contamination near the city of Mozdok

Общая площадь ареала НП–загрязнения в грунтовых водах составляет около 160–200 км² при содержании растворенных углеводородов от 10 до 1800 ед. ПДК (ПДК керосина – 0,01 мг/дм³, ГН 2.1.1315-03).

Пробы воды, отобранные в рассматриваемый период, показали, что концентрация керосина долгое время остается все еще высокой. Более того, она увеличивается. Так, в 2013 г. концентрация авиационного керосина изменялась от 3 до 122 ед. ПДК, а в 2015 г. в тех же скважинах она варьировала в пределах от 3 до 240 ед. ПДК.



Условные обозначения к картам / Conventional symbols on maps

N1 - колодец номер 1 / well number 1

Рис. 2. Расположение наблюдательных колодцев (согласно табл. 1) /

Fig. 2. Location of observation wells (according to Table 1)

Таким образом, наблюдается увеличение концентрации загрязнения керосином первого от поверхности грунтового водоносного горизонта, что непременно приведет к увеличению интенсивности загрязнения напорно-субнапорных вод Терско-Кумского артезианского бассейна – основного источника водоснабжения Моздокского района. Основными объектами загрязнения стали почвы и грунтовые воды

района, а также дренажные каналы р. Терек. Водоснабжение Моздокского района республики осуществляется, в основном, за счет напорно-субнапорных вод Терско-Кумского артезианского бассейна. Моздокское месторождение используется для хозяйственно-питьевого водоснабжения, Левобережное – для орошения земель. Природное качество (естественный фон) эксплуатируемых подземных вод хорошее, минерализация не превышает $0,6 \text{ г/дм}^3$.

Только комплексный и интенсивный подход к решению проблемы Моздокского нефтепродуктового загрязнения позволит выработать регламент ремедиации ареала негативного воздействия утечки нефтепродуктов в почвенный горизонт.

Выводы

В 1990 году были обнаружены первые признаки серьезного техногенного загрязнения на северо-западе города Моздока из-за нефтепродуктов, обнаруженных в бытовых колодцах по улице Полевой. По Моздокскому району складывается очень сложная экологическая ситуация, связанная с загрязнением почв и грунтовых вод нефтепродуктами.

Общая площадь ареала нефтепродуктового загрязнения в грунтовых водах составляет около $160\text{--}200 \text{ км}^2$ при содержании растворенных углеводородов от 10 до 1800 ед. ПДК, когда ПДК керосина составляет $0,01 \text{ мг/дм}^3$, ГН 2.1.1315-03.

Распространение ГСМ в качестве загрязнителей зависит от множества параметров: непосредственной структуры почв, гидрологических условий и таких свойств ГСМ, как плотность, вязкость, способность к смачиванию, содержание и типы присадок и др.

По результатам полевых исследований, которые охватывали площадь около 20 км^2 были выявлены 4 линзы, включающие авиационный керосин. В этой связи необходимо отметить, что расположение линз совпадало с простираем топливных коммуникаций аэродрома и месторасположением склада ГСМ.

В результате работ, выполненных в последующие годы, установлено, что нефтепродуктовое загрязнение почв, грунтов зоны аэрации продолжается. В течение 3-х циклов режимных наблюдений содержания нефтепродуктов достигали катастрофических значений (до $2000\text{--}5000$ ПДК).

Только комплексный и интенсивный подход к решению проблемы Моздокского нефтепродуктового загрязнения позволит выработать регламент ремедиации ареала негативного воздействия утечки нефтепродуктов в почвенный горизонт.

Литература

1. Артюх Е.А., Мазур А.С., Украинцева Т.В., Костюк Л.В. Перспективы применения биосорбентов для очистки водоемов при ликвидации аварийных разливов нефти. // Известия СПб ГТИ (ТУ). – 2014. – № 26. – С. 58–66.
2. Бекузарова С.А., Тебиева Д.И., Бекмурзов А.Д., Кебалова Л.А., Корбесова К.В. Фиторемедиация токсичности воздуха автомобильных дорог. // Геология и геофизика Юга России. – 2020. – Т. 10. № 2. – С. 127–136. DOI: 10.46698/VNC.2020.47.65.009.
3. Бериев О.Г., Заалишвили В.Б. Состояние загрязнения атмосферы и заболеваемость населения города Владикавказа. // Геология и геофизика Юга России. – 2015. – № 4. – С. 47–56.
4. Бериев О.Г., Заалишвили В.Б., Бурдзиева О.Г., Закс Т.В., Кануков А.С. Онкозаболеваемость населения г. Владикавказа и его взаимосвязь с различными факторами. // Геология и геофизика Юга России. – 2013. – № 3. – С. 29–38.

5. Бурдзиева О.Г., Бериев О.Г., Закс Т.В. Влияние факторов внешней среды на экологическое благополучие и здоровье населения города Владикавказа. Владикавказ: ГФИ ВНЦ РАН, – 2019. 247 с.
6. Бурдзиева О.Г., Заалишвили В.Б., Бериев О.Г., Кануков А.С., Майсурадзе М.В. Влияние горнодобывающей деятельности на загрязнение окружающей среды. // *Геология и геофизика Юга России*. – 2014. – № 4-2. – С. 8–13.
7. Бясов К.Х., Олисаев В.В., Вагин В.С. Агроэкологическое районирование территории Республики Северная Осетия – Алания. Владикавказ, – 1999. 20 с.
8. Заалишвили В. Б., Корбесова К. В., Архиреева И. Г., Ганапати Г. П. Воздействие мобильных и стационарных источников загрязнений на геоэкологическое состояние урбанизированных территорий в горном регионе. // *Устойчивое развитие горных территорий*. – 2022. – Т. 14. № 4(54). – С. 564–575. DOI 10.21177/1998-4502-2022-14-4-564-575.
9. Иванов А.В., Стриженок А.В., Супрун И.К. Вопросы оценки эффективности внедряемых пылезащитных экранов на этапе проектирования. // *Геология и геофизика Юга России*. – 2020. – Т. 10. № 3. – С. 139–152. DOI: 10.46698/VNC.2020.37.81.009.
10. Кобрина Н.В. Системы мониторинга загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом. // *Экология и промышленность*. – 2016. – № 2(47). – С. 97–102.
11. Стогний В.В., Стогний Г.А., Любимова Т.В. Геоэкологические риски территории Краснодарского края: проблема интегральной оценки степени геологических опасностей. // *Геология и геофизика Юга России*. – 2021. – Т. 11. № 1. – С. 121–133.
12. Ушаков И.Б. Основы авиационной и космической медицины: / под ред. И.Б. Ушакова. Москва: Слово, – 2007. 344 с.
13. Хазиев Ф.Х., Фатхиев Ф.Ф. Изменение биохимических процессов в почвах при нефтяном загрязнении и активации разложения нефти. // *Агрохимия*. – 1981. – Т. 1. № 10. С. – 102–111.
14. Черкасова Н. Г., Веркеев А.В. Проблема загрязнения окружающей среды при разливе авиационного топлива на территории аэродрома. // *Актуальные проблемы авиации и космонавтики*. – 2018. – Т. 2. № 4(14). – С. 494–496.
15. Andrade J.A., Augusto F., Jardim I.C.S.F. Bioremediation of soils contaminated by petroleum and its derivatives. // *Eclética Química*. – 2010. – Vol. 35. No. 3. – pp. 17–43.
16. Burdzieva O.G., Zaalishvili V.B., Beriev O.G., Kanukov A.S., Maisuradze M.V. Mining impact on environment on the North Ossetian territory. // *International Journal of Geomate*. – 2016. – Vol. 10. No. 1. – pp. 1693–1697.
17. Calori G., Clemente M., De Maria R., Finardi S., Lollobrigida F., Tinarelli G. Air quality integrated modelling in Turin urban area. // *Environmental Modelling & Software*. – 2006. – Vol. 21. No. 4. – pp. 468–476.
18. Can A., Leclercq L., Lelong J., Dynamic estimation of urban traffic noise: influence of traffic and noise source representations. // *Applied Acoustics*. – 2008. – Vol. 69. – pp. 858–867.
19. McClellan R.O. Health effects of diesel exhaust: a case study in risk assessment. // *American Industrial Hygiene Association Journal*. – 1986. – Vol. 47. – pp. 1–13.
20. Normatov I.Sh., Anderson R., Karimzoda A., Normatov A. Conservation and protection of the Central Asia region highlands water resources is the key to the future development of agriculture and food security. // *Sustainable Development of Mountain Territories*. – 2021. – Vol. 13. – 469–475. DOI: 10.21177/1998-4502-2021-13-4-469-475.
21. Ohrstrom E., Skanberg A., Svensson H., Gidlof-Gunnarsson A. Effects of road traffic noise and the benefit of access to quietness. // *J Sound Vibrat*. – 2006. – Vol. 295. – pp. 40–59.
22. Roy S., Gupta S. K., Prakash J., Habib G., Baudh K., Nasr M. Ecological and human health risk assessment of heavy metal contamination in road dust in the national capital territory (nct) of Delhi, India. // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2019. – Vol. 26. Issue 29. – pp. 30413–30425.

23. Silva C.M., Farias T.L., Frey H.C., Roupail N.M. Evaluation of numerical models for simulation of real-world hot-stabilized fuel consumption and emissions of gasoline light-duty vehicles. // *Transport. Res.* – 2006. – Vol. 11. – pp. 377–385.

24. Wang M.E., Bai Y.Y., Chen W.P., Markert B., Peng C., Ouyang Z.Y. A GIS technology based potential eco-risk assessment of metals in urban soils in Beijing, China. // *Environmental Pollution.* – 2012. – Vol. 161. – pp. 235–242.

25. Zaks T.V., Burdzieva O.G., Zaalishvili V.B. Impact of noise, gamma radiation and other geophysical factors on population health. // *Akustika.* – 2019. – Vol. 32. – pp. 206–210.

26. Zhang C.S. Using multivariate analyses and GIS to identify pollutants and their spatial patterns in urban soils in Galway, Ireland. // *Environmental Pollution.* – 2006. – Vol. 142. No. 3. – pp. 501–511.

References

1. Artyukh E.A., Mazur A.S., Ukrainitseva T.V., Kostyuk L.V. Looking forward to biosorbents future application for ponds' cleaning after emergency oil spills. In: *Proceedings of Saint Petersburg state technological institute (Technical University).* 2014. No. 26. pp. 58–66. (In Russ.)

2. Bekuzarova S.A., Tebieva D., Bekmurzov A.D., Kebalova L.A., Korbesova K.V. Phytoremediation of air toxicity of roads. *Geology and Geophysics of Russian South.* 2020. Vol. 10. No. 2. pp. 127–136. DOI: 10.46698/VNC.2020.47.65.009. (In Russ.)

3. Beriev O.G., Zaalishvili V.B. State of atmospheric pollution and morbidity of the population of Vladikavkaz city. *Geology and Geophysics of Russian South.* 2015. No. 4. pp. 47–56. (In Russ.)

4. Zaalishvili V.B., Beriev O.G., Burdzieva O.G., Zaks T.V., Kanukov A.S. Oncology disease rate of Vladikavkaz city population and its interrelation with various factors. *Geology and Geophysics of Russian South.* 2013. No. 3. pp. 29–38. (In Russ.)

5. Burdzieva O.G., Beriev O.G., Zaks T.V. The influence of environmental factors on the ecological well-being and health of the population of Vladikavkaz. *Vladikavkaz: GPI VSC RAS.* 2019. 247 p. (In Russ.)

6. Burdzieva O.G., Zaalishvili V.B., Beriev O.G., Kanukov A.S., Maysuradze M.V. Mining activity influence on environment pollution. *Geology and Geophysics of Russian South.* 2014. No. 4-2. pp. 8–13. (In Russ.)

7. Byasov K.H., Olisaev V.V., Vagin V.S. Agroecological zoning of the territory of the Republic of North Ossetia-Alania. *Vladikavkaz.* 1999. 20 p. (In Russ.)

8. Zaalishvili V.B., Korbesova K.V., Arkhireeva I.G., Ganapathy G.P. Impact of mobile and stationary pollution sources on the geocological state of urbanized territories in the mountain region. *Sustainable Development of Mountain Territories.* 2022. Vol. 14. No. 4. Issue 54. pp. 564–575. DOI 10.21177/1998-4502-2022-14-4-564-575. (In Russ.)

9. Ivanov A.V., Strizhenok A.V., Suprun I.K. Issues of evaluating the effectiveness of the introduced dust screens at the design stage. *Geology and Geophysics of Russian South.* 2020. Vol. 10. No. 3. pp. 139–152. DOI: 10.46698/VNC.2020.37.81.009. (In Russ.)

10. Kobrina N.V. Monitoring system of environmental pollution by highway transport. *Environment and industry.* 2016. No. 2. Issue 47. pp. 97–102. (In Russ.)

11. Stogny V.V., Stogny G.A., Lyubimova T.V. Geocological risks of the Krasnodar region: the problem of integrated assessment of the geological hazards degree. *Geology and Geophysics of Russian South.* 2021. Vol. 11. No. 1. pp. 121–133. (In Russ.)

12. Ushakov I.B. *Fundamentals of aviation and space medicine:* edited by I.B. Ushakov. Moscow. Slovo. 2007. 344 p. (In Russ.)

13. Khaziev F.H., Fatkhiev F.F. Change of biochemical processes in soils under oil pollution and activation of oil decomposition. *Agrochemistry.* 1981. Vol. 1. No. 10. pp. 102–111. (In Russ.)

14. Cherkasova N.G., Verkeev A.V. THE Problem of environmental pollution in the spill of aviation fuel at the airport. *Actual problems of aviation and cosmonautics.* 2018. Vol. 2. No. 4. Issue. 14. pp. 494–496. (In Russ.)

15. Andrade J.A., Augusto F., Jardim I.C.S.F. Bioremediation of soils contaminated by petroleum and its derivatives. *Eclética Química*. 2010. Vol. 35. No. 3. pp. 17–43.
16. Burdzieva O.G., Zaalishvili V.B., Beriev O.G., Kanukov A.S., Maisuradze M.V. Mining impact on environment on the North Ossetian territory. *International Journal of Geomate*. 2016. Vol. 10. No. 1. pp. 1693–1697.
17. Calori G., Clemente M., De Maria R., Finardi S., Lollobrigida F., Tinarelli G. Air quality integrated modelling in Turin urban area. *Environmental Modelling & Software*. 2006. Vol. 21. No. 4. pp. 468–476.
18. Can A., Leclercq L., Lelong J., Dynamic estimation of urban traffic noise: influence of traffic and noise source representations. *Applied Acoustics*. 2008. Vol. 69. pp. 858–867.
19. McClellan RO Health effects of diesel exhaust: a case study in risk assessment. *American Industrial Hygiene Association Journal*. 1986. Vol. 47. pp. 1–13.
20. Normatov I.Sh., Anderson R., Karimzoda A., Normatov A. Conservation and protection of the Central Asia region highlands water resources is the key to the future development of agriculture and food security. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2021. Vol. 13. 469–475. DOI: 10.21177/1998-4502-2021-13-4-469-475.
21. Ohrstrom E., Skanberg A., Svensson H., Gidlof-Gunnarsson A. Effects of road traffic noise and the benefit of access to quietness. *Journal of Sound and Vibration*. 2006. Vol. 295. pp. 40–59.
22. Roy S., Gupta S. K., Prakash J., Habib G., Baudh K., Nasr M. Ecological and human health risk assessment of heavy metal contamination in road dust in the national capital territory (nct) of Delhi, India. *Environmental Science and Pollution Research*. 2019. Vol. 26. Issue 29. pp. 30413–30425.
23. Silva C.M., Farias T.L., Frey H.C., Roupail N.M. Evaluation of numerical models for simulation of real-world hot-stabilized fuel consumption and emissions of gasoline light-duty vehicles. *Transport. Res.* 2006. Vol. 11. pp. 377–385.
24. Wang M.E., Bai Y.Y., Chen W.P., Markert B., Peng C., Ouyang Z.Y. A GIS technology based potential eco-risk assessment of metals in urban soils in Beijing, China. *Environmental Pollution*. 2012. Vol. 161. pp. 235–242.
25. Zaks T.V., Burdzieva O.G., Zaalishvili V.B. Impact of noise, gamma radiation and other geophysical factors on population health. *Akustika*. 2019. Vol. 32. pp. 206–210.
26. Zhang C.S. Using multivariate analyses and GIS to identify pollutants and their spatial patterns in urban soils in Galway, Ireland. *Environmental Pollution*. 2006. Vol. 142. No. 3. pp. 501–511.