

УДК 504.054
AGRIS T01

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/44/03>

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВ Г. НИЖНЕВАРТОВСКА

©*Оберемченко А. А., Нижневартровский государственный университет,
г. Нижневартовск, Россия, anya.oberemchenko.95@mail.ru*

SOILS CONTAMINATION DEGREE ASSESSMENT OF HEAVY METALS IN NIZHNEVARTOVSK (WESTERN SIBERIA, RUSSIA)

©*Oberemchenko A., Nizhnevartovsk State University,
Nizhnevartovsk, Russia, anya.oberemchenko.95@mail.ru*

Аннотация. Почва — это один из основных элементов окружающей среды. Она обладает не только аккумулярующей способностью, но и выступает как природный буфер, контролирующий перенос химических элементов в атмосферу, гидросферу и живое вещество. Городские почвы значительно отличаются от природных почв. У преобразованных в результате строительства почв ухудшается воздушный и водный режим, нарушается жизнедеятельность почвенных организмов. В прямой зависимости друг от друга находится состояние здоровья городского населения и сохранение с поддержанием природных экологических свойств городских почв. С каждым годом антропогенная нагрузка на окружающую среду усиливается. Одним из основных загрязнителей окружающей среды являются тяжелые металлы. Цель данного исследования — определение степени загрязнения почв г. Нижневартовска тяжелыми металлами. В отобранных в 2017 и 2018 годах с территории города почвенных образцах проводилось определение величины pH, определение концентрации подвижных форм меди, железа, цинка, никеля, хрома, свинца и марганца. Главные источники загрязнения городской среды — автотранспорт и предприятия топливно-энергетического комплекса. Основными загрязнителями, встречающимися в повышенных концентрациях являются цинк, медь, никель, свинец и марганец. В 2018 году произошло изменение концентрации подвижных форм цинка, меди, никеля и свинца. Выявлены высокие концентрации марганца в почвах города. По показателям химического загрязнения почв экологическая ситуация в Нижневартовске в основном оценивается как умеренно опасная.

Abstract. Soil is one of the environment basic elements. It has not only the accumulating ability but also is a natural buffer, controls the chemical elements transfer into the atmosphere, hydrosphere and living matter. Urban soils are significantly different from natural soils. Urban soils are characterized by degradation of the air and water regime, vital activity disruption of soil organisms. There is a direct dependence of the urban population health state on the preservation degree of natural (ecological) properties of urban soils. Every year the anthropogenic load on the environment increases. One of the main environmental pollutants is heavy metals. The purpose of this study is to soils contamination degree determines of heavy metals in Nizhnevartovsk (Western Siberia, Russia). In the soil sampling in 2017/18, the pH value and the concentration of mobile forms of copper, iron, zinc, nickel, chromium, lead and manganese were determined. The main sources of pollution in the urban environment are motor transport and enterprises of the fuel and

energy complex. The main pollutants found in elevated concentrations are zinc, copper, nickel, lead and manganese. In 2018, there was a change in the concentration of mobile forms of zinc, copper, nickel and lead. High concentrations of manganese were detected. The environmental situation in Nizhnevartovsk is generally assessed as moderately hazardous by indicators of soil chemical contamination.

Ключевые слова: тяжелые металлы, городские почвы, загрязнение почв.

Keywords: heavy metals, urban soils, soils contamination.

Введение

Из большого числа разнообразных химических веществ, поступающих в окружающую среду, значительное место занимают тяжелые металлы [1]. За последние десятилетия загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами стало значительной проблемой, последствия которой можно сравнить с глобальными природными явлениями. Усиливающееся антропогенное воздействие на окружающую среду приводит к ослаблению ее устойчивости, вследствие этого нарушаются происходящие в ней естественные процессы [2].

Почва – это один из основных элементов окружающей среды. Она обладает не только аккумулярующей способностью, но и выступает как природный буфер, контролирующий перенос химических элементов в атмосферу, гидросферу и живое вещество [3].

Загрязняющие вещества, оказавшиеся в почве, способны находиться в ней длительное время, со временем поступая в остальные элементы окружающей среды. Поэтому возрастает необходимость проведения мониторинга окружающей среды, с целью выявления опасного воздействия на объекты природной среды.

Городские почвы — это измененные вследствие антропогенной деятельности земли, имеющие созданный в результате человеческой деятельности поверхностный слой, мощностью более 50 см, который получен перемешиванием, погребением или насыпанием материала урбаногенного происхождения, а также строительного мусора. Такие искусственно созданные почвы получили название урбаноземы. Для таких почв характерно сильное изменение кислотности почв, изменение воздушно — теплового и водного режимов почвы, обогащенность основными элементами питания растений, переуплотненность, каменистость и т. д. [4].

Городские почвы значительно отличаются от природных почв. У преобразованных в результате строительства почв ухудшается воздушный и водный режим, нарушается жизнедеятельность почвенных организмов. В прямой зависимости друг от друга находится состояние здоровья городского населения и сохранение с поддержанием природных экологических свойств городских почв [5].

Важное место среди загрязнителей городской среды занимают тяжелые металлы. Отрицательное влияние на организм человека проявляется в прямом воздействии высоких концентраций, а также в способности тяжелых металлов накапливаться в организме [6–10].

Цель данного исследования — определение степени загрязнения почв г. Нижневартовска тяжелыми металлами. В отобранных в 2017 и 2018 годах с территории города почвенных образцах проводилось определение величины рН, определение концентрации подвижных форм меди, железа, цинка, никеля, хрома, свинца и марганца. Полученные данные позволили определить суммарный показатель загрязнения почв города и

оценить уровень загрязнения и опасность для населения города, выявить области повышенного содержания металлов и возможные источники загрязнения.

Материал и методы исследования

На территории города Нижневартовска в осенний период 2017 и 2018 гг. был проведен отбор объединенных проб почвы на 20 пробных площадках города. Размер пробных площадок составил 2×2 м. Пробы отбирались на расстоянии 50 м от автомагистралей города, а также внутри микрорайонов города. В качестве территории для отбора фоновой пробы почвы была выбрана площадка вдали от города, не испытывающая антропогенного влияния — проба почвы 21П (Рисунок 1, Таблица 1).

Химический анализ образцов почв проводился в филиале ФГБУ «ЦЛАТИ по УФО» по ХМАО. Для определения содержания подвижных соединений тяжелых металлов (Zn, Mn, Ni, Cr, Cu, Pb) пользовались методом атомно-абсорбционной спектроскопии (3). Концентрацию железа в пробах устанавливали с помощью метода Веригиной–Аринушкиной (4). Определение pH водной вытяжки проводилось согласно ГОСТ 26423–85 (5).



Рисунок 1.1. Карта–схема значений суммарного показателя загрязнения (2017 г.).



Рисунок 1.2. Карта–схема значений суммарного показателя загрязнения (2018 г.).

Таблица 1.

УЧАСТКИ ОТБОРА ПРОБ ПОЧВ

№ пробы	Местоположение участков отбора проб почв	
1	ул. Дружбы Народов, 10	Газон вдоль жилого дома (внутри микрорайона)
2	ул. 60 лет Октября, 55	Газон вдоль жилого дома (50 м от дороги)
3	ул. 60 лет Октября, 11/2	Газон около ДК «Октябрь»
4	ул. 60 лет Октября, 18/1	Газон около театра кукол «Барабашка» (50 м от дороги)
5	ул. Нефтяников, 9	Газон на территории Городской больницы №1 (50 м от дороги)
6	ул. Омская, 17	Газон вдоль жилого дома (внутри микрорайона)
7	ул. Проспект Победы, 20в	Газон около общеобразовательной школы №10
8	ул. Ленина, 7/1	Газон на территории МБУ «Дворец искусств» (50 м от дороги)
9	ул. Мира, 13а	Газон около общеобразовательной школы №18
10	ул. Мира, 19	Газон (50 м от дороги)

№ пробы	Местоположение участков отбора проб почв	
11	ул. Ханты–Мансийская, 35а	Газон около д/с №52
12	ул. Пермская, 1в	Газон (50 м от дороги)
13	ул. Интернациональная, 24в	Газон вдоль жилого дома (внутри микрорайона)
14	ул. Пермская, 1а	Газон около д/с №32
15	ул. Интернациональная	Территория, прилегающая к котельной №3
16	ул. Нефтяников, 89	Газон вдоль жилого дома (внутри микрорайона)
17	ул. Интернациональная, 3	Газон около Нижневартковского медицинского колледжа
18	ул. Северная, 30	Газон на территории Нижневартовской окружной клинической детской больницы (50 м от дороги)
19	ул. Мира, 31/3	Газон между д/с №29 и жилым домом (внутри микрорайона)
20	ул. Мира, 60/3	Газон вдоль жилого дома (внутри микрорайона)
21	Учебно–полевая база «Церковная грива»	Опушка березового леса

Для расчета статистических показателей (среднее значение, минимум, максимум, стандартное отклонение, стандартная ошибка, коэффициент вариации) пользовались программой Excel. Показатель суммарного загрязнения (Zc) рассчитывался по стандартной методике (МУ 2.1.7.730-99).

Таблица 2.

ДИАПАЗОН ЗНАЧЕНИЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ
 В ПОЧВЕ НА ГЛУБИНЕ 0–20 см НА ТЕРРИТОРИИ г. НИЖНЕВАРТОВСКА

Показатели	Среднее	Минимум	Максимум	Стандартное отклонение	Стандартная ошибка	Коэфф. вариации	Фон	
Zn	2017	5,62	0,30	70,50	14,91	3,25	265,24	0,30
	2018	6,27	0,13	21,56	5,50	1,20	87,65	0,94
Pb	2017	1,45	0,21	6,72	1,34	0,29	92,04	1,32
	2018	4,41	1,29	14,45	3,18	0,69	71,98	1,29
Cu	2017	0,52	0,09	4,10	0,84	0,18	161,53	0,09
	2018	0,65	0,22	3,01	0,63	0,14	97,55	0,32
Ni	2017	0,27	0,01	1,50	0,33	0,07	121,32	0,11
	2018	0,48	0,07	1,37	0,31	0,07	64,96	0,27
Mn	2017	16,88	3,38	44,26	9,73	2,12	57,63	3,38
	2018	23,51	1,33	54,50	13,62	2,97	57,92	1,33
Fe	2017	426,87	200,80	1222,0	266,43	58,14	62,42	1124
	2018	321,60	129,05	588,15	134,71	29,40	41,89	572,60
Cr	2017	0,37	0,10	1,12	0,22	0,05	60,05	0,75
	2018	0,23	0,06	0,59	0,13	0,03	53,82	0,28
Zc	2017	27,92	1,00	305,56	64,04	13,97	229,35	1,0
	2018	26,95	1,00	75,65	18,03	3,935	66,91	1,0

Результаты и обсуждение

Почва способна трансформировать попадающие в нее соединения элементов и прочно связывать их. Избыток или дефицит содержания тяжелых металлов в почвах обуславливает

возможность нарушения их баланса в трофических цепях, деградацию микробиоценозов и их функционирования, поэтому уровень содержания тяжелых металлов во многом определяет экологическую обстановку территории [6].

Для оценки степени загрязнения тяжелыми металлами почв города Нижневартовска были использованы результаты химического анализа образцов почвы, отобранных в осенний период 2017–2018 гг. Проведен сравнительный анализ концентраций подвижных форм тяжелых металлов в почвах города. Сравнение полученных концентраций проводили с ПДК и с концентрацией металлов в пробе почвы фоновой точки (точка 21). Под «фоновыми» концентрациями подразумевают концентрации содержания металлов в почвах, не подверженных локальным воздействиям от источников загрязнения. Почва данной точки — лесная, точка удалена от антропогенных источников загрязнения и находится на территории учебно-полевой базы Нижневартовского государственного университета.

Проба 6, отобранная в 2017 г. в микрорайоне с территории жилого дома по адресу ул. Омская, 17, имеет очень высокие значения концентраций металлов по сравнению с другими пробами, в связи с этим в некоторых рисунках концентрация данной пробы не указывается.

Цинк относится к металлам первого класса опасности. Основным источником его поступления в окружающую среду являются продукты сжигания топлива. Концентрация цинка в почвах во многом определяется их свойствами, прежде всего, гранулометрическим составом, но почти в равной степени с ним на аккумуляцию оказывает влияние органическое вещество почв [7].

Содержание цинка во всех пробах 2018 г. превышает значения, полученные в 2017 г. в 1,12 раз (Рисунок 2). Наибольшее значение, получено в образце почвы с участка 6 в 2017 г. (70,5 мг/кг), в 2018 г. концентрация цинка в данной точке – 11,53 мг/кг. В 2017 г. и 2018 г. во всех отобранных пробах превышение ПДК (23 мг/кг) не наблюдалось.

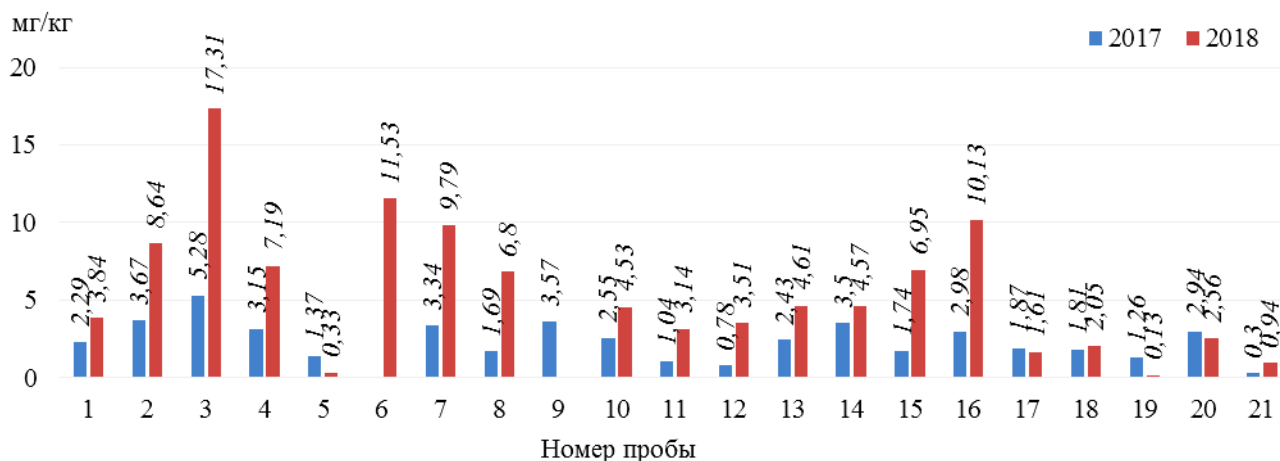


Рисунок 2. Содержание цинка в почвах г. Нижневартовска.

Повышенные концентрации меди оказывают негативное влияние на биологическую активность и почвенный микробиоценоз [8]. Уровень содержания меди в образце почвы, отобранного с фоновой точки в 2018 г., составил 0,32 мг/кг, что в 3,5 раза превышает значение 2017 г. (0,09 мг/кг). Максимальная концентрация элемента, превышающая значение ПДК (3,0), зафиксирована в 2017 г. — 4,1 мг/кг (на участке по ул. Омская, 17). В 2018 г. максимальное значение получено в точке 9 — 3,01 мг/кг. В остальных пробах концентрации меди ниже значения ПДК (Рисунок 3).

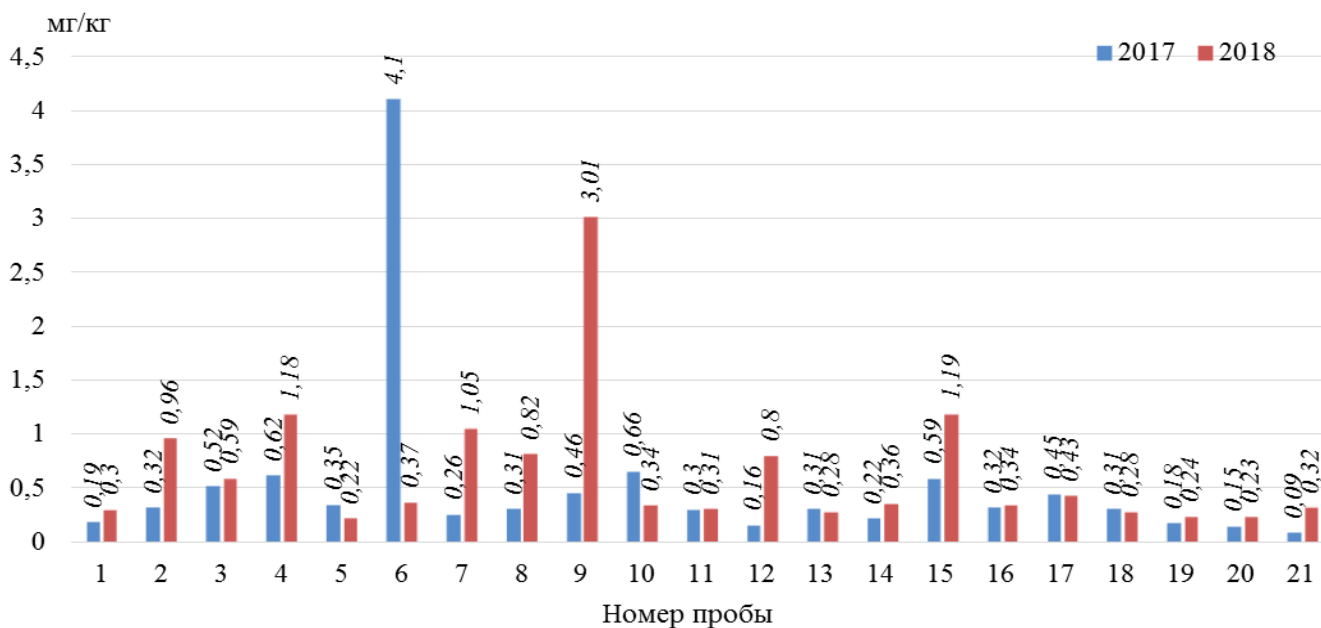


Рисунок 3. Содержание меди в почвах г. Нижневартовска.

Никель принадлежит к элементам второго класса опасности и является индикатором сжигания ископаемого топлива [9]. Содержание никеля в образцах почв с территории г. Нижневартовска в 2017 г. и в 2018 г. значительно различаются (Рисунок 4). Высокие значения концентраций отмечены в пробах с десяти пробных участков.

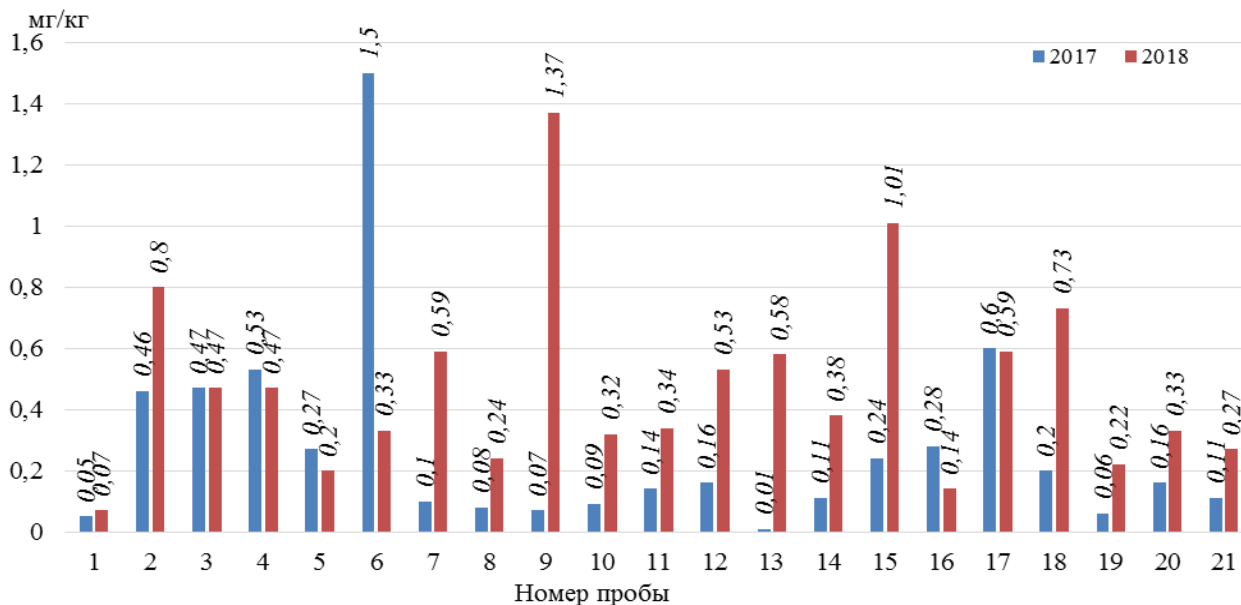


Рисунок 4. Содержание никеля в почвах г. Нижневартовска.

В образце пробы, который был отобран в 2018 г. внутри микрорайона по адресу ул. Интернациональная, 24в, выявлено высокое содержание никеля (0,58 мг/кг), что в 58 раз выше содержания элемента в данном пункте отбора в 2017 г. (0,01 мг/кг). Концентрация никеля в фоновой точке также превышает значения 2017 г. Максимальное значение получено в 2017 г. в точке 6 (1,5 мг/кг).

Свинец — металл первого класса опасности. Основным техногенным источником его поступления в почву являлось оседание его из атмосферного воздуха, загрязненного

тетраэтилсвинцом при использовании этилированного бензина, а также при загрязнении почв свинец содержащими отходами [7].

Концентрация свинца в пробах с территории фонового участка за период 2017–2018 гг. изменилась незначительно. В 2017 г. концентрации свинца в пробах была 1,32 мг/кг, а в 2018 г. — 1,29 мг/кг. Рост содержания свинца в 2018 г. отмечается в пробах со всех исследуемых участков. В пробах с пяти участков зафиксировано превышение уровня ПДК (6,0). Максимальное значение (14,45 мг/кг) отмечено в пробе, отобранной внутри микрорайона по адресу: ул. Нефтяников, 89 (Рисунок 5).

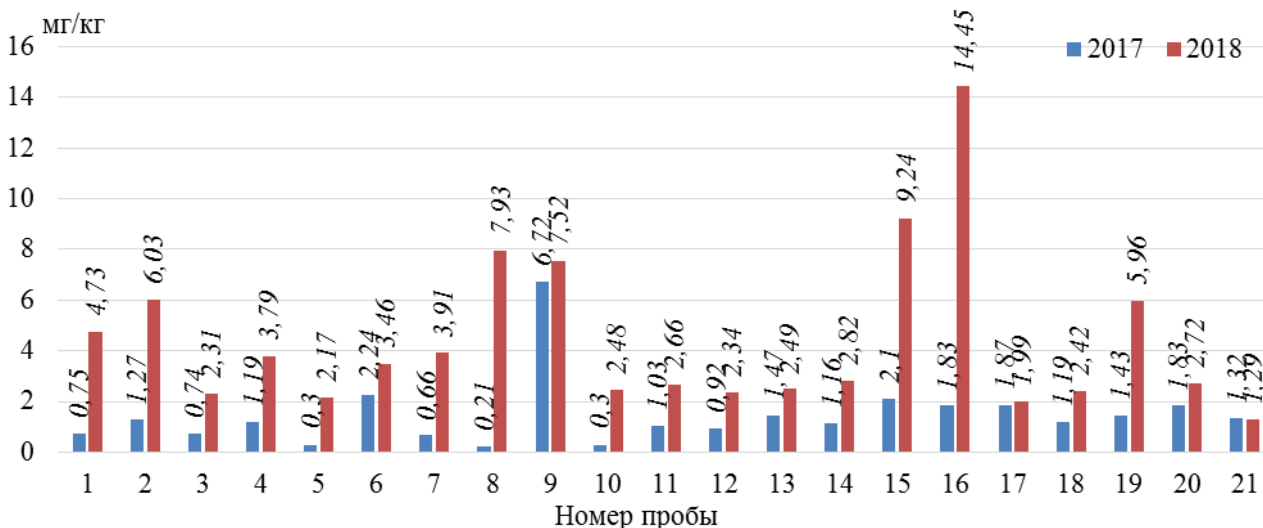


Рисунок 5. Содержание свинца в почвах г. Нижневартовска.

Содержание марганца в почвах г. Нижневартовска за период 2017–2018 гг. варьирует в широком диапазоне от 1 до 54 мг/кг, что присуще территории с повсеместным развитием процессов подзолообразования и заболачивания. Концентрация марганца в фоновом образце, отобранном в 2018 г. (1,33 мг/кг), ниже концентрации марганца в пробе фоновой точки в 2017 г. (3,38 мг/кг). Во всех остальных образцах концентрация марганца превышает фоновые значения (Рисунок 6).

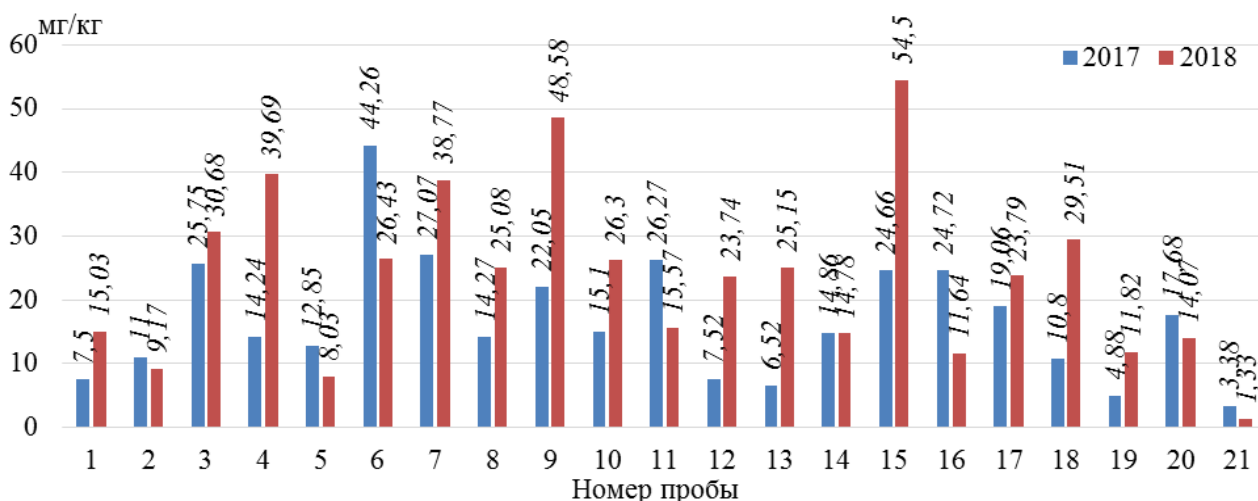


Рисунок 6. Содержание марганца в почвах г. Нижневартовска.

Содержание хрома в пробе фонового участка, отобранной в 2018 г. составило 0,28 мг/кг. На этом же участке в 2017 г. отмечены самые высокие концентрации хрома — 0,75 мг/кг. Средняя концентрация элемента в пробах с территории г. Нижневартовска за 2017 г. — 0,37

мг/кг, в 2018 г. она составила 0,23 мг/кг. Во всех пробах 2017 г. и 2018 г. концентрации хрома значительно ниже уровня ПДК (6,0) (Рисунок 7).

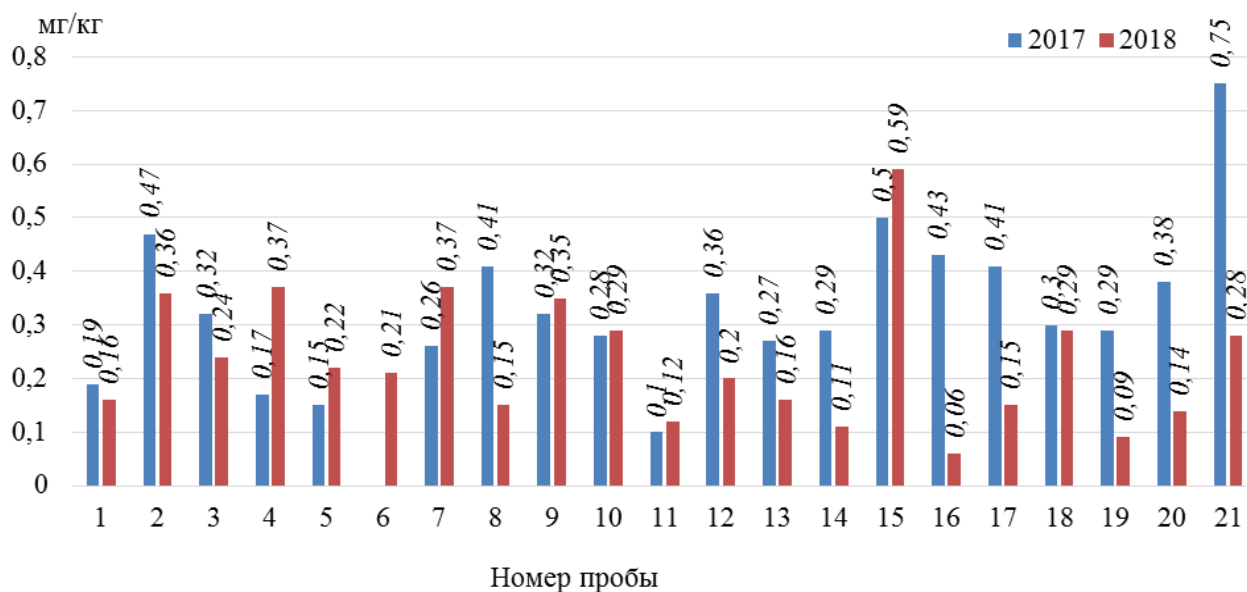


Рисунок 7. Содержание хрома в почвах г. Нижневартовска.

При высоком содержании железа резко ухудшаются фильтрационные свойства почвы, что может способствовать развитию временного или постоянного переувлажнения.

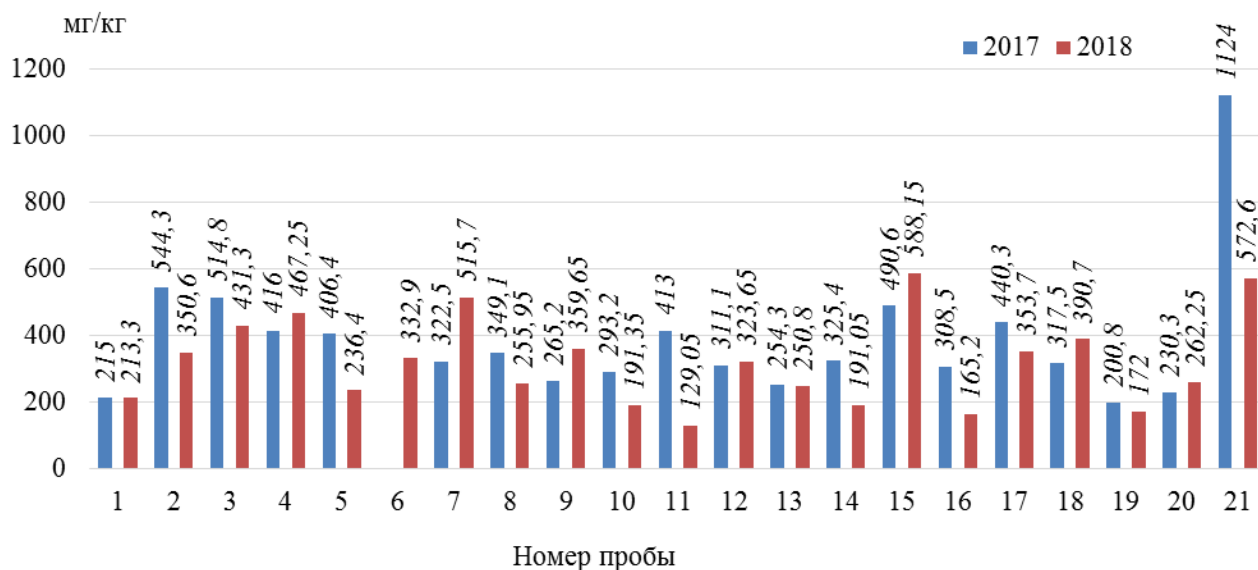


Рисунок 8. Содержание железа в почвах г. Нижневартовска.

Содержание железа в пробах г. Нижневартовска в среднем составляет 374,23 мг/кг. Концентрация металла в пробах почвы в течение двух лет не превышала фонового значения – 2017 г. (1124 мг/кг), 2018 год (572,6 мг/кг) (Рисунок 8). Снижение концентрации железа в пробе с фонового участка в 2018 г возможно связано с изменением величины рН. В 2017 г. это значение составляло 4,5, кислая среда обуславливала подвижность железа, в 2018 г. значение рН увеличилось до 5,58 (Рисунок 9).

Важной характеристикой почвы является величина водородного показателя почвенных вытяжек. Значения рН применяют для установления вероятности протекания некоторых биохимических и химических процессов, а также для оценки доступности для растений

питательных веществ. Интервалом рН определяется степень кислотности–щелочности среды [5].

Значение рН почв г. Нижневартовска находится в диапазоне от 4,46 до 8,70, реакция среды, таким образом, меняется от кислой до щелочной (Рисунок 9). В течение периода исследования 2017–2018 гг. наблюдается снижение величины рН в почве исследуемых участков.

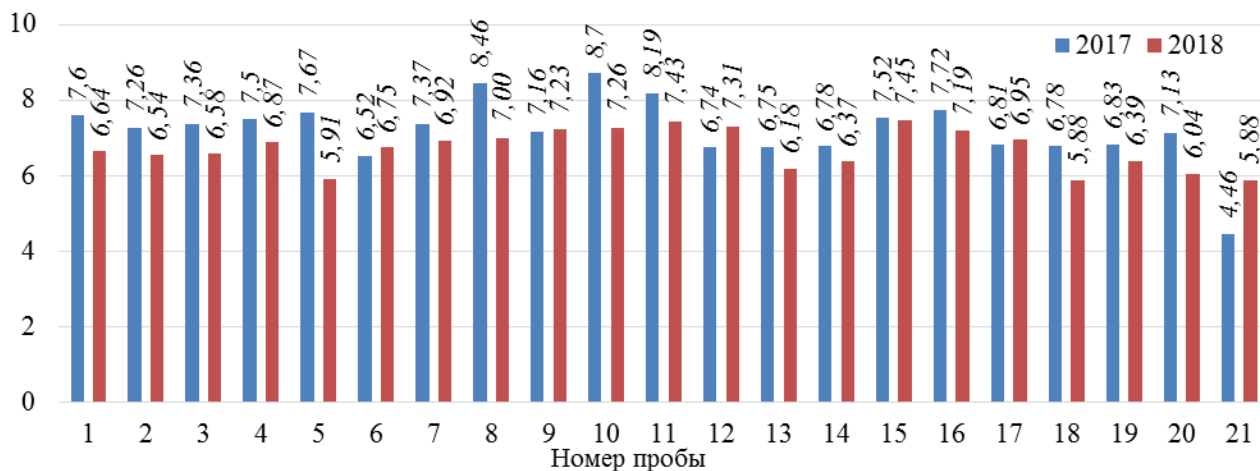


Рисунок 9. Концентрация рН водной вытяжки в почвах г. Нижневартовска.

Оценка уровня химического загрязнения почв и грунтов как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье населения проводится по таким показателям, как суммарный показатель загрязнения (Zс) и коэффициент концентрации химического вещества (Kс). Суммарный показатель геохимического загрязнения почв города элементами — токсикантами в 2017 г. составляет величины от 1,0 до 30,7 (Рисунок 10, Таблица 2). В 2018 г. отмечен рост этого показателя (1,0–75,6). Загрязнение почв тяжелыми металлами в среднем в г. Нижневартовске за период исследования оценивается как «умеренно опасное» (Zс 16–32) (Рисунок 3).

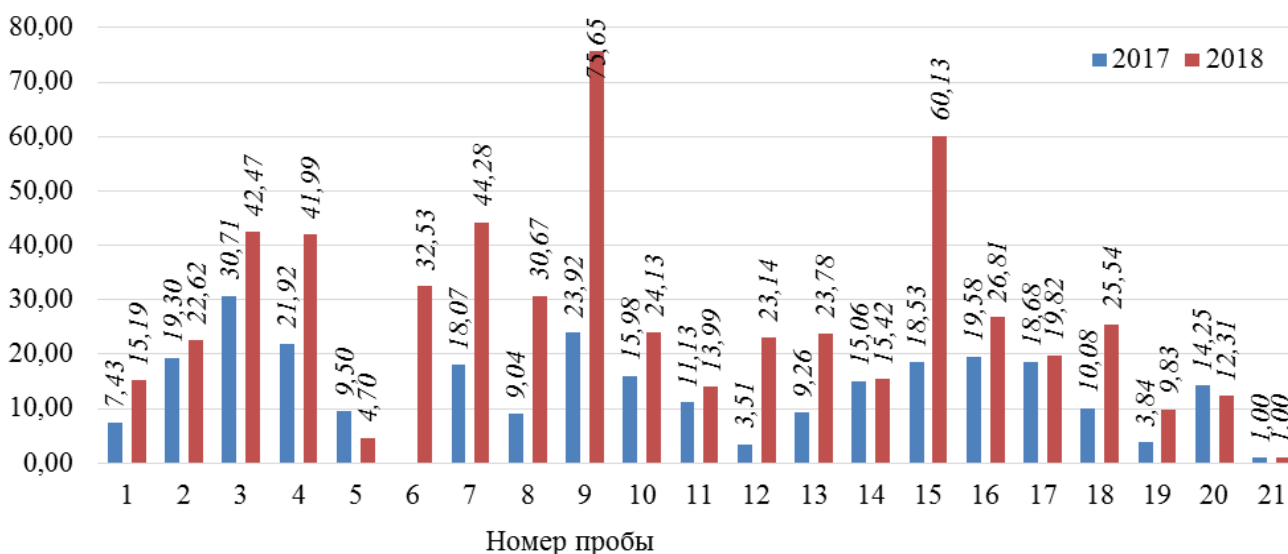


Рисунок 10. Суммарный показатель геохимического загрязнения почв г. Нижневартовска элементами–токсикантами.

По среднему суммарному индексу загрязнения тяжелыми металлами (Zс), почвы, отобранные в 2018 г. с участков 1, 5, 11, 14, 19, 20, 21 относятся к допустимой категории загрязнения (Zс менее 16). Повышение уровня общей заболеваемости населения

характеризует умеренно опасная категория [11], которая отмечена нами в трех точках 2, 16, 17.

Чрезвычайно опасное загрязнение, отмеченное на участке 6 в 2017 г., снизилось в 2018 г. и относится к категории «опасная».

Изменение уровня загрязнения в сторону увеличения отмечено в десяти точках (3, 4, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15 и 18). Участки 8, 10, 12, 13, 18 в 2018 г. можно отнести к «умеренно опасной» категории, а 3, 4, 7, 9 и 15 — «опасной», при которой у населения происходят функциональные нарушения состояния сердечно-сосудистой системы, у детей обостряются хронические заболевания [12–13].

Выводы

В целом, исследование почв территории г. Нижневартовска показало, что содержание токсичных элементов в 2017 г. и 2018 г. отличается. В 2018 г. произошло изменение концентрации подвижных форм цинка, меди, никеля и свинца. Выявлены высокие концентрации марганца в почвах города.

Загрязнение почв тяжелыми металлами в г. Нижневартовске оценивается как «умеренно опасное».

Источники:

- (1). ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к отбору проб.
- (2). ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
- (3). М-МВИ-80-2008. Методика выполнения измерений массовой доли элементов в пробах почв, грунтов и донных отложениях методами атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии.
- (4). ГОСТ 27395-87. Почвы. Метод определения подвижных соединений двух- и трехвалентного железа по Веригиной-Аринушкиной.
- (5). ГОСТ 26423 – 85. Почвы. Методы определения удельной проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки.
- (6). МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. 1999. 19 с.

Список литературы:

1. Сапрыкин Ф. Я. Геохимия почв и охрана природы. Л.: Недра, 1984. 231 с.
2. Бакоев С. Ю., Минкина Т. М., Гетманцева Л. В., Калиниченко В. П. Устойчивость почв Нижнего Дона к загрязнению тяжелыми металлами // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2011. №72. С. 331-340.
3. Водяницкий Ю. Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах. М., 2008.
4. Казанцева Е. А. Мониторинг городских земель, как составная часть охраны земель в системе городского кадастра // Россия молодая: сборник материалов VIII всероссийской, научно-практической конференции молодых ученых с международным участием. 2015. С. 603-604.
5. Сторчак Т. В. Оценка степени загрязнения почв города Нижневартовска // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2012. №1. С. 62-68.

6. Джувеликян Х. А., Щеглов Д. И., Горбунова Н. С. Загрязнение почв тяжелыми металлами. Способы контроля и нормирования загрязненных почв. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2009. С. 22.

7. Касимов Н. С., Власов Д. В. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах российских городов (по данным ежегодных докладов Росгидромета) // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2018. №3. С. 14-22.

8. Фрид А. С., Борисочкина Т. И. Использование малопараметрических динамических моделей для описания миграции тяжелых металлов по почвенному профилю различных ландшафтов // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири. 2018. С. 315-318.

9. Ознобихина А. О. Скипин Л. Н., Котченко С. Г., Гаевая Е. В., Захарова Е. В. Особенности накопления тяжелых металлов в почвах северной лесостепи районов Тюменской области // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2018. №5 (140). С. 252-257.

10. Иванов Д. В., Куликов С. И., Луганский В. Н. Оценка загрязнения почв г. Екатеринбурга тяжелыми металлами с использованием суммарного индекса загрязнения // Материалы XV Всероссийской научно-технической конференции. Екатеринбург. 2019. С. 368-371.

11. Han P., Ma Z., Feng X., Wang J. Evaluation of Heavy metal pollution in Agricultural soil: a case study in Shunyi, Beijing // International Journal of Robotics and Automation. 2018. V. 33. №3. <https://doi.org/10.2316/Journal.206.2018.3.206-5446>

12. Wang Q., Liu J., Chen Z., Li F., Yu H. A causation-based method developed for an integrated risk assessment of heavy metals in soil // Science of The Total Environment. 2018. V. 642. P. 1396-1405. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.118>

13. Aminiyan M. M., Baalousha M., Mousavi R., Aminiyan F. M., Hosseini H., Heydariyan A. The ecological risk, source identification, and pollution assessment of heavy metals in road dust: a case study in Rafsanjan, SE Iran // Environmental Science and Pollution Research. 2018. V. 25. №14. P. 13382-13395. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8539-y>

References:

1. Saprykin, F. Ya. (1984). *Geokhimiya pochv i okhrana prirody*. Leningrad, Nedra, 231. (in Russian).

2. Bakoev, S. Yu., Minkina, T. M., Getmantseva, L. V., & Kalinichenko, V. P. (2011). Lower Don soils stability to heavy metals contamination. *Scientific Journal of KubSAU*, (72), 331-340. (in Russian).

3. Vodyanitskii, Yu. N. (2008). *Tyazhelye metally i metalloidy v pochvakh*. Moscow. (in Russian).

4. Kazantseva, E. A. (2015). Monitoring gorodskikh zemel', kak sostavnaya chast' okhrany zemel' v sisteme gorodskogo kadastra. In: *Rossiya molodaya: sbornik materialov VIII vserossiiskoi, nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh s mezhdunarodnym uchastiem*, 603-604. (in Russian).

5. Storck, T. V. (2012). Estimation of soil contamination level in the city of Nizhnevartovsk. *Vestnik Nizhnevartovskogo Gosudarstvennogo Universiteta*, (1), 62-68. (in Russian).

6. Dzhavelikyan, Kh. A., Shcheglov, D. I., & Gorbunova, N. S. (2009). *Zagryaznenie pochv tyazhelymi metallami. Sposoby kontrolya i normirovaniya zagryaznennykh pochv*. Voronezh, Izd-vo VGU, 22. (in Russian).

7. Kasimov, N. S., & Vlasov, D. V. (2018). Heavy metals and metalloids in urban soils of Russian cities (according to the annual reports of ROSGIDROMET). *Moscow University Bulletin. Series 5, Geography*, (3), 14-22. (in Russian).
8. Frid, A. S., & Borisochkina, T. I. (2018). Ispol'zovanie maloparametricheskikh dinamicheskikh modelei dlya opisaniya migratsii tyazhelykh metallov po pochvennomu profilu razlichnykh landshaftov. In: *Novye metody i rezul'taty issledovaniy landshaftov v Evrope, Tsentral'noi Azii i Sibiri*, 315-318. (in Russian).
9. Oznobihina, A. O., Skipin, L. N., Kotchenko, S. G., Gaevaya, E. V., & Zakharova, E. V. (2018). Distinctive features of heavy metals accumulation in the soils of northern forest-steppe of Tyumen Region. *Bulletin of KrasGAU*, (5), 252-257. (in Russian).
10. Ivanov, D. V., Kulikov, S. I., & Luganskii, V. N. (2019). Otsenka zagryazneniya pochv g. Ekaterinburga tyazhelymi metallami s ispol'zovaniem summarnogo indeksa zagryazneniya. In: *Materialy XV Vserossiiskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii, Ekaterinburg*, 368-371. (in Russian).
11. Han, P., Ma, Z., Feng, X., & Wang, J. (2018). Evaluation of heavy metal pollution in agricultural soil: a case study in Shunyi, Beijing. *International Journal of Robotics and Automation*, 33(3). <https://doi.org/10.2316/Journal.206.2018.3.206-5446>
12. Wang, Q., Liu, J., Chen, Z., Li, F., & Yu, H. (2018). A causation-based method developed for an integrated risk assessment of heavy metals in soil. *Science of The Total Environment*, 642, 1396-1405. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.118>
13. Aminiyan, M. M., Baalousha, M., Mousavi, R., Aminiyan, F. M., Hosseini, H., & Heydariyan, A. (2018). The ecological risk, source identification, and pollution assessment of heavy metals in road dust: a case study in Rafsanjan, SE Iran. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(14), 13382-13395. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8539-y>

Работа поступила
в редакцию 11.05.2019 г.

Принята к публикации
17.05.2019 г.

Ссылка для цитирования:

Оберемченко А. А. Оценка степени загрязнения тяжелыми металлами почв г. Нижневартовска // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №7. С. 28-39. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/44/03>

Cite as (APA):

Oberemchenko, A. (2019). Soils Contamination Degree Assessment of Heavy Metals in Nizhnevartovsk (Western Siberia, Russia). *Bulletin of Science and Practice*, 5(7), 28-39. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/44/03> (in Russian).