

УДК 332.368

<https://doi.org/10.36906/KSP-2023/53>

**Сторчак Т.В.**

*ORCID: 0000-0002-5926-433X, канд. биол. наук*

**Горынина А.-Е.Н.**

**Зайнитдинова В.О.**

*Нижневартровский государственный университет*

**Шарипова А.Х.**

*Югранефтегаз*

*г. Нижневартовск, Россия*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВ ГОРОДА НИЖНЕВАРТОВСКА

**Аннотация.** Загрязнение городских почв представляет опасность из-за возможности наличия токсичных веществ. Выявление загрязненности городских почв имеет важное значение для принятия мер по защите здоровья и экологической устойчивости экосистем, позволяет обеспечить безопасное использование земельных ресурсов и сохранение качества окружающей среды. В рамках исследования были отобраны почвенные образцы на территории Нижневартовска. Почвы города слабокислые, незасоленные, с низким содержанием азота и фосфора, имеют более невысокие концентрации тяжелых металлов.

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

**Storchak T.V.**

*ORCID: 0000-0002-5926-433X, Candidate of Biological Sciences*

**Gorynina A.-E.N.**

**Zainitdinova V.O.**

*Nizhnevartovsk State University*

**Sharipova A.H.**

*Yugraneftegaz*

*Nizhnevartovsk, Russia*

## INVESTIGATION OF SOIL POLLUTION IN NIZHNEVARTOVSK

**Abstract.** Pollution of urban soils poses a risk due to the possibility of toxic substances. Identifying urban soil contamination is important for taking measures to protect the health and environmental sustainability of ecosystems, ensuring the safe use of land resources and preserving environmental quality. As part of the study, soil samples were collected on the territory of Nizhnevartovsk. The city's soils are slightly acidic, non-saline, low in nitrogen and phosphorus, and have lower concentrations of heavy metals.

**Keywords:** urban soils, soil pollution, heavy metals.

Городские почвы играют центральную роль в поддержании экологического здоровья городских ландшафтов, понимание их свойств и функций в центре внимания градостроительства. Почвы города изменяются и являются индикаторами уровня антропогенного влияния. Они играют важную роль в обеспечении городских экосистемных услуг, таких как фильтрация воды, нейтрализация отходов, обеспечение мест обитания

растений и животных. Почвенный покров – поглотитель, разрушитель и нейтрализатор загрязнений. Это объясняет необходимость систематической инвентаризации городских почв с определением особенностей их экологической функции.

Понимание процессов, происходящих в городских почвах в условиях северного города, становится важным для реализации устойчивых урбанистических инфраструктур. Изучение городских почв северных городов становится значимым и в контексте адаптации к изменению климата и обеспечению устойчивого развития.

Изучение городских почв в целом, а также северного города в частности, имеет особую актуальность [6; 8; 9; 14-16; 20; 21; 23; 24]. Городская среда, особенно, северных городов подвержена значительным антропогенным воздействиям, таким как индустриализация, автомобильный транспорт, застройка и другие виды деятельности. Городская почва представляет собой почвенный материал, который содержит слой несельскохозяйственного происхождения толщиной более 50 см, образованный путем перемешивания или загрязнения земли в городских или пригородных условиях [12].

Вступая в контакт с компонентами природно-антропогенного комплекса, почва претерпевает изменения под воздействием человеческой деятельности. Кроме того, каждый комплекс, независимо от его размера, связан с определенной территорией. Почва, подвергаясь, воздействию человека, изменяется сама по себе, несмотря на свою значительную способность к удержанию и воздействию на все компоненты природно-антропогенного комплекса как непосредственно, так и косвенно [17]. Оценка экологического состояния почвы представляет собой более сложную задачу по сравнению с оценкой состояния атмосферы и водных ресурсов.

Почва представляет собой сложную систему, в которой происходят химические взаимодействия с различными компонентами, такими как твердые частицы, почвенный раствор, почвенный воздух, корни растений и живые организмы. Физические явления, такие как перемещение влаги и процесс испарения, также влияют на состояние почвы. Токсичные вещества, такие как ртуть, кадмий, мышьяк, селен и другие, могут присутствовать в почве как природные, так и антропогенные компоненты. Определение степени превышения фонового уровня их содержания может быть сложным из-за широкого диапазона природного содержания этих веществ [17].

С целью оценки загрязнения и плодородия почв в городе Нижневартовске были проведены исследования образцов с шести участков города. В рамках исследования были изучены параметры почвы, такие как уровень pH, содержание обменного аммония, нефтепродуктов, хлорид ионов, а также в пробах определялись подвижные формы таких элементов, как медь, железо, цинк, никель, хром, свинец и марганец.

Город Нижневартовск располагается в Среднеобской низменности Западно-Сибирской равнины на правом берегу реки Обь. По лесохозяйственному районированию – это территория подзоны северной тайги. Климат города Нижневартовска умеренно континентальный с продолжительной холодной зимой и коротким летом. Естественные почвы города

Нижневартовска представляют поверхностные и мелкие подзолы с избыточным увлажнением верхних горизонтов [13].

**Материалы и методы.** Летом и осенью 2022 года на шести участках с древесной и кустарниковой растительностью в городе Нижневартовске было проведено исследование почвы: участок № 1 – территория Старого Вартовска у пруда; участок № 2 – Парк Победы; участок № 3 – Комсомольский бульвар; участок № 4 – Детский сад № 17; участок № 5 – Школа № 34; участок № 6 – улица Омская, дом 8. Пробы почв отобраны из верхнего плодородного слоя по стандартам ГОСТ 58595-2019 [2].

Анализ образцов почв проводили в лабораториях кафедры экологии Нижневартовского государственного университета и ЗАО «НИЦ «Югранефтегаз». Для определения массовой доли нефтепродуктов в минеральных и органоминеральных почвах использовался метод ИК-спектроскопии [18]. Для определения подвижных форм металлов применялся метод атомно-абсорбционной спектроскопии. Концентрация хлоридов определялась аргентометрическим методом по Мору [4], обменный аммоний – по методу ЦИНАО [5]. Значения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки получали с целью оценки общей концентрации солей в почвах [3]. Сущность метода в извлечении водорастворимых солей из почвы дистиллированной водой при отношении почвы к воде 1:5 и определении удельной электрической проводимости водной вытяжки с помощью кондуктометра и кислотности почвы с помощью pH-метра. Обработка данных осуществлялась средствами Microsoft Excel.

**Результаты исследования и их осуждение.** Результаты химического анализа отобранных образцов почвы г. Нижневартовска представлены сводной таблице данных (табл. 1).

Таблица 1

**Результаты химического анализа отобранных образцов почвы**

№ п/п	Участок исследования	Соединения фосфора, мг/кг	Подвижный аммоний, мг/кг	pH, ед.	Нефтепродукты, мг/кг	Хлориды, ммоль на 100 г
1	Старый Вартовск, у пруда (фон)	122,6	0,3	5,49	7	0,125
2	Парк Победы	80,9	0,4	5,56	41,9	0,125
3	Комсомольский бульвар	80	0,27	5,44	417	0,113
4	Детский сад № 17	40	0,2	6,01	49,5	–
5	Школа № 34	27,8	0,07	6,57	245,3	–
6	Ул. Омская, дом 8	35,2	0,3	5,87	392,5	–
<b>Среднее значение</b>		<b>64,42</b>	<b>0,26</b>	<b>5,82</b>	<b>192,20</b>	<b>0,121</b>

Нефтяные углеводороды широко используются в различных сферах народного хозяйства и часто становятся причиной загрязнения почв. Особенно остро эта проблема стоит в городах, где расположены промышленные предприятия и добывающие компании. Локальные аварийные разливы и технологические утечки часто остаются без должного внимания и со временем формируют литохимические ореолы, которые могут оказывать воздействие на всю экосистему [1]. Когда нефтепродукты попадают на почвы, они прежде всего влияют на

гумусовый горизонт – наиболее плодородный слой. Изменения в гумусе приводят к увеличению доли органического углерода, который вызывает негативный эффект на свойства почвы как питательного субстрата для растений. Растения испытывают снижение доступности воды, фотосинтез становится менее активным, что приводит к нарушению роста и развития растений [25-27]. Содержание нефтепродуктов в исследуемых почвах варьирует от 7 мг/кг до 392,5 мг/кг. Проба, отобранная на участке № 6, имеет самое высокое значение по сравнению с другими пробами. Менее загрязненной нефтепродуктами оказалась проба с участка № 1 (район пруда Старого Вартовска).

Хлориды в почве чаще всего встречаются в виде солей натрия, кальция и магния. Их избыток приводит к агрессивному воздействию на конструкции дорожных сооружений и активации процессов коррозии [7]. Избыток хлоридов может привести к позднему и неравномерному распусканию листьев, их преждевременному усыханию и опадению, снижению интенсивности роста [22]. В пробах почв г. Нижневартовска содержание хлоридов в среднем составляет 0,121 ммоль на 100 г почвы. Невысокое содержание хлоридов в почвенных образцах дает основание говорить об отсутствии хлоридного засоления исследованных почв.

Фосфор – необходимый элемент для жизни растений и входит в состав многих органических соединений, участвует в энергетическом обмене клеток, подвижные формы фосфора часто в почвах находятся в недостатке. Содержание массовой доли фосфора в пробах почв в среднем – 64 мг/кг, данный показатель варьирует от 28 до 123 мг/кг, что свидетельствует о низком его содержании.

Аммонийный азот – одна из форм доступного азота для растений. Азот входит в состав многих важных органических соединений, при недостатке азота нарушаются процессы фотосинтеза. Концентрация ионов аммония в почвенных пробах города Нижневартовска также очень низкое, варьирует от 0,07 до 0,4 мг/кг, при оптимальном его содержании 10-20 мг/кг.

Кислотность почв зависит от количества кислотных осадков, произрастающей растительности, от адсорбционных свойств почвенного покрова, теплоэнергетических предприятий и автомобильного транспорта строительного мусора, соли тяжелых металлов, выбросов промышленных предприятий и т. д. В городских условиях почвы, как правило, подвергаются подщелачиванию в результате применения антигололедных реагентов, а также попадания строительной пыли, содержащей повышенные количества карбоната кальция [11]. При характеристике кислотно-щелочного режима почв выделяют следующие градации по значению pH: 6,5–7,0 – пригодные и плодородные; 7,5–8,0 – малопригодные и слаботоксичные; 8,0–8,5 – среднепригодные и среднетоксичные; > 8,5 – непригодные по химическим свойствам и сильнотоксичные [11]. Значение pH почв города Нижневартовска находится в пределах от 5,4 до 6,6, реакция среды, изменяется от слабокислой до нейтральной, среднее значение pH 5,8.

Избыток или недостаток тяжелых металлов в почвах может нарушить баланс этих металлов в пищевых цепях, вызвать деградацию микробиоты и её функциональность, и, таким образом, существенно влиять на экологическую обстановку в области наличия тяжелых металлов в почвах города [14]. Для оценки загрязнения почв металлами, проводилось сравнения концентраций в пробах с территории города с уровнем металлов в пробе почвы фонового участка (Старый Вартовск у пруда). Под «фоновыми» концентрациями понимаются уровни содержания металлов в почвах, не подвергшихся воздействию источников загрязнения. Данный участок находится вдали от антропогенных источников загрязнения. Концентрация металлов в почве города Нижневартовск исследуемой территории варьирует значительно, но превышения предельно допустимых и ориентировочно допустимых концентраций не отмечается (табл. 2).

Таблица 2

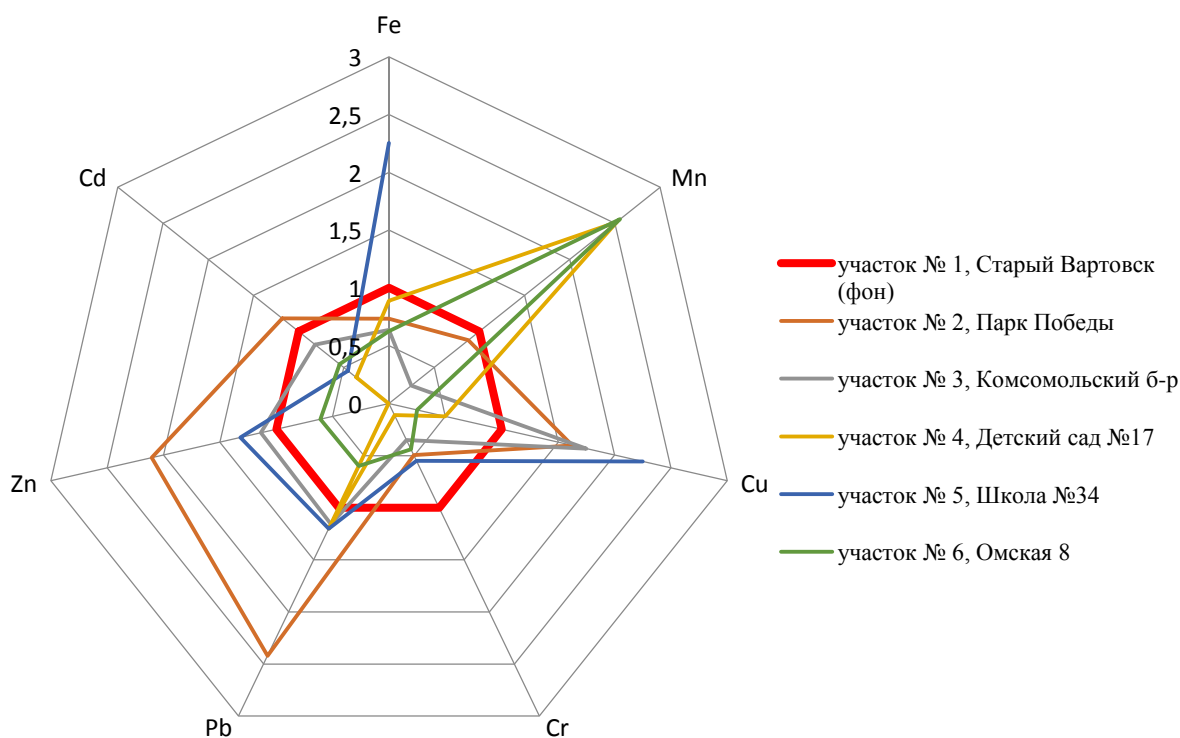
**Результаты анализа загрязняющих веществ в почве на территории г. Нижневартовска**

№ п/п	Участок исследования	Тяжелые металлы, мг/кг						
		Fe	Mn	Cu	Cr	Pb	Zn	Cd
1	Старый Вартовск (фон)	21,7	2,62	0,04	0,91	0,5	1,97	0,11
2	Парк Победы	15,9	2,3	0,065	0,45	1,21	4,15	0,13
3	Комсомольский бульвар	13,8	0,65	0,07	0,32	0,58	2,24	0,09
4	Детский сад № 17	19,3	6,6	0,02	0,1	0,6	0,01	0,04
5	Школа № 34	48,9	21,3	0,09	0,5	0,6	2,6	0,05
6	Ул. Омская, дом 8	13,6	6,7	0,01	0,4	0,3	1,2	0,06
Величина ПДК (мг/кг) с учетом фона (кларка) [21]		–	80	3,0	6,0	6,0	23	–

Концентрации железа, цинка и магния имеют широкий диапазон варьирования от 0,01 до 48,9 мг/кг по сравнению с медью, хромом, свинцом, кадмием от 0,01 до 1,21 мг/кг. Для оценки уровня химического загрязнения почв как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье населения проводятся специальные исследования, включающие анализ геохимических и геогигиенических данных. Одним из ключевых показателей, используемых при таких исследованиях, является коэффициент концентрации химического вещества (рис.). Этот показатель позволяет определить уровень загрязнения почвы конкретным веществом и оценить его влияние на здоровье людей [19]. В соответствии с оценочной шкалой опасности загрязнения почв по суммарному загрязнению ( $Z_c$ ) определялась категория загрязнения почв [11]. Суммарное загрязнение почв города Нижневартовска элементами-токсикантами составляет 1,0–8,9, что соответствует категории загрязнения почв – «чистая» [19].

Превышение фоновых значений отмечено по всем точкам, но по разным элементам. Высокое значение коэффициента концентрации отмечено по марганцу – 8,13 $K_c$  (участок № 5), на участках 4 и 6 – 2,5 $K_c$  (рис.). Основным источником цинка в окружающей среде являются продукты сгорания топлива. Концентрация цинка в почвах в значительной мере зависит от характеристик почвы, в основном от размера частиц, но также в равной степени влияет на накопление органического вещества [10]. На трех участках концентрации цинка превышают содержание металла в фоновой точке в 1,1–2,1 раза. Высокое содержание железа в почве

приводит к потере плодородия почв, снижается возможность усвоения растениями марганца, фосфора, цинка, меди и молибдена, ухудшаются фильтрационные свойства почвы. Фоновый показатель по содержанию железа превышает только на территории участка № 5 – 2,25 Кс. Показатели концентрации меди не значительны, варьируют от 0,01 до 0,09 мг/кг, превышение фоновой концентрации отмечено на трех участках (участки № 2 – Парк Победы, № 3 – Комсомольский Бульвар и № 6 – Омская 8). Наибольшая концентрация хрома зафиксирована в фоновой точке. Наиболее низкое содержание хрома отмечено в пробе с участка № 4, с разницей 0,81 мг/кг. Свинец является металлом первого класса опасности. Основным техногенным источником его поступления в почву является оседание его из атмосферного воздуха, загрязненного тетраэтилсвинцом при использовании этилированного бензина, а также при загрязнении почв свинец содержащими отходами [10]. Максимальная концентрация свинца, зафиксирована в пробе с участка № 2, которая превышает фоновый показатель 2,4 раза, в пробах с участков № 3, № 4 и № 5 концентрация свинца 1,2Кс. Кадмий около 3 г/га в год заносится в почву из воздуха, также источником загрязнения могут быть предприятия, связанные с переработкой кадмия. Концентрации кадмия в почвах незначительна во всех точках исследования 0,06 – 0,13 мг/кг, соответствует концентрации фоновой пробы.



**Рис. Коэффициент концентрации (Кс) металлов почв города Нижневартовска**

Проанализировав полученные результаты исследования почв на территории города Нижневартовска, выявили низкое содержание основных питательных элементов. Почвы

слабокислые, незасолённые, превышения допустимых концентраций тяжелых металлов не обнаружено.

### Литература

1. Быкова М.В., Пашкевич М.А. Снижение экологической опасности загрязненных нефтепродуктами почв на производственных объектах // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2019. № 4 (специальный выпуск 7). С. 392—403.
2. ГОСТ Р 58595-2019. Почвы. Отбор проб. Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2019. 8 с.
3. ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки. Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2011. 6 с.
4. ГОСТ 26425-85. Почвы. Методы определения иона хлорида в водной вытяжке. Официальное издание. Почвы. Метод определения катионно-анионного состава водной вытяжки: Сб. ГОСТов. М.: Издательство стандартов, 1985. 9 с.
5. ГОСТ 26489-85. Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО. Официальное издание. Почвы. Определение рН солевой вытяжки, обменной кислотности, обменных катионов, содержания нитратов, обменного аммония и подвижной серы методами ЦИНАО: Сб. ГОСТов. М.: Издательство стандартов, 1985. 5 с.
6. Джаббаров Н.С. Оценка загрязненности почв тяжелыми металлами вокруг Дашкесанского горно-обогатительного комбината // Бюллетень науки и практики. 2019. № 9. С. 175-183.
7. Зайкова З.А. Гигиеническая оценка безопасности почвы населённых мест. Иркутск: ИГМУ, 2016. 60 с.
8. Иванова М.А., Федченко Е.И., Хамитова С.М. Оценка загрязненности почв и распространенности пороков древесины в насаждениях на урбанизированных территориях // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2020. № 2(234). С. 94-99.
9. Казакова Н.А., Садретдинова Л.Р., Мухаметшин А.А. Исследование почв территорий промышленных предприятий на предмет наличия тяжелых металлов // Евразийский Союз Ученых. 2019. № 12-2(69). С. 9-13.
10. 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.
11. Методические указания по оценке городских почв при разработке градостроительной и архитектурно-строительной документации. М., 2003. 44 с.
12. Наквасина Е.Н., Волков А.Г., Никонова Ю.М. Почвенный покров городских экосистем: свойства, мониторинг, управление. Электронные текстовые данные. Архангельск: САФУ, 2018. 98 с.

13. Нечаева В.А., Сродных Т.Б. Характеристика почвенного покрова городов Тюменского севера // Леса России и хозяйство в них: сб. научных трудов. 2007. Вып. 1(29). С. 194-203.
14. Оберемченко А.А. Оценка снижения потерь металлов почв г. Нижневартовска // Бюллетень науки и практики. 2019. № 7. С. 28-39.
15. Околелова А.А., Капля В.Н., Лапченков А.Г. Оценка содержания нефтепродуктов в почвах // Региональные геосистемы. 2019. № 1. С. 76-86.
16. Петров В.Г., Ханнанов Д.А., Балицкий Я.А. Подвижность хлорид-ионов в дерново-подзолистой почве при загрязнении хлоридами щелочных металлов // Химическая физика и мезоскопия. 2019. № 2. С. 290-295.
17. Коростовенко В.В., Капличенко Н.М., Стрекалова Т.А., Слизевская Д.Ю. Процессы и аппараты защиты литосферы. Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2019. 208 с. <https://clck.ru/38rCaA>
18. РД 52.18.575-96. Методические указания. Экспресс-метод спектроскопии в ближней инфракрасной области для определения содержания нефтепродуктов. Росгидромет. СПб.: Гидрометеоиздат, 1999. 22 с.
19. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». <https://clck.ru/38unHP>
20. Сарапулова Г.И., Самбуу Г. Экологогеохимическая оценка почвогрунтов г. Улан-Батор // Вестник ИрГТУ. 2012. № 5(64). С. 108-112.
21. Смирнова Н.В., Гамм Т.А. Оценка остаточного загрязнения химическими веществами и нефтепродуктами почв в зоне влияния ОАО «Нефтемаслозавод» // Наука и современность. 2014. № 31. С. 20-24.
22. Трубачева Л.В., Слободина В.Ш., Лоханина С.Ю., Калинина Е.Н. Сравнительный анализ титриметрических методов определения содержания хлорид-ионов в почвах // Вестник Удмуртского университета. Серия Физика и химия. 2013. № 2. С. 22.
23. Сторчак Т. В. Оценка степени загрязнения почв города Нижневартовска // Вестник НВГУ. 2012. № 1. С. 62-68.
24. Швабенланд И.С., Комарова О.В., Чайкина Е.А. Методы определения хлорид-сульфат-ионов и кальция, магния в водных вытяжках почв г. Минусинска // Новая наука: Современное состояние и пути развития. 2015. № 6-3. С. 181-183.
25. Эсенжанова Г.К., Тотубаева Н.Э., Токпаева Ж.К., Талайбекова Г.Т., Кожобаев К.А. Изменения некоторых показателей почв и грунтов города Балыкчы, загрязненных нефтепродуктами после ремедиации // Проблемы региональной экологии. 2019. № 2. С. 38-42.
26. Vykova M.V., Pashkevich M.A., Matveeva V.A., Sverchkov I.P. Assessment and abatement of the soil oil-contamination level in industrial areas // Topical Issues of Rational Use of Natural





Resources: Proceedings of the International forum-contest of young researchers. St. Petersburg, 2018. Pp. 347-361.

27. Berkadu A.A., Chen Q. Surfactant-Enhanced Soil Washing for Removal of Petroleum Hydrocarbons from Contaminated Soils: A Review // *Pedosphere*. 2018. Vol. 28. pp. 383-410.

© Сторчак Т.В., Горынина А-Е.Н., Зайнитдинова В.О., Шарипова А.Х., 2024