

УДК 631.4

<https://doi.org/10.31251/pos.v7i1.243>

## Особенности аккумуляции селена в ландшафтах города Тюмени (на примере Калининского административного округа)

© 2024 Н. Е. Гурьев , А. В. Синдирева , Н. Ф. Чистякова , Н. С. Ткаченко

ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», ул. Володарского, 6, г. Тюмень, 630090, Россия. E-mail: [sindireva72@mail.ru](mailto:sindireva72@mail.ru)

**Цель исследования.** Оценить особенности аккумуляции селена в ландшафтах г. Тюмени (на примере Калининского административного округа).

**Место и время проведения.** В статье обобщены результаты определения содержания селена в аллювиальных отложениях 2-ой надпойменной террасы реки Туры в окрестностях микрорайона Метелева, а также вертикальной и латеральной миграции этого элемента по склону оврага реки Бабарынки в г. Тюмени. Полевые и лабораторные исследования выполнены в летний период 2022 г.

**Методы.** В работе применены методы геологических, почвенных и лабораторных исследований.

**Основные результаты.** Содержание селена в разрезе аллювиальных отложений 2-й надпойменной террасы реки Туры в районе микрорайона Метелева г. Тюмени и в разрезе почвенного профиля склона реки Бабарынки изменяется с глубиной неоднозначно – от 0,015 до 0,053 мг/кг и от 0,01 до 0,09 мг/кг, находясь ниже значений ПДК по А. Кюке (10 мг/кг) и кларка, предложенного Н.А. Григорьевым (0,15 мг/кг). Не установлена зависимость содержания селена в лугово-чернозёмных и лессово-суглинистых почвах города Тюмени с содержанием органического вещества в этих почвах.

**Заключение.** На содержание и распределение селена в аллювиальных четвертичных отложениях 2-ой надпойменной террасы реки Туры оказывает влияние множество факторов, среди которых можно выделить минералогический и гранулометрический состав, а также условия формирования этих отложений. На латеральную миграцию селена в компонентах ландшафтов оказывает влияние интенсивность протекающих в них геоморфологических процессов, обуславливающих аккумуляцию и рассеивание элемента.

**Ключевые слова:** селен; аллювиальные отложения; рельеф; р. Тура; р. Бабарынка; г. Тюмень.

**Цитирование:** Гурьев Н.Е., Синдирева А.В., Чистякова Н.Ф., Ткаченко Н.С. Особенности аккумуляции селена в ландшафтах Калининского административного округа города Тюмени // Почвы и окружающая среда. 2023. Том 7. № 1. e243. DOI: [10.31251/pos.v7i1.243](https://doi.org/10.31251/pos.v7i1.243)

### ВВЕДЕНИЕ

Селен – рассеянный микроэлемент, его содержание в земной коре невелико. По данным Н.А. Григорьева (2009), среднее содержание селена в верхней части земной коры составляет  $1,5 \times 10^{-5}$  %. Основными источниками поступления селена в организм животных и человека являются корма и продукты питания, которые аккумулируют селен в результате его миграции из природных вод, почв и почвообразующих пород (Назаренко, Ермаков, 1971; Майманова, 2003; Барабанщикова, 2013; Шеуджен и др., 2013; Бусыгин, 2020).

Селен является одним из важнейших микроэлементов, оказывающих прямое воздействие на функционирование живого организма, выступая в роли антиоксиданта. В живом организме селен регулирует функции щитовидной и поджелудочной желез, положительно влияет на систему репродукции, оказывает влияние на рост и развитие организма. Недостаточное или избыточное содержание селена в живом организме способно вызывать ряд специфических заболеваний у человека (болезнь Кешана и др.). При высоком содержании селена в пастбищных растениях (более 1 мг/кг) у животных наблюдаются признаки хронического токсикоза (Назаренко, Ермаков, 1971; Майманова, 2003; Барабанщикова, 2013; Шеуджен и др., 2013; Бусыгин, 2020). Поэтому изучение причин низкого или избыточного содержания селена в почвах и почвообразующих породах, а также выявление факторов, оказывающих влияние на его содержание и особенности миграции в биогеохимической пищевой цепи, является актуальным.

Известно около 80 минералов селена, которые относятся к аналогам сульфидов – селенидам: ашавалит (FeSe), клаусталит (PbSe), тиманнит (HgSe), хастит (CoSe<sub>2</sub>), науманнит (Ag<sub>2</sub>Se), берцелианит (Cu<sub>2</sub>Se), клоксманнит (CuSe) и др.; селеносульфидам (агвиларит (Ag<sub>4</sub>SeS)); селенатам (керстеинит (PbSeO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O)); селенитам (халькоменит (CuSeO<sub>3</sub>·2H<sub>2</sub>O), альфельдит (NiSeO<sub>3</sub>·2H<sub>2</sub>O)) и др. (Перельман, Касимов, 1999; Кривовичев и др., 2020).

Сопутствующими факторами, усиливающими аккумуляцию и миграцию селена в компонентах ландшафта, являются особенности геоморфологических условий и интенсивность экзогенных процессов, которые не всегда учитываются многими авторами. В этой связи оценку селенового статуса и разработку рекомендации на фоне низкого или избыточного содержания данного микроэлемента необходимо проводить, используя комплексный подход для решения данной проблемы (Барабанщикова, 2013; Шеуджен и др., 2013).

**Цель исследования** – оценить особенности аккумуляции селена в ландшафтах города Тюмени (на примере Калининского административного округа).

**Задачи:**

- изучить содержание и распределение селена в аллювиальных отложениях второй надпойменной террасы р. Туры в окрестностях микрорайона Метелева г. Тюмени;
- проанализировать современные геоморфологические особенности территории и их влияние на содержание и распределение селена в почвах оврага р. Бабарынки г. Тюмени.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

С административной точки зрения объекты исследования расположены в Калининском административном округе (АО) города Тюмени. По данным А.Н. Гусейнова (2001), в основе геологического строения территории г. Тюмени и его окрестностей лежат аллювиальные, озёрно-аллювиальные, аллювиально-делювиальные, субаэральные и озёрно-болотные четвертичные отложения. Участок работ представлен аллювиальными отложениями среднего плейстоценового возраста ( $aQ^3_{11}$ ). Геологическое строение территории плотной городской застройки представлено преимущественно современными техногенными отложениями (Гвоздецкий, 1973; Иваненко, 1988; Бакулин, Козин, 1996; Гусейнов, 2001; Старков, Тюлькова, 2010).

Гидрографическая сеть г. Тюмени представлена рекой Турой и её малыми притоками: реками Конюшенка, Тюменка, Бабарынка, Ключи (Войновка), Казаровка, Ольховка, а также водоёмами различного генезиса, преимущественно природного и антропогенного происхождения. Зонально район исследования, согласно схеме почвенно-географического районирования юга Тюменской области, относится к лесостепной зоне, северо-лесостепной подзоне серых лесных почв и чернозёмов и располагается в Тура-Пышминском почвенном районе чернозёмов выщелоченных, серых лесных почв и борových песков. Почвы изучаемых территорий представлены чернозёмами выщелоченными и лугово-чернозёмными (Гвоздецкий, 1973; Иваненко, 1988; Бакулин, Козин, 1996; Гусейнов, 2001; Старков, Тюлькова, 2010).

Изучение геолого-геоморфологических факторов, оказывающих влияние на распределение селена в ландшафте, проходило в два этапа. На первом этапе исследовали содержание и распределение селена в аллювиальных отложениях второй надпойменной террасы р. Туры методом ступенчатой зачистки склона отработанного карьера в окрестностях микрорайона Метелева г. Тюмени (табл. 1). Глубина ступеней составила 1,5 м, ширина – 1,7 м. Общая глубина разреза составила 10 м, где было выделено 15 горизонтов и отобрано 13 проб. Пробы почв, аллювиальных, пойменных и озёрно-аллювиальных отложений отбирали объединённым методом, общей массой 500 грамм. Интервал отбора составил (см): 0–180, 260–390, 390–480, 480–560, 560–570, 570–630, 630–670, 670–688, 688–740, 740–776, 776–826, 826–930 и 930–1040 (Старков, 1994).

На втором этапе работ изучили современные геоморфологические особенности склонов оврага р. Бабарынки в окрестностях ул. Прибрежная г. Тюмени. Были выделены участки на активной стадии развития эрозионных процессов. На разных участках склона (от бровки до дна) оврага р. Бабарынки ориентировочной длиной 60 м было сделано 4 почвенных разреза (см. табл. 1). Отбор проб почвы для изучения латеральной миграции селена в почвах склона в овраге р. Бабарынки проводили послойно с интервалом в 10 см (Хорошавин, 2011).

Лабораторные исследования отобранных проб проводили в аккредитованной испытательной лаборатории ФГБУ «ЦЛАТИ по УФО» по Тюменской области на атомно-абсорбционном спектрофотометре ЭТА Agilent AA – 240 z с электротермической атомизацией и коррекцией фона на основе эффекта Зеемана с модуляцией магнитного поля.

Статистическую обработку полученных результатов выполнили с использованием компьютерного пакета программ Microsoft Office Excel.

Таблица 1

Географические координаты и формула горизонтов надпойменной террасы р. Туры и почв оврага р. Бабарынки

Номер разреза	Географические координаты		Формула описываемых горизонтов
	северной широты	восточной долготы	
Песчаный карьер в окрестностях микрорайона Метелева			
1	N57°12'46"	E65°25'54"	A <sub>0</sub> +A <sub>1</sub> +AB+B+C <sub>k</sub> (pd) + L+ pl+ L+ pl + L
Овраг р. Бабарынки			
1	57°10'30"	65°28'18"	A <sub>0</sub> +A <sub>1</sub> +AB+B
2	57°10'31"	65°28'19"	
3	57°10'32"	65°28'20"	
4	57°10'32"	65°28'20"	

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Участок работ представлен комплексом аллювиальных отложений среднего плейстоценового возраста (alQ<sup>3</sup><sub>11</sub>) (Старков, Тюлькова, 2010). Для территории исследования характерно периодическое изменение ландшафтных условий, которые отражаются в формировании и залегании имеющихся отложений. В стратиграфическом разрезе второй надпойменной террасы р. Туры в окрестностях микрорайона Метелева г. Тюмени были выделены следующие типы отложений: в верхней части разреза расположен чернозём выщелоченный, нижележащие горизонты представлены лессовидными суглинками, пойменными и русловыми аллювиальными отложениями с периодическими маломощными горизонтами погребённого торфяника (Астахов, 2020). В таблице 2 представлены сводные результаты по содержанию селена в стратиграфическом разрезе второй надпойменной террасы р. Туры в окрестностях микрорайона Метелева г. Тюмени.

Таблица 2

Содержание селена в стратиграфическом разрезе второй надпойменной террасы р. Туры

Описание	Генет. тип*	Мощность горизонта, см	Se, мг/кг	pH <sub>водн.</sub>	Органическое вещество, %
Чернозём выщелоченный. Формула почвенного профиля: (A <sub>0</sub> +A <sub>1</sub> +AB+B+C <sub>k</sub> )	pd	0–180	0,023±0,001	7,6	7,74
Лессовидно-суглинистые отложения с многочисленными слоями ожелезнения мощностью до 15 см и конкрециями карбонатов мощностью до 3 см	L	180–260	0,036±0,003	8,2	7,40
		260–390	0,035±0,002	8,4	6,67
		390–480	0,015±0,001	8,4	3,86
Залегающий горизонт речных аллювиальных отложений. Представлен преимущественно мелкозернистым кварцевым песком					
Погребённый горизонт низинного торфа с маломощными суглинистыми прослоями	pl	470–480	**	7,8	15
Слоистый аллювиальный горизонт, часто чередуется с суглинка на песок. Песчаные слои имеют ожелезнение. Обнаружено крупное включение образца серпентинита около 10 см	L	480–560	0,031±0,005	8,5	2,18
		560–570	0,033±0,002	7,9	15
Залегающий горизонт речных аллювиальных отложений. Стрежневая фация с мутьобразной песчаной слоистостью					
Залегающий горизонт, уплотнён, пластичен, имеет хорошо выраженные глинистые блоки, разделённые между собой тонкой песчаной линзой	pl	570–630	0,002±0,0005	8,3	2,93

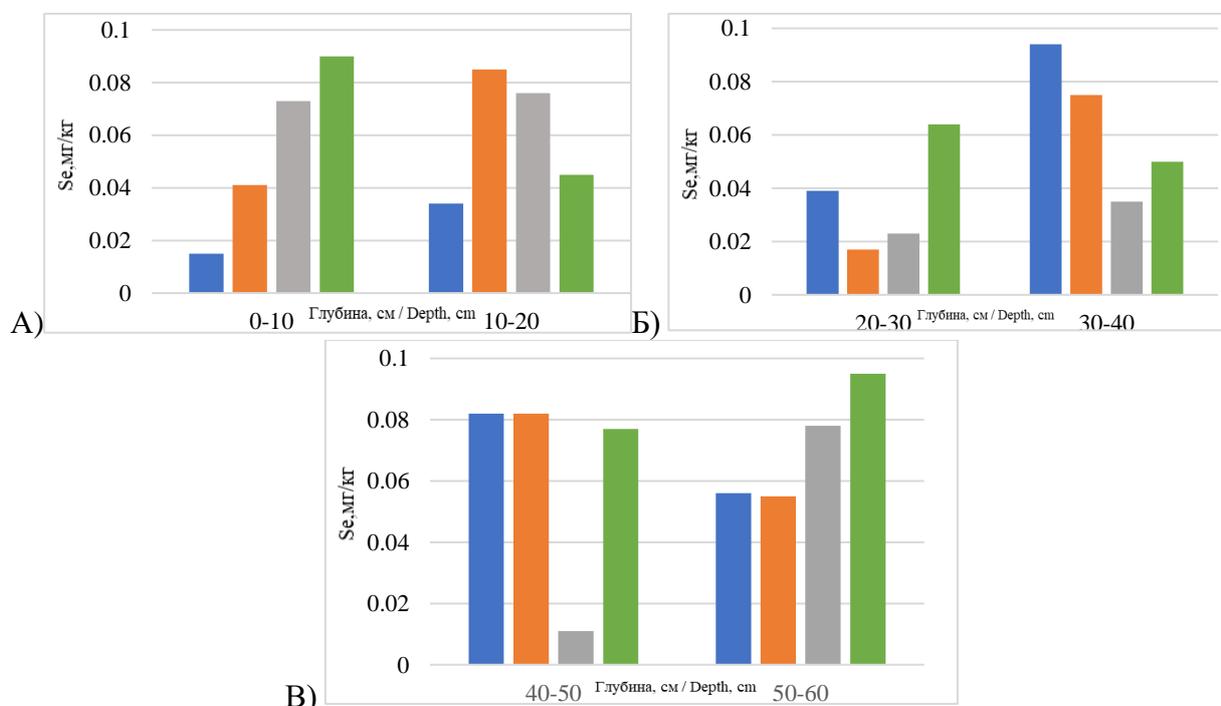
Крупный залегающий монотонный горизонт, пластичен, суглинистого гранулометрического состава		630–670	0,002±0,001	7,8	1,83
Залегающие аллювиальные отложения с чередующимися фациями прирусловой отмели и прируслового вала. Горизонты представлены суглинками и хорошо отсортированным мелкозернистым песком	L	670–688	0,053±0,004	7,6	1,92
		688–740	0,043±0,003	7,6	1,00
		740–776	0,034±0,002	7,5	2,34
		776–826	0,022±0,001	8,1	3,22
		826–930	0,021±0,003	7,9	1,75
		930–1040	0,031±0,001	7,6	1,52

Примечание.

\* – генетический тип по Шанцеру (1966). \*\* – ниже предела измерения оборудования.

Содержание селена в пробах варьировало в интервале от 0,002 (на глубине 570–630 см) до 0,053 мг/кг (на глубине 670–680 см). Полученные результаты не превышают ПДК по А. Клоке (1980) – 10 мг/кг, и находятся в диапазоне кларка, предложенного А.П. Виноградовым (0,01 мг/кг) и Н.А. Григорьевым (0,15 мг/кг) (Виноградов, 1957; Перельман, Касимов, 1999). По кислотности образцы почв характеризуются как нейтральные и слабощелочные.

Современные геоморфологические процессы и их интенсивность наряду с геологическим строением территории способны оказывать влияние на содержание и последующее распределение макро- и микроэлементов в ландшафте. Материалов по изучению влияния современных экзогенных процессов на содержание и распределение селена в ландшафте крайне мало. Часто эта информация крайне разрозненна, поэтому нельзя сделать однозначных выводов (Перельман, Касимов, 1999; Синдирева и др., 2021; 2023; Клок, 1980). Содержание и распределение селена в профиле лугово-чернозёмных почв неоднородно и меняется в зависимости от глубины, а также расположения разреза относительно склона оврага р. Бабарынки (рис. 1). Содержание селена в пробах изменялось в интервале от 0,011 до 0,095 мг/кг. Полученные результаты не превышают ПДК по А. Клоке (1980) и находятся в диапазоне кларка, предложенного А.П. Виноградовым (1957).



**Рисунок 1.** Вертикальное распределение селена в почвенных разрезах склона оврага р. Бабарынки.

Условные обозначения по содержанию селена на глубинах: А) 0–10 и 10–20 см; Б) 20–30 и 30–40 см; Б) 40–50 и 50–60 см.

■ – Разрез № 1; ■ – Разрез № 2; ■ – Разрез № 3; ■ – Разрез № 4.

Тенденция к увеличению содержания селена в зависимости от глубины, а также расположения почвенного разреза на склоне, отчётливо прослеживается на глубине 0–10 см во всех почвенных разрезах. Содержание селена на рассматриваемой глубине увеличивается с 0,015 мг/кг у бровки склона (разрез 1) до 0,090 мг/кг у дна склона (разрез 4).

В пробах почв разрезов 1 и 2, расположенных на бровке и тыловом шве склона, выявлена тенденция к увеличению содержания селена на глубине 10–20 см аналогично 0–10 см, которое изменяется в диапазоне от 0,034 до 0,085 мг/кг. В разрезах 3 и 4 наблюдается уменьшение содержания селена с 0,076 до 0,045 мг/кг. С глубины 20–30 см и 30–40 см выявлено уменьшение его содержание в 2 и 1,2 раза между разрезами 1 и 2 с последующим увеличением в нижележащих разрезах. На глубине 40–50 см содержание селена в разрезах 1 и 2 находится в одном диапазоне (0,082 мг/кг) с резким снижением до 0,011 мг/кг в разрезе 3 и не менее резким увеличением до 0,077 мг/кг в 4 разрезе, расположенном на дне оврага р. Бабарынки. На глубине 50–60 см наблюдается тенденция к увеличению содержания селена с глубиной в зависимости от расположения на склоне оврага р. Бабарынки аналогично глубине 0–10 см.

### ОБСУЖДЕНИЕ

Информация о содержании и распределении селена в осадочных отложениях крайне разрозненная и недостаточная. По данным отечественных ученых (Лебедев, 1973; Перельман, Касимов, 1999), селен в осадочных отложениях может содержаться в широком диапазоне – от 0,03 до 0,6 мг/кг и более. В аллювиальных, пролювиальных, озёро-аллювиальных, вулканических, болотных отложениях содержание селена больше, чем в коллювиальных, деллювиальных, дерупсионных, десерпционных, деляпсионных, эоловых и гляциальных образованиях (Барабанщикова, 2013; Бусыгин, 2020; Шеуджен и др., 2013; Перельман, Касимов, 1999). В связи с этим, изучение содержания селена, а также факторов, оказывающих влияние на его недостаточное или избыточное количество, является важным направлением с научной и практической точки зрения.

Низкое содержание селена в рыхлых осадочных отложениях второй надпойменной террасы р. Туры в окрестностях микрорайона Метелева г. Тюмени сопоставимо с его низким содержанием в основных зональных и интразональных типах почв юга области – от 0,006 до 0,09 мг/кг (Перельман, Касимов, 1999; Синдирева и др., 2021).

Изучен характер взаимодействия селена с уровнем рН и органическим веществом в отобранных пробах отложений (табл. 3). Выявлена средняя отрицательная корреляционная связь с уровнем рН ( $r=0,47$ ) и не выявлена с содержанием органического вещества ( $r=0,1$ ). Как правило, в кислых условиях среды с преобладанием органического вещества в почвенном растворе присутствуют селениды и сульфиды селена. В связи с этим содержание селена в таких условиях находится на достаточно «высоком» уровне в отличие от нейтральной и слабощелочной среды с низким содержанием органического вещества, где преобладают селениты и селенаты, обладающие высокой растворимостью. Отсутствие взаимосвязи селена с органическим веществом, очевидно, связано с тем, что на аккумуляцию селена оказывают влияние множество других факторов: наличие карбонатов, оксидов железа, а также большое количество органических остатков (Виноградов, 1957; Ермаков, Ковальский, 1974; Шеуджен и др., 2013).

**Таблица 3**

Характер взаимодействия селена с уровнем рН и органическим веществом

Уравнение регрессии	Характер взаимодействия
$Se = -0,023 \text{ рН} + 0,2; r = 0,47$	Отсутствует
$Se = 0,0002 \text{ Сорг} + 0,03; r = 0,1$	Отсутствует

Одной из причин низкого содержания селена в аллювиальных отложениях второй надпойменной террасы р. Туры и, как следствие, в почвах, является отсутствие минералов селена в составе изучаемых отложений. По результатам исследования, преимущественными минералами разреза второй надпойменной террасы р. Туры являются: кварц, биотит, полевой шпат, ильменит, магнетит, плагиоклаз, оксиды железа, а также детрит; в их состав селен входит в качестве химической примеси. Зоны аккумуляции и интенсивной миграции данного микроэлемента приурочены к конкретным горизонтам. В сплошных песчаных горизонтах селен активно мигрирует в нижележащие горизонты, аккумулируясь в суглинистых и глинистых горизонтах, которые являются для него естественным механическими барьерами.

Другими немаловажными факторами, оказывающими влияние на содержание и распределение селена в компонентах ландшафта, являются геоморфологические условия территории. Влияние современных экзогенных процессов на содержание и латеральную миграцию макро- и микроэлементов, в частности, селена, требует более детальных исследований в данном направлении с выделением зон интенсивного выноса и аккумуляции элемента на разных геоморфологических уровнях территории.

Причиной изменения содержания селена в верхнем почвенном слое является активное развитие эрозионных процессов на данном участке, в связи с чем происходит интенсивное разрушение и перенос верхней части горизонта  $A_1$  по естественному уклону местности и его аккумуляция на дне оврага в период ливневых дождей, а также талых снеговых вод. Повторный латеральный перенос селена уже на глубине 50–60 см связан с изменением гранулометрического состава почв, а также с изменениями содержания почвенной влаги в исследованных местах. Стоит отметить, что участок работ местами осложнен единичными видами кустарничковой растительности, а также грунтовой дорогой между разрезами 2 и 3. В связи с этим установить четкую закономерность в латеральной миграции на глубинах 20–30 и 30–40 см достаточно сложно из-за созданного антропогенного барьера. Поэтому необходимы более детальные исследования в данном направлении.

### ВЫВОДЫ

1. На содержание и распределение селена в четвертичных осадочных отложениях второй надпойменной террасы р. Туры в окрестностях микрорайона Метелева г. Тюмени оказывают влияние множество факторов, среди которых можно выделить минералогический и гранулометрический состав отложений, а также условия их формирования. Перечисленные выше факторы способствуют рассеиванию и аккумуляции селена в песчаных и суглинисто-глинистых горизонтах.

2. Низкое содержание селена в различных типах почв г. Тюмени является региональной особенностью минералогического состава материнских отложений исследованных почв.

3. Латеральная и вертикальная миграция селена в почвах г. Тюмени активизируется современными экзогенными геологическими процессами с преобладанием оврагообразования и эрозионных процессов, что приводит к изменению рельефа поверхности данной территории и активизации его перераспределения в почвенном профиле.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные геоморфологические процессы наряду с геологическим строением и палеогеографическими условиями формирования отложений территории оказывают влияние на миграцию и аккумуляцию селена в ландшафте. На миграцию селена на разных участках ландшафта может также оказывать влияние интенсивность протекающих в нем геоморфологических процессов, от интенсивности и типа которых будет зависеть формирование зон аккумуляции и рассеивания данного микроэлемента. Таким образом, изучение геолого-геоморфологических и палеогеографических условий является важной и неотъемлемой составляющей при оценке селенового статуса территории, которые должны быть учтены наряду с остальными параметрами.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы признательны кандидату геолого-минералогических наук, профессору кафедры физической географии и экологии ТюмГУ Старкову В.Д. за критические замечания и помощь в определении минералов в отобранных пробах.

### ФИНАНСОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-55-44028.

### ЛИТЕРАТУРА

- Астахов В.И. Четвертичная геология суши: учебное пособие. Санкт-Петербург: Издательство С.-Петерб. университета, 2020. 440 с.
- Барабанщикова Л.Н. Содержание и распределение селена в агроландшафтах северного Зауралья. Диссертация ... канд. биол. наук. Тюмень, 2013. С. 9–29.
- Бакулин В.В., Козин В.В. География Тюменской области. Екатеринбург: Средне-Уральское книжное издательство, 1996. 240 с.

- Бусыгин А.С. Эффективность применения селеновых удобрений под яровую пшеницу на почвах Северо-Восточного Нечерноземья. Диссертация ... канд. биол. наук. Москва, 2020. 140 с.
- Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. Москва: Наука, 1957. 218 с.
- Гвоздецкий Н.А. Физико-географическое районирование Тюменской области. Москва: Издательство Московского университета, 1973. 245 с.
- Гусейнов А.Н. Экология города Тюмени: состояние, проблемы. Тюмень: Издательство «Слово», 2001. 176 с.
- Ермаков В.В., Ковальский В.В. Биологическое значение селена. Москва: Наука, 1974. 300 с.
- Иваненко А.С. Окрестности Тюмени. Свердловск: Среднеуральское книжное издательство, 1988. 207 с.
- Кривовичев В.Г., Чарыкова М.В., Кривовичев С.В. Минеральные системы, основанные на числе видообразующих химических элементов в минералах: их разнообразие, сложность, распространенность в природе и эволюция в геологической истории (обзор) // Записки Российского минералогического общества. 2020. Том 149. № 1. С. 1–22. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869605520010062>.
- Лебедев В.Н. Содержание селена в почвах БССР. Автореферат диссертации ... канд. с.-х. наук. Жодино, 1973. 20 с.
- Майманова Т.М. Селен в основных компонентах ландшафтов Горного Алтая. Автореферат диссертации ... канд. биол. наук. Новосибирск. 2003. 22 с.
- Назаренко И.И., Ермаков А.Н. Аналитическая химия селена и теллура. Москва: Наука, 1971. С. 7–18.
- Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта: учебник. Москва: Издательство МГУ, 1999. 610 с.
- Синдирева А.В., С.Г. Котченко, Гурьев Н.Е. Геохимическая оценка содержания селена в основных типах почв Тюменской области // Проблемы региональной экологии. 2021. № 3. С. 32–38. DOI: <https://doi.org/10.24412/1728-323X-2021-3-32-38>.
- Синдирева А.В., Чистякова Н.Ф., Гурьев Н.Е., Ткаченко Н.С. Влияние геолого-геоморфологических факторов на распределение селена в компонентах окружающей среды // Почвы и окружающая среда [Электронный ресурс]: Сборник научных трудов Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 55-летию Института почвоведения и агрохимии СО РАН (Новосибирск, 2–6 октября 2023 г.). Новосибирск: ИПА СО РАН, 2023. С. 663–668. DOI: <https://doi.org/10.31251/conf1-2023>.
- Старков В.Д. Учебная полевая практика по геоморфологии. Тюмень: ТГУ, 1994. 100 с.
- Старков В.Д., Тюлькова Л.А. Геология, рельеф, полезные ископаемые Тюменской области. Тюмень: Тюменский дом печати, 2010. 349 с.
- Хорошавин В.Ю. География почв. Почвоведение: Учебно-методическое пособие по учебной практике для учащихся II курса ОДО направлений подготовки бакалавров «География», «Экология и природопользование». Тюмень: ТГУ, 2011. 40 с.
- Шанцер Е. В. Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований. Труды, вып. 161. Москва: Наука, 1966. 239 с.
- Шеуджен А.Х., Лебедевский И.А., Бондарева Т.Н. Биогеохимия и агрохимия селена // Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Куб ГАУ). 2013. № 92(08). С. 1–11.
- Klok A. Richtwerte 80. Orientierungsdaten für tolerierbare einiger Elemente in Kulturböden // Mitteilungen des VDLUFA. 1980. Bd. 2. H. 1–3. P. 9.

*Поступила в редакцию 20.12.2023*

*Принята 21.03.2024*

*Опубликована 26.03.2024*

#### **Сведения об авторах:**

**Гурьев Никита Евгеньевич** – ассистент кафедры геоэкологии и природопользования Школы естественных наук ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет» (г. Тюмень, Россия); [nikitka.gurev.1996@mail.ru](mailto:nikitka.gurev.1996@mail.ru).

**Синдирева Анна Владимировна** – доктор биологических наук, доцент, заведующая кафедры геоэкологии и природопользования Школы естественных наук ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет» (г. Тюмень, Россия); [a.v.sindireva@utmn.ru](mailto:a.v.sindireva@utmn.ru).

**Чистякова Нелли Федоровна** – доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры геоэкологии и природопользования Школы естественных наук ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет» (г. Тюмень, Россия); [n.f.chistyakova@utmn.ru](mailto:n.f.chistyakova@utmn.ru).

**Ткаченко Никита Сергеевич** – аспирант кафедры геоэкологии и природопользования Школы естественных наук ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет» (г. Тюмень, Россия); [stud0000102421@study.utmn.ru](mailto:stud0000102421@study.utmn.ru)

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*



Статья доступна по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## Selenium accumulation in the landscapes of Tyumen city (the case of Kalininsky administrative district)

© 2024 N. E. Guriev , A. V. Sindireva , N. F. Chistyakova , N. S. Tkachenko

Tyumen State University, Institute of Earth Sciences, 6 Volodarskogo St., Tyumen, 630090, Russia. E-mail: [sindireva72@mail.ru](mailto:sindireva72@mail.ru)

**The aim of the study** was to investigate peculiarities of Selen accumulation in the Tyumen City landscapes (on the territory of Kalininsky Administrative District).

**Location and time of the study.** The study was conducted in the summer of 2022 on the 2nd supra floodplain terrace of the Tura River in the vicinity of the Meteleva microdistrict, as well as on the gully slope of the Babarynka River in Tyumen.

**Methods.** Methods of geological and soil studies, chemical and statistical methods were used to analyze selenium content in alluvial sediments and its vertical and lateral migration along a slope.

**Main results.** Selenium content was found to change irregularly with the depth both in the alluvial deposits of the 2nd above-floodplain terrace of the river in the area of the Metelev microdistrict and in the soil profile of the Babarynka River slope, varying from 0.015 to 0.053 mg/kg and from 0.01 to 0.09 mg/kg, respectively, and being below the MPC values (according to A. Kloke of 10 mg/kg) and the Clark value of 0.15 mg/kg, proposed by N.A. Grigoriev. Selenium content in meadow-chernozem and loess-loamy soils of Tyumen was not correlated with the soil organic matter content.

**Conclusion.** Selenium content and distribution in the alluvial Quaternary sediments of the 2nd supra floodplain terrace of the Tura River is influenced by many factors, the most important being sediment mineralogy and mechanical properties, as well as conditions of sediment formation in the past. The lateral migration of selenium in landscape components is influenced by the intensity of occurring geomorphologic processes, resulting in selenium accumulation and dispersion.

**Key words:** selenium; alluvial sediments; relief; Tura River; Babarynka River; Tyumen city.

**How to cite:** Guriev N.E., Sindireva A.V., Chistyakova N.F., Tkachenko N.S. Selenium accumulation in the landscapes of Tyumen City (the case of Kalininsky Administrative District). *The Journal of Soils and Environment*. 2024. 7(1). e243 (in Russian with English abstract). DOI: [10.31251/pos.v7i1.243](https://doi.org/10.31251/pos.v7i1.243).

### ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to V.D. Starkov, Candidate of Geophysical Sciences, Professor of the Department of Physical Geography and Ecology, TyumSU, for critical comments and assistance in determining minerals in the selected samples.

### FUNDING

The study was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (project No. 20-55-44028).

### REFERENCES

- Astakhov V.I. Quaternary land geology: textbook. St. Petersburg: St. Petersburg University Publishing House, 2020. 440 p. (in Russian).
- Barabamshchikova L.N. Selenium content and distribution in agrolandscapes of the northern Trans-Urals. Dissertation ... Cand. of Biol. Sci. Tyumen, 2013. P. 9–29. (in Russian).
- Bakulin V.V., Kozin V.V. Geography of the Tyumen Region. Ekaterinburg: Sredne-Uralskoe Book Publishing House, 1996. 240 p. (in Russian).

- Busygin A.S. Efficiency of application of selenium fertilizers for spring wheat on soils of the North-Eastern Non-Chernozem region. Dissertation ... Cand. of Biol. Sci. Moscow, 2020. 140 p. (in Russian).
- Vinogradov A.P. Geochemistry of rare and dispersed elements in soils Moscow: Nauka Publ., 1957. 218 p. (in Russian).
- Gvozdetsky N.A. Physico-geographical zoning of the Tyumen region. Moscow: Moscow University Publishing House, 1973. 245 p. (in Russian).
- Guseinov A.N. Ecology of Tyumen city: state, problems. Tyumen: "Slovo" Publishing House, 2001. 176 p. (in Russian).
- Ermakov V.V., Kovalsky V.V. Biological significance of selenium. Moscow: Nauka Publ., 1974. 300 p. (in Russian).
- Ivanenko A.S. Near Tyumen: textbook. Sverdlovsk: Sredneuralsk Book Publishing House, 1988. 207 p. (in Russian).
- Krivovichev V.G., Charykova M.V., Krivovichev S.V. Mineral systems based on the number of species-defining chemical elements in minerals: their diversity, complexity, distribution, and the mineral evolution of the earth's crust: a review. *Geology of Ore Deposits*. 2020. Vol. 62. No. 8. P. 704–718. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1075701520080073>.
- Lebedev V.N. Selenium content in soils of BSSR. Abstract of Dissertation ... Cand. of Agricultural Sci. Zhodino, 1973. 20 p. (in Russian).
- Maimanova T.M. Selenium in the main components of landscapes of the Altai Mountains. Abstract of Dissertation ... Cand. of Biol. Sci. Novosibirsk. 2003. 22 p. (in Russian).
- Nazarenko I.I., Ermakov A.N. Analytical chemistry of selenium and tellurium. Moscow: Nauka Publ., 1971. P. 7–18 (in Russian).
- Perelman A.I., Kasimov N.S. Geochemistry of landscape: textbook. Moscow: Moscow University Publishing House, 1999. 610 p (in Russian).
- Sindireva A.V., Kotchenko S.G., Guryev N.E. Geochemical assessment of selenium content in the main types of soils of the Tyumen region. *Regional environmental issues*. 2021. No. 3. P. 32–38. DOI: <https://doi.org/10.24412/1728-323X-2021-3-32-38>.
- Sindireva A.V., Chistyakova N.F., Tkachenko N.S. Influence of geologic and geomorphologic factors on selenium distribution in environmental components. In book: *Soils and Environment [Electronic resource]: Collection of scientific papers of the All-Russian scientific conference with international participation, dedicated to the 55th anniversary of the Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS (Novosibirsk, October 2–6, 2023)*. Novosibirsk: ISSA SB RAS, 2023. P. 27–36. DOI: <https://doi.org/10.31251/conf1-2023>. (in Russian).
- Starkov V.D. Educational field practice in geomorphology. Tyumen: TSU, 1994. 100 p. (in Russian).
- Starkov V.D., Tyulkova L.A. Geology, relief, minerals of the Tyumen region. Tyumen: Tyumen Press House, 2010. 349 p. (in Russian).
- Khoroshavin V.Yu. Geography of soils. Soil science: Educational and methodical manual on educational practice for students of the II year of ODO directions of bachelor's training "Geography", "Ecology and nature management". Tyumen: TSU, 2011. 40 p. (in Russian).
- Shantzer E. V. Essays on the theory of genetic types of continental sedimentary formations. Proceedings, issue 161. Moscow: Nauka Publ., 1966. 239 p. (in Russian).
- Sheudzhen A.H., Lebedovsky I.A., Bondareva T.N. Biogeochemistry and selenium Agrochemistry. *Scientific Journal of Kuban State Agrarian University (KubSAU)*. 2013. No. 92 (08). P. 1–11. (in Russian).
- Klok A. Richtwerte 80. Orientierungsdaten für tolerierbare einiger Elemente in Kulturboden. *Mitteilungen des VDLUFA*. 1980. Bd. 2. H. 1–3. P. 9.

*Received 20 December 2023*

*Accepted 21 March 2024*

*Published 26 March 2024*

#### **About the authors:**

**Guriev Nikita Evgenyevich** – Assistant, the Department of Geocology and Nature Management of the Institute of Earth Sciences, the Federal State Educational Institution of Higher Professional Education "Tyumen State University" (Tyumen, Russia); [nikitka.gurev.1996@mail.ru](mailto:nikitka.gurev.1996@mail.ru).

**Sindireva Anna Vladimirovna** – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Geocology and Nature Management, Institute of Earth Sciences, Tyumen State University (Tyumen, Russia); [a.v.sindireva@utmn.ru](mailto:a.v.sindireva@utmn.ru).

**Chistyakova Nelly Fedorovna** – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor of the Department of Geoecology and Nature Management, Institute of Earth Sciences, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Tyumen State University" (Tyumen, Russia); [n.f.chistyakova@utmn.ru](mailto:n.f.chistyakova@utmn.ru).

**Tkachenko Nikita Sergeevich** – Postgraduate Student of the Department of Geoecology and Nature Management of the Institute of Earth Sciences, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Tyumen State University" (Tyumen, Russia); [stud0000102421@study.utmn.ru](mailto:stud0000102421@study.utmn.ru).

*The authors read and approved the final manuscript*



The article is available under [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)