

**СОДЕРЖАНИЕ Th И U В
ПРОБАХ ПОЧВ ЮГО-
ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ
СОГДИЙСКОЙ ОБЛАСТИ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАСС-
СПЕКТРОМЕТРИИ С
ИНДУКТИВНО СВЯЗАННОЙ
ПЛАЗМОЙ**

Абдуллаев Сабур Фузайлович, д.физ.-мат.наук, проф., заведующий лабораторией физики атмосферы физико-технического института им. С. У. Умарова НАН Таджикистана (Таджикистан, Душанбе), *Рахматов Мухамади Нуридинович*, к.физ.-мат.наук, доцент кафедры общей физики и твёрдого тела; *Умаров Насимджон Негматович*, к.физ.-мат.наук, заведующий кафедрой общей физики и твёрдого тела; *Нурматов Давлатджон Хамралиевич*, докторант (PhD) физико-технического факультета ГОУ «ХГУ имени акад.Б. Гафурова» (Таджикистан, Худжанд)

**КОНСЕНТРАЦИЯ И Th ВА U
ДАР НАМУНАҲОИ ХОКИ
ҚИСМИ ҶАНУБУ ШАРҚИИ
ВИЛОЯТИ СУҒД БО
ИСТИФОДА АЗ УСУЛИ МАСС-
СПЕКТРОМЕТРИИ БО
ПЛАЗМАИ ИНДУКТИВӢ
ПАЙВАСТШУДА**

Абдуллоев Сабур Фузайлович, д.и.физ.-мат., проф., мудири лабораторияи физикаи атмосфераи Институти физикаю техникаи ба номи академик С. У. Умаров, АМИТ (Тоҷикистон, Душанбе); *Раҳматов Муҳаммади Нуридинович*, н.и.физ.-мат., дотсенти кафедраи физикаи умумӣ ва ҷисмҳои сахт; *Умаров Насимҷон Негматович*, н.и.физ.-мат., мудири кафедраи физикаи умумӣ ва ҷисмҳои сахт; *Нурматов Давлатҷон Хамралиевич*, докторант (PhD)-и факултети физикаю техникаи МДТ «ДДХ ба номи акад.Б. Гафуров» (Тоҷикистон, Хуҷанд)

**CONTENTS OF Th AND U OF
SOIL SAMPLES IN THE
SOUTHEASTERN PART OF
SOGHDIAN REGION WHEN
USING INDUCTIVELY
COUPLED PLASMA MASS
SPECTROMETRY**

Abdullaev Sabur Fuzailovich, Dr.Sc. (Phys.Math), Laboratory of Atmospheric Physics, S.U.Umarov Physico-Technical Institute named after Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, **E-mail:** sabur.f.abdullaev@gmail.com; *Rahmatov Muhamadi Nuridinovich*, Cand. of Physical and Mathem. Sciences, Senior Lecturer of the Department of General Physics and Solids; **E-mail:** muhamadi.rahmatov@yandex.ru; *Umarov Nasimjon Negmatovich*, Cand. of Physical and Mathem. Sciences, Head of the Department of General Physics and Solids; **E-mail:** nasimchon-74@mail.ru. *Nurmatov Davlatjon Khamralievich*, doctoral student (PhD) of the Faculty of Physics and Techniques, SEI "KhSU named after acad. B.Gafurov" (Tajikistan, Khujand), **E-mail:** dima_nurmatov98@mail.ru

Ключевые слова: уран, торий, загрязнение почв, элементный состав почв, индекс геоаккумуляции, уровни загрязнения, Кларк концентрации, Кларк рассеяния

Впервые методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой проведена количественная оценка содержания тория и урана в почвах юго-восточной части Согдийской области. Для оценки степени загрязнения была рассчитана фоновая концентрация тория и урана. По данным коэффициента обогащения EF установлено, что накопление тория и урана минимально, за исключением Горно-Матчинского района. Высокие значения коэффициента обогащения EF в Горно-Матчинском районе свидетельствуют об обогащении образцов почв торием и ураном. Отмечено, что повышенные концентрации урана и тория обнаруживаются в Горно-Матчинском районе, выявленные высокие содержания несут локальный характер и не оказывают заметного влияния на состояние окружающей среды. По индексу геоаккумуляции I_{geo} выявлено, что большинство исследуемых почв в отношении тория и урана – умеренно загрязнённые. В отношении этих элементов почв данной территории они характеризуются как чистые. Результаты расчётов показателей загрязнения (EF, I_{geo} , CF) свидетельствуют, что наблюдается слабое загрязнение территории ураном и торием.

Вожаҳои калидӣ: уран, тория, олудашиави хок, унсури хок, индекс геоаккумулясионӣ, сатҳи олудашиавӣ, консентратсияи Кларкӣ, паҳншави Кларкӣ

Бори аввал бо истифода аз усули масс-спектрометрия бо плазмаи индуктивӣ пайвастишуда арзёбии миқдори консентратсияи торий ва уран дар хоки қисми ҷанубу шарқии вилояти Суғд гузаронида шуд. Барои арзёбии дараҷаи олудашиавӣ консентратсияи фони торий ва уран ҳисоб карда шуд. Мувофиқи омили ганигардонии EF, муайян карда шудааст, ки ҷамъшави торий ва уран, ба истиснои ноҳияи Кӯҳистони Масчоҳ хеле кам аст. Қиматҳои баланди омили ганигардонии EF дар ноҳияи Кӯҳистони Масчоҳ аз ганигардиш намунаҳои хок бо торий ва уран шаҳодат медиҳанд. Консентратсияи зиёди уран ва торий дар ноҳияи Кӯҳистони Масчоҳ ба мушоҳида расид, консентратсияи баланди ошкоршуда хусусияти маҳаллӣ дошта, ба вазъи муҳити зист таъсири назаррас намерасонад. Мувофиқи индекси геоаккумулятсияи I_{geo} , маълум шуд, ки аксарият хоки тадқиқшуда нисбат ба торий ва уран ба дараҷаи миёна олуда шудаанд. Мувофиқи индекси геоаккумулятсияи I_{geo} , ошкор карда шуд, ки аксарияти хоки тадқиқшуда нисбат ба торий ва уран ба дараҷаи паст олуда шудаанд. Дар робита ба ин унсурҳо, хокҳои ин минтақа тоза тавсиф карда мешаванд. Натиҷаҳои ҳисоби нишондиҳандаҳои олудашиавӣ (EF, I_{geo} , CF) шаҳодат медиҳад, ки бо уран ва торий дар ҳудуди тадқиқшуда олудашиави суст ба мушоҳида мерасад.

Key words: uranium, thorium, soil pollution, elemental composition of soils, geoaccumulation index, pollution levels, concentration Clarke, scattering Clarke

For the first time, using mass spectrometry with inductively coupled plasma, a quantitative assessment of the content of thorium and uranium in the soils of the south-eastern part of Sughd region was carried out. To assess the degree of contamination, background concentrations of thorium and uranium were calculated. High values of the enrichment factor EF in Kuhistoni Mastchoh region to indicate the enrichment of soil samples with thorium and uranium. It is noted that increased concentrations of uranium and thorium are found in Kuhistoni Mastchoh region; the detected high concentrations are local in nature and do not have a noticeable effect on the state of the environment. According to the Igeo geoaccumulation index, it was revealed that most of the studied soils are moderately contaminated in relation to thorium and uranium. With regard to these elements, the soils of this area are characterized as clean. The results of calculations of pollution indicators (EF, Igeo, CF) testify that there is slight contamination of the territory with uranium and thorium.

В последнее десятилетие во всём мире внимание было обращено на разработку и постоянное внедрение аналитических методов, пригодных для количественного определения содержания химических элементов, включая торий и уран. По данным различных авторов, верхний горизонтальный слой почвенного покрова является важным компонентом окружающей среды (ОС) и депонентом уровня загрязнения [1, с.48-50, 2, 4-6, 5, с. 45-47].

Исследования в этом направлении в Северном Таджикистане проводились с конца 90-х годов прошлого столетия и по настоящее время. Однако сведений о содержаниях тория и урана в поверхностных горизонтах почв конкретно, но разным селениях районов юго-восточной части Согдийской области явно недостаточно, или они отсутствуют [8, с.4-6, 9, с.5-9].

Поскольку до настоящего времени элементный анализ почв на территории юго-восточной части Согдийской области на содержание урана и тория подробно не проводился из-за отсутствия технической возможности, дороговизны аналитических исследований проб почвы, нехватки опыта и специалистов, то наименьшая концентрация урана и тория по всей юго-восточной части Согдийской области принята в качестве его фоновой концентрации.

На сегодняшний день исследование загрязнения почв на содержание урана и тория в юго-восточной части Согдийской области актуально и необходимо для оценки уровня загрязнения окружающей среды. Учитывая, что U и Th относятся к числу химических элементов, изучение которых в различных природных средах наиболее важно с экологической точки зрения, то целью данной настоящей работы было исследовать содержание и накопление этих элементов в верхних слоях почв юго-восточной части Согдийской области.

В литературе упоминаются, что к числу радиоактивных относятся более 25 химических соединений, но к распространённым природным элементам относятся только торий (^{232}Th) и уран (^{238}U). Уран относится к абсолютно редким, а торий – к более распространённым в природной среде элементам, обладающим высокой токсичностью. Торий и уран имеют изотопы, периоды полураспада которых сравнимы с возрастом Земли. Поэтому они сохранились и являются первичными радиоактивными элементами.

Как отмечается в литературах, уран является самым тяжёлым из химических элементов, достоверно известных в земной коре. Он обладает порядковым номером 92 и атомным весом 238.07. В природе известно три долгоживущих изотопа урана, которые характеризуются следующей распространённостью: ^{238}U – 99.27%, ^{235}U – 0.72% и ^{234}U – 0.01% и периодами полураспада – $4.51 \cdot 10^9$, $7.13 \cdot 10^8$ и $2.47 \cdot 10^5$ лет соответственно. Следовательно, основным изотопом урана, который содержится в горных породах, корях выветривания и почвах, является ^{238}U , количество которого составляет 99.3% от общего содержания урана [7, с. 79-81, 10, с. 112-114, 14, с. 1469–1470].

Эколого-геохимической оценке верхних горизонтов почвенного покрова исследуемых территорий в последнее время уделяется серьезное внимание во многих странах мира в связи с безопасностью жизнедеятельности населения и эффективное использование земель территорий для выращивания овощей, зерновых и т.п. [1, с. 48-55, 2, 3-5].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Полевые работы проведены в 2020 и 2022 г; методом конверта из верхних горизонтов с глубины 0–5 см были отобраны почвенные образцы в точках, соответствующих разным селениям районов юго-восточной части Согдийской области (рис. 1). После отбора пробы высушивали до абсолютно-сухого состояния, измельчали и анализировали на содержание тяжелых металлов, включая U и Th, методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС). Аналитические работы выполнены в институте минералогии УрО РАН (г. Миасс Челябинской области) [3, с. 1233.]. В последнее время, благодаря внедрению в лабораторную практику метода ИСП-МС, появились работы, посвящённые содержанию, распределению по профилю и поведению химических элементов в разных типах почв, взятых из разных регионов России [2, с. 23-25, 3, с. 1231-1236]. По данным Д.В. Ладонина, главное достоинство метода ИСП-МС – быстрое одновременное определение большого набора химических элементов с высокой чувствительностью. В отличие от методов РФА, ААС и ИСП-ОЭС, где разные химические элементы определяются с различной чувствительностью, диапазоны массовых долей большинства химических элементов, определяемых методом ИСП-МС, близки и находятся в области от десятков частей на триллион до сотен частей на миллион, то есть составляют 8-9 порядков массовых долей. Получаемые при анализе масс-спектры имеют простой вид и, в случае анализа проб несложного и известного состава, ошибки, возникающие при определении элементов, невелики [2, с.23-25]. Математическую обработку полученных результатов проводили в соответствии с требованиями методик количественного элементного анализа. Статистическая обработка выполнена при помощи программы Microsoft Excel 2019.

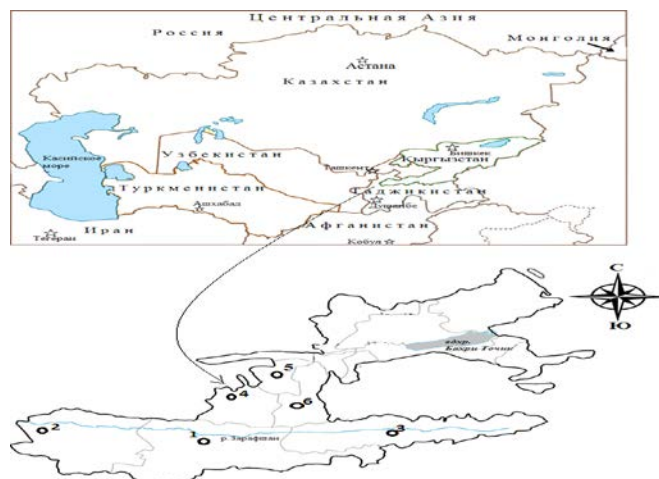


Рис. 1. Схема расположения точек сбора проб почв юго-восточной части Согдийской области (1. Айни; 2. Пенджикент; 3. Горно-Матчинский район; 4. Шахристан; 5. Истаравшан; 6. Деваштич)

Интенсивность накопления U и Th в почвах юго-восточной части Согдийской области в разных точках оценивалась с помощью коэффициентов Кларков концентрации и Кларков рассеяния относительно фоновых почв.

Для дифференциации поступления металлов между антропогенными и природными источниками широко используется коэффициент обогащения (EF) [13, с. 403-405], который

показывает его в исследуемых пробах конкретными металлами по отношению к природному фону:

$$EF = \frac{C_i(\text{проба})/C_{\text{норм}}(\text{проба})}{C_i(\text{Кларк})/C_{\text{норм}}(\text{Кларк})}$$

где $C_i/C_{\text{норм}}(\text{проба})$ – это отношение концентрации измеряемого U и Th к концентрации нормирующего элемента в данной пробе и в земной коре (Кларк) соответственно.

EF – это коэффициент обогащения, который позволяет выявлять дополнительный вклад U и Th от разных источников загрязнения в формирование элементного состава почв. Скандий в данном случае был использован как индикатор литогенного источника. Если значения EF более 1 указывают на антропогенные источники поступления U и Th, а если EF - менее 1 на литогенные происхождения U и Th, то они характерны для земной коры. Также EF может дать понимание отделения антропогенного источника от природного. Кроме того, EF также помогает определить степень загрязнения почвы U и Th [13, с. 403-405].

Согласно литературным данным, авторы предпочитают использовать коэффициент обогащения (EF), коэффициент загрязнения (CF), индекс геоаккумуляции (I_{geo}) и Кларк концентрации (КК), Кларк рассеяния (КР), поскольку эти коэффициенты загрязнения считаются самыми приемлемыми и универсальными. Данные коэффициенты позволяют оценить загрязнение почв отдельным металлом с учётом его фонового значения [6, с.6-8, 11, с. 66-67, 13, с. 403-405].

Коэффициент загрязнения (Contamination Factor - CF). Для оценки геоэкологического состояния территории рассчитывались коэффициент (индекс) загрязнения [1, с. 49-51, 4, с. 44-49, 11, 66-67]. Это даёт нам представление об антропогенном поступлении U и Th в исследуемых почвах. Значение CF рассчитывается по следующей формуле:

$$CF = \frac{C_{\text{элемент}}}{C_{\text{фон}}}$$

где $C_{\text{элемент}}$ – концентрация элемента, а $C_{\text{фон}}$ – фоновая концентрация соответствующего элемента.

Индекс геоаккумуляции (I_{geo}). С целью дополнительной оценки уровня загрязнения почв U и Th широко используется индекс геоаккумуляции (I_{geo}) путём сравнения зафиксированного фактического содержания U и Th с фоновыми уровнями [1, с. 49-51]. Для оценки уровня загрязнённости U и Th в исследуемых почвах района рассчитывали по индекс геоаккумуляции (I_{geo}). Классы I_{geo} приведено в табл. 1.

$$I_{\text{geo}} = \log_2 \left[\frac{C_n}{1.5B_n} \right]$$

где C_n – измеренная концентрация элемента в образцах; B_n – геохимическая фоновая концентрация элемента, которую определяют по данным специальных исследований с учётом регионального фона химического элемента; 1,5 – это коэффициент учёта вариаций природных концентраций элемента, позволяющий анализировать естественные отклонения в содержании элемента в ОС и малое техногенное влияние.

Для характеристики накопления U и Th в поверхностных горизонтах почв оценивались с помощью Кларка концентрации (КК) по формуле:

$$KK = \frac{C_{\text{элемент}}}{K_{\text{ЭК}}}$$

где $C_{\text{элемент}}$ – U и Th в почве, $K_{\text{ЭК}}$ – Кларк этого элемента в земной коре [6, с. 6-8].

Таблица № 1. Классификационные критерии различных показателей (CF, EF и I_{geo}) для U и Th в почвах исследуемых территорий

CF	Степень загрязнения почвы	EF	Степень обогащения	I _{geo}	Качество почвы
CF <1	отсутствие загрязнения	EF <1	обогащение отсутствует	I _{geo} ≤ 0	практически незагрязнённая
1 < CF < 2	слабое загрязнение	EF=1-3	незначительное обогащение	0 < I _{geo} ≤ 1	от незагрязнённой до умеренно загрязнённых
1 < CF < 2	умеренное загрязнение	EF=3-5	умеренное обогащение	1 < I _{geo} ≤ 2	умеренно загрязнённой
от 3 до 4	от умеренного до сильного загрязнения	EF=5-10	относительно высокое обогащение	2 < I _{geo} ≤ 3	от умеренно до сильно загрязнённых
от 4 до 5	сильное загрязнение	EF=10-25	высокое обогащение	3 < I _{geo} ≤ 4	сильно загрязнённая
>5	очень сильное загрязнение	EF=25-50	очень высокое обогащение	4 < I _{geo} ≤ 5	экстремально сильно загрязнённая
–	–	EF > 50	экстремально высокое обогащение	I _{geo} ≥ 5	крайне сильно загрязнённая

Примечание: CF – коэффициент загрязнения, EF – коэффициент обогащения, I_{geo} – индекс геоаккумуляции.

Как считают известные учёные, если Кларк больше единицы, это указывает на обогащение элементом, если меньше – снижение его содержания по сравнению с Кларком в целом [4, с. 44-49, 6, с.6-8].

Кларк концентрации показывает, во сколько раз содержание химического элемента (в нашем случае Th и U) в пробах почв превышает его содержание в земной коре, и позволяет судить о степени концентрации элемента в почве относительно земной коры [4, с. 44-49].

Кларк рассеяния есть величина, обратная Кларку концентрации, который показывает во сколько раз Кларк исследуемого элемента в земной коре (К) больше его содержания в почве или в другом природном объекте. Если нужно показать, во сколько раз содержание элемента в породе ниже его содержания в литосфере, используется показатель, обратный Кларку концентрации [5, с. 46-47, 6, с. 6-8].

$$КР_i = \frac{K_i}{C_i} > 1,$$

где C_i – содержание i-го элемента в изучаемых пробах почв; K_i – Кларк i-го элемента в верхней части континентальной земной коры, мг/кг.

Результаты и обсуждение. Результаты ИСП - МС - анализа почв исследованных территорий установили, что содержание Th в пробах почв, взятых в юго - восточной части Согдийской области колеблется от 6,7 до 11,61 ppm, при среднем 8,32 ppm (табл. 2). В почвах Горно-Матчинского района среднее содержание тория и урана значительно выше, чем в почвах остальных районов. В остальных районах содержание тория и урана сравнимо с Кларком. На табл. 2 чётко видно, что величины коэффициента вариации характеризуют однородную как степень рассеяния в исследуемых почвах для тория и урана.

Исследователями подчёркивается, что критерием оценки загрязнения почвы принимается предельно допустимое количество (ПДК) загрязняющего вещества, а в случае его отсутствия, как, например, для тория и урана, – сравнение уровней загрязнения с фоновыми или с почвенными Кларками. Чаще всего о фоновой концентрации элементов судят по элементному составу проб почв фоновых исследуемых территорий, удалённых от локальных источников загрязнения на 50-100 км [7, с.72-73].

Фоновые концентрации тяжёлых металлов – уровень концентрации химического элемента, сравнение с которым позволяет обнаружить превышение его в природных объектах под влиянием техногенных факторов; они являются важным показателем, с помощью которого можно оценить характер естественных геохимических процессов и степень их антропогенного изменения [7, с.74].

Среднее содержание U в континентальной земной коре составляет 1.7 мг/кг [3, с. 1233, 10, с. 112]. Для большей части почв, взятых в юго-восточной части Согдийской области, Кларковые значения урана выше среднего значения урана, за исключением Горно-Матчинского района, где зафиксированы превышения Кларка в 2,24 раза. Кларк концентрации по результатам расчёта в верхнем слое изучаемых почв для урана варьирует от 0,98 до 2,2 – для тория от 0,52 до 0,89.

Значения Кларков концентрации и рассеяния Th и U, приведённые в таблице 3 и 4, характеризуют концентрации или рассеяния тория и урана в исследуемой почве относительно земной коры. Если исследуемый элемент накапливается в почве, то значение его Кларка концентрации будет выше единицы – $K_k > 1$ [5, с. 45-47, 6, с.6-8].

Так, значение КК содержания Th во всех почвах юго-восточной части Согдийской области ниже единицы. Как видно из приведённых данных, повышенные более чем в 2 раза средние содержания урана установлены только в пробах почв, взятых в Горно-Матчинском районе. В пробах почв, взятых в большинстве точек в Пенджикентском, Шахристанском, Истаравшанском и Деваштичском районах имеют около Кларковые содержания урана. В пробах почв, отобранных в Айнинском районе, среднее содержание урана не достигает значения КК.

Содержание Th в верхних слоях почвы не накапливается, а рассеивается. По мнению исследователей, в таких случаях обычно пользуются понятием «Кларк рассеяния». Значения Кларка концентрации и Кларка рассеяния позволяют выделять ряды или группы накапливающихся и рассеивающихся химических элементов. По результатам анализа проб почв установлено, что содержание Th к ряду накапливающихся элементов в исследуемых почвах не относится, т. е. не входит в него [5, с. 46-48, 6, с. 6-8].

Превышение концентрации тория - по отношению к региональному фону наблюдался только в двух районах в Горно-Матчинском и Деваштичском, в остальных районах среднее значение тория - практическое одинокое на региональном фоне. В почвах всех районов коэффициент загрязнения в пределах единицы: торием – от 1,00 до 1,71, ураном – в интервале от 1,00 до 2,24. Это также свидетельствует об отсутствии накопления тория и урана в верхней части исследуемой почвы.

Таблица № 2. Статистические показатели отдельных индексов в поверхностных слоях почв юго-восточной части Согдийской области

Показатели	Th, ppm	U, ppm
Минимум	6,7	1,67
Максимум	11,61	3,75
Средние	8,32	2,27
Медиана	7,50	2,05
Стандартная ошибка	0,04	0,02
Коэффициент вариации	8,86	14,18
Асимметрия	1,54	1,66
Эксцесс	1,90	2,86

Средние значения коэффициента обогащения EF в почвах юго-восточной части Согдийской области позволяют установить, что накопление тория и урана минимально, за исключением Горно-Матчинского района. Высокие значения коэффициента обогащения EF Горно-Матчинском районе свидетельствуют об обогащении образцов почв торием и ураном (см. табл. 3 и 4).

Анализ значений I_{geo} показал, что большинство исследуемых почв в отношении тория и урана – умеренно загрязнённые. В отношении этих элементов почвы данной территории характеризуются как чистые.

Коэффициент корреляции (r) между содержанием тория и урана в почве составил 0,92, $p \leq 0,001$, что, вероятно, связано с дополнительным техногенным поступлением одновременно тория и урана в почвах юго-восточной части Согдийской области (рис. 2а).

Таблица № 3. Среднее содержание Th в пробах почв юго-восточной части Согдийской области, величины коэффициента обогащения (EF), индекс геоаккумуляции (I_{geo}), индекс загрязнения (CF) и его Кларки концентрации относительно средних содержаний Th в верхней части континентальной земной коры, Кларк рассеяния

	Th, ppm	EF	I_{geo}	CF	КК	КР
Горно-Матчинский район	11,6	1,03	0,19	1,71	0,89	1,11
Айни	6,77	0,78	-0,59	1,00	0,52	1,92
Пенджикент	7,34	0,73	-0,47	1,08	0,56	1,77
Шахристан	7,49	0,53	-0,44	1,11	0,58	1,73
Истаравшан	7,52	0,57	-0,43	1,11	0,58	1,72
Деваштич	9,21	0,64	-0,14	1,36	0,71	1,41

Таблица 4. Среднее содержание U в пробах почв юго-восточной части Согдийской области, величины коэффициента обогащения (EF), индекс геоаккумуляции (I_{geo}), индекс загрязнения (CF) и его Кларки концентрации относительно средних содержаний U в верхней части континентальной земной коры, Кларк рассеяния

	U, ppm	EF	I_{geo}	CF	КК	КР
Горно-Матчинский район	3,75	2,55	0,58	2,24	2,2	0,45
Айни	1,67	1,48	-0,59	1,00	0,98	1,01
Пенджикент	1,77	1,34	-0,50	1,06	1,04	0,96
Шахристан	1,72	0,94	-0,54	1,03	1,01	0,98
Истаравшан	2,39	1,38	-0,07	1,43	1,4	0,71
Деваштич	2,32	1,24	-0,11	1,39	1,36	0,73

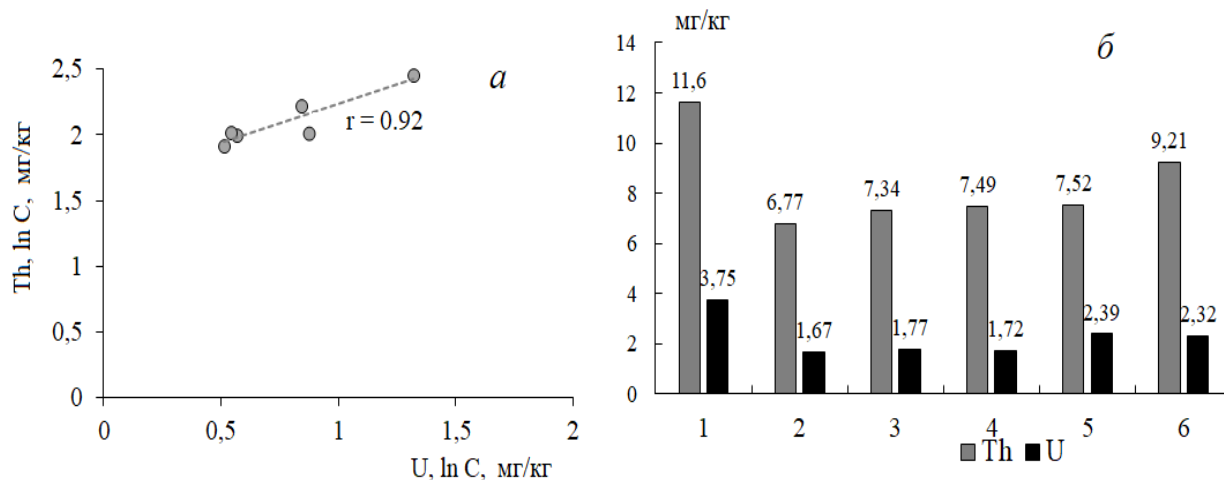


Рисунок № 2. Соотношение концентраций Th и U в пробах почв юго-восточной части Согдийской области в виде корреляционных связей (а) и в виде гистограммы (б)

В исследованиях Асылбаева И.Г. и Мотузова Г. В. показано, что источниками загрязнения природной среды уранами и ториями могут быть техногенные выбросы промышленных предприятий, с локальным ветровым переносом пылевых микрочастиц и аэрозолей, при добыче и переработке полезных ископаемых, сжигании топлива, влиянии транспорта, сельскохозяйственной деятельности человека. Более того, источниками поступления, последующего рассеяния и миграции являются и собственные месторождения этих элементов [11, с. 397-398, 12, с. 304].

Результаты исследований почв юго-восточной части Согдийской области позволяют считать, что обстановка в жилой зоне региона является благоприятной по концентрациям тория и урана в почвах соответствуют уровню Кларка.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Асылбаев, И. Г. Геохимия урана и тория в почвах Южного Урала / И. Г. Асылбаев, И. К. Хабилов, И. М. Габбасова, Б. В. Рафиков, Н. А. Лукманов // Почвоведение. 2017, № 12. – С.1468–1476.
2. Асылбаев, И. Г. Оценка геохимического состояния почв южного Урала: дисс. д-ра наук. 03.02.13 / Асылбаев Ильгиз Галлямович. – Уфа, 2015. – 516 с.
3. Губанова, Д.П. Элементный состав аэрозолей в приземном воздухе Москвы: сезонные изменения в 2019 и 2020 гг / Д.П. Губанова, М.А. Иорданский., Т.М. Кудерина, А.И. Скороход, Н.Ф. Еланский, В.М. Минашкин // Оптика атмосферы и океана. 2021. Т. 34, № 6. – С. 400–407.
4. Грицко, П. П. Распределение тория, урана и ^{137}Cs в почвах городов Иркутск и Ангарск (Прибайкалье): дисс. к-та наук. 25.00.36 / Грицко Полина Павловна. – Иркутск, 2018. – 160 с.
5. Исаков, В.Ю. Микробиогенные элементы в системе «порода-почва-растение» на лугово-оазисных почвах западной Ферганы / В.Ю. Исаков, М.Ю. Исаков, У.В. Мукиджонова // Universum: химия и биология: электрон. научн. журн. 2022, 9(99). – С.45–50.
6. Ковальчик, Н.В. Распространённость и виды миграции химических элементов / Н.В. Ковальчик, Л.И. Смыкович, А. А. Карпиченко // Практикум по геохимии: учеб.-метод. пособие. Минск, БГУ, 2017. – 112 с.
7. Ладонин Д.В. Формы соединений тяжёлых металлов в техногенно-загрязнённых почвах: дисс. д-ра наук. 03.02.13 / Ладонин Дмитрий Вадимович. – Москва. 2016. – 383 с.
8. Мирсаидов, И.У. Физико-химические основы получения урановых концентратов из отходов и сырьевых материалов / И.У. Мирсаидов // Душанбе. - Дониш.- 2014. - 106 с.
9. Муртазаев, Х. Дигмайское радиоактивное хвостохранилище и ее влияние на окружающую среду / Х. Муртазаев, А. Муртазаев // Худжанд. Изд-во «Нури маърифат». - 2016. - 116 с.
10. Мотузова, Г. В. Химическое загрязнение биосферы и его экологические последствия: учебник / Г. В. Мотузова, Е. А. Карпова. – Москва: Изд-во МГУ, 2013.–304 с.
11. Околелова, А.А. Содержание и нормирование тяжёлых металлов в почвах Волгограда / А.А. Околелова, В.Ф. Желтобрюхов, Г.С. Егорова, Н.А. Рахимова, В.П. Кожевникова // Волгоград: ФГБОУ ВПО, Волгоградский ГАУ, 2013. – 144 с.
12. Сычёва, Д. Г. Загрязнение почвенного покрова соединениями металлов, мышьяка и сурьмы в районе воздействия предприятия топливно-энергетического комплекса / Д. Г. Сычёва, Н. Е. Кошелева, И. В. Тимофеев // Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 2. – С.48–55.
13. Слуковский, З. И. Урановые аномалии в современных донных отложениях озёр северной части Мурманской области, Арктика / З. И. Слуковский, А. В. Гузевас, В. А. Даувальтера, В. Н. Удачин, Д. Б. Денисова // Геохимия, 2020. Т.65, № 12. – С.1231–1236.
14. Чевычелов, А.П. Содержание, распределение и формы миграции ^{238}U в почвах природных и техногенных ландшафтов Южной Якутии / А. П. Чевычелов, П. И. Собакин // Почвоведение, 2020, № 1. – С. 110–118.

REFERENCES:

1. Asylbaev, I. G. Geochemistry of uranium and thorium in the soils of the Southern Urals / I. G. Asylbaev, I. K. Khabirov, I. M. Gabbasova, B. V. Rafikov, N. A. Lukmanov // Soil Science, 2017, No. 12. P.1468 – 1476.
2. Asylbaev, I. G. Assessment of the geochemical state of soils in the southern Urals: candidate dissertation. 02/03/13 / Asylbaev Ilgiz Galliamovich. – Ufa. 2015. 516 p.
3. Gubanov, D.P. Elemental composition of aerosols in the surface air of Moscow: seasonal changes in 2019 and 2020 / D.P. Gubanov, M.A. Iordansky., T.M. Kuderina, A.I. Skorokhod, N.F. Elansky, V.M. Minashkin Atmospheric and Oceanic Physics. 2021. V. 34, No. 6. P. 400 – 407.
4. Gritsko, P.P. Distribution of thorium, uranium and ^{137}Cs in soils of the cities of Irkutsk and Angarsk (Baikal region): candidate dissertation 25.00.36 / Gritsko Polina Pavlovna. – Irkutsk, 2018. 160 p
5. Isakov, V.Yu. Microbiogenic elements in the “rock-soil-plant” system on meadow-oasis soils of western Fergana / V.Yu. Isakov, M.Yu. Isakov, U.V. Mukimzhonova // Universum: chemistry and biology: electron. scientific magazine 2022. 9(99). P.45 –50.

6. Kovalchik, N.V. Prevalence and types of migration of chemical elements / N.V. Kovalchik, L.I. Smykovich, A. A. Karpichenko // Workshop on geochemistry: educational method, allowance. Minsk, BSU, 2017. 112 p.
7. Ladonin, D.V. Forms of heavy metal compounds in technogenically contaminated soils: doctoral dissertation. 02/03/13 / Ladonin Dmitry Vadimovich. – Moscow, 2016. – 383 p.
8. Mirsaidov, I.U. Physico-chemical basis for obtaining uranium concentrates from waste and raw materials / I.U. Mirsaidov // Dushanbe. - Donish. - 2014.- 106 p.
9. Murtazaev, Kh. Digmai radioactive tailings dump and its impact on the environment / Kh. Murtazaev, A. Murtazaev // Khujand. Publishing house "Nuri marifat". - 2016. 116 p.
10. Motuzova, G. V. Chemical pollution of the biosphere and its environmental consequences: textbook / G. V. Motuzova, E. A. Karpova. – Moscow: Moscow State University Publishing House, 2013. 304 p.
11. Okolelova, A.A. Content and standardization of heavy metals in soils of Volgograd: / A.A. Okolelova, V.F. Zheltobryukhov, G.S. Egorova, N.A. Rakhimova, V.P. Kozhevnikova // Volgograd: FSBEI HPE Volgograd State Agrarian University, 2013. 144 p.
12. Sycheva, D. G. Soil contamination with metal compounds, arsenic and antimony in the area affected by the fuel and energy complex enterprise / D. G. Sycheva, N. E. Kosheleva, I. V. Timofeev // Theoretical and Applied Ecology, 2022. No. 2. P.48–55.
13. Chevychelov, A.P. Content, distribution, and migration of ^{238}U in soils of natural and technogenic landscapes of Southern Yakutia / A.P. Chevychelov, P.I. Sobakin // Eurasian Soil Science. 2020. V. 53. № 1. P.117–125.
14. Slukovskii, Z.I. Uranium anomalies in recent sediments of lakes from the northern part of Murmansk region, Arctic / Z. I. Slukovskii, A. V. Guzevas, V. A. Dauvalter, V. N. Udachin, D. B. Denisov // Geochemistry International, 2020. V.65. No.12. P.1231-1236.