

## Почвы Олхинского плато (Иркутская область) и содержание в них природных урана и тория

Швецов Сергей Георгиевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Сибирский институт физиологии  
и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук»

Одной из важнейших проблем экологии является поведение естественных радионуклидов в различных экосистемах. Информация, полученная при изучении этой проблемы, имеет большое научное и практическое значение. Ранее мы изучали закономерности содержания и распределения урана и тория в почвах и растениях лесных экосистем, находящихся в окрестностях г. Иркутска [1]. К югу от этого района повышается высота местности над уровнем моря, изменяется рельеф, характер коренных и подстилающих пород, становится более суровым климат [2]. Все это в совокупности изменяет характер содержания и миграции урана и тория в экосистемах. В настоящей работе приводятся результаты определения содержания урана и тория в почвах Олхинского плато. Обследуемый участок расположен на территории бассейнов рек Малой Олхи и Большой Олхи на юго-западе Прибайкалья. Олхинское плато представляет собой низкогорный переходный участок между восточными отрогами Восточного Саяна, хребта Тункинские гольцы и южной оконечностью Приморского хребта.

Климат данного района оптимально влажный (атмосферное увлажнение за год — оптимальное, индекс сухости 0,45-1,00), с умеренно теплым летом, умеренно суровой малоснежной зимой (сумма температур воздуха выше 100 более 10000С, средняя температура воздуха в январе выше -300, максимальная высота снежного покрова — до 50 см). Средняя годовая скорость ветра 2-3 м/с.

На исследуемой территории преобладают породы архейского возраста — граниты, гнейсы, мигматиты. Кембрийские породы представлены известняками, доломитами, алевролитами, песчаниками. Среди мезозойских пород встречаются песчаники, алевролиты, конгломераты.

Исследуемый район представляет собой предгорье (ступенчато-сводовое поднятие) Восточного Саяна с холмисто-увалистым рельефом (округлые и плоские вершины, неглубокие пади и распадки) и большим количеством выходов на поверхность коренных горных пород в виде скал-останцов. На плоских поверхностях преобладают леса сосновые и лиственнично-сосновые бруснично-разнотравные часто с багульником, голубикой и подлеском из душики. На склонах — лиственничные кустарничково-моховые леса [6].

Почвообразующими породами являются элюво-делювиальные отложения коренных и подстилающих пород, обычно легкосуглинистого состава со слабой или средней щебнистостью. Почвенный покров исследуемой территории относится к провинции подбуров, подзолов и буроземов Восточного Саяна и Хамар-Дабана. Почвы района входят в состав среднегорного округа подзолов, подбуров и дерново-подзолистых почв, а также предгорного округа дер-

ново-карбонатных и дерново-подзолистых почв. Почвы относятся к отделу альфегумусовых почв: подзолы — на вершинных частях рельефа; подбуры — на теневых склонах; дерново-подбуры — на склонах южной и юго-западной экспозиций. По днищам падей расположены оглеенные формы этих почв и дерново-элювоземы. На периферии исследуемой территории (северные и северо-западные участки) в встречаются почвы, относящиеся к отделу текстурно-дифференцированных почв — буроземы (дерновые лесные и дерново-карбонатные выщелоченные почвы) и дерново-подзолистые почвы, сформировавшиеся на продуктах выветривания кембрийских и юрских горных пород. Дерново-подзолистые и дерновые лесные почвы встречаются под сосновыми и лиственнично-сосновыми кустарничково-травянистыми лесами на суглинистых отложениях водораздельных увалов и склонов [7].

**Объекты и методы исследования.** Методические аспекты исследования подробно описаны в предыдущих работах [1, 3]. В почвенных пробах определяли рН<sub>водн</sub>, содержание углерода, емкость катионного обмена, валовое и подвижное количество урана и тория. Подвижная форма урана и тория оценивалась по их содержанию в кислотном (1 м НС1) экстракте из почвы. Для определения типологической принадлежности почв использовалась классификация почв 2004 года [4, 5]. Были диагностированы следующие почвы.

**Подзол иллювиально-железистый.** Почвенный разрез заложен на склоне северо-западной экспозиции (уклон 50) в сосновом лесу (около 100 лет) с подростом сосны (5-7 лет, 30-70 см), березы (1,5-2,5 м), осины, ольхи. Кустарники и кустарнички — голубика, брусника, багульник болотный. Поверхность почвы бугристая, покрытая зеленым мхом, присутствуют выходы скальной породы. Почвообразующая порода — элювий продуктов выветривания архейских пород. Морфологические признаки почвы: горизонт О — буро-коричневый, рыхлый слой растительных остатков, залегает под слоем опада толщиной около 5 мм; горизонт АУе, серовато-бурый комковато-мелкозернистый легкий суглинок, в нижней части горизонта наблюдаются осветленные прослойки и пятна; горизонт ВF —, коричневатобурый легкий суглинок со слабовыраженной комковато-зернистой структурой; горизонт С, 28-50 см, буроватый легкий суглинок, с большой примесью дресвы и камней. Толщина почвенного слоя (горизонты О, АУе, ВF) — 28 см.

**Дерново-подбур иллювиально-железистый оподзоленный.** Почвенный разрез заложен в 350 м к западу от скалы-останца («Идол») на склоне 10-15° западной экспозиции в сосновом лесу с примесью лиственницы (в подросте сосна, береза, осина, редко - кедр), кустарники — багульник болотный, брусни-

ка. Поверхность почвы бугристая, валожник, редко валуны скальной породы. Почвообразующая порода – элюво-делювий продуктов выветривания архейских пород. Морфологические признаки почвы: горизонт О – буро-коричневый, рыхлый слой остатков растений, залегает под слоем опада толщиной около 5 мм; горизонт АУе – серовато-бурый комковато-

мелкозернистый легкий суглинок, в нижней части горизонта осветленные прослойки и пятна; горизонт ВF – коричневатобурый легкий суглинок со слабо выраженной комковато-зернистой структурой; горизонт С – серовато-светлобурый легкий суглинок, с большой примесью дресвы и камней, бесструктурный. Толщина почвенного слоя 27 см.

Таблица 1. Распределение в подзоле иллювиально-железистом рН<sub>в</sub>, органического углерода, емкости катионного обмена, валового и подвижного урана и тория.

Горизонт, глубина	рН <sub>в</sub>	С, %	ЕКО, мг-экв на 100 г	Уран, мг/кг		Торий, мг/кг	
				Общий	Подвижный	Общий	Подвижный
О, 0-9 см	4,5	46	47	2,3	0,122	4,2	0,327
Е, 9-13 см	4,2	1,4	18	4,2	0,096	13,8	0,168
ВF, 13-28 см	5,5	1,6	44	5,5	0,145	15,3	0,223
С, 28-50 см.	5,8	0,5	31	4,7	0,136	17,3	0,260

Таблица 2. Распределение в дерново-подбуре иллювиально-железистом оподзоленном рН<sub>в</sub>, органического углерода, емкости катионного обмена, валового и подвижного урана и тория.

Горизонт, глубина	С, %	рН <sub>в</sub>	ЕКО, мг-экв на 100 г	Уран, мг/кг		Торий, мг/кг	
				Общий	Подвижный	Общий	Подвижный
О, 0-5 см	54	4,5	57	1,5	0,105	3,4	0,271
АУе, 5-10 см	5,1	5,2	40	6,6	0,172	15,2	0,293
ВF, 10-27 см	2,2	5,5	48	4,8	0,168	17,9	0,223
С, 27-45 см	0,3	5,8	27	4,0	0,104	15,3	0,157

Таблица 3. Распределение в дерново-подбуре иллювиально-железистом рН<sub>в</sub>, органического углерода, емкости катионного обмена, валового и подвижного урана и тория.

Горизонт, глубина	рН <sub>в</sub>	С, %	ЕКО, мг-экв на 100 г	Уран, мг/кг		Торий, мг/кг	
				Общий	Подвижный	Общий	Подвижный
АУ, 0-8 см,	5,5	4,2	42	6,5	0,212	18,0	0,455
ВF, 8-28 см	5,2	1,2	27	4,6	0,134	13,3	0,257
С, 28-50 см	5,5	0,2	18	3,3	0,111	11,8	0,232

**Дерново-подбур иллювиально-железистый.** Почвенный разрез заложен на террасе на левом берегу р. Олха, в 150 м от русла, в сосновом с примесью лиственницы лесу. В подросте сосна, кедр, береза, кустарники – багульник болотный, брусника, мох зеленый. Поверхность ровная, изредка встречается валожник. Почвообразующая порода – элюво-делювий продуктов выветривания горных пород архейского возраста. Морфологические признаки почвы: горизонт АУ – серовато-светлобурый легкий суглинок, с комковатой структурой; горизонт ВF – буровато-охристая супесь см слабо выраженной комковатой структурой; горизонт С – светло-бурая супесь. Толщина почвы (горизонты АУ и ВF) – 28 см.

**Дерново-элювозем глеевый.** Почвенный разрез заложен в пади левого притока р. Олхи в 300 м на запад от крупного скальника-останца («Витязь») в 40 м от русла безымянного ручья. Смешанный разреженный лес: сосна, ель, береза; голубика, ольха, обильно – кипрей, осока, поверхность ровная. Почвообразующая порода – элюво-пролювий архейских пород. Морфологические признаки: горизонт АУ – серый средний суглинок с неясной комковатой структурой, уплотненный; горизонт EL – светло-серый, дресвяный, мелкозем легкий суглинок, бесструктурный, уплотненный; горизонт DG – сероватосизый с ржавыми пятнами и разводами средний суглинок, бесструктурный. Толщина почвенного слоя (горизонты АУ и EL) – 25 см.

Таблица 4. Распределение в дерново-элювоземе глеевом рН<sub>в</sub>, органического углерода, емкости катионного обмена, валового и подвижного урана и тория.

Горизонт, глубина	рН <sub>в</sub>	С, %	ЕКО, мг-экв на 100 г	Уран, мг/кг		Торий, мг/кг	
				Общий	Подвижный	Общий	Подвижный
АУ, 0-10 см	5,7	2,3	30	4,2	0,128	13,2	0,256
EL, 10-25 см	5,0	1,2	19	3,6	0,101	10,7	0,184
DG, 25-65 см	5,5	0,2	18	3,8	0,115	9,8	0,220

Результаты, приведенные в таблицах 1, 2, 3, 4 показывают, что обследованные почвы имеют укороченный профиль, от 25 до 28 см, маломощный гумусовый горизонт. Кислотность водной вытяжки (рН<sub>в</sub>) – от слабо кислой до кислой. Емкость катионного

обмена от 42 мг-экв/100 г почвы в горизонте АУ дерново-подбура иллювиально-железистого (табл. 4) до 18 мг-экв/100 г почвы в горизонте DG дерново-элювозема глеевого (табл. 4). Содержание органического углерода было наибольшим (46-54%) в доста-

точно маломощных подстильно-торфяных горизонтах О (табл. 1, 2). В серогумусовых горизонтах АУ содержание органического углерода изменялась в интервале от 5,1 до 2,3% (табл. 2, 3, 4). Эти показатели характерны для горно-таежных почв региона [7].

Валовое содержание урана в горизонте С (почвообразующая порода) изменялась от 3,8 мг/кг в дерново-элювоземе глеевом до 5,5 мг/кг в подзоле иллювиально-железистом. Валовое содержание тория в тех же объектах составляло 8,8 и 17,3 мг/кг. Эти значения существенно (в 2-3 раза) превысили величины, полученных нами для почвообразующих пород лесных экосистем, расположенных севернее настоящего района исследований и формирующихся на продуктах выветривания юрских и кембрийских пород [1]. В целом, содержание исследуемых радио-

нуклидов в почвообразующих породах отражало их повышенную концентрацию в коренных горных породах, характерных для данной территории [8, 9].

Распределение радионуклидов по профилю исследуемых почв было различным. Так, в подзоле иллювиально-железистом концентрация урана и тория увеличивалась с глубиной (табл. 1), в дерново-подбуре иллювиально-железистом оподзоленном наивысшая концентрация урана и тория наблюдалась в иллювиальном горизонте (табл. 2). В дерново-подбуре иллювиально-железистом содержание исследуемых радионуклидов было наибольшим в серогумусовом горизонте АУ уменьшалось вниз по горизонту (табл. 3). В дерново-элювоземе глеевом распределение радионуклидов было равномерным (табл. 4).

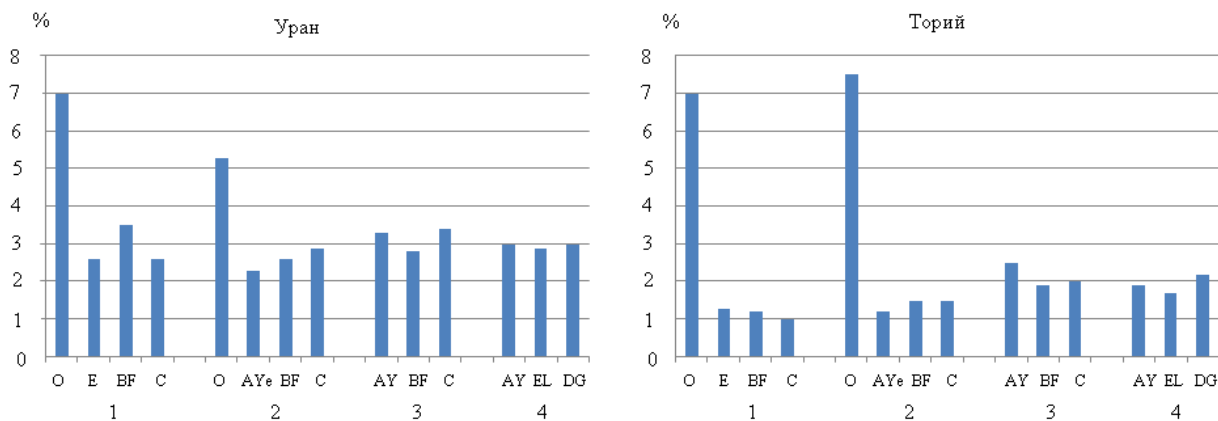


Рис. 1 Распределение подвижной формы урана и тория в исследуемых почвах (относительное содержание, % от валовой концентрации элемента). 1 – подзол иллювиально-железистый, 2 – дерново-подбур иллювиально-железистый оподзоленный, 3 – дерново-подбур иллювиально-железистый; 4 – дерново-элювозем глеевый.

Доля подвижных форм урана и тория не превышала нескольких процентов от их валового содержания и была наиболее высокой в горизонте «О» подзола иллювиально-железистого (уран – 5,3%; торий – 7,5%) и дерново-подбура иллювиально-железистого оподзоленного (уран – 7%; торий – 8%). В минеральных горизонтах почв относительное содержание подвижных форм исследуемых радионуклидов резко понижалась, причем доля подвижного урана была существенно выше, чем доля подвижного тория (рис. 1). Повышенное содержание подвижных урана и тория в органогенных горизон-

тах исследуемых почв связано, по-видимому, с высоким относительным содержанием этой формы радионуклидов в растительном опаде, который изначально формирует верхний горизонт почвы.

Проведенное исследование показывает, что содержание и распределение урана и тория в профиле таежных почв определяется, прежде всего, их концентрацией в почвообразующих породах и, по-видимому, другими особенностями почвообразования (климат, растительность, рельеф) на данной территории.

#### Литература:

1. Швецов С.Г., Воронин В.И. Распределение урана и тория в почве и растениях Восточной Сибири (Иркутская область) // Журнал СФУ. Биология. – 2017, т. 10 (4). – С.11-25.
2. Атлас Иркутской области. – М. – Иркутск: ГУГК, 1962. – 182 с.
3. Швецов С.Г., Гудаев А.В., Иванов А.А. (2006) Мониторинг содержания тяжелых естественных радионуклидов в почве на жидкостном сцинтилляционном счетчике. Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно-преобразованных экосистем. Мат. П Межд. научно-практ. Конф. (Иркутск, 4-7 сентября. 2006 г.). Иркутск, Изд-во Иркут. Гос.ун-та, С. 309-311.
4. Классификация и диагностика почв России / Авторы и составители Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И Герасимова – Смоленск: Ойкумена, 2004.- 324 с.
5. Воробьева Г.А. Почвы Иркутской области: вопросы номенклатуры и классификации: учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2009. – 149 с.
6. Белов А.В. Карта растительности юга Восточной Сибири. Принципы и методы составления // Геоботаническое картографирование. – Л., 1973. – С. 16–30.

7. Кузьмин В.А. Почвы Предбайкалья и Северного Забайкалья. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. – 175 с.

8. Гребенщикова В.И., Китаев Н.А., Лустенберг Э.Е., Медведев А.И., Ломоносов И.С., Карчевский А.Н. Распределение радиоактивных элементов в окружающей среде Прибайкалья (Сообщение 1. Уран). Сиб.экол. журн. 2009. № 1. С. 17-28

9. Гребенщикова В.И., Китаев Н.А., Лустенберг Э.Е., Медведев А.И., Ломоносов И.С., Карчевский А.Н. Распределение радиоактивных элементов в окружающей среде Прибайкалья (Сообщение 2. Торий и цезий-137). Сиб. экол. журн. 2010. № 3. С. 493-503.