

---

## **ПРОГНОЗ ПОВЕДЕНИЯ УРАНА В НАСЫПНЫХ ГРУНТАХ, НИЖЕЛЕЖАЩИХ ОСАДОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ И ГРУНТОВЫХ ВОДАХ НА ОДНОМ ИЗ ПРЕДПРИЯТИЙ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ**

**И.В. Носко**

Экологический факультет  
Российский университет дружбы народов  
*Подольское ш., 8/5, Москва, Россия, 113093*

В работе рассмотрены возможности и условия миграции урана, содержащегося в искусственных грунтах, и дается оценка вероятных экологических последствий.

Переработка редкоземельных металлов на предприятиях атомной промышленности, содержащих повышенные концентрации естественных радионуклидов уранового ряда, приводит к появлению на территории предприятий радиоактивных загрязнений почвы, грунтов, зданий и сооружений.

Таким образом, возникает угроза загрязнения грунтовых вод и разнос радиоактивного загрязнения на большие расстояния. Эта проблема требует оценки миграционной подвижности урана в искусственных грунтах территории предприятий в условиях умеренной зоны.

Для этого было проведено бурение скважин по всей территории одного из предприятий с последующим описанием характера грунта по глубине, гамма-каротаж скважин, отбор проб грунта и воды, их радиоспектрометрический анализ.

Бурое окрашивание насыпных грунтов свидетельствует об их окислительных свойствах. Хотя наличие остатков растительных корней в суглинках, подстилающих насыпные грунты, может быть причиной создания локальных восстановительных условий, способствующих осаждению урана из грунтовых вод, более вероятным следует считать предположение, что в зоне аэрации осадочных пород преобладают окислительные условия, и что сорбция является главным механизмом концентрирования в них урана [2].

Имеющиеся данные свидетельствуют о весьма разнородном составе грунтовых вод, значениях pH, солесодержании грунтовых вод, нередко отобранных из соседних скважин и в разное время из одной и той же скважины.

Присутствующие в насыпных грунтах воды представляют сезонные скопления в зоне аэрации и рассматриваются в качестве типичных верховых вод. На большей части площади насыпные грунты подстилаются слабо проницаемыми суглинками, на незначительной площади — водопроницаемыми песками. Установлено, что в течение значительного времени года водный поток отсутствует, а вода в грунтах находится в виде влаги, образующей пленку на поверхности зерен. Остаются неясными многие вопросы: скорость водного потока в грунтах в периоды их обводнений; соотношение объемов воды, стекающих по склону и просачивающихся на более глубокие горизонты; дебит воды, поступающей из насыпных грунтов в речную сеть.

В связи с этим правомочным будет ограничиться экспертной оценкой, основанной на имеющихся данных и опыте изучения поведения урана при взаимодействии горных пород и урановых руд с кислородными водами. При этом использована методология, применяемая при оценке уровней безопасности могильников высокоактивных отходов. Суть ее сводится к тому, что при отсутствии данных о значении тех или иных параметров используются наименее благоприятные (т.н. «консервативные значения»): уран в грунты поступал в растворимых формах; взаимодействие ураноносных грунтов с подземными водами происходило в окислительных условиях; в грунтах отсутствовали восстановители, находящиеся в неокисленной форме [3].

Решение поставленной задачи опирается на следующие неопровержимые факты.

1. Содержание урана в участках загрязнения насыпных грунтов составляет от тысячных до сотых долей % по массе, с максимальным значением не более десятой доли %. Очевидно, что, независимо от формы поступления урана в грунты, особенности его поведения будут задаваться физико-химическими и гидрогеохимическими особенностями среды в целом. Временное или постоянное присутствие воды должно способствовать переводу урана в формы, которые в наибольшей мере соответствуют условиям физико-химического равновесия.

2. Несмотря на присутствие в грунтах строительного мусора (битый кирпич, обломки бетона, стекло и др.), основной их объем составляет природный материал, представленный суглинком, супесью, песком и щебнем. В отличие от кристаллических пород, где площадь взаимодействия с подземной водой определяется поверхностью трещин, в насыщенных верховыми водами насыпных грунтах каждая минеральная частичка грунтов будет омываться водным раствором, создавая, таким образом, огромную поверхность для взаимодействия пород с водой и, соответственно, для сорбции находящихся в ней элементов, в том числе и урана. Особое значение имеет тот факт, что на поверхности большинства минералов присутствуют пылевидные частицы гидроксидов железа, являющиеся активными сорбентами урана.

3. Для равновесного распределения урана между водной фазой и минералами грунтов, в соответствии со значениями, близкими к коэффициентам распределения, благоприятны периоды ослабления водонапора, в течение которых скорость движения водного потока резко затухает и создаются условия для диффузионного перераспределения урана в системе вода — горная порода.

4. Подстилающий насыпные грунты покровный суглинок, обогащенный гидроксидами железа и полуперегнившими корнями растений, будет вносить свой вклад в сорбцию урана и ограничение его миграции в подземных водах. О реализации такого процесса свидетельствуют результаты гамма-каротажа некоторых скважин. На глубине 2,7—3,4 м отмечен пик с интенсивностью гама-излучения 141 мкР/ч, приуроченный к насыпным грунтам, а на глубине 7,2—8,2 м — пик 100 мкР/ч, приуроченный к кровле покровных мореных суглинков. В этом случае вынос урана из насыпных грунтов и его сорбция мореными суглинками не вызывают сомнения.

5. Можно уверенно утверждать, что в насыпных грунтах имеются благоприятные условия для сдерживания миграции урана. Бедные ураном породы являются барьером на пути его миграции, при этом главным механизмом, препятствующим миграции, является сорбция. Условия взаимодействия в системе «раствор-порода» таковы, что уран будет постепенно выщелачиваться из участков с повышенным содержанием и накапливаться в породах с бедными или фоновыми концентрациями [1]. Комбинация процессов сорбции и десорбции будет способствовать выравниванию концентраций урана в объеме насыпных грунтов и препятствовать его выносу с грунтовыми водами в речную сеть.

Ниже рассмотрены сценарии, которые могут привести к неблагоприятным экологическим последствиям, и проанализирована вероятность их реализации.

а) В качестве наиболее серьезного сценария следует рассматривать сброс в водоемы загрязненных ураном грунтов. Такой сброс может реализоваться в виде грязевых потоков, связанных с ливневыми дождями, интенсивным таянием снегов или образованием оползней. Оптимальным средством против образования грязевых потоков является асфальтирование территории предприятия, в первую очередь загрязненных радионуклидами участков.

Образование оползней является менее вероятным сценарием, однако его экологические последствия могут быть значительно более серьезными. Оценка вероятности оползневых явлений и проведение противооползневых мероприятий является предметом специальных исследований.

б) В соответствии с результатами радиационно-экологического обследования на территории предприятия выделяются участки, в которых мощность экспозиционной дозы гамма-излучения на поверхности превышает 30 мкР/ч, а в отдельных точках достигает значений сотен мкР/ч. Предотвратить облучение персонала в таких точках можно также с помощью асфальтового покрытия, толщина которого должна быть достаточной для снижения радиоактивности на поверхности до необходимого уровня.

в) Вынос урана верховыми водами в речную систему в концентрациях, превышающих ПДК, с учетом вышеизложенных фактов нереален. Даже при наличии высокорастворимых соединений урана условия фильтрации вод таковы, что уран будет удерживаться и рассеиваться в грунтах процессами сорбции. Пылевидные частички гидроксидов железа, которые пропитывают поверхность зерен полевых шпатов, слюд и глинистых минералов, имеющие огромную поверхность взаимодействия с водным раствором, будут служить активными концентраторами урана, находящегося в грунтовых водах. Лишь в случае возникновения искусственных геохимических условий (резкое отклонение рН растворов от близнеитральных значений, высокая концентрация комплексообразователей) возможна десорбция урана с созданием концентраций, превышающих ПДК.

г) Вероятность загрязнения ураном подземных вод водоносного горизонта также можно исключить. Водоносный горизонт расположен на глубине 11,8—16,4 м. Между насыпными грунтами и водоносным горизонтом располагается толща отложений, представленных суглинками, супесями и песками различной зернистости. Все они характеризуются бурыми тонами окраски, свидетельст-

вующими об обогащенности пород гидроксидами железа. Последние, как уже указывалось, являются надежным сорбционным барьером на пути проникновения урана в водоносный горизонт.

Таким образом, проведенный анализ позволяет утверждать, что степень загрязнения насыпных грунтов ураном относительно мала и лишь в локальных участках максимального загрязнения концентрации урана достигают значений, свойственных бедным урановым рудам. В случае проведения мероприятий, исключающих возможность сброса загрязненных грунтов в речную сеть, все другие процессы, связанные с естественным развитием экосистемы, не могут вызвать сколько-нибудь серьезных экологических последствий. Их основным результатом будет рассеяние урана в толще насыпных грунтов и нижележащих осадков и его надежная фиксация в сорбированной форме. Лучшим способом обеспечения экологической безопасности является сохранение загрязненных грунтов на месте их залегания и изоляция, по мере возможности, от воздействия атмосферных осадков.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] К вопросу о содержании и изотопном составе урана и радия в природных водах // Материалы научной. конф. Коми филиала АН. — Сыктывкар, 1970.
- [2] Миграция естественных изотопов в природных биогеоценозах // Сб.: Проблемы радиоэкологии и биологического действия малых доз ионизирующей радиации. — Сыктывкар, 1976. — С. 46—56.
- [3] Радиоактивные элементы в техногенных загрязнениях окружающей среды // Сб. «Проблемы радиогеологии». — М.: Наука, 1983. — С. 224—237.

### **THE FORECAST OF URANIUM MIGRATION IN ARTIFICIAL SOIL, UNDERLAYING DREG AND SUBSOIL WATERS ON ONE OF THE ENTERPRISES OF NUCLEAR BRANCH**

**I.V. Nosko**

Ecological Faculty  
Russian Peoples Friendship University  
*Podolskoye Shosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093*

The research has been done in order to study the migration of the uranium which is being highly concentrated in artificial soil and an estimation of possible ecological consequences.