

*«Экология и рациональное природопользование»,  
Германия (Берлин), 1-8 ноября 2012 г.*

*Физико-математические науки*

**АПРИОРНАЯ ОЦЕНКА  
ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ  
В ПРОЦЕССЕ МИГРАЦИИ  
РАДИОНУКЛИДОВ  
ПО ГИДРОЛОГИЧЕСКИМ ПУТЯМ**

Голубев А.М., Волков А.А.

*Московский государственный технический  
университет им. Н.Э. Баумана, Москва,  
e-mail: almgol@rambler.ru*

Ионизирующие излучения постоянно действующий фактор во Вселенной и на Земле, хотя «Невада» и «Семипалатинск», «Хиросима», «Чернобыль» и «Фукусима» заметно усилили его значение в плане экологии (радиоэкологии) зоны технических ядерных объектов. На фоне ионизирующих излучений прошла и происходит биологическая эволюция. Воздействие ионизирующих излучений испытывает и нынешняя жизнь на Земле, и не всегда в виде благоприятных последствий. Источником ионизирующих излучений на земле являются радионуклиды, естественного или техногенного генезиса. В последнем случае, возникновение не штатных, аварийных ситуаций на технических ядерных объектах приводит к не контролируемому выбросу радионуклидов в окружающую среду с ухудшением радиоэкологической ситуации в региональном или глобальном масштабе. В любом случае, появление техногенных радионуклидов в окружающей среде запускает механизм их миграции, причем основные пути миграции проходят по поверхностным гидрологическим путям. Считается, что конечным пунктом миграции является Мировой океан. При оценке кинетики процессов миграции радионуклидов необходимо учитывать изменение миграционных форм, физико-химического состояния источников ионизирующих излучений. Трансформация миграционных форм происходит при изменении параметров окружающей среды, в нашем случае – параметров гидрологической обстановки в процессе миграции радионуклидов от технических ядерных объектов до конечного пункта миграции в Мировом океане. Основное изменение параметров гидрологической обстановки наблюдается на геохимических барьерах в процессе миграции радионуклидов по поверхностным гидрологическим путям.

Проведем априорную оценку наличия геохимических барьеров и факторов, влияющих на изменение миграционных форм, физико-химического состояния источников ионизирующих излучений в процессе их миграции по поверхностным гидрологическим путям.

Примем за исходный, отправной пункт появления радионуклидов некоторую не штатную, аварийную ситуацию на техническом ядерном объекте, связанную с не контролируемым выбросом радионуклидов в виде паро-аэрозольной смеси в окружающую воздушную среду. Подобная ситуация близка к реальным событиям на объектах, указанных выше. Поскольку предполагаемая гипотетическая ситуация связана с выбросом радионуклидов в виде паро-аэрозольной смеси в окружающую воздушную среду из активной зоны технического ядерного объекта, исходной физико-химической миграционной формой радионуклида являются «горячие» радиоактивные частицы различной дисперсности.

Нами принята за исходную паро-аэрозольная смесь, ограничивающая верхний предел размеров дисперсных радиоактивных частиц. Образовавшиеся «горячие» радиоактивные частицы ограниченной дисперсности в течение некоторого времени под действием гравитационных сил образуют пятно выпадения радионуклидов в окружающую поверхностную среду зоны технического ядерного объекта, с ухудшением радиоэкологической ситуации в региональном или глобальном масштабе. Размеры пятна выпадения радионуклидов определяются эоловым выносом «горячих» радиоактивных частиц ограниченной дисперсности с охранной зоны технического ядерного объекта. Примером пятна выпадения радионуклидов в окружающую поверхностную среду зоны технического ядерного объекта, с ухудшением радиоэкологической ситуации в региональном масштабе может служить не штатная, аварийная ситуация на техническом ядерном объекте в зоне Фукусима (Япония).

Примем за механизм выпадения «горячих» радиоактивных частиц в окружающую поверхностную среду только гравитационный. Тем самым мы исключаем запуск механизма трансформации физико-химических форм миграции радионуклидов по гидрологическим путям, до момента попадания на поверхность земли. Пятно выпадения «горячих» радиоактивных частиц из паро-аэрозольной смеси в окружающую поверхностную среду зоны технического ядерного объекта, подвергается воздействию атмосферных осадков. В результате воздействия пресных атмосферных осадков происходит выщелачивание радионуклидов из «горячих» радиоактивных частиц ограниченной дисперсности с переводом радионуклидов в водную фазу в ионной форме. Этот процесс можно рассматривать как первый геохимический барьер первой стадии

миграции радионуклидов по гидрологическим путям. Основным фактором, влияющим на трансформацию физико-химических форм миграции радионуклидов на этом этапе, является выщелачивание.

В дальнейшем, совместно с атмосферными осадками, радионуклиды мигрируют до конечного пункта миграции в виде Мирового океана по цепочке река – эстуарий – море, преодолевая в процессе миграции несколько геохимических барьеров. Наиболее значимым, видимо, в процессе миграции совместно с пресными водами является геохимический барьер, связанный с повышением рН, заведомо кислых технологических паро-аэрозольных смесей, до значений рН природных вод. В этом случае протекают кинетически заторможенные процессы гидролиза радионуклидов, полимеризации гидроксоформ радионуклидов с образованием -оксо и -оловых связей. Основным фактором, влияющим на трансформацию физико-химических форм миграции радионуклидов на этом этапе, является гидролиз.

Следующим по значимости геохимическим барьером является появление в водной фазе взвеси различного генезиса. Наличие взвеси в виде твердой фазы минерального или органического генезиса способствует переводу гидролизированных и полимеризованных форм радионуклидов в твердую фазу за счет сорбционных процессов. При этом возможно образование не собственных, так называемых сорбционных радиоколлоидов. Основным фактором, влияющим на трансформацию физико-химических форм миграции радионуклидов на этом этапе, является сорбция. Параллельно с процессами сорбции, при наличии гидробионтов, идет процесс аккумуляции гидролизированных и полимеризованных

форм радионуклидов в биологических объектах гидрофлоры и гидрофауны в виде сорбционных и (или) биологически активных соединений. При этом запускаются процессы миграции и накопления радионуклидов по трофическим цепям, конечным звеном которых может оказаться человек. Основным фактором, влияющим на трансформацию химических форм миграции радионуклидов на этом этапе, является накопление радионуклидов гидробионтами. В устьях пресноводных рек в зоне смешения пресных и соленых вод морей и океанов, так называемых эстуариях, геохимическим барьером является изменение солёности. При повышении солёности протекают процессы обусловленные, с одной стороны, изменением ионной силы раствора и, с другой стороны, появлением в природных водах ионов-комплексобразователей. В целом, возникающая картина довольно сложная, но разрешимая как расчетным, так и экспериментальным путем. Основным фактором, влияющим на трансформацию химических форм миграции радионуклидов на этом этапе, является изменение солёности.

Резюмируя, мы можем априори отметить ряд основных факторов влияющих на изменение миграционных форм, физико-химического состояния источников ионизирующих излучений в процессе их миграции по гидрологическим путям. Среди этих факторов выщелачивание, гидролиз, сорбция, накопление радионуклидов гидробионтами, изменение солёности.

Выявленные факторы легли в основу исследований по состоянию радионуклидов и их химических аналогов в природных водах и их моделях. Результаты исследований будут сообщены позднее.

### *Химические науки*

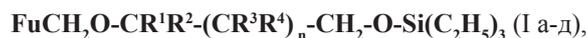
#### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ А-(2-ФУРФУРИЛОКСИ)-Ω- (ТРИЭТИЛСИЛОКСИ)АЛКАНОВ В КАЧЕСТВЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА БАКТЕРИЙ В ПРОЦЕССЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД**

Хлебникова Т.Д., Хамидуллина И.В.,  
Хусаинов М.А., Голуб Н.М.

*Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, e-mail: khlebnikovat@mail.ru*

Известно, что ациклические производные 2-фурил-2-1,3-диоксациклоалканов, получен-

ные путем восстановительного расщепления исходных гетероциклов по ацетальной связи триэтилсиланом или реактивами Гриньяра, оказывают стимулирующее воздействие на рост растений и отдельных видов микроорганизмов. Исходя из этого, представляет интерес изыскание потенциальных стимуляторов роста сульфатвосстанавливающих бактерий (СВБ), используемых в процессе биологической очистки промышленных сточных вод от сульфатов и тяжелых металлов в ряду α-(2-фурилокси) – ω – (триэтилсилиокси)алканов



где

$n = 0$  (I а);  $n = 1$  (I б-г);  $R_1 = \text{H}$  (I а, I б, I в, I д);  $\text{CH}_3$  (I г);  $R_2 = \text{H}$  (I а, I б, I д);

$\text{CH}_3$  (I в, I г);  $R_3 = \text{H}$  (I б-г);  $\text{CH}_3$  (I д);  $R_4 = \text{H}$  (I б-г);  $\text{CH}_3$  (I д); Fu = фурил-2.