



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) KZ (13) A4 (11) 22606  
(51) G01T 1/167 (2009.01)

КОМИТЕТ ПО ПРАВАМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
МИНИСТЕРСТВА ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ИННОВАЦИОННОМУ ПАТЕНТУ

(21) 2009/0317.1

(22) 06.03.2009

(45) 15.06.2010, бюл. № 6

(72) Рябикин Юрий Алексеевич; Зашквара Оксана Владимировна; Поляков Александр Иванович; Битенбаев Марат Исмагулович

(73) Товарищество с ограниченной ответственностью "Физико-технический институт" (KZ)

(56) 1. Предварительный патент РК №5975, кл. H01J 47/00, 1998

(54) **СПОСОБ  
РАДИАЦИОННОГО  
МЕСТНОСТИ**

**ДАТИРОВАНИЯ  
ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

(57) Способ датирования радиационного загрязнения местности основан на регистрации свободных радикалов методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Эта концентрация свободных радикалов в годичных кольцах деревьев будет пропорциональна количеству накопленных радионуклидов (плутония). По максимальному превышению этой концентрации над величиной концентрации свободных радикалов, образующихся в результате процессов естественного метаболизма и воздействия естественного радиоактивного фона, в зависимости от возраста дерева (по годичным кольцам) определяют дату радиационного загрязнения местности.

(19) KZ (13) A4 (11) 22606

Изобретение относится к способам ретроспективного датирования радиационного загрязнения местности по накоплению радионуклидов в природных объектах и образованию в них при распаде плутония дополнительного количества свободных радикалов. При этом рассматриваются природные объекты, имеющие годовые кольцевые структуры (деревья, рога животных, некоторые виды лишайников и др.). При изучении радиационно-экологической обстановки конкретной местности возникает необходимость установления времени её радиоактивного загрязнения, которое могло быть следствием ядерных взрывов, аварий на АЭС, катастроф при транспортировке радиоактивных материалов и других причин. Установление времени загрязнения местности позволяет оценить длительность радиационного воздействия как на население, так и на окружающую среду. Это, в свою очередь, позволит прогнозировать радиационно-экологическую обстановку на будущее, а также будет способствовать решению вопроса об отнесении изучаемой местности к зоне экологического бедствия. Поэтому с момента наступления атомной эры проблема датирования радиационного загрязнения местности стала актуальной для всего мирового сообщества. Территория Казахстана в течение длительного времени подвергалась радиоактивному загрязнению в результате деятельности Семипалатинского ядерного полигона, а также полигонов Капустин Яр и Лобнор (Китай). Поэтому разработка новых ретроспективных способов датирования радиационного загрязнения местности особенно актуальна для Казахстана.

Известен способ биологической дозиметрии (Авторское свидетельство СССР № 1804631, G01T1/167, 1993), который позволяет получить оценку радиационного загрязнения местности в прошлом. Способ основан на измерении параметров радиального прироста стволов деревьев, росших на данной местности, как в год радиационного воздействия, так и в последующие годы. Для исключения влияния природных условий на радиальный прирост стволов деревьев используют контрольные участки леса данной местности, не подвергавшиеся радиационному воздействию. Недостатком этого способа является невозможность его использования на местности, на которой выпадали радиоактивные осадки. В этом случае на местности отсутствуют участки, деревья с которых могли бы использоваться для контрольных измерений.

Известен способ радиоликенометрии (заявка №2 202 119, Великобритания, G01 T/02, 1988, Способ и устройство для контроля загрязнения радиоактивными осадками с использованием листового или пленкообразующего лишайника), позволяющий определять время радиоактивного загрязнения местности, происшедшего в предыдущие года. При этом используют образцы листового и пленкообразующего лишайников *Xanthoria* (*X. parvifolia*) и *Lecanora* (*L. murakii*). В

этом случае время загрязнения устанавливается по среднему размеру слоевища лишайника. Недостатки этого способа заключаются в следующем. Во-первых, его реализация возможна лишь в тех местностях, где произрастают эти лишайники, и не может широко использоваться, например, в Казахстане, в Средней Азии и т.д. Во-вторых, время ретроспективной оценки радиоактивного загрязнения местности ограничивается временем жизни используемых лишайников - порядка 20 лет.

Известен способ датирования загрязнения местности (Часников И.Я., Гайтинов А.Ш. Способ датирования радиационного загрязнения местности //Предварительный патент РК №5975, кл. H01J 47//00, 1998), основанный на том, что уровень накопления радионуклидов ( $\alpha$ -излучателей) в годовых кольцах деревьев пропорционален уровню радиоактивному загрязнению местности и соответствует конкретному календарному году. Этот способ наиболее близок к предлагаемому и взят нами в качестве прототипа. Обнаружение и регистрация  $\alpha$ -излучателей в годовых кольцах деревьев в этом способе производится с помощью фотоэмульсии, плотно прижатой к полированной поверхности спила дерева. При просмотре фотоэмульсии в микроскопе по числу следов на единицу площади просмотра и времени экспонирования определяют плотность  $\alpha$ -частиц, испускаемых радионуклидами в годовых кольцах дерева. По превышению потока  $\alpha$ -частиц, приходящихся на определённую годовую кольцевую структуру, над природным и аппаратурным фоном определяют календарный год радиационного загрязнения местности. Это чувствительный метод, но и он имеет свои недостатки.

Этот известный способ основан на проведении следующих основных операций:

- экспозиция ядерной фотоэмульсии при обеспечении её контакта с природным объектом;
- проявка фотоэмульсии;
- просмотр проявленной фотоэмульсии на микроскопе, проводимый вручную;
- обработка экспериментальных результатов и их графическое представление.

Экспозиция фотоэмульсии на природном объекте для получения статистически достоверного числа треков  $\alpha$ -частиц составляет два-три месяца. Много времени занимает и подсчёт треков  $\alpha$ -частиц при просмотре фотоэмульсии на микроскопе, а также обработка экспериментальных результатов. Всё это лишает известный способ оперативности при определении даты радиационного загрязнения местности.

К недостаткам этого известного способа следует отнести и тот факт, что в связи с малым пробегом  $\alpha$ -частиц в материалах с его помощью регистрируются только  $\alpha$ -частицы, вылетающие непосредственно из прилегающего к фотоэмульсии слоя спила дерева.

Предлагаемый способ датирования радиационного загрязнения местности устраняет отмеченные недостатки известного способа, позволяя получить технический результат,

закрывающийся в том, что исключается необходимость в длительных процессах экспозиции фотоэмульсии и её просмотра на микроскопе для подсчёта вручную треков альфа-частиц.

Предлагаемый способ состоит в том, что в образцах годовых колец деревьев измеряется методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) концентрация свободных радикалов, образующихся в результате взаимодействия альфа-частиц с матрицей колец. Альфа-частицы образуются при распаде плутония, накопленного в годовых кольцах деревьев. Вследствие малого пробега альфа-частиц в материалах свободные радикалы будут в основном образовываться в тех годовых кольцах, которые соответствуют годам накопления радионуклидов, то есть годам радиационного загрязнения местности. Концентрация образующихся свободных радикалов будет пропорциональна содержанию плутония в годовых кольцах и соответствовать степени радиоактивного загрязнения местности. Время регистрации одного спектра ЭПР в наших экспериментах составляет 10 минут. Чистое время измерения спектров ЭПР годовых колец за период времени, например, 30 лет составит 5 часов. Смена образцов в резонаторе ЭПР спектрометра, обработка экспериментальных результатов, графическое их представление займёт ещё несколько часов. Время радиационного загрязнения местности определяется по году, соответствующему максимальному значению концентрации свободных радикалов. Таким образом, общее рабочее время, необходимое для определения даты радиационного загрязнения местности предлагаемым способом составляет один-два рабочих дня. Это позволяет предлагаемый способ считать экспрессным по сравнению с другими известными способами. Следует отметить, что образование свободных радикалов происходит во всём объёме образца, причём они образуются с момента накопления плутония в годовых кольцах деревьев и частично накапливаются в них. Это позволяет получать напрямую более достоверные результаты, чем в известном способе. Кроме того следует отметить, что современные спектрометры ЭПР позволяют получать информацию как в аналоговом виде, так и в цифровом.

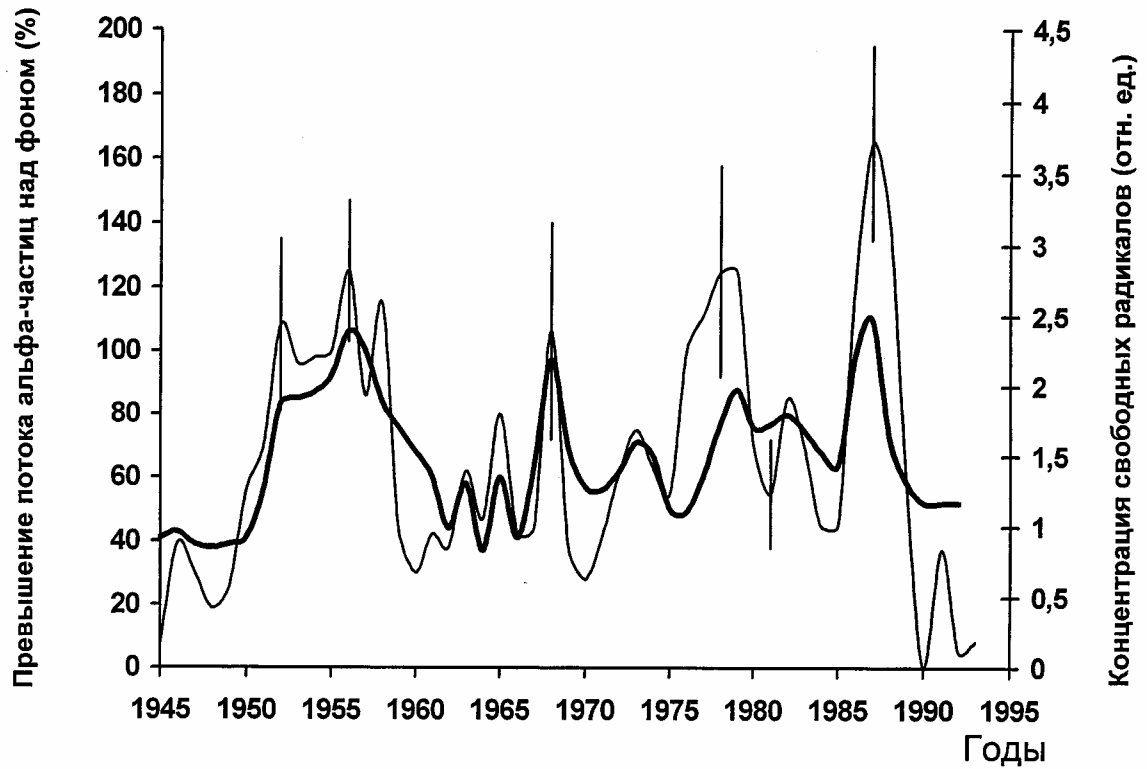
На фиг.1 представлена зависимость концентрации свободных радикалов, образующихся

при распаде плутония в годовых кольцах тополя, взятого из Восточно-Казахстанской области (жирная линия) в зависимости от года изученных годовых колец. Радиационное загрязнение ВКО произошло в результате выпадения радиоактивных осадков после проведения испытания ядерного оружия на Семипалатинском ядерном полигоне в 1957 году. На этой зависимости чётко просматриваются четыре максимума. Первый максимум приходится на 1957 г. и обусловлен проведением испытаний на Семипалатинском полигоне. Следующие два максимума приходятся на 60-70 г.г. и связаны с проведением испытаний ядерного оружия на китайском полигоне Лобнор. Последний максимум приходится на 1986-87 г.г., когда волна радиоактивных осадков, вызванная аварией на Чернобыльской АЭС, дважды обошла земной шар. На этой же фиг.1 представлены результаты измерений превышения числа треков альфа-частиц над фоном в годовых кольцах того же тополя, полученные методом радиографии (тонкая линия). Видно, что максимумы на кривых достаточно хорошо совпадают по годам. Это свидетельствует о работоспособности предлагаемого способа. Предлагаемый способ также был использован совместно с методом радиографии для оценки радиационной обстановки в некоторых районах Западного Казахстана в результате деятельности полигона Капустин Яр. И здесь были получены совпадающие результаты.

Таким образом, экспериментальные данные говорят о надёжности предлагаемого способа датирования радиационного загрязнения местности

### **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Способ датирования радиационного загрязнения местности по накоплению радионуклидов в годовых кольцах деревьев, **отличающийся** тем, что в годовых кольцах методом электронного парамагнитного резонанса определяют превышение концентрации свободных радикалов, обусловленное радиационным загрязнением местности, над её фоновым значением и по этому превышению, соответствующему определенному годовому кольцу устанавливают дату радиационного загрязнения местности.



Фиг.1. Распределение концентрации свободных радикалов (жирная линия) и превышение потока альфа-частиц над фоном по годичным кольцам тополя из ВКО (тонкая линия)

Верстка Косалиева Б.А.  
Корректор Мадеева П.А.