

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТРИТИЯ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Л.Г. Бондарева, С.А. Жаровцева\*

*В статье приведены результаты определения трития в образцах воды р. Енисей. В 2002 г. максимальное содержание трития в фоновых районах было не более  $5 \pm 1$  Бк/л. В воде и донных отложениях р. Большая Тель (один из притоков р. Енисей) содержание трития обнаружено в 10 раз больше фоновых значений. Эти результаты подтверждают существующую информацию по разгрузке полигона "Северный" в реку Большая Тель.*

В настоящее время перед мировым сообществом остро стоит проблема по учету содержания радионуклидов в окружающей среде. Особое внимание уделяется радиоактивному изотопу - тритию. Тритий в основном находится в виде тритиевой воды (НТО) и, следовательно, обладает высокой проникающей способностью, как в минералогические так и биологические объекты.

Поступление трития в объекты окружающей среды, в частности реки Енисей, происходит в результате как деятельности радиохимического производства (Горно-химический комбинат, г.Железногорск), так и проведенных испытаний ядерного оружия [1].

Цель данной работы: адаптировать методики по определению содержания трития к объектам окружающей среды поймы р.Енисей и его притока р.Большая Тель и определить тритий в этих объектах.

В 2002 г. в летне-осенний период брали пробы воды р. Енисей по течению ниже г. Красноярск (45, 90 км) и в р. Большая Тель. В сентябре 2002 г. проводился отбор донных отложений р. Большая Тель для определения содержания трития в поровой воде.

Схемы методик, использованных в наших исследованиях, приведены на рис. 1 и 2.

Особое внимание при определении содержания трития в объектах окружающей среды уделяется отбору проб. Отбор проб является важной частью анализа, необходимым условием получения правильных результатов. Ошибки, возникающие из-за их неправильного отбора, в дальнейшем исправить невозможно.

Следующий важный этап в определении содержания трития в объектах окружающей среды - пробоподготовка. Непосредственно перед измерениями пробы воды и донных отложений были подвергнуты химической обработке. Выбор способа обработки зависел от состава проб, количества контролируемых проб и выбранного метода определения трития.

Образцы воды отфильтровывали через бумажный фильтр "синяя лента" и подвергали двукратному дистиллированию с перманганатом калия  $KMnO_4$  в присутствии  $NaOH$  для устранения мешающего влияния других радионуклидов, а также присутствующих органических веществ, способных к гашению сцинтилляционного свечения трития. После подготовки проб к измерению выборочно проводили проверку степени их очистки от других  $\beta$ -,  $\gamma$ -излучателей на малофоновой установке и  $\gamma$ -спектрометре.

При определении трития в донных отложениях предварительно выделялась поровая вода. Нами были подобраны условия по выделению поровой воды из донных отложений (растворитель, температурный режим, время отгонки) и ее очистки (двукратная дистилляция с  $KMnO_4$  в присутствии  $NaOH$ ). Из образцов грунта поровая вода извлекалась отгонкой азеотропной смеси с толуолом ( $T_{кип} = 95^{\circ}C$ ) в качестве экстрагента.

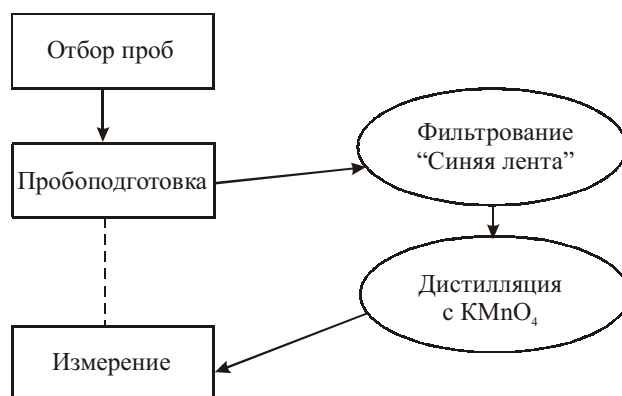


Рис. 1. Схема анализа водных образцов на содержание трития

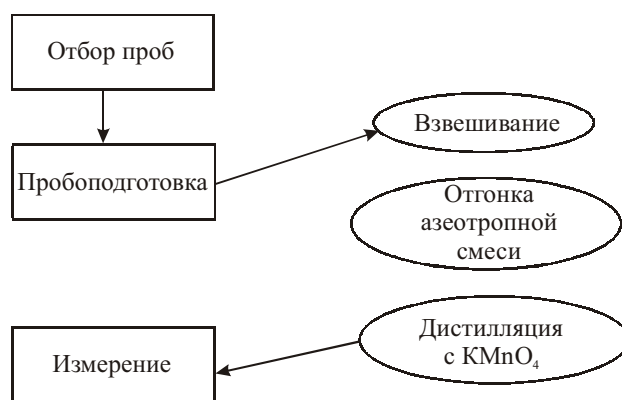


Рис.2. Схема анализа образцов донных отложений на содержание трития

\* © Л.Г. Бондарева, ИБФ СО РАН, г. Красноярск; С.А. Жаровцева, Красноярский государственный университет, 2003.

Отгонка проводилась в течение 2 часов. Толуол был выбран как растворитель, который не содержит трития, поэтому присутствие небольшого количества этого растворителя в воде не играет существенной роли и не мешает приготовлению сцинтилляционной жидкости. Для приема поровой воды использовали усовершенствованный в лаборатории радиоэкологии Института биофизики сосуд Дина-Старка. В зависимости от состава грунта содержание воды составляло 15-30% от исходной массы грунта.

Содержание трития в исследуемых образцах определяли на жидкостном сцинтилляционном счетчике “Бета” (Россия).

При измерении трития были подобраны следующие параметры: температурный режим, эффективность счета импульсов, соотношение объемов между исследуемой пробой и жидким сцинтилляционным коктейлем. При содержании трития в образце >20 Бк/л соотношение образец-сцинтиллятор было 1:9. При содержании <20 Бк/л соотношение образец-сцинтиллятор было 3 : 17.

Наибольшая эффективность счета стандарта образцового радиоактивного раствора (~30%) нами получена при температуре 7°C. Содержание трития в стандартном радиоактивном растворе составляло 5900 Бк/л. При определении трития в образцах мы старались поддерживать эту температуру.

В табл. 1 приведены данные по содержанию трития в пробах воды притока Енисей р. Большая Тель. Из данных табл. 1 следует, что концентрация трития в воде р. Большая Тель в сентябре намного выше, чем в августе. Причем для проб воды р. Большая Тель содержание трития в течение всего периода отбора образцов выше фоновых значений (в 1,5-2 раза в августе и почти в 10 раз в сентябре). Максимальная концентрация трития достигает значения 40 Бк/л в точке отбора, расположенной на расстоянии 500 м от устья реки. Однако в точках отбора на расстоянии 800-1000 м от устья реки в водных объектах определено гораздо меньше трития ( $28 \pm 3$  и  $33 \pm 4$  Бк/л соответственно), чем в пунктах, отобранных ниже по течению.

В табл.2 приведены результаты измерения проб поровой воды донных отложений, отобранных в сентябре в районе с. Есаулово, р. Большая Тель и с. Большой Балчуг. Из приведенных данных видно, что в точке отбора на расстоянии 300 м от устья р. Большая Тель в слое донных отложений 10-20 см содержание трития в 2 раза больше, чем в поверхностном слое донных отложений 0-10 см. Содержание же трития в поровой воде донных отложений р. Енисей у с. Есаулово и с. Большой Балчуг не превышает 5Бк/л, и эти значения могут считаться фоновыми значениями содержания трития.

Таблица 1

**Содержание трития в р.Енисей и р. Большая Тель**

Расстояние по течению реки от г. Красноярск до пункта отбора приведено в километрах

| Водный объект и место отбора       | Август <sup>3</sup> H, Бк/л | Сентябрь <sup>3</sup> H, Бк/л |
|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| <b>р.Енисей</b>                    |                             |                               |
| г.Красноярск (0 км) [2]            | $2,8 \pm 0,7$               | —                             |
| с.Есаулово (45 км)                 | —                           | $5,0 \pm 1,0$                 |
| Выше устья р.Большая Тель (94 км)  | $3,5 \pm 0,7$               | $3,9 \pm 0,8$                 |
| Ниже устья р. Большая Тель (95 км) | $4,7 \pm 0,8$               | $5,4 \pm 0,8$                 |
| <b>р. Большая Тель</b>             |                             |                               |
| Устье                              | $5,4 \pm 1,2$               | $13 \pm 2$                    |
| 300 м от устья                     | $4,7 \pm 0,6$               | $23 \pm 3$                    |
| 500 м от устья                     | $3,7 \pm 0,6$               | $40 \pm 3$                    |
| 800 м от устья                     | $6,0 \pm 2,0$               | $28 \pm 3$                    |
| 1000 м от устья                    | $7,0 \pm 2,0$               | $33 \pm 4$                    |

Таблица 2

**Содержание радионуклида <sup>3</sup>H в пробах поровой воды донных отложений (отбор - сентябрь 2002 г.)**

| № | Место отбора   | <sup>3</sup> H, Бк/л     |
|---|--|--------------------------|
| 1 | 300 м от устья р. Большая Тель (1-10 см)<br>(10-20 см) | $25 \pm 5$<br>$51 \pm 6$ |
| 2 | 500 м от устья р. Большая Тель (1-10 см)               | $11 \pm 2$               |
| 3 | Река Енисей: с. Есаулово                               | $3,8 \pm 1$              |
| 4 | Река Енисей: с. Большой Балчуг                         | $3,7 \pm 2$              |

По результатам проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Адаптирована методика по определению содержания трития в объектах окружающей среды поймы р.Енисей и его притока р.Большая Тель.
2. Значения фоновых концентраций трития в образцах воды и донных отложений в р. Енисее в августе, сентябре 2002 г. не превышали 5 Бк/л.
3. Для проб воды р. Большая Тель содержание трития в течение всего периода отбора образцов было выше фоновых значений (в полтора раза в августе и более чем в 10 раз в сентябре). Содержание трития в поровой воде донных отложений р. Большая Тель достигало 51 Бк/л, что в 10 раз выше фоновых значений.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Бондарева Л.Г. Новые данные по содержанию трития в одном из притоков реки Енисей/Л.Г.Бондарева, А.Я. Болсуновский// ДАН.-2002.-Т.385.-№5.-С.714-717.
2. Bolsunovsky A.Ya., Bondareva L.G. Tritium in surface water of the Yenisei River basin /A.Ya. Bolsunovsky, L.G Bondareva// Journal of Environm. Radioact.-2003.-V. 66.-P. 285-294.

#### **DETERMINATION OF THE TRITIUM CONTENT IN THE ENVIRONMENTAL**

**L.G. Bondareva, S.A. Zharovtseva**

*This paper reports an investigation of the tritium content in the surface water of the Yenisei River basin near the Mining and Chemical Combine (MCC). In 2002 the maximum tritium concentration in the Yenisei river did not exceed  $5 \pm 1$  Bq/l. In water and sediment samples of the Bolshaya Tel River (a tributary of the Yenisei River) the tritium but also out to be least 10 times higher than the background values for the Yenisei River. The data obtained suggest that the Bolshaya Tel River receives the major part of tritium from sediments rather than from the water catchment area. This allows the conclusion that there is water exchange between the surface waters and the radioactively contaminated underground horizons of the "Severny" testing site.*