

## ТРИТИЙ В ВОДЕ КОЛОДЦЕВ И СКВАЖИН РАЙОНА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ «МАЯК»

*Чеботина М.Я., Николин О.А.* – Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург

*Смагин А.И., Мурашова Е.К.* – ФГУП ПО «Маяк», г. Озерск

*Рыбаков Е.Н.* – Институт геофизики УрО РАН, Екатеринбург

**Аннотация.** В работе приводятся данные о современных уровнях концентраций трития в воде колодцев и скважин в районе ПО «Маяк» в радиусе 45 км от предприятия. Установлено, что повышенные концентрации радионуклида приурочены к территории, примыкающей с севера к ПО «Маяк», где располагается серия водоемов-отстойников, а также с южной стороны от г. Снежинска. Выявлена достоверная связь между концентрацией трития в воде и глубиной водного источника. Поскольку содержание радионуклида с глубиной залегания воды возрастает, высказано предположение о возможности загрязнения тритием воды колодцев и скважин за счет подземного источника.

## TRITIUM IN THE WELLS WATER IN THE AREA OF THE ENTERPRISE «MAYAK»

*Chebotina M.Ya., Nicolin O.A.* – Institute of Plant and Animal Ecology UB of RAS, Ykaterinburg

*Smagin A.I., Murashova E.K.* – «Mayak», Ozersk

*Rybakov E.N.* – Institute of Geophysics UB of RAS, Ykaterinburg

**Abstract.** The paper reports of the tritium modern concentration levels in the well water in the 45-km area around the enterprise «Mayak». Increased concentrations were found in the north, where a series of settling reservoirs was located, and southwards of the town of Snezhinsk. A significant correlation was revealed between the levels of tritium in the water and the depth of the water source. As the content of radionuclides increases with water depth, we suppose that well water is contaminated by subsurface

Известно, что в организм человека тритий поступает в основном с водой. Согласно литературным данным, современные уровни содержания трития в питьевой воде разных территорий нашей страны, в том числе и Уральского региона, находятся в пределах уровня техногенного фона (5 Бк/л) или немного выше, в зависимости от наличия или отсутствия поблизости функционирующих предприятий ядерно-топливного цикла. Краткую информацию по этому вопросу можно найти в работах [1-4, 6, 7].

Настоящее исследование посвящено изучению уровней содержания трития в воде подземных источников (скважинах и колодцах), используемых населением района ПО «Маяк» для питьевых целей. Исследуемая территория охватывает населенные пункты, расположенные в радиусе примерно 45 км от предприятия. Отбор проб воды производили в летне-осеннее время 2005–2006 гг.

### Методика исследований

Воду отбирали в стеклянные бутылки, которые плотно закрывали пробками и транспортировали в Отдел континентальной радиоэкологии Института экологии растений и животных УрО РАН (г. Заречный). В процессе анализа воду фильтровали через бумажный фильтр, дистиллировали и хранили в холодильнике.

Для количественного определения трития в пробах воды проводили предварительное обогащение методом одноступенчатого электролиза [8]. Метод основан на значительной разнице в скорости выделения легкого (протия) и тяжелых (дейтерия и трития) изотопов водорода при разрядке ионов на катоде в ходе электролитического разложения воды. Обогащение производили с помощью специально сконструированной электролитической установки. Детальная информация о ее устройстве, методике работы и расчетах концентраций трития приведена в монографии [7].

### Результаты исследований

На рис. 1 (цветная вкладка) приведены данные содержания трития в воде 45 исследованных питьевых источников (17 колодцев и 28 скважин) с различной глубиной залегания воды, которая варьировала от 1 до 40 м.

Концентрации радионуклида в воде колодцев в период исследований изменялись от уровня техногенного фона до 24 Бк/л при среднем значении 18 Бк/л. Околофоновые значения отмечены в п. Тайгинка, Маук, Аракуль, Башакуль. Немного повышенные по сравнению со всей совокупностью данных концентрации трития регистрировались в некоторых колодцах п. Касли (21–24 Бк/л), Худайбердинска (14–18 Бк/л), М. Куяша (16 Бк/л), Аргаяша (15 Бк/л).

Содержание исследуемого радионуклида в воде скважин изменялось от уровня техногенного фона до 79 Бк/л. Наиболее низкие значения отмечались в скважинах п.п. Вишневогорск (3–5 Бк/л), Маук (4 Бк/л), Рудник (6 Бк/л), Сосновый мыс (7 Бк/л), Пионерлагерь (6 Бк/л), Башакуль (2 Бк/л), а наиболее высокие – в скважинах фермерского хозяйства, расположенного по дороге Озерск – Касли (32–79 Бк/л), на базе отдыха «Дельфин» в п. Б. Куяш (76 Бк/л), в п. Метлино (78 Бк/л). Средняя концентрация радионуклида в воде скважин по

совокупности всех проб составила 29 Бк/л.

Поскольку колодцы и скважины имеют различную глубину, представляло интерес исследовать, не связано ли содержание трития в указанных источниках с глубиной залегания воды. Для этой цели на рис. 2 нанесены показатели концентраций трития в воде и глубины обследованных колодцев и скважин. Заметим, что глубину скважин мы оценивали согласно информации, полученной от их владельцев, поэтому в этой оценке возможны неточности. Тем не менее, статистическая обработка данных по весьма строгому методу Спирмена [9] позволила выявить достоверную связь между концентрацией трития в воде и глубиной водного источника (табл. 1). Хотя колодцы и скважины представляют собой две разные выборки, они связаны между собой одним преобладающим источником, питающим их воду тритием. Так как содержание радионуклида в них с глубиной возрастает, можно предполагать, что одним из путей загрязнения тритием колодцев и скважин является поступление радионуклида из подземных вод. Это вполне увязывается с полученными выше данными, из которых следует, что концентрация трития в воде скважин (28,7 Бк/л) в среднем в 1,6 раза выше, чем в воде колодцев (17,6 Бк/л).

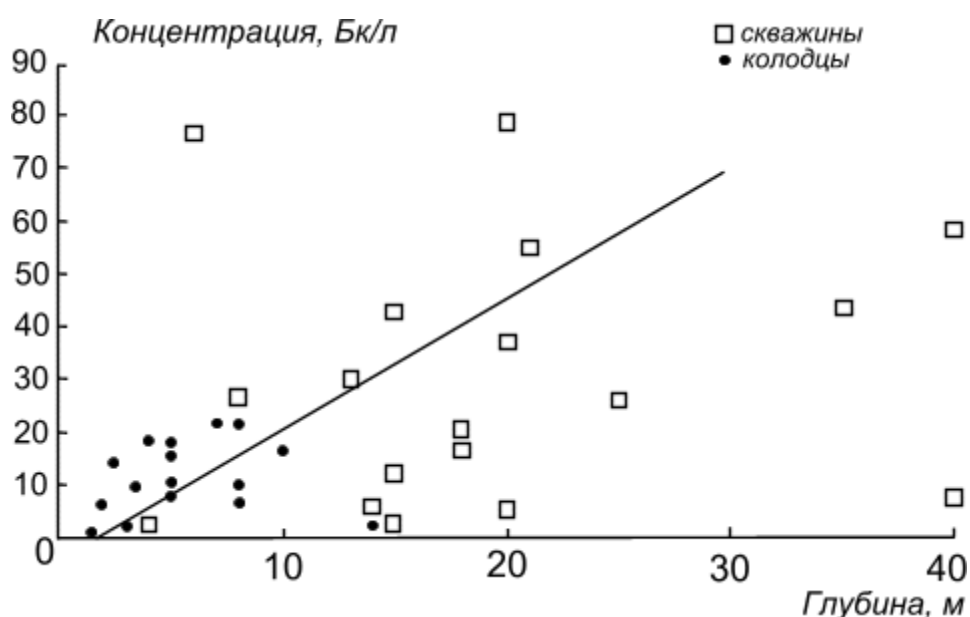


Рис. 2. Корреляция между содержанием трития в воде колодцев и скважин и их глубиной

**Таблица 1.** Однофакторный дисперсионный анализ содержания трития в колодцах и скважинах района ПО «Маяк»

Источник изменчивости	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат	F	Уровень значимости (p)
Между группами	6515,05	1	6515,05	30,75	5,561E-07
Внутри групп	13983,8	66	211,875		
Общая	20498,8	67			

Коэффициент ранговой корреляции Спирмена  $r = 0,451$  ( $p = 0,0074$ ).

В заключение следует отметить, что примерно 70 % проанализированных проб воды колодцев и скважин в районе Производственного объединения «Маяк» по содержанию трития превышает уровень техногенного фона. Во всех пробах воды содержание трития более чем на два порядка величин ниже уровня вмешательства, согласно принятым нормативам [5].

### Литература

1. Болсуновский А.Я., Бондарева Л.Г. Тритий в водоемах бассейна реки Енисей в зоне влияния горно-химического комбината Минатома РФ // Экология, 2005. № 1. С. 59–64.
2. Гудков Д.И. Динамика содержания трития в пойменных водоемах р. Припять и пруде-охладителе Чернобыльской АЭС // Радиационная биология. Радиоэкология, 1999, т. 39. № 6. С. 605–608.
3. Дельвин Н.Н., Иванов А.Б., Крылов В.А., Носов А.В. Изучение содержания трития в водных объектах и приземной атмосфере в

районе Калининской АЭС // Экология регионов атомных станций. М., 1996. С. 264–274.

4. Егоров Ю.А. Еще раз о тритии, образующемся при работе АС, и его перенос в окружающей АЭС среде // Экология регионов атомных станций, М., 1996. С. 237–251.
5. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). Гигиенические нормативы ГН 2.6.1.758-99. М.: Госкомсанэпиднадзор РФ, 1999. 116 с.
6. Носов А.В., Мартынова А.М., Шабанов В.Ф. и др. Исследование выноса трития водотоками с территории Красноярского ГХК // Атомная энергия, т. 90. Вып. 1, 2001. С. 80.
7. Чеботина М.Я., Николин О.А. Радиоэкологические исследования трития в Уральском регионе. Екатеринбург, 2005. 90 с.
8. Чиркова В.Г. О методах концентрирования при измерении трития в природных водах // Труды Института экспериментальной метеорологии, 1947. Вып. 3 (42). С. 105.
9. Пакет прикладных программ Statistica 5.5 (компьютерная версия).