

**І. А. Литвин<sup>1</sup>, М. І. Панасюк<sup>1</sup>, Г. В. Левін<sup>1</sup>, П. А. Люшня<sup>1</sup>, М. О. Сізов<sup>1</sup>, І. П. Онищенко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, вул. Кірова, 36а, Чорнобиль, 07270, Україна

<sup>2</sup>Науково-інженерний центр радіогідроекологічних полігонних досліджень НАН України, вул. О. Гончара, 556, Київ, 01054, Україна

## **РОЗПОДІЛ ТРИТІУ В ГРУНТОВИХ ВОДАХ У РАЙОНІ ОБ'ЄКТА «УКРИТТЯ»**

За останні роки спостерігається значне (5 - 12 разів) зниження об'ємних активностей тритію в ґрунтових водах, що пройшли шлях фільтрації під об'єктом «Укриття». Показано, що зниження концентрацій тритію відбувається через зміну напрямку руху підземних вод під впливом зниження рівня води у водоймі-охолоджувачі.

*Ключові слова:* проммайданчик ЧАЕС, підземні води, тритій, радіоактивна вода з водних скупчень об'єкта «Укриття», зміна напрямку руху підземних вод.

### **Вступ**

Тритій - важкий ізотоп водню, він є бета-випромінювачем з відносно низькою енергією випромінювання (0018 МеВ). Період напіврозпаду тритію (<sup>3</sup>H) дорівнює 12,26 року.

Тритій обраний нами як індикатор надходження і шляхів поширення радіоактивної води з водних скупчень об'єкта «Укриття» в оточуюче підземне середовище.

У воді тритій знаходиться переважно у вигляді молекул Н<sup>3</sup>НО, значно рідше у вигляді молекул <sup>3</sup>Н<sub>2</sub>О або Д<sup>3</sup>НО.

У реакторі РБМК тритій може накопичуватися в твелах, графітовому сповільнювачі, теплоносії. Даний радіонуклід використаний як індикатор потрапляння блокових вод у геологічне середовище з таких причин:

тритій у помітних кількостях міститься у водних скупченнях усередині об'єкта "Укриття";

тритій має "ідеальні" міграційні властивості в оточуючому водному середовищі.

Зафіксовані за час спостережень із 1997 р. об'ємні активності тритію у блокових водах становили 660 – 23194 Бк/л. У ґрунтових водах найбільші значення об'ємних активностей тритію (1105 – 8175 Бк/л) відзначалися в 1998 та 2008 рр. у пробах зі свердловин 4-Г, 9 -1А і С-3Б. Ці свердловини були розташовані нижче по потоку ґрунтових вод від об'єкта "Укриття" і фіксували вплив зруйнованого блока на радіоактивне й хімічне забруднення підземних вод. Після ліквідації свердловин 4-Г і 9-1А та обладнання куштів нових спостережних свердловин (1-2А/1-3А, 4-2Г/4-3А, 8-1А/1-4А, 9-2А/9-3А та 16-1А/16-2А) на першому уступі каскадної стіни найбільші концентрації тритію (1024 - 1127 Бк/л) фіксувалися у нових свердловинах. На решті території, за винятком ділянки нижче по потоку ґрунтових вод від сховища рідких відходів, об'ємні активності тритію в пробах ґрунтових вод змінювалися в межах 1 - 8 Бк/л.

### **Результати**

Протягом останніх декількох років у пробах із вищенаведених свердловин спостерігається зниження концентрацій тритію в 5 - 12 разів. Об'ємні активності тритію в пробах, відібраних у 2016 р., знизилися до значень 14 - 132 Бк/л. У 2015 р. на цій же ділянці концентрації тритію визначалися в межах 14 - 759 Бк/л, а у 2012 р. вони становили 88 – 1090 Бк/л. Для порівняння ореолів поширення на рис. 1 представлено карти розподілу тритію в ґрунтових водах за 2015 і 2016 рр. При цьому в 2016 р. закономірності розподілу тритію по площі залишилися такими ж, як і в попередні роки, – максимальні концентрації тритію (14 – 132 Бк/л) спостерігаються в пробах ґрунтових вод, що пройшли шлях фільтрації під об'єктом «Укриття». На рис. 2 та 3 показано динаміку зниження концентрацій тритію в пробах ґрунтових вод зі свердловин С-3Б і 1-3А.

© І. А. Литвин, М. І. Панасюк, Г. В. Левін,  
П. А. Люшня, М. О. Сізов, І. П. Онищенко, 2017

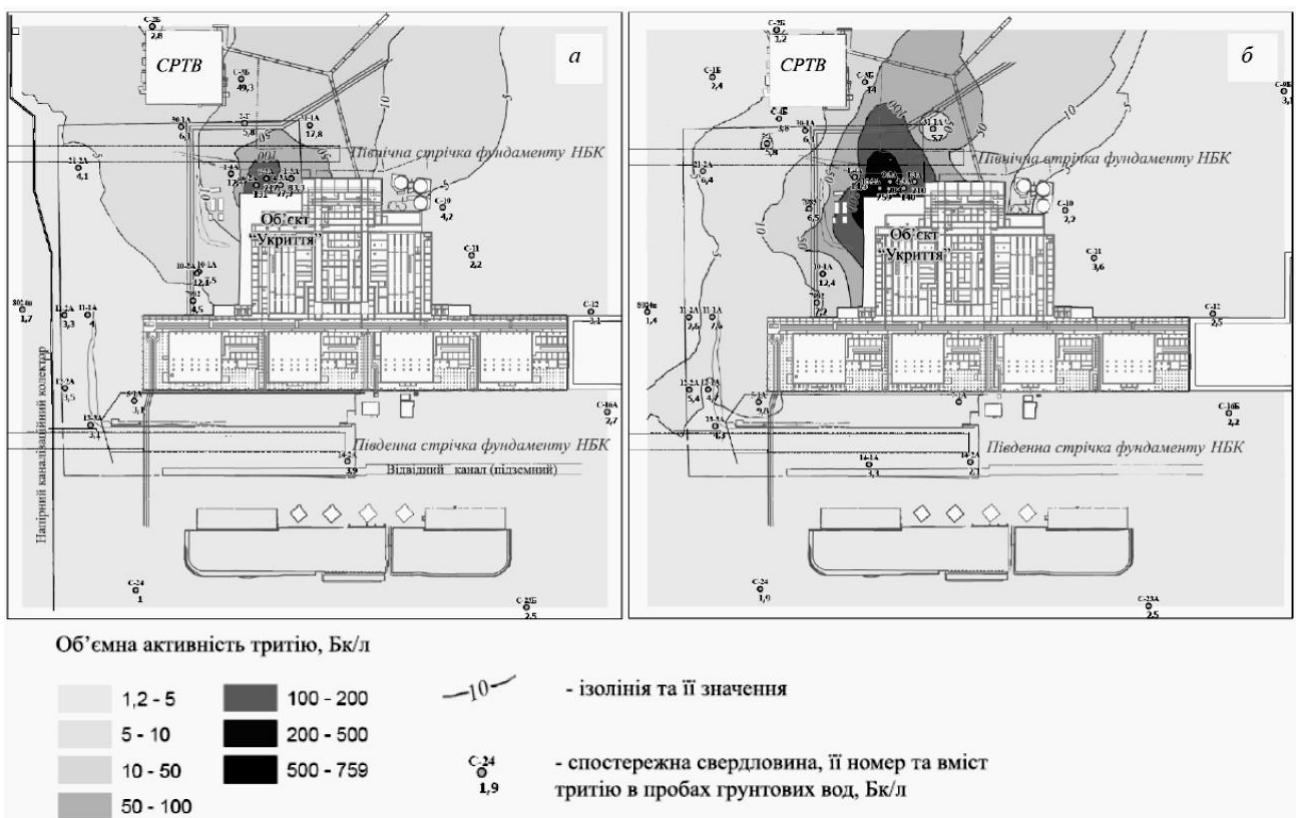


Рис. 1. Розподіл тритію в ґрунтових водах: а - у 2016 р.; б - у 2015 р.

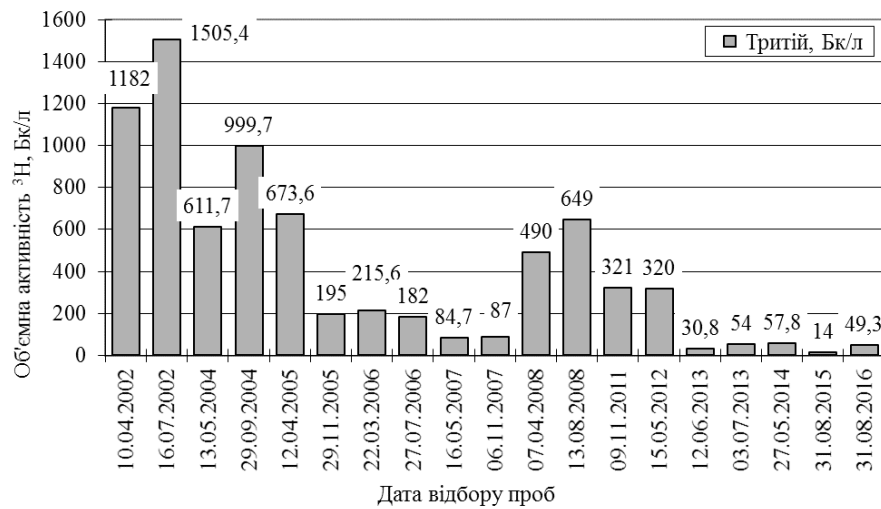


Рис. 2. Динаміка об'ємної активності тритію в пробах ґрунтових вод зі свердловини С-3Б.

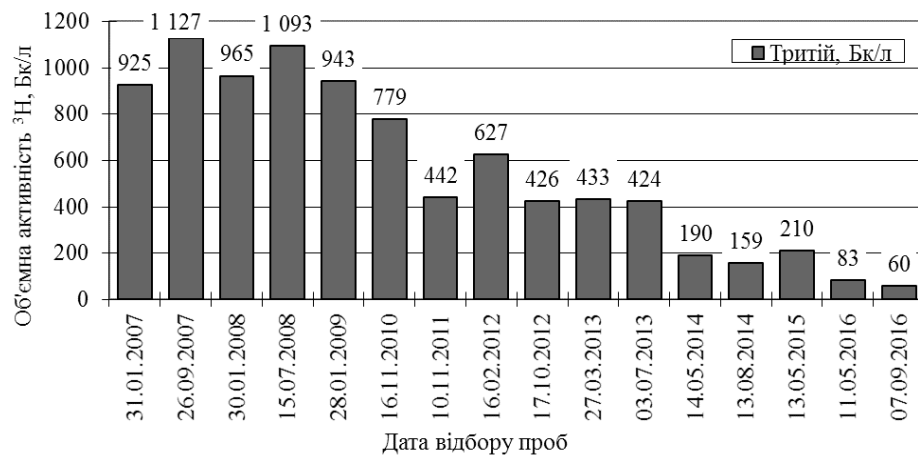


Рис. 3. Динаміка об'ємної активності тритію в пробах ґрунтових вод зі свердловини 1-3А.

## Обговорення результатів

Зниження концентрацій тритію відбувається внаслідок зміни напрямку руху ґрунтових вод. У 2005 та 2013 рр. за рахунок високих атмосферних опадів позначки рівнів ґрунтових вод почали перевищувати позначки рівнів води у ставку-охолоджувачі. При такому співвідношенні позначок ставок-охолоджувач із живильної області перетворився в область розвантаження ґрунтових вод. Це призвело до того, що напрямок руху ґрунтових вод змінився з північного на східний та північно-східний. І в результаті спостережні свердловини, які раніше розташовувалися нижче по потоку ґрунтових вод від об'єкта «Укриття», виявилися за межами стрічки потоку ґрунтових вод від об'єкта «Укриття». Така ж ситуація виникла з травня 2014 р., коли рівні ґрунтових вод стали перевищувати рівні води у ставку-охолоджувачі, але вже за рахунок зниження рівнів води в цій водоймі при виведенні його з експлуатації.

## Висновки

Закономірності розподілу максимальних концентрацій тритію в ґрунтових водах в районі об'єкта «Укриття» та зниження їх при зміні напрямку ґрунтових вод від об'єкта «Укриття» до спостережних свердловин указують на нові шляхи неорганізованих скидів води зі зруйнованого блока. Таким чином, аналіз поведінки тритію в підземних водах підтверджує результати досліджень рівневого режиму (напрямку руху) підземних вод. З іншого боку, аналіз змін напрямку руху ґрунтових вод цілком пояснює динаміку зниження концентрацій тритію у водоносному горизонті.

**І. А. Литвин<sup>1</sup>, Н. І. Панасюк<sup>1</sup>, Г. В. Левин<sup>1</sup>, П. А. Люшня<sup>1</sup>, М. А. Сизов<sup>1</sup>, І. П. Онищенко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, ул. Кирова, 36а, Чернобыль, 07270, Украина*

<sup>2</sup>*Научно-инженерный центр радиогидроэкологических полигонных исследований НАН Украины, ул. О. Гончара, 55б, Киев, 01054, Украина*

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРИТИЯ В ГРУНТОВЫХ ВОДАХ В РАЙОНЕ ОБЪЕКТА «УКРЫТИЕ»

За последние годы наблюдается значительное (5 - 12 раз) снижение объемных активностей трития в ґрунтовых водах, прошедших путь фильтрации под объектом «Укрытие». Показано, что снижение концентраций трития происходит из-за изменения направления движения подземных вод под воздействием снижения уровня воды в пруду-охладителе.

*Ключевые слова:* промплощадка ЧАЭС, подземные воды, тритий, внутриблочные воды объекта «Укрытие», изменение направления движения подземных вод.

**I. A. Lytvyn<sup>1</sup>, M. I. Panasyuk<sup>1</sup>, G. V. Levin<sup>1</sup>, P. A. Lyushnya<sup>1</sup>, M. O. Syzov<sup>1</sup>, I. P. Onyschenko<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants NAS of Ukraine, Kirova str., 36a, Chernobyl, 07270, Ukraine*

<sup>2</sup>*Radio-Environmental Center NAS of Ukraine, O. Gonchara str., 55b, Kyiv, 01054, Ukraine*

## DISTRIBUTION OF TRITIUM IN GROUNDWATER IN THE AREA OF "UKRYTTYA" OBJECT

We chose tritium as an indicator of the supply and distribution of radioactive water from the water accumulations of the "Ukryttya" object into the surrounding underground environment. Since 1997, the maximum volumetric activity of tritium in blocky waters was 660 – 23194 Bq/l. In groundwaters, the highest concentrations of tritium reached values of 1105 – 8175 Bq/l. Over the past few years there has been a significant (5-12 times) decrease in volumetric activity of tritium in groundwater, which filtered under the object "Ukryttya". The article shows that tritium concentrations decrease as a result of changing of the groundwater flow direction, which changes under the influence of the water level in the pond-cooler.

*Keywords:* Chernobyl industrial site, groundwater, tritium, radioactive water from water clusters of "Ukryttya", changing of the groundwater flow direction.

Надійшла 13.04.2017

Received 13.04.2017