

УДК 504.064.43:658.567:621.311.22

В. В. Карташов, канд. техн. наук; **А. М. Колісник**;

М. В. Старко

(УкрНДІЕП)

РАДІАЦІЙНИЙ СТАН ПІДЗЕМНИХ ВОД У РАЙОНІ РОЗТАШУВАННЯ ЗМІЙВСЬКОЇ ТЕС

У статті наведені результати дослідження радіаційного стану підземних вод у районі розташування Зміївської ТЕС. Проведені дослідження питомої активності природних і штучних радіонуклідів у воді алювіального та верхньокрейдяних горизонтів (у тому числі в горизонтах, які використовуються для питного водопостачання). Проведено аналіз результатів, їх порівняння з даними інших років, зроблено висновки щодо динаміки змін.

Ключові слова: радіонукліди, підземні води, Зміївська ТЕС.

Вміст радіоактивних речовин у золошлакових відходах теплових електростанцій, що працюють з використанням вугілля, залежать від низки факторів, таких як потужність електростанції, питома активність радіонуклідів у вугіллі, кількість вугілля, що спалюється, температура спалювання, зольність вугілля, а також ефективність систем очищення викидів. Питома активність природних радіонуклідів у подовій золі (шлаці), які затримуються на фільтрах, і в леткій золі, що викидається в атмосферу, помітно збільшується у порівнянні з природним вмістом радіоактивних речовин у вугіллі і ґрунтах унаслідок виключення органічного компоненту вугілля внаслідок його спалювання. Метою цього дослідження є оцінка радіаційного стану підземних вод у районі впливу місць складування відходів Зміївської ТЕС. Динаміка змін радіаційного стану підземних вод досліджувалася за результатами моніторингу в 2001–2010 рр. [1–5]. Безпосередньо авторами дослідження були проведені у 2010 р. [1].

1. Методика вимірювання питомої активності радіонуклідів

Визначення питомої активності радіонуклідів у пробах (вода спостережних свердловин та свердловин питного водопостачання Бишкінського і Комсомольського водозаборів) проводилося за допомогою гамма-спектрометричного методу за методикою виконання вимірю-

вань МВИ 4/86. Застосовувався спектрометр гамма-випромінювань СЕГ-002 «АКП-П». Проби відбирались після прокачування повного об'єму свердловин у відповідності з методиками [6, 7].

2. Активність радіонуклідів у воді спостережних свердловин

Характерні для Харківського регіону величини вмісту радіонуклідів у підземних водах (артезіанські свердловини) [9] наведені у таблиці.

Вміст основних природних радіонуклідів у підземних водах Харківської області

№ з/п	Радіонуклід	Питома активність, Бк/л		
		середня	мінімальна	максимальна
1	^{238}U	0,53	0,16	0,97
2	^{228}Ra (^{232}Th)	0,21	0,047	0,52
3	^{222}Rn	12,1	4,5	22,0

2.1. Спостережні свердловини алювіального горизонту

За результатами вимірювання активності радіонуклідів урано-радієвого сімейства (^{226}Ra) у воді спостережних свердловин алювіального горизонту знаходяться в діапазоні 0,18–0,38 Бк/л при середньому значенні 0,30 Бк/л. У середньому об'ємна активність ^{226}Ra (^{238}U) у воді спостережних свердловин алювіального горизонту відповідає середньому вмісту ^{238}U у підземних водах для Харківського регіону, який за даними Радіоекологічного паспорта Харківської області [9] складає 0,16–0,97 Бк/л при середньому значенні 0,53 Бк/л. У порівнянні з попередніми роками (0,05–0,55 Бк/л при середньому значенні 0,22 Бк/л у 2006 р. [5]) рівень вмісту ^{226}Ra у воді спостережних свердловин алювіального горизонту незначно коливається.

За результатами вимірювання активність ^{232}Th у воді спостережних свердловин алювіального горизонту перебуває в діапазоні 0,14–0,34 Бк/л при середньому значенні 0,25 Бк/л. Розподіл вмісту ^{232}Th у алювіальному горизонті по території наведений на рис. 1. Ізолініями на карті позначені рівні об'ємної активності ^{232}Th у воді свердловин алювіального горизонту: 0,15, 0,20, 0,25 і 0,30 Бк/л. У середньому об'ємна активність ^{232}Th у воді спостережних свердловин алювіального горизонту відповідає середньому вмісту ^{232}Th у підземних водах для Харківського регіону, який за даними Радіоекологічного паспорта

Харківської області [9] складає 0,047–0,52 Бк/л при середньому значенні 0,21 Бк/л. У порівнянні з попередніми роками (0,33–0,80 Бк/л при середньому значенні 0,58 Бк/л у 2006 р. [5]) рівень вмісту ^{232}Th у воді спостережних свердловин алювіального горизонту значно знизився. Можливо, це пов'язано з тим, що в попередніх (2006 р.) дослідженнях вода з верхньокрейдяного горизонту, який містить більшу кількість радіонуклідів торієвого ряду, під час вимірювань змішувалась із водою алювіального горизонту.

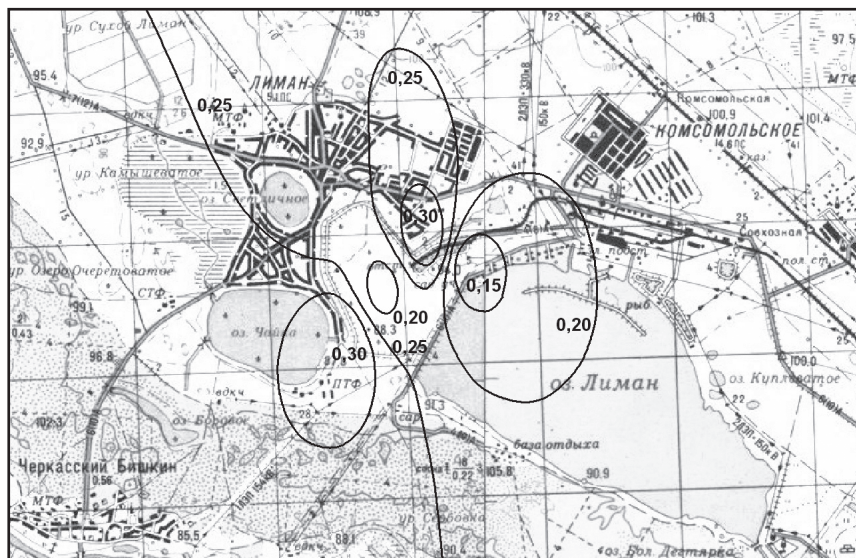


Рис. 1. Розподіл об'ємної активності ^{232}Th у воді свердловин алювіального горизонту по території

За результатами вимірювання активність ^{40}K у воді спостережних свердловин алювіального горизонту перебуває в діапазоні 0,81–6,88 Бк/л при середньому значенні 4,02 Бк/л. Розподіл вмісту ^{40}K в алювіальному горизонті по території наведений на рис. 2. Ізолініями на карті позначені рівні об'ємної активності ^{40}K у воді свердловин алювіального горизонту: 1, 2, 3, 4, 5 і 6 Бк/л. У порівнянні з попередніми роками (2,68–9,97 Бк/л при середньому значенні 5,50 Бк/л у 2006 р. [5]) рівень вмісту ^{40}K у воді спостережних свердловин алювіального горизонту дещо знизився.

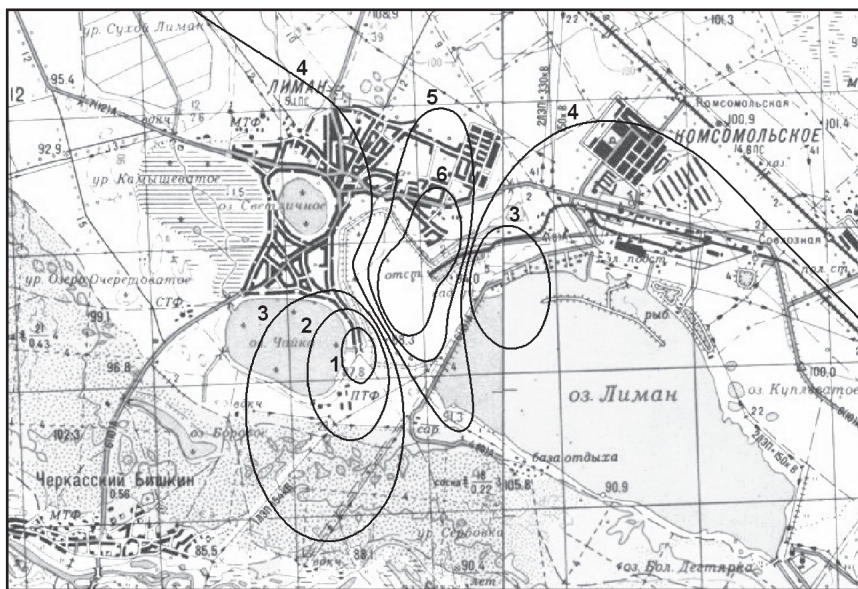


Рис. 2. Розподіл об'ємної активності ^{40}K у воді свердловин алювіального горизонту по території

За результатами вимірювання активність ^{137}Cs у воді спостережних свердловин алювіального горизонту перебуває в діапазоні до 0,60 Бк/л при середньому значенні 0,25 Бк/л. Розподіл вмісту ^{137}Cs у алювіальному горизонті по території наведений на рис. 3. Ізолініями на карті позначені рівні об'ємної активності ^{137}Cs у воді свердловин алювіального горизонту: 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 і 0,6 Бк/л. У порівнянні з попередніми роками (0,07–0,17 Бк/л при середньому значенні 0,12 Бк/л у 2006 р. [5]) рівень вмісту ^{137}Cs у воді спостережних свердловин алювіального горизонту збільшився, що, можливо, пов'язано з надходженням цього радіонукліда до незахищеного (алювіального) водоносного горизонту з поверхні.

2.2. Спостережні свердловини верхньокрейдяного горизонту

За результатами вимірювання активність радіонуклідів урано-радієвого сімейства (^{226}Ra) у воді спостережних свердловин верхньокрейдяного горизонту перебуває в діапазоні 0,62–0,70 Бк/л при се-

редньому значенні 0,67 Бк/л. У середньому об'ємна активність ^{226}Ra (^{238}U) у воді спостережних свердловин верхньокрейдяного горизонту відповідає середньому вмісту ^{238}U у підземних водах для Харківського регіону, який за даними Радіоекологічного паспорта Харківської області складає 0,16–0,97 Бк/л при середньому значенні 0,53 Бк/л.

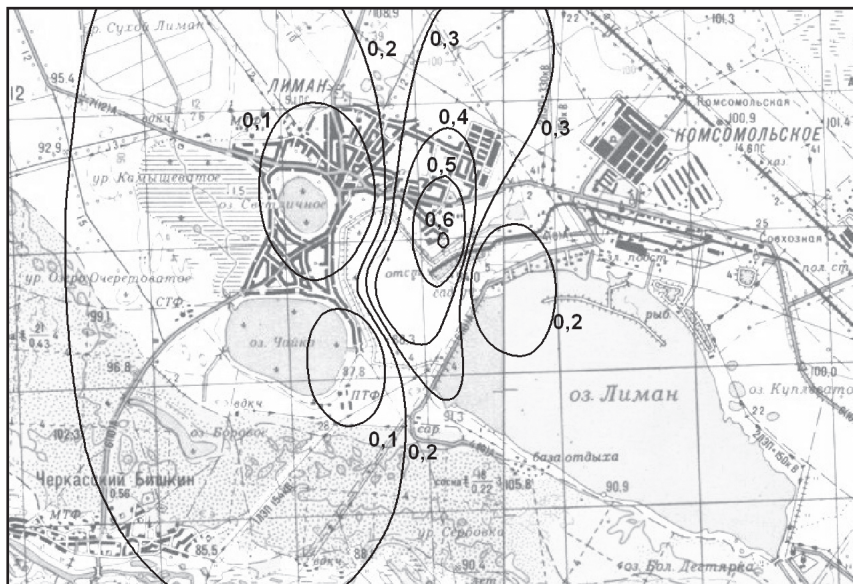


Рис. 3. Розподіл об'ємної активності ^{137}Cs у воді свердловин алювіального горизонту по території

За результатами вимірювання активність ^{232}Th у воді спостережних свердловин верхньокрейдяного горизонту перебуває в діапазоні 0,33–0,37 Бк/л при середньому значенні 0,35 Бк/л. У середньому об'ємна активність ^{232}Th у воді спостережних свердловин верхньокрейдяного горизонту відповідає вмісту ^{228}Ra (^{232}Th) у підземних водах для Харківського регіону, який за даними Радіоекологічного паспорта Харківської області [9] складає 0,047–0,52 Бк/л при середньому значенні 0,21 Бк/л.

За результатами вимірювання активність ^{40}K у воді спостережних свердловин верхньокрейдяного горизонту перебуває в діапазоні 6,96–8,88 Бк/л при середньому значенні 7,75 Бк/л. Активність ^{137}Cs у воді

спостережних свердловин верхньокрейдяного горизонту коливається в діапазоні 0,45–0,61 Бк/л при середньому значенні 0,53 Бк/л.

Як видно з наведених результатів, радіоактивність підземних вод свердловин верхньокрейдяного горизонту за основними радіонуклідами знаходиться приблизно на одному рівні (без суттєвих розбіжностей між свердловинами). Це свідчить про однакові умови формування радіоактивності підземних вод верхньокрейдяного горизонту для всій території, що охоплюється цією сіткою спостережних свердловин, і про захищеність цього горизонту від поверхневого забруднення території радіонуклідами.

3. Активність радіонуклідів у воді питних водозаборів

3.1. Свердловини питного водопостачання водозабору «Черкаський Бишкін»

За результатами вимірювання активності радіонуклідів урано-радієвого сімейства (^{226}Ra) у воді свердловин Бишкінського водозабору знаходяться на одному рівні в діапазоні 0,20–0,25 Бк/л при середньому значенні 0,24 Бк/л. У середньому об'ємна активність ^{226}Ra (^{238}U) у воді свердловин Бишкінського водозабору суттєво менше середнього вмісту ^{238}U у підземних водах (артезіанські свердловини) для Харківського регіону, який за даними Радіоекологічного паспорта Харківської області [9] складає 0,16–0,97 Бк/л при середньому значенні 0,53 Бк/л. У порівнянні з попередніми роками (0,26, 0,24 і 0,29 Бк/л у 2002, 2003 і 2006 рр. відповідно [3–5]) об'ємна активність ^{226}Ra (^{238}U) у воді свердловин Бишкінського водозабору не змінилася.

За результатами вимірювання активність ^{228}Ra (^{232}Th) у воді свердловин Бишкінського водозабору перебуває в діапазоні 0,20–0,24 Бк/л при середньому значенні 0,22 Бк/л. У середньому об'ємна активність ^{232}Th у воді свердловин Бишкінського водозабору відповідає вмісту ^{228}Ra (^{232}Th) у підземних водах (артезіанські свердловини) для Харківського регіону, який за даними Радіоекологічного паспорта Харківської області [9] складає 0,047–0,52 Бк/л при середньому значенні 0,21 Бк/л. У порівнянні з попередніми роками (0,39, 0,26 і 0,61 Бк/л у 2002, 2003 і 2006 рр. [3–5]) об'ємна активність ^{232}Th у воді свердловин Бишкінського водозабору у 2010 році мала найменше значення.

За результатами вимірювання активність ^{222}Rn у воді свердловин Бишкінського водозабору коливається в діапазоні 7,5–8,4 Бк/л при середньому значенні 7,9 Бк/л. У середньому об'ємна активність ^{222}Rn у воді свердловин Бишкінського водозабору відповідає вмісту ^{222}Rn у підземних водах (артезіанські свердловини) для Харківського регіону, який за даними Радіоекологічного паспорта Харківської області [9] складає 4,5–22,0 Бк/л при середньому значенні 12,1 Бк/л. У порівнянні з попередніми роками (10,2, 11,3 і 4,5 Бк/л у 2002, 2003 і 2006 рр. [3–5]) об'ємна активність ^{222}Rn у воді свердловин Бишкінського водозабору перебуває на одному рівні.

Як видно з наведених результатів, радіоактивність підземних вод свердловин Бишкінського водозабору за основними радіонуклідами перебуває приблизно на одному рівні (без суттєвих розбіжностей між свердловинами). Усі показники відповідають вимогам Норм радіаційної безпеки України [10], згідно з якими допустима концентрація у питній воді складає 1 Бк/л для ^{226}Ra і ^{228}Ra (^{232}Th), а для ^{222}Rn допустима концентрація складає 100 Бк/л.

3.2. Свердловини питного водопостачання водозабору «Комсомольський»

За результатами вимірювання активності радіонуклідів урано-радієвого сімейства (^{226}Ra) у воді свердловин Комсомольського водозабору знаходяться в діапазоні 0,38–0,55 Бк/л при середньому значенні 0,46 Бк/л. У середньому об'ємна активність ^{226}Ra (^{238}U) у воді свердловин Комсомольського водозабору відповідає середньому вмісту ^{238}U у підземних водах (артезіанські свердловини) для Харківського регіону, який за даними Радіоекологічного паспорта Харківської області [9] складає 0,16–0,97 Бк/л при середньому значенні 0,53 Бк/л. У порівнянні з попередніми роками (0,24 і 0,48 Бк/л у 2002 і 2006 рр. відповідно [3, 5]) об'ємна активність ^{226}Ra (^{238}U) у воді свердловин Комсомольського водозабору не змінюється.

За результатами вимірювання активність ^{228}Ra (^{232}Th) у воді свердловин Комсомольського водозабору коливається в діапазоні 0,27–0,87 Бк/л при середньому значенні 0,60 Бк/л. У середньому об'ємна активність ^{232}Th у воді свердловин Комсомольського водозабору більша, ніж вміст ^{228}Ra (^{232}Th) у підземних водах (артезіанські свердловини) для Харківського регіону, який за даними Радіоекологічного паспорта Харківської області [9] складає 0,047–0,52 Бк/л при середньому зна-

ченні 0,21 Бк/л. Але ці показники перебувають у межах норм вмісту радіонуклідів у питній воді. У порівнянні з попередніми роками (0,26 і 0,37 Бк/л у 2002 і 2006 рр. відповідно [3, 5]) об'ємна активність ^{232}Th у воді свердловин Комсомольського водозабору в 2010 році мала найбільше значення і виявляла тенденцію до зростання. Ця тенденція має бути вивчена додатково для запобігання, в разі потреби, перевищенню чинної норми вмісту ^{228}Ra (^{232}Th) у питній воді, яка складає 1 Бк/л.

За результатами вимірювання активність ^{222}Rn у воді свердловин Комсомольського водозабору коливається в діапазоні 9,3–13,7 Бк/л при середньому значенні 11,1 Бк/л. У середньому об'ємна активність ^{222}Rn у воді свердловин Комсомольського водозабору відповідає вмісту ^{222}Rn у підземних водах (артезіанські свердловини) для Харківського регіону, який за даними Радіоекологічного паспорта Харківської області [9] складає 4,5–22,0 Бк/л при середньому значенні 12,1 Бк/л. У порівнянні з попередніми роками (11,3 і 3,7 Бк/л у 2002 і 2006 рр. відповідно [3, 5]) об'ємна активність ^{222}Rn у воді свердловин Комсомольського водозабору перебуває на одному рівні.

Як видно з наведених результатів, радіоактивність підземних вод свердловин Комсомольського водозабору за основними радіонуклідами знаходиться приблизно на одному рівні (без суттєвих розбіжностей між свердловинами). Усі показники відповідають вимогам Норм радіаційної безпеки України [10].

Висновки

Активності природних радіонуклідів у воді спостережних свердловин алювіального горизонту відповідають середньому вмісту природних радіонуклідів у підземних водах для Харківського регіону. У порівнянні з попередніми роками рівень вмісту природних радіонуклідів у воді спостережних свердловин алювіального горизонту майже не змінюється. Рівень вмісту ^{137}Cs у воді спостережних свердловин алювіального горизонту в порівнянні з попередніми роками збільшився, що, можливо, пов'язано з надходженням цього радіонукліда до незахищеного (алювіального) водоносного горизонту з поверхні.

Активності природних радіонуклідів у воді спостережних свердловин верхньокрейдяного горизонту відповідають середньому вмісту природних радіонуклідів у підземних водах для Харківського регіону.

Активності природних радіонуклідів у воді свердловин Бишкінського водозабору перебувають на одному рівні і відповідають вмісту природних радіонуклідів у підземних водах (артезіанські свердловини) для Харківського регіону. У порівнянні з попередніми роками об'ємна активність природних радіонуклідів у воді свердловин Бишкінського водозабору не змінилася. Усі радіаційні показники свердловин Бишкінського водозабору відповідають вимогам Норм радіаційної безпеки України.

Активності природних радіонуклідів у воді свердловин Комсомольського водозабору перебувають на одному рівні і відповідають вмісту природних радіонуклідів у підземних водах (артезіанські свердловини) для Харківського регіону. У порівнянні з попередніми роками об'ємна активність природних радіонуклідів у воді свердловин Комсомольського водозабору не змінюється, за виключенням ^{232}Th , вміст якого має тенденцію до зростання з часом і це потребує додаткового вивчення. Усі радіаційні показники свердловин Комсомольського водозабору відповідають вимогам Норм радіаційної безпеки України.

1. Моніторинг стану навколишнього природного середовища в районі розміщення Зміївської ТЕС : звіт про НДР : г/д 1626/2.1 / Етап 3. «Позавідомчий радіаційний контроль стану навколишнього природного середовища в районі розміщення Зміївської ТЕС» // УкрНДІЕП. – Х., 2010. – 76 с.
2. Мониторинг состояния окружающей природной среды в районе размещения Змиевской ТЭС : отчет по НИР : х/д М4–582 / Этап 3. Раздел 3.7. «Вневедомственный радиационный контроль» // УкрНИИЭП. – Х., 2001. – 36 с.
3. Мониторинг состояния окружающей природной среды в районе размещения Змиевской ТЭС : отчет по НИР : х/д М4–582 / Этап 4. Раздел 4.7. «Вневедомственный радиационный контроль» // УкрНИИЭП. – Х., 2002. – 23 с.
4. Мониторинг состояния окружающей природной среды в районе размещения Змиевской ТЭС : отчет по НИР : х/д М4–582. Этап 5. Раздел 5.6. «Вневедомственный радиационный контроль» // УкрНИИЭП. – Х., 2003.
5. Вневедомственный радиационный контроль состояния окружающей природной среды в районе размещения Змиевской ТЭС : отчет по НИР (заключительный) : х/д № 4.1-870 от 04.04.2006 г. // УкрНИИЭП. – Х., 2006.

6. Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды. – М. : Минздрав СССР, 1980. – 336 с.
7. Оценка природной радиоактивности объектов окружающей среды : Методические рекомендации.– Киев, 1987. – 21 с.
8. Zelensky A.V., Buzinny M.G., Los I.P. Measurements of ²²⁶Ra, ²²²Rn and uranium in Ukrainian groundwater using ultra-low-level liquid scintillation counting. Liquid Scintillation Spectrometry 1992, edited by J.E.Noakes, F.Schonhofer and H.A.Polach. Radiocarbon 1993. – P. 405–411.
9. Витько В. И. Радиоэкологический паспорт Харьковской области : Инф. бюл./ Витько В. И., Гончарова Л. И., Карташев В. В., Коваленко Г. Д. // УкрНИИЭП. – Х., 2006. – 16 с.
10. Нормы радиационной безопасности Украины (НРБУ-97). – К. : Мин-во здравоохранения Украины, 1998. – 134 с.

Карташов В. В., Колесник А. Н., Старко Н. В. РАДИАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЗМИЕВСКОЙ ТЭС

В статье приведены результаты исследования радиационного состояния подземных вод в районе расположения Змиевской ТЭС. Проведены исследования удельной активности природных и искусственных радионуклидов в воде аллювиального и верхнемелового горизонтов (в том числе в горизонтах, используемых для питьевого водоснабжения). Проведен анализ результатов, их сравнение с данными прошлых лет, сделаны выводы о динамике изменений.

Ключевые слова: радионуклиды, подземные воды, Змиевская ТЭС.

Kartashov V. V., Kolesnik A. N., Starko N. V. RADIATION STATE OF THE GROUND WATERS IN THE VICINITY OF A ZMIEV THERMAL POWER PLANT

An article contains the results of the ground waters radiation state investigations in the vicinity of a Zmiev Thermal Power Plant. Investigations was hold for specific activities of natural and artificial radionuclides in the alluvial and upper cretaceous horizons waters (including horizons be in using for drinking water supply). The analysis of a results, their comparison with previous years data and conclusions about evolution was hold.

Keywords: radionuclides, ground waters, Zmiev Thermal Power Plant.