



«АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ГРОМАДСЬКОГО ЗДОРОВ'Я ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ
БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ» (19 Марзєєвські читання)

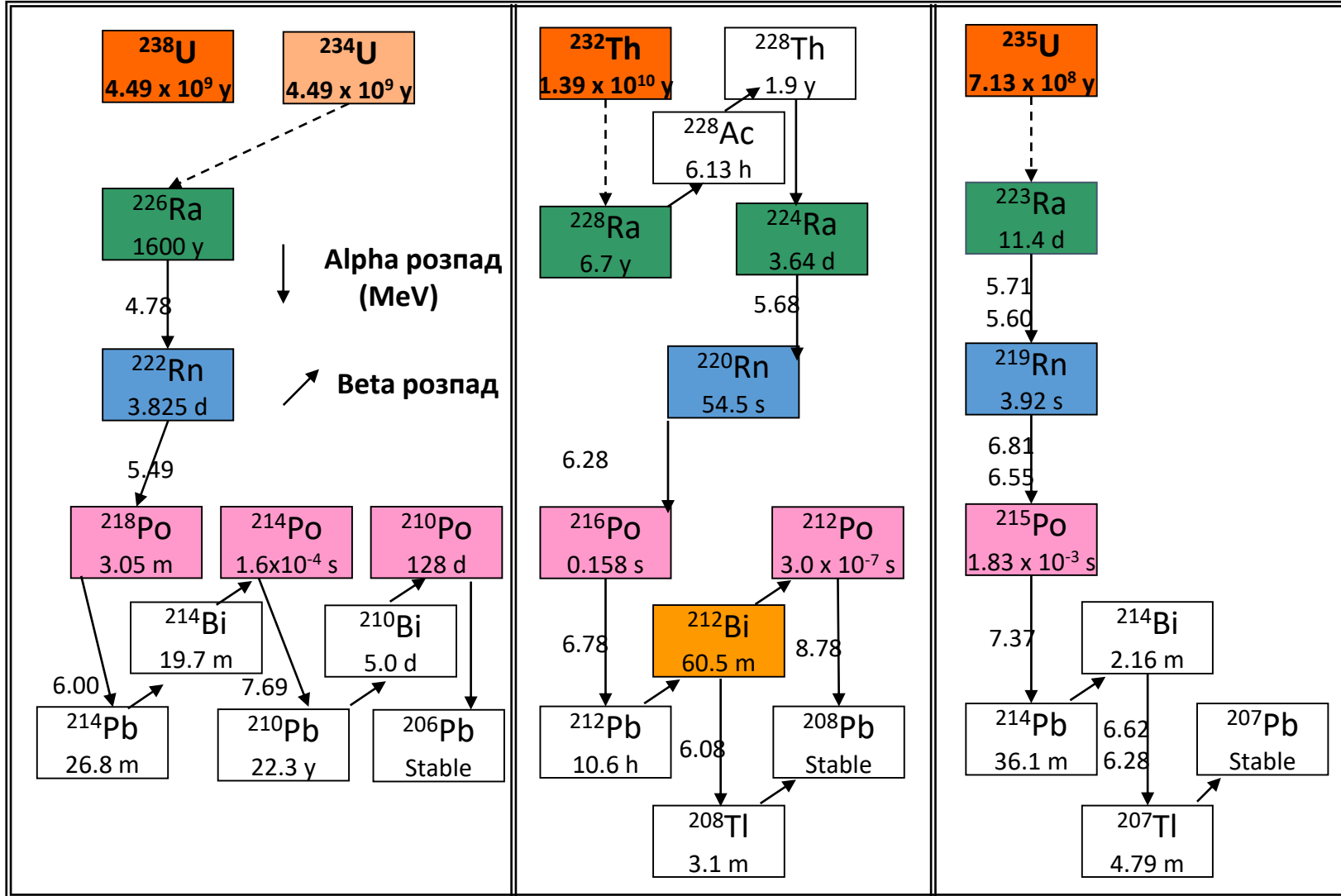
ПРИРОДНА РАДІОАКТИВНІСТЬ ВОДИ І ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЇЇ ОЧИСТКИ

Бузинний М.Г., Михайлова Л.Л.

ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М.Марзєєва НАМНУ»



Ряди природних радіоактивних елементів



Уран (U) та торій (Th)

Радій (Ra)

Радон (Rn)

Полоній (Po)

Свинець (Pb)



ПРН у воді, як проблема опромінення

Проблеми несуть із собою довгоживучі: ^{222}Rn , ^{226}Ra , ^{228}Ra , U, інколи ^{210}Pb та ^{210}Po

В Україні, в деяких областях артезіанські джерела води потребують уваги щодо вмісту радіонуклідів. Зокрема це характерно для Українського кристалічного щита. Нормативи (НРБУ-97, САНПіН 2.2.4-171-10): ^{222}Rn – 100 Бк/л, $\sum\text{U}$, ^{226}Ra та ^{228}Ra - 1,0 Бк на літр.

Найбільш імовірно очікуваним варіантом є перевищення нормативу по ^{222}Rn .

^{224}Ra може бути причиною помилкової тривоги у разі коли досліджується сумарна альфа- і сумарна бета-активності, а ^{224}Ra дає високий вклад в $\sum\alpha$

Під час роботи різноманітних систем очистки води генеруються **радіоактивні залишки** для яких рекомендується не перевищення дози гамма-опромінення в 0.1 мЗв/рік для жителів поблизу фільтрувальних систем на основі активованого вугілля.



Існуючі методи очистки води від Р/Н

^{222}Rn може видалятися ефективно завдяки застосуванню аераторів (дегазація) або фільтрувальних систем на основі активованого вугілля (>95%). Вадою фільтрувальних систем можуть бути високі дози гамма опромінення поблизу контейнерів з активованим, і, зокрема, відпрацьованим вугіллям (до 120 мЗв/год). Аераційні системи можуть давати очистку води на 67–99%. Коли аератор працює правильно його ефективність перевищує 95%.

^{210}Pb та ^{210}Po можна видалити з води завдяки іонообміну та фільтрації на активованому вугіллі (35–100%).

Хімічні методи:

U ефективно видаляється (>95%) сильно-основними іонообмінними смолами,

Ra – застосуванням сильно-кислих катіоно-обмінних смол. Слабо-кислі катіонні резини, цеоліт А, титанат соди, двоокис магнію досить ефективно видаляють **Ra**

Гідроксилапатит видаляє як **Ra** так і **U**.

Інші сучасні методи:

Одночасне видалення (>95%) **U**, **Ra**, **Pb** і **Po** досягається за рахунок нано-фільтрації та зворотного осмосу. Такі системи роблять воду надзвичайно корозивною.

Системи для видалення заліза і магнію видаляють певну кількість ^{222}Rn (0–90%), **U**, **Ra**, **Pb** і **Po** в інтервалі (0–100%), що залежить від принципу, який застосовують, хімічного середовища (води).



Приклади технологій для видалення ПРН із води* EPA. Safe water.

Технологія очищення	Можливості очищення					Джерела води
	Радій	Уран	Радон	Альфа- активність	Бета-, гамма- активність	
Іонний обмін	так	так		так	так	Усі підземні води
Зворотний осмос	так	так		так	так	Поверхневі води, які вимагають попередньої фільтрації
Точка використання зворотнього осмосу	так	так		так	так	
Пом'якшення вапном	так	так		так	так	Усі води
Електродіаліз / зворотний електродіаліз	так			так	так	Усі підземні води
Попередня фільтрація на оксиді марганцю	так			так	так	Усі підземні води
Активованій глинозем		так		так	так	Усі підземні води
Коагуляція /фільтрація		так	так	так	так	Широкі межі властивостей води
Аерація			так			Усі підземні води

- Radionuclides in Drinking Water. Treatment Options: Overview. EPA, 2015.

URL : https://cfpub.epa.gov/safewater/radionuclides/radionuclides.cfm?action=Rad_Treatment



Особливості очистки води від р/н

- Побудова систем очистки води від ПРН відрізняється у залежності від кількості **споживачів** (великі, середні, малі, індивідуальні).
- Із наведених вище очікуваних варіантів забруднення води ПРН на першому місці є очистка від ^{222}Rn .
- Переважним шляхом опромінення радоном є його вдихання із повітрям, що говорить про необхідність **очистки від ^{222}Rn всієї води**, яка подається в житло, адже незалежно від шляху використання води, її споживання і побутового використання опромінення реалізується із надходження радону в повітря.
- Системи очистки води від радону необхідно монтувати **в окремих приміщеннях**, добре вентильованих приміщеннях, а відпрацьоване повітря (аераційні системи) необхідно викидати назовні.
- У випадку застосування фільтрів з активованим вугіллям їх необхідно розміщувати у **міцях з обмеженим доступом**, адже в роботі вони є джерелом гамма-опромінення, а відпрацьоване вугілля слід зберігати і утилізувати належним чином.

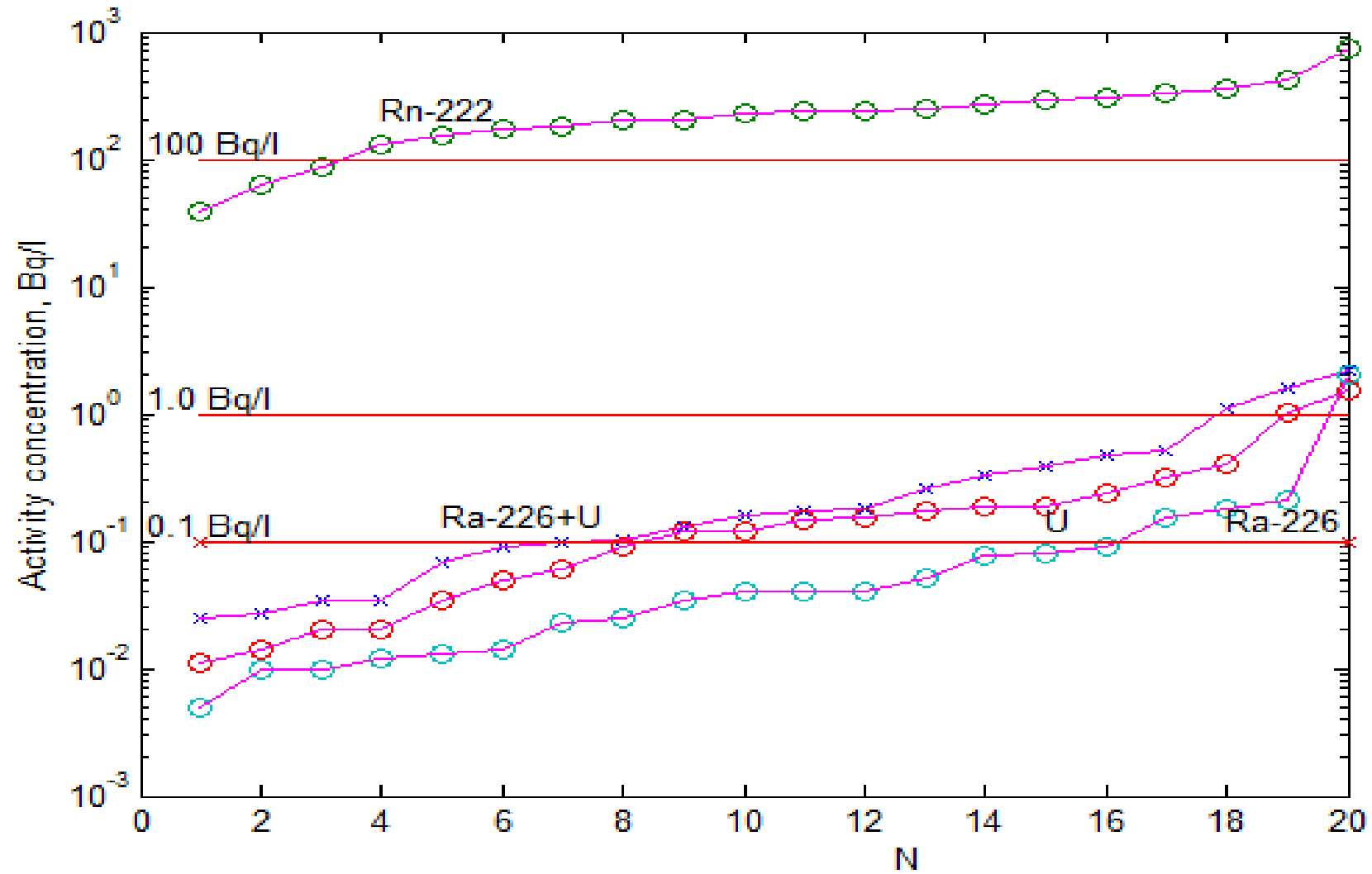


Приклади контрзаходів щодо природної радіоактивності води

- 1990 - Миронівка (водопровід переведено на поверхневу воду);
- 2003- 2005 - Миронівка (ряд підприємств в районі – заміна джерел (глибина);
- 2007-2010 - деякі підприємства бутілювання – (очистка води – на що спроможні);
- 2005-2010 - радон у кількох НП у комунальному водопроводі (Житомирщина);
- 2010-2023 – сучасні індустриальні с/г підприємства які виходять на ринок Європи (Євро Директива, Директива Євроатому);
- 2023 – комунальне господарство (Київська обл.) ^{222}Rn (очистка 2,6), ^{226}Ra (очистка ~ 5.0), U (очистка незначна);
- 2020-2023 - Садиби на Житомирщині



2020-2023 - Садиби на Житомирщині (20 проб)





2020-2023 - Садиби на Житомирщині (20 проб)

Активності $\sum U$ і ^{226}Ra у пробах води (Бк/л)

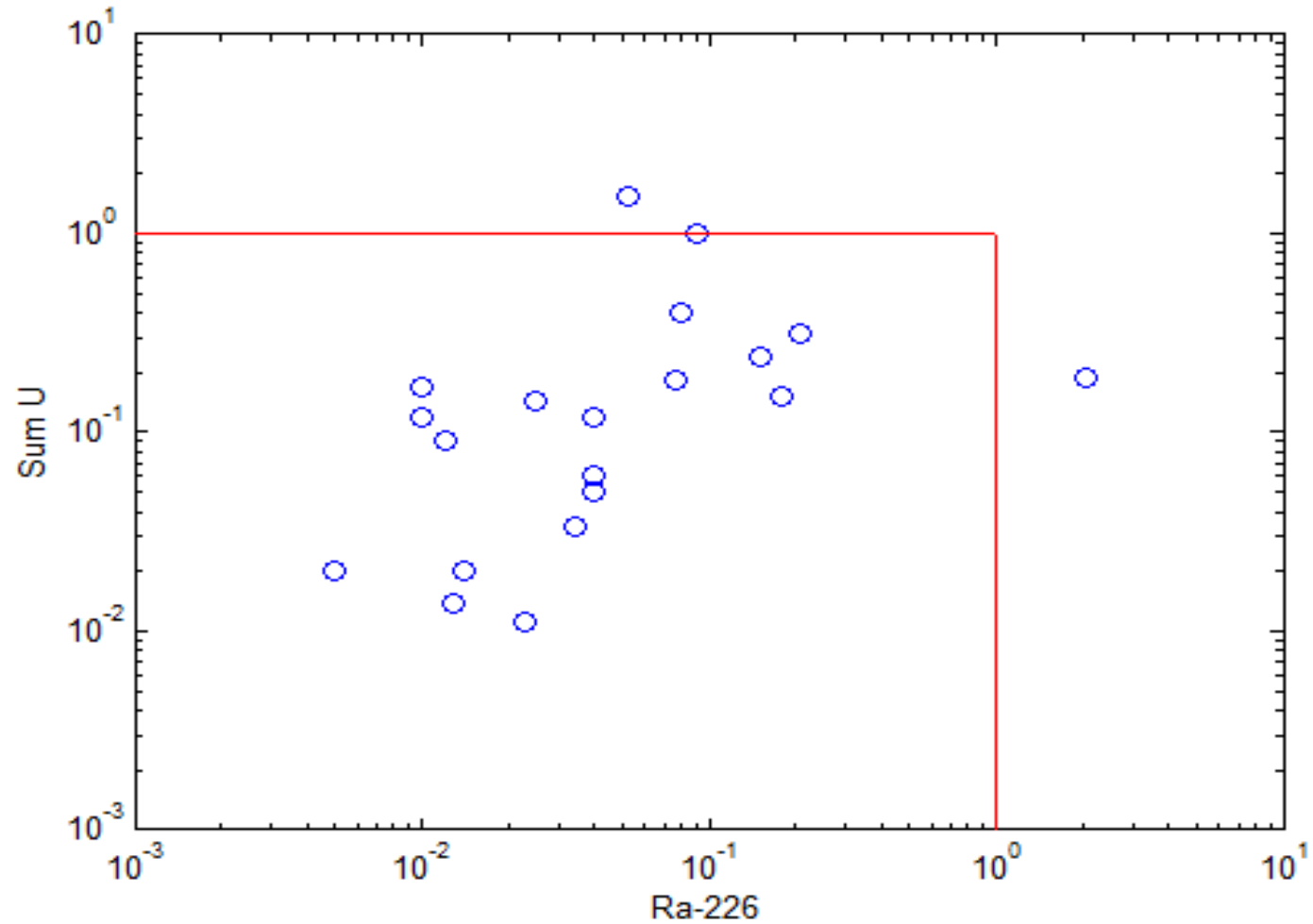
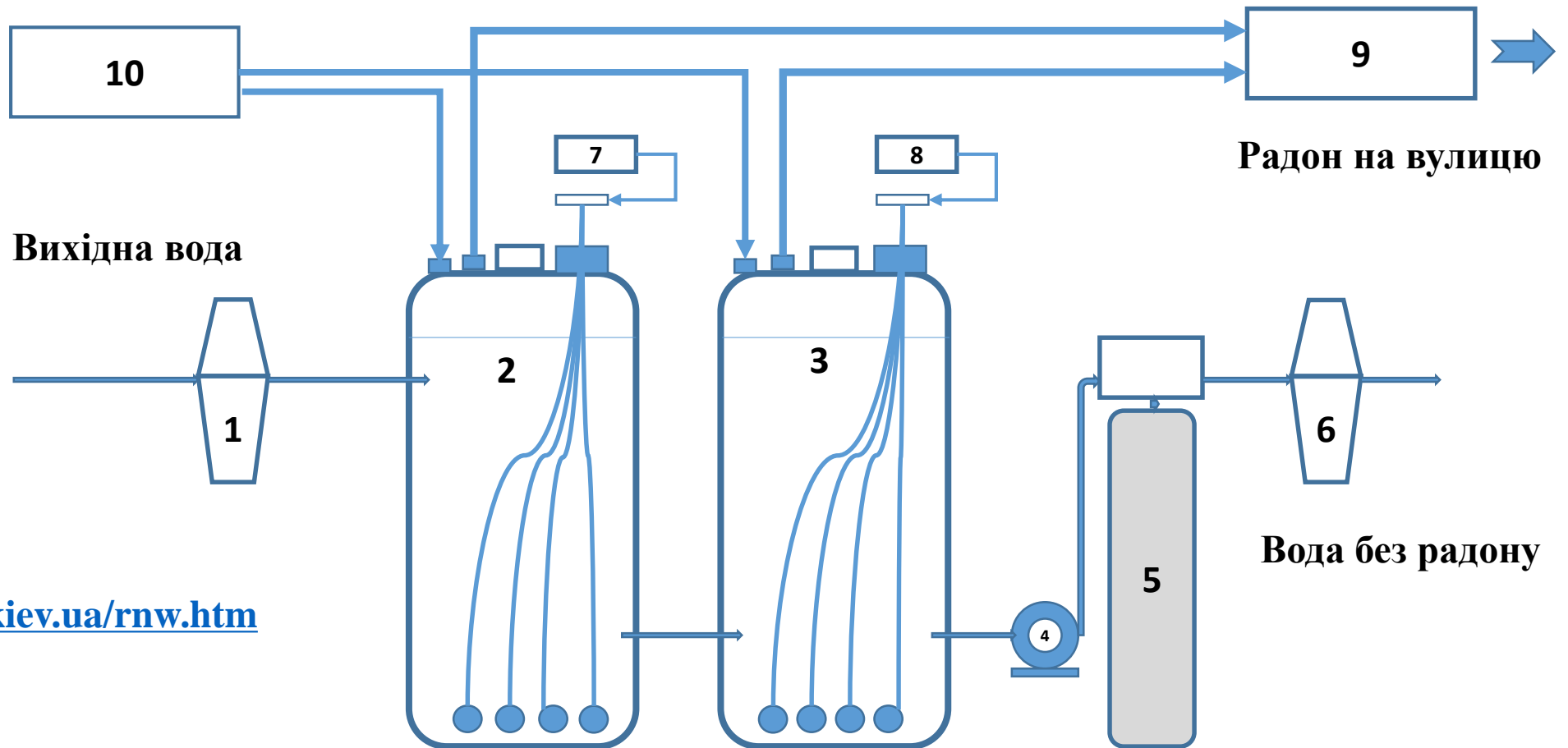




Схема комбінованої вискоелективної системи очистки води від радону (котедж)



WEB: <http://c14.kiev.ua/rnw.htm>

Склад комбінованої системи очистки води від радону

- | | |
|---|---|
| 1, 6 – Фільтр механічної очистки води | 11 – Аератор типу AIR STONE DISC 15006 |
| 2, 3 – Резервуари об'ємом 700 л | 7, 8 – Повітряний компресор, Resun LP-100 |
| 4 – Насос для нагнітання води в будинок | 9 – Камера для виводу повітря на вулицю |
| 5 – Вугільний фільтр Ecosoft FPA 1354 | 10 – Турбіна для провітрювання резервуарів з водою
(три послідовно включених вентилятори ДОВОБЕНТ-100) |



ВИСНОВКИ

- В Україні зустрічаються джерела питної води в яких спостерігається перевищення норм на вміст природних радіонуклідів (НРБУ-97, ДСАНПіН 2.2.4-171-10, директива Євроатому)
- Перевищення рівня радіоактивності очікувані на території Українського кристалічного щита
- Контрзаходами можуть бути : очистка води, заміна джерела, комбінація
- Сучасні, зокрема, с/г підприємства які виходять на ринок Європи комплексно вирішують проблему якості води (аерація, фільтрація, зворотний осмос)
- Якість питної води за радіаційними показниками варта уваги, зокрема в приватних садибах, у тому числі на Житомирщині



ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!