

ПРО МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК ДЛЯ РАДІАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ РІЧКОВИХ І МОРСЬКИХ ВОД

В. В. Канівець

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут (УкрНДГМІ), Київ

Представлено інформацію про підготовлений до друку методичний посібник для ведення спостережень за радіоактивним забрудненням річкових і морських вод, який розроблено для вирішення тих завдань із радіаційного моніторингу поверхневих вод, що покладені чинним законодавством на гідрометеорологічну службу України. Наведено коротку характеристику основних розділів посібника про процедури відбирання, первинного оброблення та готування до радіонуклідного аналізу проб води, завислих наносів, донних відкладів, гідробіонтів тощо.

Вступ

Відповідно до чинного законодавства гідрометеорологічна служба України проводить фоновий, загальний (включаючи транскордонний) і кризовий моніторинг річкових і морських вод на державній гідрометеорологічній мережі пунктів спостережень. Ведення фонових та загального моніторингу висуває жорсткі вимоги до підрозділів мережі й аналітичних лабораторій щодо достовірності результатів спостережень, оскільки треба забезпечувати високу якість визначань вмісту радіонуклідів на рівні глобального фону радіоактивного забруднення, який нині на більшій частині території України є низьким. Тільки впевнене визначання фонових рівнів забруднення дає змогу виявляти нові надходження радіоактивних продуктів у водне середовище, ідентифікувати їх джерела та попереджати можливі негативні наслідки.

Достовірність результатів спостережень належить забезпечувати суворим дотриманням методик пробовідбирання та готування проб до радіонуклідного аналізу, належним метрологічним забезпеченням вимірювань, проведенням внутрішнього та зовнішнього контролю якості робіт. Однорідності результатів спостережень досягають, уніфікуючи засоби та методи пробовідбирання, готування та вимірювання проб, а також проводячи спостереження за обґрунтованими з гідрометеорологічних позицій регламентами.

Аналіз численних даних спостережень за радіоактивним забрудненням поверхневих вод, проведений фахівцями УкрНДГМІ, та оцінка їх якості дали змогу виявити головні джерела похибок й невизначеностей, що вносяться на всіх стадіях роботи з пробами. Завдяки цьому очевидно стала потреба розробити такий методичний посібник, в якому б детально було описано всі процедури відбирання, первинного оброблення, готування до радіонуклідного аналізу усіх видів проб водного середовища та регламентувалися б

заходи щодо забезпечення належної якості даних спостережень.

Розроблена УкрНДГМІ «Настанова гідрометеорологічним станціям і постам» [1], відповідно до додатка А ГСТУ 52.1.1.02-97, є галузевим науково-методичним нормативним документом. За категорією це керівний документ (КД), розроблений відповідно до пункту 5.3 ГСТУ 52.1.1.02-97 з метою установлення порядку, правил та методів упорядкування робіт для одержання гідрометеорологічних даних (у даному разі – даних про радіоактивне забруднення водного середовища).

Головна мета цієї науково-методичної розробки – запропонувати підрозділам мережі спостережень і радіоаналітичним лабораторіям процедури, дотримання яких забезпечить відбір репрезентативних проб і дозволить мінімізувати помилки і невизначеності на стадіях первинного оброблення проб та готування їх до радіонуклідного аналізу.

Сфера застосування

КД установлює порядок відбирання та готування до радіонуклідного аналізу проб річкової та морської води, завислих наносів, донних відкладів, вищої водної рослинності (макрофітів), молюсків, риби. Вказівки даного КД мають виконувати організації гідрометеорологічної служби, які здійснюють моніторинг радіоактивного забруднення вод: гідрометеорологічні обсерваторії, станції та пости, радіоаналітичні лабораторії.

Об'єкти моніторингу

Об'єктами моніторингу є: природні та штучні водойми (озера, лимани, водосховища, ставки); природні та штучні водотоки (річки, струмки, канали); внутрішні морські води та територіальне море; виключна (морська) економічна зона України; інші водні об'єкти.

Підлягають спостереженню за концентраціями активності радіонуклідів такі складові водно-

го середовища: вода (водний розчин); завислі наноси; донні відклади.

Здійснюючи прибережний моніторинг у Чорному та Азовському морях, визначають вміст радіонуклідів у прибрежно-морських піщаних відкладах, молюсках, водоростях і риби.

Упорядження спостережень

Проби відбирає персонал гідрометеорологічної мережі спостережень (обсерваторій, станцій, постів), а також інших організацій і підрозділів гідрометеорологічної служби (радіоаналітичних лабораторій, експедиційних і оперативних груп тощо). Крім того, на мережі спостережень та на експедиційних суднах (якщо на останніх є належні умови) проводять ті операції з первинного оброблення проб, які дозволяють істотно зменшити об'єми проб і забезпечити їх цілість до проведення радіонуклідного аналізу.

У радіоаналітичних лабораторіях гідрометеорологічної служби, куди проби надходять із гідрометеорологічних станцій, проводять остаточне готування проб до радіонуклідного аналізу й виконують цей аналіз.

Центральна геофізична лабораторія (ЦГО) заповнює банк даних радіаційного моніторингу, готує інформаційні довідки та звіти для центральних і місцевих органів влади, наглядає за дотриманням регламенту спостережень, реалізує програму забезпечення й контролю якості даних.

УкрНДГМІ аналізує дані спостережень, пише аналітичні звіти, готує наукові публікації, здійснює науково-методичний супровід моніторингу, розробляє програми забезпечення якості даних і координує їх реалізацію.

Відбирання проб води

Пробовідбирання є найважливішою стадією спостережень. Від того, наскільки коректно його виконують, наскільки враховують гідрологічні фактори поведінки радіонуклідів у водному середовищі, залежить репрезентативність відібраних проб. Через динамічну зміну умов на водних об'єктах помилки, зроблені під час пробовідбирання, неможливо виправити.

При розробці посібника [1] дотримувалися таких методологічних принципів:

1. *Роздільне визначання* вмісту радіонуклідів у водному розчині та на завислих наносах. Без цього неможливо виявити причини коливань концентрацій активності радіонуклідів у воді, а також отримати параметри, які потрібні для моделювання та прогнозування розповсюдження радіонуклідів у водному середовищі.

2. *Об'єм проб* води має бути достатнім для

впевненого визначання концентрацій активності радіонуклідів.

3. *Періодичність пробовідбирання* під час фонових спостережень має забезпечувати моніторинг сезонних коливань концентрацій активності радіонуклідів у воді та їх змін під час повеней і паводків. Коли через створи спостережень проходять забруднені води, проби відбирають частіше з урахуванням різних факторів (тривалість та обсяг організованих скидів, тривалість проходження повеней і паводків через забруднені території).

4. Відбирати проби води треба у *створах повного (або достатнього) перемішування* по відношенню до діючих джерел радіоактивного забруднення.

5. У таких створах відбирати проби води на аналіз *розчинених* радіонуклідів можна в *будь-якій точці* живого перерізу водного потоку (біля берега, на середині річки, з водної поверхні, біля дна тощо).

6. Під час відбирання проб *завислих наносів* для радіонуклідного аналізу слід враховувати, що завислі наноси розподілені в перерізі річкового потоку вкрай нерівномірно. У загальному випадку: 1) концентрація завислих наносів у берега менша, ніж на середині річки; 2) концентрація завислих наносів збільшується від поверхні води до дна [2, 3]. Тому репрезентативною є інтегральна проба завислих наносів, коли одиничні проби, відібрані в різних точках перерізу річкового потоку, об'єднують в одну *усереднену по перерізу потоку* пробу.

7. Концентрація завислих наносів (мутність) у кожній точці перерізу водного потоку значно змінюється в часі [2, 3]. Тому проби, які відібрано способом миттєвого наповнення, не можуть бути репрезентативними. Для згладжування пульсацій мутності, які в річкових потоках досить значні, проби слід відбирати методом *тривалого рівномірного наповнювання* пробовідбірників з використанням спеціальних пристроїв, які забезпечують ідентичність мутностей і гранулометричного складу завислих наносів у пробах мутностям і гранулометричному складу наносів у воді.

Вибір того чи іншого пробовідбірника залежить від потрібного об'єму проби, гідродинамічних умов водотоку (водойми), а також методу пробовідбирання, устанавленого для того чи іншого водного об'єкта регламентом спостережень. У посібнику [1] описано пробовідбірні пристрої тривалого та миттєвого наповнювання, сорбенти і фільтрувальні матеріали.

Найуніверсальнішим для пробовідбирання є пристрій "Мідія", розроблений у НВО "Тайфун" Інституту експериментальної метеорології Росгі-

дромету (м. Обнінськ) [4, 5]. Конструкція «Мідія» (рис. 1) виявилася настільки вдалою, що за комбінованим критерієм «ціна приладу – якість проб – експлуатаційні витрати – простота у використанні – портативність» вона переважає всі відомі аналоги [6]. Пробовідбиральний пристрій «Мідія» призначено для відбирання проб води й завислих наносів шляхом фільтрування води та подальшого вилучення розчинених ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{144}Ce , ^{106}Ru , ^{131}I та деяких інших радіонуклідів із великих об'ємів води за допомогою сорбенту безпосередньо під час пробовідбирання («in-situ»). Занурений вібраційний насос по шлангу подає воду послідовно на фільтрувальний блок, наповнений сорбентом абсорбер, витратомір.

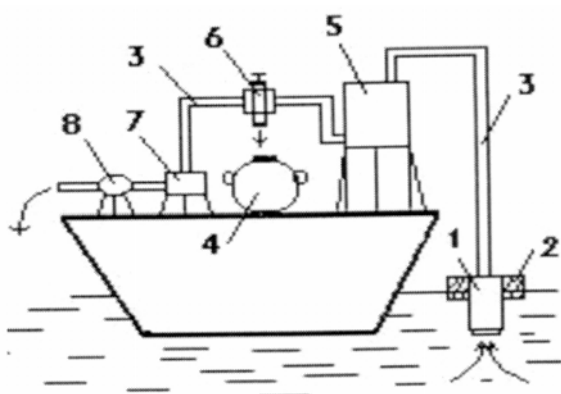


Рис. 1. Схема відбирання проб води пристроєм «Мідія»: 1 – вібраційний насос; 2 – поплавок; 3 – шланг; 4 – ємкість для накопичення фільтрату на аналіз ^{90}Sr ; 5 – фільтрувальний блок; 6 – розподільчий кран; 7 – контейнер з сорбентом; 8 – лічильник води.

Важливим достоїнством методу відбирання проб пристроєм «Мідія» є те, що він дає змогу усереднити пульсації мутності та концентрацій активності радіонуклідів, оскільки протягом 1 - 2 год безперервного пробовідбирання при швидкості течії річки 1 м/с відбувається усереднення коливань мутності та концентрацій радіонуклідів по струменю потоку довжиною 4 - 7 км. Цим уникають випадкової похибки, яка може бути значною, якщо пробу відбирають методом миттевого наповнювання.

Для відбирання проб води та готування їх до радіонуклідного аналізу лабораторії гідрометеорологічної служби використовують два види фільтрів: 1) паперовий беззольний фільтр для кількісного аналізу марки «синя стрічка» діаметром від 110 до 150 мм; 2) комбінований фільтр, що складається з передфільтра ФПП-15-1,5 (тканина Петрянова) і основи – паперового беззольного фільтра марки «синя стрічка» [4].

Для витягнення розчинених у воді ^{137}Cs , ^{134}Cs ,

Проходячи через усю систему, вода очищається від завислих наносів і розчинених радіонуклідів, повертаючись у процесі відбирання назад у водойму. Таким чином, кінцевий результат пробовідбирання – це порція фільтрів із завислими наносами (рис. 2) і порція сорбенту з вилученим із водного розчину ^{137}Cs , які піддають гамма-спектрометричному аналізу. Фільтри з наносами також використовують для визначення вмісту завислих наносів у воді (мутність, г/м³). Крім того, у процесі відбирання проби частину води, що пройшла через фільтри, накопичують в окремій посудині для подальшого визначення концентрації активності ^{90}Sr .



Рис. 2. Фільтри із завислими наносами.

^{144}Ce , ^{106}Ru , ^{131}I та деяких інших радіонуклідів потрібно використовувати композиційні сорбенти типу ФЕЖЕЛ (торгові марки БФЕЖ і АНФЕЖ), розроблені російсько-канадським СП «Компомет Кентек» (м. Єкатеринбург, Росія) [7]. Ці сорбенти мають велику обмінну ємкість, порцію сорбенту масою 150 г можна використати для оброблення 1000 л і більше прісної води, але не більше 300 л морської води.

Первинне оброблення проб води, завислих наносів та гідробіонтів

Первинне оброблення проводять відразу після відбирання проби з метою: 1) забезпечення збереження вмісту проби до початку радіонуклідного аналізу; 2) для отримання первинної інформації про пробу; 3) для приведення проб у зручний для транспортування (пересилання) стан. Первинне оброблення води полягає в концентруванні завислих наносів фільтруванням, витягненні

радіонуклідів із розчину за допомогою сорбенту, сушінні та зважуванні фільтрів тощо. Проби фільтрують на односекційних фільтрувальних пристроях. Розчинені радіонукліди вилучають із фільтрату методом колонкової іонообмінної хроматографії. Також первинне оброблення включає співосадження ^{90}Sr з карбонатами лужноземельних металів із попередньо фільтрованої води або вилучання його іонообмінною смолою. Первинне оброблення проб гідробіонтів полягає в їх сушінні, зважуванні, обзолненні.

Відбирання проб донних відкладів

У цьому розділі висвітлено: складання програм пробовідбирання з ураху-

ванням завдань досліджень: вибір місць пробовідбирання, частота і терміни пробовідбирання, склад пробовідбиральних робіт;

вибір засобів пробовідбирання: вимоги до пробовідбірників, опис різних пробовідбиральних пристроїв;

процедури пробовідбирання в різних умовах (водойма, річка, море);

процедури первинного оброблення проб донних відкладів: вилучення проб із пробовідбірника, візуальний макроскопічний опис донного ґрунту, поділ колонок ґрунту на шари, оброблення проб придонної води і порового розчину, пакування, консервування і зберігання проб (рис. 3 і 4).



Рис. 3. Пневматичний пробовідбірник для мулових донних відкладів: *а* – занурення пробовідбірника у воду; *б* – поділ колонки відкладів на горизонтальні шари на гідравлічному екструдері.



Рис. 4. Виштовхування проби піщаних відкладів із пробовідбирального циліндра на механічному екструдері, поділ відкладів на горизонтальні шари.

Готування проб до радіонуклідного аналізу

Найбільш працемісткі процедури оброблення проб проводять на мережі спостережень відразу після пробовідбирання: фільтрування води та пропускання її через сорбент, сушіння і зважування фільтрів, проб гідробіонтів. У радіометричній лабораторії проводять завершальне готування проб до радіонуклідного аналізу, що полягає у виготовлянні препаратів для вимірювань. Готування проб включає їх подрібнення, гомогенізування, обзолення, розміщення у вимірювальні контейнери тощо.

У посібнику [1] міститься також детальна інструкція з відбирання проб води та завислих на-

носів фільтрувальним пристроєм “Мідія”, порядок відбирання усереднених по перерізу річкового потоку проб води та завислих наносів, форми паспортів для проб, інструкції з техніки безпеки.

Посібник враховує всі вимоги національних стандартів серії “Якість води”, які в останні роки було гармонізовано з відповідними стандартами Міжнародної організації стандартизації.

Посібник створено на замовлення Держгідромету в рамках бюджетної наукової теми V.3 “Комплексні дослідження проблеми радіоактивного забруднення поверхневих вод України” (розділ V, п. 3.1 “Науково-методичний супровід моніторингу радіоактивного забруднення навколишнього середовища”).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Настанова* гідрометеорологічним станціям і постам. Вип. 12, ч. 2: Спостереження за радіоактивним забрудненням поверхневих вод суші і морських вод. - К., 2008. - 113 с. (прийнято до друку).
2. *Великанов М.А.* Динамика руслових потоків. - Л.: Гидрометеоздат, 1960. - 474 с.
3. *Караушев А.В.* Проблемы динамики естественных водных потоков. - Л.: Гидрометеоздат, 1960. - 392 с.
4. *Методические* рекомендации по определению радиоактивного загрязнения водных объектов / Под ред. С. М. Вакуловского - М.: Гидрометеоздат, 1986. - 78 с.
5. *Тертышник Э.Г., Никитин А.И., Кабанов А.И., Птахин В.И.* Комплекс приборов для отделения взвесей из проб воды // Труды ИЭМ. - 1980. - Вып. 5 (94). - С. 65 - 68.
6. *Galas C., Sansone U., Belli M. et al.* Intercomparison of suspended particulates sampling methodologies // Accreditation and Quality Assurance (Journal for Quality, Comparability and Reliability in Chemical Measurements). - 2002. - Vol. 7, No 5. - P. 202 - 208.
7. *Bandong, B., Volpe, A., Esser, B., Bianchini, G.* Pre-concentration and measurement of low levels of gamma-ray emitting radioisotopes in coastal waters // Applied Radiation and Isotopes. - 2001. - No 55. - P. 653 - 665.

О МЕТОДИЧЕСКОМ ПОСОБИИ ДЛЯ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА РЕЧНЫХ И МОРСКИХ ВОД**В. В. Канивец**

Представлена информация о подготовленном к печати методическом пособии для наблюдений за радиоактивным загрязнением речных и морских вод, которое разработано для решения тех задач по радиационному мониторингу поверхностных вод, которые возложены действующим законодательством на гидрометеорологическую службу Украины. Дана краткая характеристика основных разделов пособия о процедурах отбора, первичной обработке и подготовке к радионуклидному анализу проб воды, взвешенных наносов, донных отложений, гидробионтов и др.

ON METHODOICAL GUIDE FOR RADIATION MONITORING OF RIVER AND SEA WATER**V. V. Kanivets**

The information on methodical guide for radiation monitoring of river and sea water that was prepared for publishing is presented. The guide is developed for the decision of tasks, which are assigned by the legislation on the Hydro-meteorological Service of Ukraine in the field of water radiation monitoring. The short characteristic of the main parts of the guide concerning the sampling, primary processing and preparation for radionuclide analysis of water, suspended sediments, bottom deposits and hydrobyonts and others is considered.

Надійшла до редакції 04.02.08,
після доопрацювання – 14.04.08.