



Держатомрегулювання України
Національна академія медичних наук України

**РЕЗУЛЬТАТИ ПЕРШОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
ІНТЕРКАЛІБРУВАННЯ ЛАБОРАТОРІЙ
ІНДИВІДУАЛЬНОГО ДОЗИМЕТРИЧНОГО
КОНТРОЛЮ В УКРАЇНІ**

*(Інформаційний лист про нововведення в галузі радіаційної безпеки
персоналу категорії А)*

*Київ
2014*

ДЕРЖАВНА ІНСПЕКЦІЯ ЯДЕРНОГО РЕГУЛЮВАННЯ УКРАЇНИ
Національна академія медичних наук України

УХВАЛЕНО

Рішенням Проблемної комісії

«Радіаційна медицина»

Протокол №1 від 05.03.2015

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ЛИСТ

ПРО НОВОВВЕДЕННЯ В ГАЛУЗІ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ПЕРСОНАЛУ КАТЕГОРІЇ А
РЕЗУЛЬТАТИ ПЕРШОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ІНТЕРКАЛІБРУВАННЯ ЛАБОРАТОРІЙ
ІНДИВІДУАЛЬНОГО ДОЗИМЕТРИЧНОГО КОНТРОЛЮ В УКРАЇНІ

УСТАНОВА-РОЗРОБНИК

ДЕРЖАВНА УСТАНОВА
„НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ
ЦЕНТР РАДІАЦІЙНОЇ МЕДИЦИНИ
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ
МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ”

А В Т О Р И:

Доктор біол.наук Чумак В.В.,
Волоський В.М., Моргун А.О.,
канд. ф.-м. наук Баханова О.В.
Деняченко Н.П.

м. Київ

Суть нововведення: У червні-листопаді 2014 р. Державною установою «Національний науковий центр радіаційної медицини НАМН України» (ННЦРМ) спільно з Державною інспекцією ядерного регулювання України (Держатомрегулювання) було проведене Перше національне інтеркалібрування лабораторій індивідуального дозиметричного контролю України (далі – Інтеркалібрування), яке здійснювалось у рамках «Загальнодержавної соціальної програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2014-2018 роки», затвердженої Законом України від 04 квітня 2013 року за № 178-VII.

До участі в Інтеркалібруванні запрошувались усі лабораторії індивідуального дозиметричного контролю (ІДК), які здійснюють чи мають право здійснювати вимірювання індивідуальних доз зовнішнього фотонного (гамма та рентгенівського) опромінення персоналу категорії А, незалежно від форми власності та підпорядкування. Координацію інтеркалібрування здійснював ННЦРМ. Оповіщення про захід здійснювалось через інспекції (регіональні та на АЕС) Держатомрегулювання України, а також додатково – листом Державної санітарно-епідеміологічної служби України.

Дизайн Інтеркалібрування передбачав контрольне опромінення 24 індивідуальних дозиметрів від кожної з лабораторій-учасниць в умовах, які були невідомі для учасників та координаторів Інтеркалібрування. Додатково, 6 дозиметрів з кожної лабораторії використовувались як транспортні та резервні з метою врахування доз, які ймовірно могли бути отримані дозиметрами під час зберігання та транспортування¹.

Контрольні опромінення дозиметрів здійснювались в акредитованих метрологічних лабораторіях України (ДП «Київоблстандартметрологія») та Бельгії (Бельгійський центр ядерних досліджень SCK-CEN) у полях фотонного (гамма/рентгенівського) випромінювання в одиницях еквіваленту індивідуальної дози $H_p(10)$ та $H_p(0.07)$ згідно з міжнародним стандартом ISO 4037.

Граничні умови опромінення, оголошені учасникам, лежали у наступних межах:

- Енергія фотонів: 30 кеВ – 1.3 МеВ.
- Еквівалент індивідуальної дози: 0.2 мЗв – 100 мЗв.
- Кут падіння випромінювання: $\pm 60^\circ$.

Для опромінення використовувались наступні якості опромінення згідно ISO 4037: N-40 (2 точки), N-60 (7 точок при кутах опромінення 0° , 45° та 60°), S-Cs (12 точок), S-Co (3 точки), опромінення здійснювалось на стандартному водному фантомі ISO.

Оцінювання результатів, продемонстрованих лабораторіями-учасницями здійснювалось на основі вимог міжнародного стандарту ISO 14146. Успішним вважався результат лабораторії, якщо не менше ніж 90% результатів визначення доз потрапляло у «трубу допусків»:

¹ Організаторами Інтеркалібрування було вжито усіх заходів для запобігання додатковому опроміненню дозиметрів (особисте транспортування дозиметрів до калібрувальних лабораторій наземним транспортом) та зменшення дози фонового опромінення (через проведення Інтеркалібрування у стислі терміни). Завдяки вжитим заходам дози, накопичені фоновими дозиметрами, не перевищили 60 мкЗв, що відповідає величині дози від природного радіаційного фону за період проведення Інтеркалібрування.

$$\frac{1}{F} \left(1 - \frac{2H_0}{H_0 + H_C} \right) \leq R \leq F \left(1 + \frac{H_0}{2H_0 + H_C} \right)$$

де R – відношення виміряного значення дози H_S до умовно істинного значення H_C ($R = \frac{H_S}{H_C}$),

F – параметр, що характеризує максимальне відносне відхилення при високих дозах; згідно ISO 14146 та МКРЗ 75, $F=1.5$,

H_0 - нижня межа діапазону доз, що вимірюються; згідно ISO 14146, $H_0=0.2$ мЗв.

Окрім формальної оцінки відповідності результатів лабораторій критеріям стандарту ISO 14146, дизайн Інтеркалібрування дозволяє оцінити такі показники:

- Лінійність відгуку дозиметрів у діапазоні доз 0.5-60 мЗв: 12 дозиметрів опромінювались на джерелі S-Cs (ізотопне джерело ^{137}Cs згідно з стандартом ISO 4037);
- Відносна систематична похибка вимірювання еквівалентної дози $H_p(10)$ при опроміненні на джерелі S-Cs: 12 точок у діапазоні доз 0.5-60 мЗв;
- Відносна випадкова похибка вимірювання еквівалентної дози $H_p(10)$ при опроміненні на джерелі S-Cs: 4 точки при дозі 5 мЗв;
- Точність калібрування дозиметрів (середній калібрувальний коефіцієнт на джерелі S-Cs: 12 точок у діапазоні доз 0.5-60 мЗв);
- Спроможність дозиметричної системи коректно визначати дози у широкому діапазоні енергій (E : 33 кеВ – 1.25 МеВ) та кутів падіння випромінювання (0° - 60°);
- Результативність визначення доз (спроможність лабораторії визначати дозу для усіх опромінених дозиметрів).

Зважаючи на обмеженість статистичного матеріалу (були опромінені лише 24 дозиметри від кожної лабораторії, у тому числі - для кожної якості опромінення не більш ніж 4 точки), слід зазначити, що остаточна оцінка перелічених вище характеристик вимагатиме подальших поглиблених досліджень.

Кожна з лабораторій-учасниць під час реєстрації для участі в Інтеркалібруванні надала дані про тип дозиметричного обладнання, що використовується, подробиці метрологічного забезпечення, кількість персоналу категорії А, для якого здійснюється ІДК, та галузі використання ДІВ, у яких цей персонал працює.

Загалом в Інтеркалібруванні взяли участь 18 лабораторій ІДК із 19 системами ІДК (одна лабораторія взяла участь із двома системами). Ці лабораторії здійснюють моніторинг 37 471 осіб з числа персоналу категорії А, що становить близько $\frac{3}{4}$ загальної чисельності персоналу категорії А в Україні.

За відомчою належністю та профілем лабораторії-учасниці розподілені таким чином:

- ДП НАЕК «Енергоатом» - 4 АЕС та Аварійно-технічний центр;
- Лабораторні центри СЕС України – 4.
- Спеціалізовані підприємства зони відчуження – 2.
- Медичні установи – 2.
- Науково-дослідні інститути – 4.
- Комерційне підприємство – 1.

Вказані лабораторії використовують широкий спектр дозиметричного обладнання: автоматизовані (8 лабораторій) чи ручні (9 лабораторій) ТЛД системи, фотоплівкову систему ІДК (1 лабораторія) із досить відмінними метрологічними характеристиками.

Аналіз результатів, показаних лабораторіями-учасницями Інтеркалібрування, дозволяє розділити лабораторії на чотири групи:

1. Такі, що повністю задовольняють вимогам стандарту ISO 14146.
2. Такі, що не задовольняють вимогам стандарту ISO 14146, але проблеми яких пов'язані з вадами дозиметричної системи чи алгоритму визначення доз, які можуть бути скориговані.
3. Такі, для яких незадовільний результат обумовлений принциповими вадами дозиметричної системи, а не методичними хибами при обробці дозиметрів.
4. Такі, що продемонстрували цілком незадовільний результат.

До першої групи (задовольняють вимогам ISO 14146, можуть здійснювати ІДК без застережень) належать наступні лабораторії ІДК:

- ВП "Хмельницька АЕС" ДП НАЕК «Енергоатом» (<http://www.xaec.org.ua>), лабораторія індивідуального дозиметричного контролю цеху радіаційної безпеки (Нетішин), контактна особа Селіхова Марина Олександрівна, (03842) 6-36-03, selikhova.maryna@khnpp.atom.gov.ua .
- ВП "Запорізька АЕС" ДП НАЕК «Енергоатом» (<http://www.npp.zp.ua>), лабораторія радіаційної безпеки цеху радіаційної безпеки (Енергодар), контактна особа Плюсніна Катерина Миколаївна, (06139) 5-62-42, crb2437@mgw.npp.zp.ua .
- ВП "Аварійно-технічний центр" ДП НАЕК "Енергоатом" (<http://www.energoatom.kiev.ua/ua/separated/scientific>) , СРРДКтаД (Білогородка), контактна особа Скорий Микола Савович, (044) 406-56-65, Skoriy@atc.gov.ua .
- ДСП «Чорнобильська АЕС» (<http://chnpp.gov.ua/uk>), лабораторія індивідуального дозиметричного контролю цеху радіаційної безпеки (Славутич/ЧАЕС), контактна особа Шевченко Андрій Олександрович, (04579) 2-58-38, lidk@chnpp.gov.ua .
- ВП "Южноукраїнська АЕС" ДП НАЕК «Енергоатом» (<http://www.sunpp.mk.ua/uk>), лабораторія індивідуального дозиметричного контролю, цех радіаційної безпеки

(Южноукраїнськ), контактна особа Боярищев Володимир Володимирович, (05136) 4-25-84, v_boyar@sunpp.atom.gov.ua .

- ДУ "Хмельницький обласний лабораторний центр Держсанепідслужби України" (Хмельницький), контактна особа Малицький Борис Юрієвич, (0382) 79-41-39, malbor1958@gmail.com ².
- АТ "НДІ РЗ АТН України" (<http://rpi.kiev.ua/ua>) (Київ), контактна особа Волоський Віталій Миколайович, (044) 489-34-14, dose@leed1.kiev.ua .

До другої групи (не задовольняють вимогам стандарту ISO 14146, але проблеми пов'язані з такими вадами дозиметричної системи чи алгоритму визначення доз, які можуть бути скориговані) належать наступні:

- ДУ "Інститут медичної радіології ім. С.П. Григор'єва НАМН України", центральна лабораторія радіаційної гігієни медичного персоналу і пацієнтів (Харків).
- ДУ "Національний науковий центр радіаційної медицини" НАМН України, лабораторія дозиметрії зовнішнього опромінення (Київ).
- Вимірювальний комплекс РЕМтаРДК "Екоцентр", лабораторія індивідуального дозиметричного контролю (Чорнобиль).
- ДУ "Закарпатський обласний лабораторний центр держсанепідслужби України", лабораторія фізичних факторів (Ужгород).
- ВП "Рівненська АЕС" ДП НАЕК «Енергоатом», лабораторія радіаційної безпеки цеху радіаційної безпеки (Кузнецовськ).

До третьої групи (незадовільний результат обумовлений принциповими вадами дозиметричної системи) відноситься Інститут ядерних досліджень НАН України, відділ радіаційної і загальної безпеки (Київ), який використовує застарілу фотоплівкову систему ІДК, що має непридатний діапазон доз, що вимірюються та енергетичну залежність відгуку дозиметрів. Неможливість вимірювати дози вищі за 20 мЗв, яку було продемонстровано у ході Інтеркалібрування, є принциповим недоліком системи, що унеможливорює використання таких дозиметрів в умовах радіаційної аварії.

До четвертої групи (лабораторії, що продемонстрували цілком незадовільні результати) відносяться:

- ДУ "Національний інститут раку", відділ дозиметрії іонізуючого випромінювання та радіаційної безпеки (НІР, Київ).
- ТОВ "ДЦ "Радіоекологія" (Київ).
- Київський міський онкологічний центр (КМОЦ, Київ).

² Ця лабораторія спромоглася визначити лише 23 з 24 доз опромінення дозиметрів, однак, менше з тим, задовольнила формальним вимогам ISO 14146.

- ДУ "Київський міський лабораторний центр Державної санітарно-епідеміологічної служби України", лабораторія радіологічної гігієни (Київська міськСЕС, Київ).
- ДУ " Львівський обласний лабораторний центр Державної санітарно-епідеміологічної служби України", лабораторія з проведення радіологічних досліджень (Львівська облСЕС, Львів).

Указані лабораторії продемонстрували величезну дисперсію результатів (випадкову похибку) та систематичне заниження (у три рази - КМОЦ та Київська міськСЕС) або завищення (більш ніж у 6 разів – Львівська облСЕС та майже у 2 рази – НІР) значень доз. Відсоток результатів, що задовольняє критерію стандарту ISO 14146 варіює від 0% (Львівська облСЕС) до 63% (НІР).

У розрізі кількості персоналу категорії А, що отримує індивідуальний дозиметричний контроль у лабораторіях-учасницях Інтеркалібрування, результати Інтеркалібрування відбивають наступне становище: 20664 особи (55%) отримує повністю адекватний ІДК, що відповідає міжнародним критеріям стандарту ISO 14146. Додатково, 13723 особи (37%) отримують ІДК, що не повною мірою відповідає сучасним стандартам, однак якість ІДК може бути приведена у відповідність до вимог через відносно нескладну корекцію методик або шляхом звуження (конкретизації) галузей застосування ІДК у відповідності до умов праці (опромінення) персоналу категорії А, для яких застосовується ІДК цих лабораторій. Наприклад, персонал Зони відчуження, що отримує ІДК в лабораторії Вимірювального комплексу РЕМтаРДК "Екоцентр", не стикається у роботі із джерелами м'якого гамма чи рентгенівського випромінювання, а відтак, незадовільні результати в регіоні низьких енергій фотонного випромінювання не впливають на точність дозиметричного контролю цього персоналу. Так само, селективне коригування калібрувальних коефіцієнтів у Центральній лабораторії радіаційної гігієни медичного персоналу і пацієнтів (Харків) на специфічні умови опромінення рентгенологів дозволить забезпечити високу якість вимірювань індивідуальних доз саме цієї професійної групи персоналу категорії А.

3354 особи (7%) отримують ІДК незадовільної якості, подекуди, можна вважати, що результати вимірювань, які здійснюються для цього персоналу категорії А є оманливими та не можуть слугувати мірою професійного опромінення та контролю виконання вимог НРБУ-97.

Більш детально результати Інтеркалібрування, включно з результатами окремих лабораторій-учасниць, представлені на сайті ННЦРМ

<http://nrCRM.gov.ua/publications/infolists.html>.

За підсумками проведення Першого національного інтеркалібрування можна дійти наступних висновків:

1. Перше національне інтеркалібрування лабораторій ІДК в Україні охопило 18 з 61 можливих лабораторій, що здійснюють ІДК персоналу категорії А в Україні. На контролі у цих організаціях перебуває 37471 особа або близько 75% від загальної кількості персоналу категорії А в Україні.

2. Більше половини (55% від числа тих, що контролюється лабораторіями-учасницями Інтеркалібрування) персоналу категорії А отримує дозиметричний контроль високої якості, який відповідає міжнародним вимогам та стандартам якості.

3. Значна кількість (37%) персоналу отримує ІДК, якість якого формально не відповідає вимогам міжнародного стандарту ISO 14146, але може бути ефективно та у стислий час покращена через застосування коригувальних заходів.

4. Можна констатувати, що близько 3 тис. осіб з персоналу категорії А (8%) отримують цілком неадекватний дозиметричний контроль, результати якого є оманливими та не дозволяють забезпечити на належному рівні радіаційну безпеку персоналу.

5. З даних результатів реєстрації лабораторій ІДК для участі в Інтеркалібруванні випливає, що деякі з лабораторій не використовують пасивні системи ІДК, які є основою поточного індивідуального дозиметричного контролю. Це означає, що персонал, який контролюється такими лабораторіями, отримує оперативний контроль, але позбавлений поточного ІДК, який є базою для оцінки відповідності рівнів опромінення персоналу нормативам НРБУ-97.

6. Залишається значна кількість лабораторій, які за наявними даними здійснюють ІДК персоналу категорії А, але не взяли участь у Першому національному інтеркалібруванні. Наразі немає підстав для висновку про достатню якість індивідуального дозиметричного контролю, що проводиться цими лабораторіями.

За додатковою інформацією з цієї розробки звертатися до авторів листа: ННЦРМ, Чумак В.В., тел. (044) 489-34-14, chumak@leed1.kiev.ua.