

УДК 61(091+477)+615.849

Т. О. Кисільова

ДЗ «Дніпропетровська медична академія»

ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ СТАНОВЛЕННЯ ДОЗИМЕТРІЇ В МЕДИЧНІЙ ПРАКТИЦІ УКРАЇНИ

Розглянуто еволюцію приладів для вимірювання доз рентгенівського випромінювання. З'ясовано способи дозування X-променів у медичній практиці в Україні в дорадянський період. Визначено основні напрями розвитку медичної дозиметрії після встановлення радянської влади та введення міжнародної одиниці «рентген».

Ключові слова: історія розвитку медичної дозиметрії, рентгенотехніка, радіометри, рентгенологія в Україні.

Рассмотрена эволюция приборов для измерения доз рентгеновского излучения. Выявлены способы дозирования X-лучей в медицинской практике в Украине в досоветский период. Определены основные направления развития медицинской дозиметрии после установления советской власти и введения международной единицы «рентген».

Ключевые слова: история развития медицинской дозиметрии, рентгенотехника, радиометры, рентгенология в Украине.

The evolution of devices for measuring doses of X-rays. It is shown how dose X-rays in medical practice in Ukraine in the pre-Soviet period. The main trends of development of medical dosimetry after the establishment of Soviet power and the introduction of international units «X».

Key words: history of the development of medical dosimetry, rentgenotekhnika, radiometers, Radiology in Ukraine.

У процесі становлення та розвитку медичної рентгенології як самостійного напрямку медичної науки значну роль відігравав стан технічних засобів, що використовувалися для отримання X-променів, а також можливості їх дозування.

Виявлення за допомогою флуоресцентного екрана нового виду випромінювання в листопаді 1895 року можна вважати першою дозиметричною операцією, виконаною в цьому частотному діапазоні.

Встановлення таких властивостей рентгенівських променів, як люмінесцентна, іонізаційна та фотохімічна дія, яке відбулося відразу після їх виявлення, стало й до сьогодні є фундаментом для розвитку дозиметрії.

Незабаром після відкриття X-променів була встановлена їх біологічна активність, що послужило початком застосування рентгенівських променів для лікувальних цілей. Таким чином, практичне дозування рентгенівських променів знадобилося раніше, ніж була досить повно вивчена природа самого випромінювання. Тому питання про розвиток дозиметричних методів та їх застосування під час роботи з X-променями є невід'ємною частиною історії розвитку медичної рентгенології.

Огляд літератури з цього питання виявив відсутність цілісної інформації щодо зазначеної теми, особливо на досліджуваних нами територіях.

У зв'язку з цим метою нашої роботи було комплексний огляд процесу розвитку методів оцінки енергії рентгенівського випромінювання, застосування їх в Україні, а також перші кроки у створенні дозиметричних стандартів та формуванні відповідної галузі.

З самого початку вивчення властивостей рентгенівських променів було ясно, що внаслідок їх сильної проникної здатності, а також неприйняття органами почуттів людини шлях до встановлення одиниць вимірювань для цього роду випромінювання повинен бути іншим, ніж для видимого світла.

Індикатором на рентгенівське випромінювання може служити лише певна реакція, яка спостерігається в середовищі, що поглинає енергію випромінювання. Саме цю поглинену або перетворену на інший вид енергію випромінювання, розраховану на одиницю об'єму поглинаючого середовища, і прийнято називати «дозою».

Невизначеність природи X-променів та недосконалість рентгенівської апаратури в початковий період призвели до виникнення емпіричних прийомів вимірювання доз рентгенівських променів.

Для оцінки жорсткості (проникної здатності) випромінювання застосовувалися так звані кваліметри, в яких було використано поглинальну здатність різних металів (хроморадіометр Бенуа та крипторадіометр Венельта). Прилад складався з тоненької срібної пластинки, яка однаково легко пропускає жорстке та м'яке випромінювання, та алюмінієвих пластинок різної товщини. Пластинки розміщували між рентгенівським апаратом та екраном. Пропускаючи рентгенівські промені по черзі спочатку скрізь срібну пластинку, а потім через набір алюмінієвих, порівнювали яскравість екрана. Якщо світіння екрана для срібної та алюмінієвої пластинок збігалось, то за номером останньої визначали жорсткість випромінювання за спеціальною шкалою [3; 4].

У період з 1896 по 1908 р. було запропоновано декілька способів оцінки іншої характеристики X-променів – інтенсивності випромінювання – серед яких два отримали найбільше поширення.

Один з них був заснований на зміні забарвлення спеціального препарату, що спостерігалася внаслідок дії рентгенівськими променями на таблетки або пастилки, виготовлені з цього препарату. Вимірювальні пристрої такого типу, забезпечені тим чи іншим колориметричними приладдям, мали загальну назву радіометрів і пов'язані з іменами Гольцкнехта (1902) та Сабуро і Нуаре (1904). Таблетки із солі ціаністого барію-платини мали світло-зелений колір, який після опромінення змінювався на коричневий. За густиною відтінку визначалася інтенсивність випромінювання [Там же].

Другий спосіб був розроблений на основі фотографічної дії рентгенівських променів з подальшим вимірюванням щільності почорніння фоточутливого шару (квантометр Кінбека, 1906) [Там же].

А втім всі ці методи мали суттєві недоліки. По-перше, порівняння кольорів здійснювалося «навіч», а по-друге, виявилось, що в разі збільшення жорсткості випромінювання його поглинання речовиною різко зростає (тобто втрачається лінійність залежності) й вимірювання дає неточні результати.

Відповідно до двох зазначених вище способів були поширені дві емпіричні шкали для дозування променів у довільних одиницях, що позначалися «Н» і «Х».

У початковій стадії розвитку рентгенотерапії і рентгентехніки емпіричні прийоми вимірювання могли задовольняти найпростіші вимоги медичної практики. Однак після з'ясування природи рентгенівського випромінювання та механізму взаємодії його з речовиною (1905–1912), а також удосконалення випромінювачів і апаратів стали очевидними практичні та метрологічні недоліки довільно встановлених одиниць вимірювань.

Одиниці вимірювань тільки тоді сприяють науковому і технічному прогресу, коли вони можуть бути відтворені. Характеристики спостережуваних реакцій повинні бути при цьому однозначно пов'язані з вимірюваною величиною. Ці основні метрологічні вимоги не задовольняли довільно вибрані одиниці «Н» і «Х», унаслідок чого пошуки інших шляхів дозиметричних вимірювань були продовжені.

У 1908 р. Віллард сконструював практичний дозиметр, в основу роботи якого було покладено іонізаційну дію рентгенівських променів у повітрі, тобто їх здатність утворювати позитивні та негативні іони у вказаному середовищі. У наступні роки було запропоновано велику кількість удосконалених приладів цього типу й у 1917 р. була створена ще одна шкала для визначення дози рентгенівських променів. І хоча нові вимірювальні прилади (іонометри та іоноквантиметри) мали певні недоліки, що утруднювало відтворення іонізаційної одиниці випромінювання (позначеної «е»), сама одиниця вже не була зовсім довільною, а визначалася деяким заданим іонізаційним ефектом, виробленим рентгенівськими променями в повітрі [10, с. 218–223].

Відзначимо, що в 1917 р. Фюрстенау запропонував ще один вимірювальний прийом для цілей дозиметрії, який передбачав вимір електропровідності сірої модифікації селену у разі впливу на нього рентгенівськими променями. Створена на цій основі болометрична шкала інтенсивності випромінювання з довільно обраною одиницею «Р» тільки збільшила існуючий різнобій у вимірах доз рентгенівського випромінювання [Там же].

Такий стан речей не міг не викликати серйозних проблем в обміні досвідом використання Х-променів у медичній практиці. У друкованих працях того часу для викладення техніки опромінювання рентгенівськими променями вказувалися всі характеристики рентгенівського апарата, сила струму в обмотці, відстань до поверхні, товщина фільтра, жорсткість за Бауером та Венельтом.

Природно, що зусилля вчених були спрямовані до встановлення однієї загальної одиниці дози рентгенівських променів, яка задовольнила б дві раніше згадані метрологічні вимоги.

Протягом 1920–1926 рр. з приводу визначення і відтворення одиниці рентгенівського випромінювання були зроблені дві пропозиції. В одній з них (Соломон, 1920) еталонним випромінювачем іонізаційно-активного проникаючого випромінювання пропонувався радій. У другій (Бенкен, 1924) як еталон припускався вимірювальний прилад у вигляді спеціальної іонізаційної камери, наповненої повітрям, а розмір одиниці визначався величиною заряду, відокремлюваного в результаті іонізації в одиниці об'єму газу. Найменування та позначення одиниці в обох випадках передбачалося однаковим і спрямованим увічнити пам'ять про відкривача Х-променів.

Незважаючи на досягнуті успіхи в розвитку рентгенометрії до моменту скликання I Міжнародного конгресу радіологів у 1925 р. в Лондоні, досвід застосування і відтворення в обох згаданих приладах одиниці «рентген» виявився ще недостатнім, щоб зробити міжнародні рекомендації. Такі дані були підготовлені до II Міжнародного конгресу, що відбувся в 1928 р. в Стокгольмі, на якому й було прийнято нині всім відоме визначення та позначення міжнародної одиниці виміру рентгенівського випромінювання – «рентген». Комітет конгресу встановив 1 рентген як таке випромінювання, що викликає в 0,0129 грамах повітря іонізацію величиною в 1 стандартний позитивний електричний заряд та 1 стандартний негативний електричний заряд [1]. Значною подією стало також створення Міжнародної

комісії з радіаційних одиниць і вимірів та Міжнародної комісії з радіологічного захисту.

У розвитку рентгенівської дозиметрії цей факт мав виключно важливе значення. Саме з цього моменту став можливим широкий обмін досвідом застосування рентгенівських променів, почався енергійний розвиток пристроїв для вимірювання дози рентгенівського випромінювання та об'єднання сукупності всіх накопичених даних в єдину струнку систему знань – дозиметрію. У наступні роки в усіх передових країнах світу було створено еталонні установки для відтворення одиниці «рентген» і організовано систематичну перевірку практичних дозиметрів. Дозиметричні випробування рентгенівських апаратів, захисних трубок, екранів і плівок, оригінальні конструкції рентгенметрів, створення посібників із фізичних та біологічних основ дозиметрії – ось неповний перелік тих напрямів, за якими розвивалась медична дозиметрія.

Проведений у 1931 р. Третій світовий конгрес рентгенологів зміг констатувати виняткові успіхи у справі впровадження встановленої міжнародної одиниці – «рентген». Водночас було відзначено, що дослідження, проведені з приводу середньої витрати енергії на випромінювання пари іонів у повітрі, дозволяють поширити встановлену одиницю на більш широкий спектральний діапазон рентгенівського випромінювання – від найм'якших приграничних променів до жорсткого Х-випромінювання. До 1934 р., коли відбувся четвертий конгрес у Цюриху, завдяки успіхам рентгенівського апаратобудування був накопичений достатній досвід застосування рентгенометрії в галузі дуже жорстких рентгенівських променів і γ -променів радію.

У дорадянські часи в Україні не існувало власної рентгенівської промисловості. Практично вся апаратура та витратні матеріали завозилася із-за кордону, тому доводилось користуватися виключно емпіричними одиницями «Н» та «Х», які ввійшли до вжитку разом з імпортними приладами. Причому лікарі, які обрали медичну рентгенологію своєю основною спеціалізацією та намагалися бути в курсі її новітніх досягнень, у своєму арсеналі дозиметричних засобів мали, як правило, декілька таких приладів. Так, відомий харківський рентгенолог, засновник першого наукового закладу з медичної рентгенології – Української рентгенологічної академії – Сергій Петрович Григор'єв мав досить потужний власний рентгенівський кабінет. Віднайдений нами перелік приладів та матеріалів, що знаходилися в ньому, налічує 78 позицій, серед яких вказані два радіометри Сабуро і Нуаре, крипторадіометр Венельта, радіометр Гольцкнехта, сім алюмінієвих пластин [15]. Не менш значне оснащення мав й рентгенівський кабінет харківської приватної лікарні імені М. Х. та Ж. Ф. Гельферіхів, яким завідував С. П. Григор'єв. За його ініціативою у 1910 р. відбулося розширення кабінету, а також повне переоснащення новітнім устаткуванням. З дозиметричних приладів кабінет мав крипторадіометр Венельта, шкалу жорсткості за Вальтером (для визначення жорсткості трубок), радіометр за Борд'є для терапевтичного дозування Х-променів [13].

Зі встановленням радянської влади почалося державне регулювання медичної допомоги населенню, у тому числі й рентгенівської. Зрозуміло, що в перші роки доводилось користуватися виключно імпортними рентгенівськими апаратами та дозиметрами (старими або знов замовляти за кордоном). Однак незважаючи на існування більш точних іонізаційних дозиметрів, велике поширення мали більш прості у використанні радіометри Сабуро і Нуаре. Це пояснюється слабкою

обізнаністю лікарів у галузі електрофізики й відсутністю спеціальної глибокої підготовки з медичної рентгенології [2; 14].

Тим часом значна державна підтримка дала можливість досить швидко організувати та налагодити роботу великих науково-практичних закладів з медичної рентгенології, рентгенологічних інститутів у Харкові, Києві, Одесі, які, в свою чергу, розгорнули мережу опорних пунктів і філій та ініціювали створення Асоціації українських рентгенологів і радіологів. Незважаючи на матеріальні та кадрові труднощі, вітчизняні фахівці досягли значних успіхів у впровадженні рентгенологічних методів у медичну практику.

Відповідно до міжнародних рекомендацій Перша Всесоюзна нарада з організаційних питань рентгенівської справи, що відбулася в Москві 25–28 вересня 1927 р., прийняла постанову про початок організації лабораторій зі стандартизації дозиметрів у запропонованих одиницях, які планувалося затвердити на конгресі рентгенологів і радіологів у Стокгольмі. Було визначено, що іонізаційний метод вимірювання доз є необхідним для впровадження в медичну практику, а методи Гольцкнехта та Сабуро-Нуаре можна застосовувати лише для поверхневої терапії. [15]. Розробку іонізаційних камер почали в Державному рентгенологічному інституті (Москва) та Київському рентгенологічному інституті (КРІ). Перші результати були оприлюднені на V Всесоюзному з'їзді рентгенологів та радіологів, що відбувся в Києві 18–23 травня 1928 р. Від КРІ з доповіддю «Успехи штандартной дозиметрии рентгеновских лучей» виступив Д. М. Наследов, завідувачий лабораторією дозиметрії рентгенівських променів [6; 12].

Після затвердження міжнародних одиниць вимірювання енергії X-променів у всіх провідних рентгено-радіологічних інститутах Радянського Союзу було створено дозиметричні відділи, а в Головній палаті мір і ваг організовано спеціальну еталонну рентгенометричну лабораторію [5].

Згідно з планом наукових робіт українських рентгено-радіологічних інститутів на 1931 р. рентгено-фізичному відділу КРІ доручалося вирішення широкого кола питань з дозиметрії променевої енергії [16]:

- розробка методів дозиметрії різних видів променів (рентгенівських, включаючи м'які, ультрафіолетових та променів радіо);
- застосування фотографічного методу для вимірювання доз рентгенівських променів;
- сенситометрія рентгенівських променів;
- спектрометрія та електрофотометрія ультрафіолетових променів та опромінених препаратів.

У 1931 р. в Москві було проведено Першу рентгенотехнічну конференцію, де повідомлялося про абсолютне відтворення одиниці «рентген» у трьох лабораторіях при інститутах медичної рентгенології СРСР (Москва, Ленінград, Київ) [3; 10, с. 218–223]. На Першому Всеукраїнському з'їзді рентгенологів та радіологів (Харків, 2–5 лютого 1931 р.) В. К. Роше представив програмну доповідь «Штандартна устава Київського Рентгенологічного Інституту для виміру дози рентген проміння в одиницях R» [11]. Більш значні результати в галузі рентгенівської дозиметрії українські науковці представили на Другому Українському з'їзді рентгенологів та радіологів (Харків, 17–26 грудня 1936 р.): А. Н. Кронгауз «Новий тип дозиметра для рентгенівського проміння» (Харків), Б. Р. Кірічинський та Ю. В. Ігнатович «Рентгенівські дозиметри з катодними лампами» (Київ), Г. А. Вайншенкер «Ме-

тод посереднього інтегрування» (Київ), М. А. Ревуцька «Сучасний стан дозиметрії рентгенівського проміння» (Київ) [6].

Результати, отримані радянськими й у тому числі українськими науковцями в галузі рентгенівської дозиметрії, знайшли своє відображення в монографії А. Н. Кронгауза «Дозиметрия рентгеновых лучей», яка являла собою детальний посібник для рентгенологів та рентгенотехніків [8].

Висновки. Виконане нами попереднє дослідження історії розвитку дозиметрії рентгенівських променів у контексті вивчення процесу становлення медичної рентгенології в Україні дає підстави констатувати таке:

1) у початковий період використання Х-променів у медичній практиці розвиток дозиметричної апаратури значно відставав від потреб, які ставила практика, що в першу чергу пояснюється тривалим дослідженням властивостей нового виду випромінювання;

2) розробка методів реєстрації іонізуючої дії рентгенівського випромінювання піднесла дозиметричну науку на новий рівень;

3) незважаючи на відсутність рентгенівської промисловості в дорадянській Україні, приватні та лікарняні рентгенівські кабінети були оснащені дозиметричними приладами.

4) встановлення радянської влади та державного регулювання дало значний поштовх у справі розвитку вітчизняної рентгенотехніки, у тому числі й дозиметричної.

5) за активної участі українських науковців у найкоротші строки було розроблено відповідні міжнародним дозиметричні стандарти, а дозиметричні апарати вдосконалено настільки, що вони вже являли собою надійні, зручні й напівавтоматичні прилади з широкими межами вимірювань.

Бібліографічні посилання

1. Report Of The Second International Congress of Radiology, Held In Stockholm, 23th-27th July 1928 And Proceedings Of The Joint Scientific of The Congress, 25 Th, 26 Th, 27 Th July 1928. Acta Radiologica. – 1928. – Supp. III. – Pars 1. – 237p.
2. **Айзенштейн, А. В.** К вопросу о дозиметрии в рентгенотерапевтической практике [Текст] / А. В. Айзенштейн // Врачебное дело. – 1927. – № 8. – С. 575–579.
3. Большая Медицинская Энциклопедия [Электронный ресурс] / Гольца опыты. – Режим доступа: http://www.bigmeden.ru/article/Гольца_Опыты.
4. Большая Медицинская Энциклопедия [Электронный ресурс] / Рентгенотехника. – Режим доступа: <http://medencyklopediya.com/data/tom28/349.php>.
5. **Воробьев, Е. И.** Очерки развития отечественной радиационной медицины, [Текст] / Е. И. Воробьев, М. Н. Побединский. – М., 1972. – С. 120–122.
6. Другий Український з'їзд рентгенологів і радіологів (Харків, 17–21 грудня 1936 р.) [Текст]. – Х., 1936. – 144 с.
7. Кафедра экспериментальной физики [Электронный ресурс] / Дмитрий Николаевич Наследов. – Режим доступа: <http://physics.spbstu.ru/history/heads/nasledov/>.
8. **Кронгауз, А. Н.** Дозиметрия рентгеновых лучей. Руководство для рентгенологов и рентгенотехников [Текст] / А. Н. Кронгауз. – Х., 1941. – 180 с.
9. **Неменов, М. И.** Успехи рентгенологии за 25 лет [Текст] / М. И. Неменов // Вестн. рентгенологии и радиологии. – 1921. – Т. 1, № 3–4. – С. 329–336.
10. Очерки развития медицинской рентгенологии [Текст] / под ред. С. А. Рейнберга. – М., 1948. – 276 с.
11. Програма Першого Всеукраїнського з'їзду рентгенологів та радіологів (2–5 лютого 1931 року) [Текст]. – Х., 1931. – 18 с.

12. Пятый Всесоюзный Съезд рентгенологов и радиологов в Киеве 18–23 мая 1928 г. [Текст] / Вестн. рентгенологии и радиологии. – 1929. – Т. 7, № 6. – С. 489–530.
13. **Русанова, С. Г.** Життя С. П. Григор'єва: Миколаївська лікарня [Текст] / С. Г. Русанова, К. В. Русанов // УРЖ. – 2010. – Т. 18, № 2. – С. 259–268.
14. **Хармадарьян, Г. О.** К вопросу о дозиметрии в рентгенотерапевтической практике [Текст] / Г. О. Хармадарьян // Врачебное дело. – 1927. – № 9. – С. 679–680.
15. Центральний державний архів вищих органів влади України [Текст]. – Ф. 342, оп. 2, од. зб. 1648, арк. 1–4.
16. Центральний державний архів вищих органів влади України [Текст]. – Ф. 342, оп. 3, од. зб. 2995, арк. 77.

Надійшла до редколегії 18.11.2014

УДК 311(091)

О. І. Ісаєва

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

ИНТЕЛЕКТУАЛЬНОЕ ОТОЧЕНИЕ ТА СВИТОГЛЯД ВІДОМОГО ВІТЧИЗНЯНОГО ВЧЕНОГО-СТАТИСТИКА ТА ДЕМОГРАФА А. С. БОРИНЕВИЧА

Проаналізовано наукові зв'язки та інтелектуальне оточення відомого вітчизняного вченого-статистика, талановитого організатора й керівника статистичних і демографічних досліджень, педагога, громадського діяча А. С. Бориневича в різні роки його науково-дослідницької діяльності. Розкрито постать та світогляд вченого.

Ключові слова: А. С. Бориневич, демографія, земська статистика, наукові зв'язки, інтелектуальне оточення, світогляд, одеська інтелігенція.

Проанализированы научные связи и интеллектуальное окружение известного отечественного ученого-статистика, талантливого организатора и руководителя статистических и демографических исследований, педагога, общественного деятеля А. С. Бориневича в различные годы его научно-исследовательской деятельности. Раскрыты образ и мировоззрение ученого.

Ключевые слова: А. С. Бориневич, демография, земская статистика, научные связи, интеллектуальное окружение, одесская интеллигенция.

The scientific communication and intellectual environment of the famous domestic scientist-statistics, talented organizer and the head of statistical and demographic studies, teacher, public figure Anton Borinevich is analyzed in different years of his research activities. Are disclosed image and worldview of the scientist.

Key words: A. Borynevych, statistics, demography, scientific communication, intellectuals from Odessa.

Видатний одеський вчений-економіст, статистик і демограф Антон Самійлович Бориневич (1855–1946) відзначився в історії української науки не тільки активною науковою, організаційною, педагогічною діяльністю, але й залишився в пам'яті сучасників як надзвичайно активна інтелігентна людина з живим аналі-