МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ СССР

# МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ ПРИ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Москва, 1984 г.

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ СССР

УТВЕРЖДАЮ
Главный Государственный
санитарный врач СССР
И.П.Бургасов
2826-83

# Методика расчета эквивалентных доз облучения пациентов при рентгенологических исследованиях

Москва, 1984 г.

Руководитель разработки: член-корреспондент АМН СССР
Е.И.Воробьев

Исполнители: Р.В.Стовицкий, В.И.Иванов, Ю.Д.Васильев,
О.Г.Польский, Н.В.Фролов, В.Н.Постников, В.А.Книжников,
Р.М.Бархударов, В.П.Сидорин, Л.А.Лебедев, Р.Н.Васильев,
Б.В.Трунов, И.Ш.Хасидашвили

Настоящая методика является дополнением к "Санитарным правилам работы при проведении медицинских рентгенологических исследований" № 2780-80 по разделу 5 "Обеспечение радиационной безопасности пациентов и населения".

В методике представлены таблицы (№ I-I2), позволяющие выполнить расчеты тканевых эквивалентных доз, формирующихся при проведении наиболее распространенных дозообразующих видах рентгенологических исследований в различных жизненноважных органах и тканях организма человека: активном костном мозге (АКМ), легких, молочной, щитовидной и поджелудочной железах, печени, почках, селезенке, мужских и женских гонадах. Удельные значения эквивалентных доз даны для напряжений на рентгеновской трубке от 60 до I20 кВ, что позволяет рассчитать величины эквивалентных доз при любом практическом режиме работы трубки (напряжение, экспозиция) и фиксированном дополнительном фильтре - 2 мм Al по формуле:

$$Д_j = P_j \cdot i \cdot t \qquad (I)$$

где $Д_j$ - эквивалентная доза в $j$-ом органе или ткани,

$P_j$ - удельная эквивалентная доза в $j$-ом органе или ткани,

$i$ - анодный ток трубки,

$t$ - время исследования.

Во всех таблицах указаны условия проведения исследований: направление облучения - сзади (ЗП), спереди (ПЗ), сбоку (БП), расстояние источник-приемник (РИПр), расстояние источник-поверхность (РИП), размер поля облучения ($S$).

В таблице № I5 даны средние эквивалентные дозы за одно стандартное исследование и рассчитанные на их основе эффективные эквивалентные дозы. Методика содержит указания по расчету коллективных доз, средних индивидуальных доз облучения населения и эффективных эквивалентных доз.

I. Тканевые дозы при рентгенологических исследованиях костей скелета человека.

а. Череп (прямая и боковая проекции).

Таблица I.

Удельные мощности доз ($P_i$) облучения отдельных органов и тканей при исследовании черепа (прямая и боковая проекции)(ЗП,БП)

РИПр-100см, РИП-80см, S-24x30 $см^2$, Дф-2мм Al .

$P_i$ (мрад/мАс, 10 мкГр/мАс)

| U (кВ) | АКМ | Легкие | Железы | | | Печень | Почки | Селезенка | Желудок | Гонады | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Мол. | Щит. | Подж. | | | | | Муж. | Жен. |
| 60 | 6 | 0,2 | 0,1 | 1,5 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 70 | 11 | 0,6 | 0,2 | 4,0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,06 | 0,05 | 0,05 |
| 80 | 14 | 0,7 | 0,3 | 4,5 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,08 | 0,06 |
| 90 | 17 | 0,8 | 0,4 | 5,0 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,08 |
| 100 | 21 | 0,9 | 0,5 | 6,0 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,09 |
| 110 | 24 | 1 | 0,5 | 6,5 | 0,2 | 0,25 | 0,3 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | 0,1 |
| 120 | 27 | 1,1 | 0,6 | 7,0 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,1 |

б. Плечевой сустав

Таблица 2

Удельные мощности доз ($P_i$) облучения органов и тканей при исследовании плечевого сустава (правого, ПЗ ).

РИПр-100см, РИП-80см, S-24x30$см^2$, Дф-2 мм Al .

$P_i$ ($10^{-1}$ мрад/мАс, мкГр/мА·)

| U (кВ) | АКМ | Легкие | Железы | | | Печень | Почки | Селезенка | Желудок | Гонады | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Мол. | Щит. | Подж. | | | | | Муж. | Жен. |
| 60 | 1,5 | 2 | 1 | 6 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,10 | 0,10 |
| 70 | 2,0 | 6 | 2 | 11 | 0,4 | 1,0 | 0,40 | 1,2 | 0,4 | 0,15 | 0,15 |
| 80 | 3,0 | 8 | 2 | 15 | 0,5 | 1,5 | 0,60 | 1,6 | 0,5 | 0,20 | 0,20 |
| 90 | 4,0 | 9 | 3 | 18 | 0,7 | 2,0 | 0,70 | 2,0 | 0,7 | 0,25 | 0,25 |
| 100 | 4,5 | 10 | 3 | 21 | 0,8 | 2,0 | 0,80 | 2,5 | 0,8 | 0,30 | 0,30 |
| 110 | 5,0 | 11 | 4 | 24 | 0,9 | 2,0 | 0,90 | 3,6 | 1,0 | 0,35 | 0,35 |
| 120 | 6,0 | 12 | 4 | 26 | 1,0 | 2,0 | 1,0 | 3,9 | 1,0 | 0,40 | 0,40 |

в. Шейный отдел позвоночника

Таблица 3.

Удельные мощности доз ($P_j$) облучения органов и тканей при исследовании шейных позвонков

РИПр=100см, $S$=18x2 см$^2$, Дф=2 мм Al.

| $P_j$ ($10^{-1}$ мрад/мАс, мкГр/мАс) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| И (кВ) | АКМ | Легкие | Железы | | | Печень | Почки | Селезенка | Желудок | Гонады | |
| | | | Пол. | Щит. | Подж. | | | | | Муж. | Жен. |
| Прямая проекция (ПЗ) РИП=80см | | | | | | | | | | | |
| 60 | 3 | I | 0,2 | 34 | 0,1 | 0,I | 0,05 | 0,2 | 0,06 | 0,05 | 0,03 |
| 70 | 6 | 2 | 0,6 | 72 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,6 | 0,I5 | 0,08 | 0,06 |
| 80 | 8 | 3 | 0,9 | 95 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,9 | 0,20 | 0,10 | 0,I0 |
| 90 | II | 4 | I,2 | II3 | 0,7 | 0,5 | 0,35 | I,2 | 0,30 | 0,I | 0,I |
| I00 | I3 | 5 | I,5 | I29 | 0,8 | 0,7 | 0,45 | I,4 | 0,30 | 0,2 | 0,I |
| II0 | I5 | 6 | I,7 | I44 | I,0 | 0,8 | 0,5 | I,[illegible] | 0,35 | 0,2 | 0,2 |
| I20 | I8 | 7 | 2 | I58 | I,I | 0,9 | 0,6 | 2.9 | 0,40 | 0,2 | 0,2 |
| Боковая проекция (БП) РИП=60см | | | | | | | | | | | |
| 60 | 4 | 0,2 | 0,I | 3 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,I | 0,02 | 0,02 | 0,0I |
| 70 | 9 | 0,6 | 0,2 | 6 | 0,I | 0,I | 0,I | 0,2 | 0,I | 0,03 | 0,02 |
| 80 | I2 | 0,8 | 0,3 | 9 | 0,I | 0,2 | 0,I | 0,3 | 0,I | 0,04 | 0,03 |
| 90 | I6 | I,0 | 0,4 | II | 0,2 | 0,2 | 0,I | 0,3 | 0,2 | 0,04 | 0,04 |
| I00 | I9 | I,I | 0,5 | I2 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0,04 | 0,[illegible]5 |
| II0 | 22 | I,2 | 0,5 | I4 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,5 | 0,2 | 0,05 | 0,05 |
| I20 | 28 | I,4 | 0,6 | I5 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,5 | 0,2 | 0,05 | 0,06 |

г. Грудной отдел позвоночника.

Таблица 4

Удельные мощности дозы ($P_j$) облучения органов и тканей при исследованиях грудного отдела позвоночника.
РИПр=100см, $S$ =24х40см$^2$, ДЛ=2 мм Al

| И (кВ) | АКЧ | Легкие | Железы: Пол. | Железы: Щит. | Железы: подж. | Печень | Почки | Селезенка | Желудок | Гонады: Муж. | Гонады: Жен. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $P_j$ ($10^{-1}$ мрад/мАс, мкГр/мАс) | | | | | |
| | | | | | | Прямая проекция (ПС) РИП=80см | | | | | |
| 60 | 2 | 11 | 45 | 3 | 11 | 12 | 3 | 15 | 4 | 0,2 | 0,2 |
| 70 | 6 | 23 | 102 | 7 | 27 | 32 | 9 | 35 | 10 | 0,4 | 0,4 |
| 80 | 8 | 34 | 137 | 11 | 39 | 39 | 12 | 51 | 13 | 0,6 | 0,5 |
| 90 | 11 | 45 | 166 | 15 | 50 | 45 | 14 | 65 | 15 | 0,7 | 0,7 |
| 100 | 13 | 56 | 192 | 19 | 60 | 49 | 17 | 78 | 17 | 0,7 | 0,[illegible] |
| 110 | 15 | 66 | 216 | 23 | 70 | 53 | 19 | 90 | 18 | 0,8 | 0,9 |
| 120 | 17 | 76 | 238 | 27 | 79 | 56 | 21 | 102 | 20 | 0,9 | 1,0 |
| | | | | | | Боковая проекция (БП) РИП=60см | | | | | |
| 60 | 1 | 5 | 2 | 1 | 9 | 2 | 5 | 7 | 1 | 0,04 | 0,07 |
| 70 | 4 | 14 | 6 | 3 | 23 | 4 | 12 | 18 | 2 | 0,1 | 0,2 |
| 80 | 6 | 21 | 9 | 4 | 34 | 6 | 17 | 27 | 4 | 0,2 | 0,3 |
| 90 | 8 | 29 | 10 | 6 | 44 | 9 | 21 | 38 | 5 | 0,2 | 0,3 |
| 100 | 11 | 40 | 14 | 8 | 61 | 12 | 28 | 52 | 7 | 0,3 | 0,5 |
| 110 | 12 | 52 | 15 | 9 | 73 | 15 | 32 | 61 | 8 | 0,3 | 0,6 |
| 120 | 15 | 58 | 18 | 11 | 91 | 19 | 37 | 77 | 10 | 0,4 | 0,3 |

д. Поясничный отдел позвоночника

Таблица 5

Удельные мощности дозы ($P_j$) облучения органов и тканей при исследовании поясничного отдела позвоночника
РИПр=100см, $S$=24x30см$^2$, ДI=2 мм Al .

| $U$ (кВ) | $P_j$ ($10^{-1}$ мрад/мАс, мкГр/мАс) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | АКШ | Легкие | Железы | | | Печень | Почки | Селезенка | Желудок | Гонады | |
| | | | Мол. | Щитр | Подж. | | | | | Жук. | Жен. |
| | | | | | Прямая проекция (ПЗ) РИП=70см | | | | | | |
| 60 | 3 | 3 | 2 | 0,2 | 12 | 20 | 7 | 9 | 28 | 1 | 2 |
| 70 | 9 | 6 | 4 | 0,5 | 19 | 39 | 15 | 14 | 58 | 3 | 6 |
| 80 | 14 | 7 | 6 | 0,6 | 25 | 50 | 21 | 18 | 76 | 4 | 9 |
| 90 | 18 | 8 | 7 | 0,7 | 30 | 58 | 26 | 21 | 91 | 6 | 12 |
| 100 | 22 | 9 | 9 | 0,8 | 34 | 65 | 31 | 23 | 104 | 7 | 14 |
| 110 | 26 | 9 | 10 | 0,9 | 39 | 71 | 35 | 26 | 116 | 8 | 17 |
| 120 | 30 | 10 | 11 | 1,0 | 43 | 77 | 39 | 28 | 127 | 10 | 20 |
| | | | | | Боковая проекция (БП) РИП=50см | | | | | | |
| 60 | 4 | 5 | 1 | 0,1 | 3 | 8 | 15 | 5 | 8 | 0,2 | 0,3 |
| 70 | 10 | 9 | 2 | 0,4 | 7 | 18 | 30 | 12 | 17 | 0,5 | 0,8 |
| 80 | 14 | 14 | 3 | 0,6 | 10 | 27 | 39 | 18 | 26 | 0,6 | 1,0 |
| 90 | 18 | 18 | 4 | 0,8 | 13 | 36 | 46 | 23 | 33 | 0,7 | 1,2 |
| 100 | 21 | 21 | 6 | 1,0 | 16 | 44 | 3 | 29 | 41 | 0,9 | 1,4 |
| 110 | 24 | 25 | 7 | 1,3 | 18 | 52 | 59 | 34 | 48 | 1,0 | 1,6 |
| 120 | 27 | 29 | 8 | 1,4 | 21 | 60 | 65 | 39 | 55 | 1,1 | 1,7 |

е. Исследование костей таза

Таблица 6

Удельные мощности дозы ($P_i$) облучения органов и тканей при исследовании костей таза (прямая проекция).
РИПр=100см, РИП=70см $S=30\times30см^2$, Дф=2 мм Al .

| U (кВ) | $P_i$ ($10^{-1}$ мрад/мАс, мкГр/мАс) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | АКМ | Легкие | Железы | | | Печень | Почки | Селе-зенка | Желу-док | Гонады | |
| | | | Мол. | Щит. | Подж. | | | | | Муж. | Жен. |
| 60 | 9 | I | I | 0,I | 5 | I3 | 5 | 3 | 25 | 3 | 20 |
| 70 | I8 | 3 | 2 | 0,3 | I8 | 29 | I5 | 6 | 54 | 6 | 45 |
| 80 | I9 | 4 | 3 | 0,6 | 30 | 42 | 23 | I0 | 78 | 8 | 70 |
| 90 | 33 | 6 | 4 | 0,7 | 40 | 55 | 3I | I2 | I0I | II | 94 |
| I00 | 4I | 7 | 5 | I,0 | 5I | 67 | 39 | I5 | I23 | I4 | II7 |
| II0 | 48 | 9 | 6 | I,2 | 6I | 79 | 47 | I8 | I44 | I7 | I4I |
| I20 | 55 | I0 | 7 | I,4 | 70 | 9I | 54 | 20 | I65 | I9 | I64 |

к. Исследование тазобедренного сустава

Таблица 7.

Удельные мощности дозы ($P_i$) облучения органов и тканей при исследовании тазобедренного сустава
РИПр=100см, $S$=18х24см$^2$, ДФ=2 мм Al..

| | $P_i$ ($10^{-1}$ мрад/мАс, мкГр/мАс) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N (кВ) | АКМ | Легкие | Железы | | | Печень | Почки | Селезенка | Желудок | Гонады | |
| | | | Мол. | Щит. | Подж. | | | | | Муж. | Жен. |
| | | | | | Правый (ПЗ) РИП=80см | | | | | | |
| 60 | 8 | 0,1 | 0,3 | 0,03 | 0,2 | 1 | 0,5 | 0,2 | 2 | 3 | 24 |
| 70 | 14 | 0,4 | 0,6 | 0,1 | 1 | 3 | 1,5 | 0,6 | 5 | 8 | 47 |
| 80 | 18 | 0,6 | 0,7 | 0,1 | 1 | 5 | 2,2 | 0,9 | 7 | 9 | 58 |
| 90 | 21 | 0,7 | 0,9 | 0,1 | 1 | 7 | 3,1 | 1,1 | 10 | 10 | 66 |
| 100 | 24 | 0,9 | 1,0 | 0,2 | 1 | 8 | 4,9 | 1,2 | 13 | 11 | 73 |
| 110 | 27 | 1,1 | 1,1 | 0,2 | 2 | 10 | 5,7 | 1,4 | 15 | 11 | 79 |
| 120 | 30 | 1,2 | 1,2 | 0,2 | 2 | 11 | 6,5 | 1,5 | 17 | 12 | 85 |
| | | | | | Левый (ПЗ) РИП=80см | | | | | | |
| 60 | 8 | 0,1 | 0,3 | 0,03 | 0,2 | 0,2 | 0,5 | 1 | 2 | 3 | 24 |
| 70 | 14 | 0,4 | 0,6 | 0,1 | 1 | 0,6 | 1,4 | 3 | 5 | 4 | 47 |
| 80 | 18 | 0,6 | 0,7 | 0,1 | 1 | 0,9 | 2,3 | 5 | 7 | 9 | 57 |
| 90 | 21 | 0,7 | 0,9 | 0,1 | 1 | 1,1 | 3 | 7 | 10 | 10 | 66 |
| 100 | 24 | 0,9 | 1,0 | 0,2 | 1 | 1,2 | 4 | 8 | 13 | 11 | 73 |
| 110 | 27 | 1,1 | 1,1 | 0,2 | 2 | 1,4 | 5 | 10 | 15 | 11 | 79 |
| 120 | 30 | 1,2 | 1,2 | 0,2 | 2 | 1,5 | 6 | 11 | 17 | 12 | 85 |

II. Рентгенографические исследования органов грудной клетки.

а.Легкие, сердце. Таблица 8

Удельные мощности дозы ($P_i$) облучения органов и тканей при обзорной рентгенографии органов грудной клетки (прямая проекция,ЗП) РИПр-150 см, РИП-130см, $S$ =40х40см$^2$, ДФ=2 мм Al .

| | $P_i$($10^{-1}$ мрад/мАс, мкГр/мАс | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| U (кВ) | АКМ | Легкие | Железы | | | Печень | Почки | Селезенка | Желудок | Гонады | |
| | | | Моз. | Щит. | Подж. | | | | | Муж. | Жен. |
| 60 | 3 | 6 | I | 2 | 3 | 3 | 7 | 4 | 3 | 0,I | 0,I |
| 70 | 5 | I2 | 2 | 5 | 8 | 6 | I6 | 9 | 5 | 0,2 | 0,2 |
| 80 | 7 | I8 | 4 | 8 | I2 | 9 | 23 | I4 | 8 | 0,3 | 0,3 |
| 90 | II | 24 | 5 | II | I6 | II | 29 | I9 | I0 | 0,4 | 0,5 |
| I00 | I9 | 30 | 6 | I4 | 20 | I4 | 35 | 23 | I3 | 0,5 | 0,5 |
| II0 | I6 | 36 | 8 | I7 | 24 | I7 | 40 | 28 | I5 | 0.6 | 0,7 |
| I20 | 20 | 42 | I0 | 20 | 27 | I9 | 46 | 32 | I8 | 0,7 | 0,8 |

б. Флюорография, обзорная рентгенография

Таблица 9

Удельные мощности дозы ($P_i$) облучения органов и тканей при флюорографическом исследовании органов грудной клетки (ЗП) РИПр=100см, РИП=80см, S=40х40см$^2$, Дф=2 мм Al.

| Е (кВ) | $P_i$ ($10^{-1}$мрад/мАс, мкГр/мАс) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | АКМ | Легкие | Железы | | | Печень | Почки | Селезенка | Желудок | Гонады | |
| | | | Мол. | Щит. | Подж. | | | | | Муж. | Жен. |
| 60 | 4 | 9 | I | I | 5 | 2 | 7 | 6 | I | 0,I | 0,05 |
| 70 | I2 | 23 | 4 | 3 | I2 | 7 | 20 | I8 | 6 | 0,I | 0,I |
| 80 | I8 | 36 | 6 | 5 | I9 | II | 3I | 8 | I0 | 0,2 | 0,2 |
| 90 | 22 | 48 | 8 | 7 | 25 | I5 | 4I | 37 | I2 | 0,3 | 0,4 |
| I00 | 3I | 59 | I0 | 9 | 32 | I8 | 5I | 46 | I4 | 0,5 | 0,5 |
| II0 | 38 | 7I | I2 | I2 | 39 | 22 | 6I | 54 | I6 | 0,6 | 0,7 |
| I20 | 44 | 82 | I3 | I4 | 46 | 26 | 7I | 62 | I7 | 0,8 | 0,9 |

в. Рентгеноскопическое исследование органов грудной клетки.

Таблица I0.

Удельные мощности дозы ($P_i$) облучения органов и тканей при рентгеноскопическом исследовании органов грудной клетки (ЗП), РИПр=69см, РИП=30-40см, S=20х20см$^2$, Дф=2 мм Al.

| Е (кВ) | $P_i$ ($10^{-1}$мрад/мАс, мкГр/мАс) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | АКМ | Легкие | Железы | | | Печень | Почки | Селезенка | Желудок | Гонады | |
| | | | Мол. | Щит. | Подж. | | | | | Муж. | Жен. |
| 60 | 9 | II | 2 | I | 2 | 2 | 3 | I0 | I | 0,I | 0,I |
| 70 | 26 | 26 | 5 | 4 | 8 | 5 | 7 | 25 | 3 | 0,2 | 0,3 |
| 80 | 36 | 35 | 8 | 7 | II | 7 | I0 | 34 | 4 | 0,3 | 0,4 |
| 90 | 44 | 44 | II | I0 | I3 | I0 | I3 | 4I | 5 | 0,3 | 0,6 |
| I00 | 52 | 52 | I4 | I3 | I6 | I2 | I5 | 48 | 7 | 0,4 | 0,7 |
| II0 | 59 | 59 | I6 | I5 | I8 | I5 | I7 | 54 | 8 | 0,5 | 0,9 |
| I20 | 66 | 66 | I9 | I7 | 20 | I7 | I9 | 60 | 9 | 0,5 | I,0 |

IV. Тканевые дозы при рентгеноскопических исследованиях желудочно-кишечного тракта.

а. Пищевод-желудок – рентгеноскопия и прицельная рентгенография.

Таблица II.

Удельные мощности дозы ($P_i$) облучения органов и тканей при исследовании желудка (ПЗ).

РИПр=60см, РИП=40см, $S$=20х20см$^2$, ДФ=2 мм $Al$.

| U (кВ) | $P_i$ ($10^{-1}$ мрад/мАс, мкГр/мАс) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | АКМ | Легкие | Железы | | | Печень | Почки | Селезенка | Желудок | Гонады | |
| | | | Мол. | Щит. | Подж. | | | | | Муж. | Жен. |
| 60 | I3 | 4 | I | 0,3 | 3 | I4 | 47 | I4 | I7 | 0,3 | 0,3 |
| 70 | I8 | I0 | 5 | 0,9 | II | 32 | 67 | 33 | 28 | 0,7 | 0,9 |
| 80 | 22 | I5 | 7 | I,3 | I5 | 46 | 77 | 46 | 38 | 0,9 | I,3 |
| 90 | 25 | I8 | 9 | I,7 | I9 | 58 | 85 | 59 | 47 | I,I | I,7 |
| I00 | 28 | 22 | II | 2,0 | 22 | 70 | 92 | 7I | 56 | I,3 | 2,0 |
| II0 | 3I | 25 | I3 | 2,3 | 25 | 8I | 98 | 82 | 65 | I,5 | 2,3 |
| I20 | 34 | 28 | I4 | 2,6 | 28 | 92 | I04 | 92 | 73 | I,6 | 2,5 |

б. Ирригоскопия – скопия и прицельная рентгенография

Таблица 12.

Удельные мощности дозы ($P_i$) облучения органов и тканей при ирригоскопии (ПЗ)

РИПр=60см, РИП=40см, $S$=20х20см$^2$, ДФ=2 мм $Al$.

| U (кВ) | $P_i$ ($10^{-1}$ мрад/мАс, мкГр/мАс) | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | АКМ | Легкие | Железы | | | Печень | Почки | Селезенка | Желудок | Гонады | |
| | | | Мол. | Щит. | Подж. | | | | | Муж. | Жен. |
| 60 | 2 | 0,1 | 0,2 | 0,03 | 0,3 | I | 0,4 | 0,2 | I | I3 | I0 |
| 70 | 4 | 0,4 | 0,5 | 0,I | I,3 | 2 | 2 | 0,8 | 5 | 20 | 2I |
| 80 | 6 | 0,6 | 0,6 | 0,I | 2,0 | 3 | 3 | I,3 | 7 | 27 | 30 |
| 90 | 7 | 0,8 | 0,7 | 0,I | 2,5 | 4 | 4 | I,7 | 9 | 33 | 38 |
| I00 | 8 | 0,9 | 0,8 | 0,2 | 3,5 | 4 | 4 | 2,I | I0 | 40 | 46 |
| II0 | 9 | I,I | 0,8 | 0,2 | 4,0 | 4 | 5 | 2,4 | I2 | 46 | 53 |
| I20 | II | I,2 | 0,9 | 0,2 | 4,5 | 5 | 5 | 2,7 | I3 | 52 | 60 |

У. Пример расчета эквивалентных доз.

Предположим, что проводится рентгенография шейного отдела позвоночника в боковой проекции. Режим работы: U = 70 кВ, =150 мА, =0,3 сек. Воспользуемся таблицей № 3 с удельными значениями эквивалентных доз и формулой I. Рассчитанные значения эквивалентных доз составят:

| | |
|---|---|
| активный костный мозг | Д=9 . 150 . 0,3 = 40,4 мрад (404 мкГр). |
| легкие | Д=2,7 мрад (27 мкГр), |
| желудок | Д=0,45 мрад (4,5 мкГр), |
| печень | Д=0,45 мрад (4,5 мкГр), |
| почки | Д=0,45 мрад (4,5 мкГр), |
| селезенка | Д=0,9 мрад (9,0 мкГр), |
| молочная железа | Д=0,9 мрад (9,0 мкГр), |
| щитовидная железа | Д=27,0 мрад (270 мкГр), |
| поджелудочная железа | Д=0,45 мрад (4,5 мкГр), |
| мужские гонады | Д=0,13 мрад (1,3 мкГр) |
| женские гонады | Д=0,09 мрад (0,9 мкГр). |

Сравнение полученных значений доз показывает, что при рентгенографии шейных позвонков наибольшему облучению подвергаются щитовидная железа и АКМ (кости головы и грудной клетки), в связи с чем на защиту этих органов необходимо обратить внимание в первую очередь.

Поскольку в рентгенодиагностических кабинетах работа проводится обычно при установившихся режимах работы рентгеновской трубки, рекомендуется составление таблиц эквивалентных доз для каждого конкретного вида исследований. Форма таблиц может быть произвольной, как, например, таблица № 13. При переменных режимах работы в таблице указываются несколько значений (рабочих) исходных параметров (ток, выдержка) и соответствующие им эквивалентные дозы.

Таблица № 13

Эквивалентные дозы при рентгенологических исследованиях (пример рабочей записи)

| Вид исследования | Режим исследования U i t | Эквивалентная доза, мрад (мкГр)/исслед. АКМ | Легкие | Желудок | Печень | Почки | Селезенка | Железы М.Щит.Под | Гонады м. ж. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

УI. Определение коллективных и средних индивидуальных доз облучения населения

Коллективная доза определяется как произведение числа лиц, подвергшихся рентгенологическим исследованиям, на эквивалентную дозу в данном органе, т.е. $КД_{jk} = Д_{jk} \cdot N_k$ где $КД_{jk}$ – коллективная доза облучения $j$-го органа при проведении $k$-го вида исследования, $Д_{jk}$ – эквивалентная доза в $j$-ом органе от $k$-го исследования, $N_k$ – число лиц, подвергшихся $k$-му виду исследования.

Например, рентгенография шейного отдела позвоночника в регионе проводилась 43500 раз в год. Воспользовавшись данными гл.У можно определить коллективные дозы облучения отдельных органов. Так

$КД_{АКМ}$ = 405 мрад.43500 чел/год = 17618 чел.-рад/год

$КД_{ЩЖ}$ = 270 мрад.43500 чел/год = 11745 чел.-рад/год и т.п.

Для определения коллективной дозы облучения какого-либо органа или ткани от всех видов рентгенологических исследований следует провести суммирование коллективных доз от отдельных видов исследований, т.е. $\sum_{k=1}^{n} КД_{jk} = \sum_{k=1}^{n} Д^{o}_{jk} \cdot N_k$ (обозначения те же).

Важной радиационно-гигиенической характеристикой является средняя доза облучения населения региона. Она определяется как частное от деления коллективной дозы облучения данного органа на численность населения в регионе, т.е.

$$\bar{Д}_{jk} = КД_{jk} / N$$

где $N$ – общая численность населения региона.

Например, если в регионе проживает I млн.чел; коллективная доза облучения активного костного мозга за счет рентгенографии шейного отдела позвоночника составляет I7618 чел.-рад/год, то средняя индивидуальная доза будет равна $\bar{Д} = 17618/I\ 000\ 000 = 17,6$ мрад/год. Аналогичным образом рассчитываются средние индивидуальные дозы в органе от всех видов исследований.

Таким образом, методика расчета эквивалентных доз позволяет определить:

I. дозовые нагрузки на пациентов и население в целом за счет медицинских рентгенологических исследований;
2. Виды исследований, дающих наибольший вклад в дозовую нагрузку;
3. Органы и ткани, подвергающиеся наибольшему облучению при проведении рентгенологических исследований.

УII. Расчет эффективных эквивалентных доз.

В соответствии с современными представлениями риск возникновения отдаленных стохастических эффектов должен быть равным вне зависимости от того, облучается все тело равномерно или неравномерно. Для этой цели введено понятие эффективной эквивалентной дозы, характеризующее риск при равномерном облучении тела, равный риску при облучении отдельных органов и тканей. Величина эффективной эквивалентной дозы определяется по формуле:

$$H = \sum \omega_j \cdot Д_j$$

где $H$ – эффективная эквивалентная доза,

$Д_j$ – эквивалентная доза в органе или ткани,

$\omega_j$ – взвешивающий фактор, характеризующий отношение стохастического риска только для данного органа (ткани) к суммарному риску при равномерном облучении всего тела.

Значения взвешивающих факторов $\omega_j$ даны в таблице № I4.

Таблица I4

Значения взвешивающих факторов - $\omega_T$

| Орган | $\omega_T$ |
|---|---|
| Легкие | 0,I2 |
| Активный костный мозг | 0,I2 |
| Молочная железа | 0,I5 |
| Щитовидная железа | 0,03 |
| Половые железы | 0,25 |
| Остальные органы | 0,3 |

Для всех перечисленных в таблице I4 органов могут быть установлены величины эквивалентных доз. Понятие "остальные органы" характеризует облучение остальной части тела, не учтенной в перечне таблицы I4. Доза облучения "остальных" органов ($Д_{оо}$) может быть определена как среднеарифметическая величина доз облучения печени, почек, поджелудочной железы, желудка, селезенки, т.е.

$$Д_{оо} = \frac{Д_{пе}+Д_{по}+Д_{пж}+Д_{ж}+Д_{с}}{5} \qquad (7)$$

Тогда эффективная эквивалентная доза по формуле (6) с учетом формулы (7) определяется

$$H_{эфф} = \omega_{л}\cdot Д_{л} + \omega_{акм}\cdot Д_{акм} + \omega_{мк}\cdot Д_{мк} + \omega_{щж}\cdot Д_{щж} + \omega_{т}\frac{(Д_{мг}+Д_{жг})}{2} + \omega_{оо}\frac{(Д_{пе}+Д_{по}+Д_{пж}+Д_{ж}+Д_{с})}{5} \qquad (8)$$

В таблице I5 приведены величины эффективных эквивалентных доз при II видах рентгенологических исследований. В этой таблице приведены режимы работы рентгеновской трубки, при которых расчитаны тканевые и эквивалентные эффективные дозы. Указанные в таблице I5 режимы проведения рентгенологических исследований получены в результате выборочного исследования, проведенного в ряде регионов. Использовались средние значения напряжения, тока и выдержки при тех видах рентгенологических исследований, которые приведены в таблице I5.

Таблица I5

Тканевые дозы (ТД) за одно исследование (усредненные данные) и эффективные эквивалентные дозы

| № | Вид исследования | Режим исследований | | | Тканевые дозы (мГр) за одно исследование | | | | | | $H_{эфф}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | U (кВ) | I (мА) | t (с) | АКМ | Легкие | Железы мол. | Щит. | Гонады муж. | Гонады жен. | Остальн. органы | (мЗв) |
| I. | Органы грудной клетки- рентгеноскопия+3прицел.снимка | без УРИ | 80 | 3 | I20 | II,0 | I3,0 | 3,0 | 2,5 | 0,I | 0,I5 | 5,0 | 4,0 |
| | | с УРИ | 70 | I | I80 | 4,0 | 6,5 | I,0 | 0,8 | 0,04 | 0,05 | I,5 | I,3 |
| 2. | Органы грудной клетки (рентгенография (прям.,бок.) | | 80<br>83 | 200<br>200 | 0,I<br>0,2 | 0,6 | I,7 | 0,5 | 0,3 | 0,I | 0,02 | I,2 | 0,75 |
| 3. | Органы грудной клетки флюрография (прям) | | 80 | 200 | 0,2 | 0,7 | I,5 | 0,2 | 0,2 | 0,009 | 0,009 | 0,79 | 0,55 |
| 4. | Пищевод-желудок | без УРИ | 80 | 3 | 25I | 4,6 | 3,2 | I,9 | 0,3 | 0,3 | II,3 | II,3 | 4,7 |
| | Рентгеноскопия+4прицел.снимка | с УРИ | 70 | I | 25I | 0,6 | 0,4 | 0,22 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | I,3 | 0,55 |
| 5. | Кишечник | без УРИ | 90 | 2 | 540 | I7,0 | I,I | I,I | 0,2 | 52,0 | 59,0 | I0,0 | I9,3 |
| | Ректороскопия+4прицел.снимка | с УРИ | 70 | I | 540 | 5,0 | 0,3 | 0,4 | 0,07 | I6,0 | I7,0 | I,7 | 5,4 |
| 6. | Череп | | 60 | 300 | 0,05 | 0,I | 0,0030 | 0,00I | 0,I4 | 0,0003 | 0,0003 | 0,005 | 0,002 |
| 7. | Плечевой сустав | 63 | 63 | 200 | 0,I | 0,03 | 0,05 | 0,03 | 0,4 | 0,003 | 0,003 | 0,005 | 0,00I |
| 8. | Позвоночник прямой+боковой | шейные | 70<br>90 | I00<br>250 | I,0<br>I,0 | I,9 | 0,5 | 0,2 | 9,7 | 0,02 | 0,02 | 0,08 | 0,7 |
| 9. | — . — | грудные | 80<br>I00 | I00<br>200 | 0,6<br>I,0 | 2,3 | I0,0 | II,0 | 2, | 0,I | 0,I5 | 8,0 | 5,7 |
| I0. | — . — | поясничные | 90<br>I00 | 200<br>200 | I,0<br>I,25 | 3,0 | 7,0 | 2,7 | 0,4 | I,4 | 2,8 | I8,0 | 7,7 |
| II. | Таз | | 83 | I00 | I,5 | 3,7 | 0,7 | 0,5 | 0,I | I,3 | II,0 | 6,0 | 4,3 |
| I2. | Тазобедренный сустав | | 80 | 200 | I,25 | 4,0 | 0,2 | 0,2 | 0,03 | 2,3 | I5,0 | 0,9 | 3,4 |
| I3. | Обзорный мочев.системы(6 сним.) | | 90 | I00 | I,25 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,0I | 4,0 | 3,0 | 2,0 | I,5 |
| I4. | Ретроградная пиелография (скопия +4 снимка) | | 80<br>90 | 3<br>I00 | 50<br>I,5 | 5,0 | 3,0 | 3,0 | 0,5 | 20,0 | 25,0 | 30,0 | I6,9 |

Л. -70939 от. 12.04.84 г. 1,25 п. л. Зак. № 804 Тир 500
Типография Министерства здравоохранения СССР

gost.e-ecolog.ru