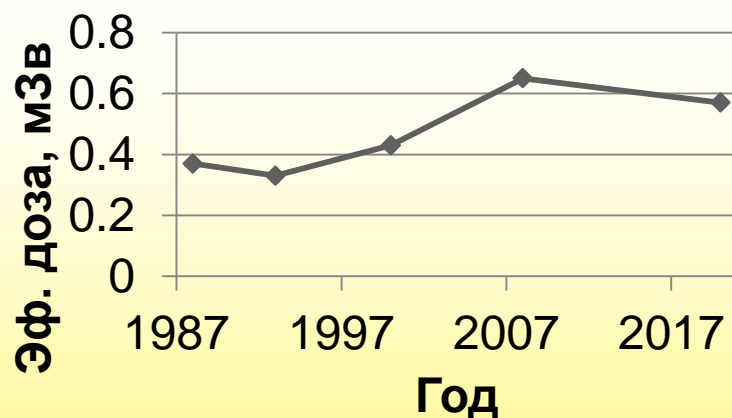


СОВРЕМЕННАЯ ОЦЕНКА ДОЗ МЕДИЦИНСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ

В. Ф. Миненко, К. А. Веренич, С. А. Кутень
(Институт ядерных проблем Белорусского
государственного университета)

Введение

Годовая эффективная доза на душу населения от диагностических медицинских радиологических исследований



[UNSCEAR, 2021]

Причины тренда

- 1) переход от пленочной рентгенографии к цифровой;
- 2) распространение компьютерной томографии.

- Рост средней годовой дозы облучения пациентов от диагностических медицинских исследований вынуждает:

- 1) создавать новые диагностические аппараты, снижающими лучевую нагрузку на пациента
- 2) создавать новые методы оценки и контроля доз в сеансах облучения.

Вычислительные фантомы для оценки доз в сеансах облучения

- Проводятся вычисления доз облучения человека с помощью гибридных вычислительных фантомов нового поколения. Гибридные вычислительные фантомы сочетают в себе черты использовавшихся ранее стилизованных и воксельных фантомов.



3D rendering of skeleton models of (A) ORNL stylized Workshop II. 2007]



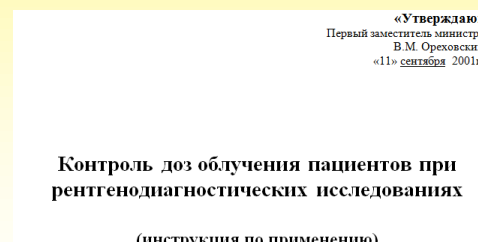
Mesh-type reference computational phantom (201

Характеристика вероятности возникновения стохастических эффектов

- Для характеристики вероятности возникновения стохастических эффектов облучения используется понятие эффективная доза [ГН «Критерии оценки радиационного воздействия». 25.01.2021 № 37.]
- Эффективная доза может быть применена для сравнения доз от медицинских процедур, которые облучают разные области тела [ICRP Publication 147].
- Из-за высокой неопределенности в конечном влиянии облучения на здоровье при низкой дозе (до 100 мГр) эффективную дозу можно рассматривать лишь как приблизительный индикатор возможного риска [ICRP Publication 147].
- Как правило, значения, используемые в инструкциях по определению эффективной дозы облучения пациента, относятся к условному лицу, а не к какому-либо конкретному человеку [ICRP Publication 147].

Оценка доз медицинского облучения пациентов в Беларуси

- В Беларуси общепринято проведение оценки только эффективной дозы облучения пациентов при диагностических исследованиях.
- Для этого утверждены инструкции по применению, в которых изложены методы оценки эффективной дозы.
- В инструкции 2016 года эффективная доза оценивается по значениям радиационного выхода и дозовым коэффициентам перевода от радиационного выхода к эффективной дозе для различных возрастных групп и видов медицинских исследований с применением рентгеновского излучения.



Учреждение-разработчик:
Белорусская медицинская академия последипломного образования

Авторы:
Главный специалист по лучевой диагностике МЗ РБ, заведующий кафедрой диагностических технологий БЕЛМАПО, доцент Чиж Г.В., ассистент кафедры лучевой диагностики БЕЛМАПО, к.м.н. Полойко Ю.Ф.

Минск
2001 год

Министерство здравоохранения Республики Беларусь



**МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ
ПАЦИЕНТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МЕДИЦИНСКИХ
РЕНТГЕНОДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕДУР**

инструкция по применению

Учреждение-разработчик:
Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека»

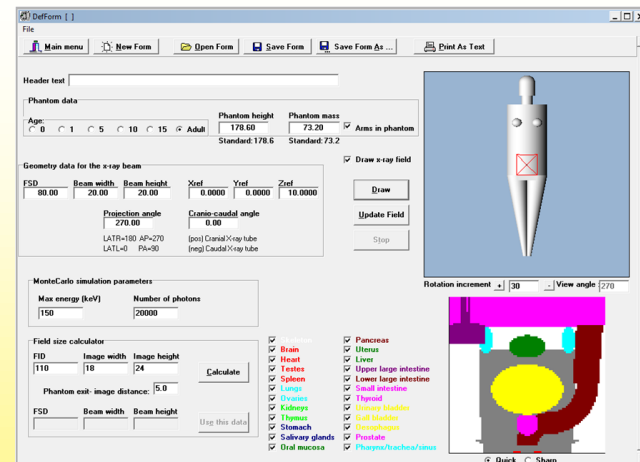
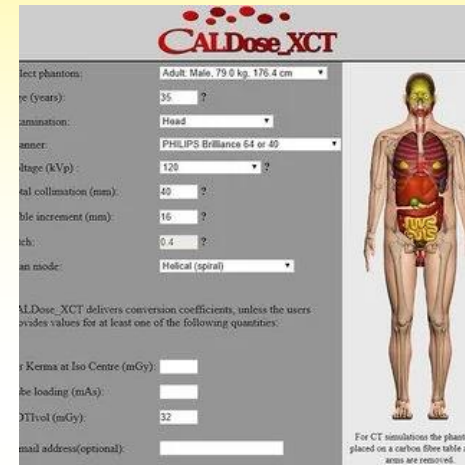
Авторы: д.б.н., доцент Н.Г. Власова, д.м.н., доцент А.В. Рожко, А.Н. Матарас, Л.Н. Эвентова, А.Е. Филостини, Л.С. Федорущенко, Г.Н. Евтушкова, Е.А. Дрозд

Гомель, 2016

Компьютерные программы для оценки доз облучения пациентов

- Оценка доз облучения в органах и тканях проводится с помощью компьютерных программ.
- 1) Программы одного типа представляют собой только интерфейсы к базе данных, в которой хранятся рассчитанные дозовые коэффициенты для расчета доз облучения.
- 2) Второй тип представляет собой полноценные вычислительные средства, большинство из которых реализует расчет переноса рентгеновского излучения в вычислительных фантомах человека методом Монте-Карло.

Минск, 15 апреля 2026



Материалы и методы

Инструкция по применению «Стандарты рентгенографических исследований детей». Утв. 29.09.2003.

Рассчитаны дозы облучения при проведении рентгенографии для следующих проекций:

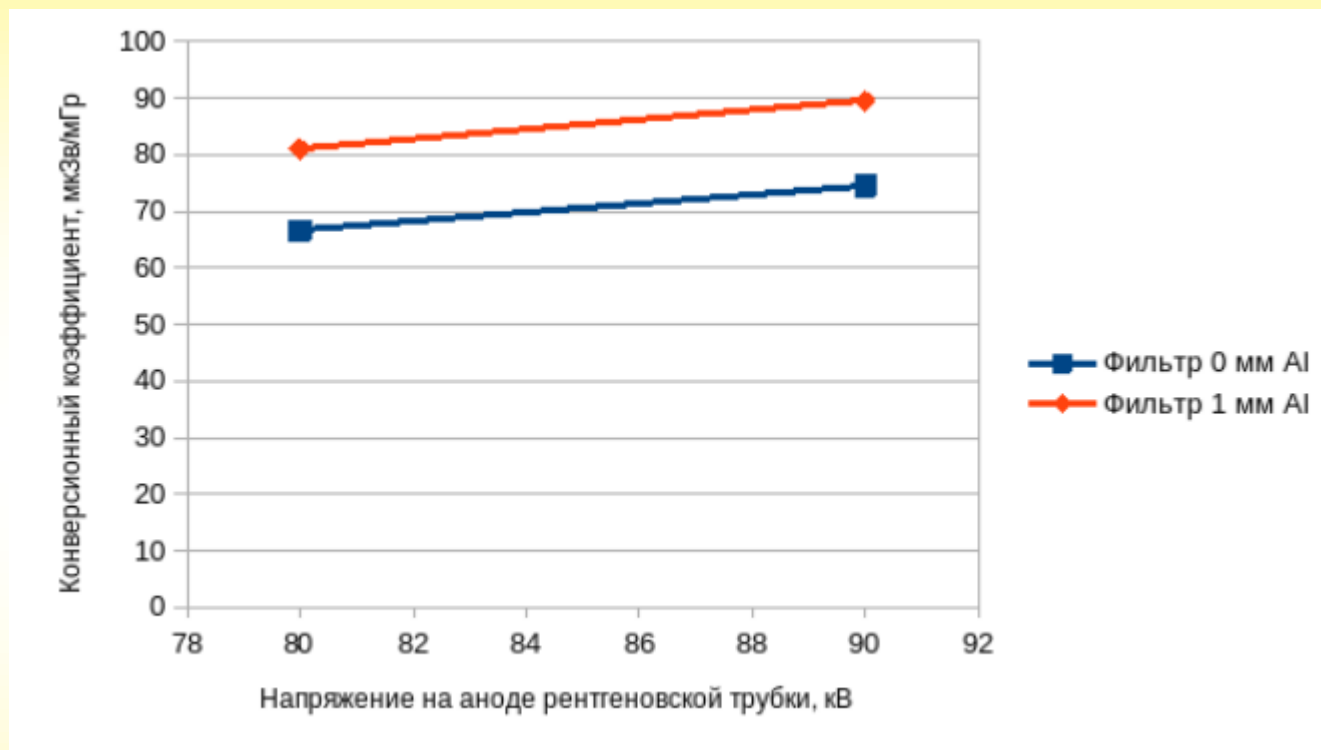
- 1) голова в передне-задней, задне-передней и боковой проекциях;
- 2) органы грудной клетки в передне-задней и задне-передней проекциях;
- 3) позвоночник передне-задней и задне-передней проекциях;
- 4) область брюшной полости в передне-задней и задне-передней проекциях.

- Расчеты проведены для новорожденных и детей в возрасте 5 лет.
- Перенос рентгеновского излучения рассчитывался с помощью компьютерной программы MCNPX 2.6, реализующей перенос излучения методом Монте-Карло.

Результаты

- В результате расчета получены значения доз в 29 органах и тканях, с использованием которых рассчитывается эффективная доза, а также доза в хрусталике глаза и доза на входной поверхности фантома по оси пучка.
- Рассчитанные значения преобразовывались в конверсионные коэффициенты для вычисления доз в органах и тканях на основе радиационного выхода рентгеновского аппарата. Затем дозовые коэффициенты заносились в базу данных, созданную в СУБД Microsoft Access.

Результаты



Зависимость конверсионного коэффициента для эффективной дозы от напряжения на рентгеновской трубке при рентгенографии органов грудной клетки

Результаты

- Для удобства работы с базой данных создано программное средство «Оценка доз» на языке Visual Basic .NET. Данное программное средство позволяет вводить параметры пациента и процедуры и рассчитывать дозы в органах и тканях из имеющихся дозовых коэффициентов.

<https://github.com/kutsen/doseassessment>

The screenshot displays the 'Оценка доз' (Dose Assessment) software interface. The main window is titled 'Оценка доз облучения' and contains a 'Пациент' (Patient) tab with the following data:

- Регистрационный номер: 1
- Фамилия: Иванов
- Имя: Иван
- Отчество: Иванович
- Пол: мужской
- Дата рождения: 01.01.1990
- Рост, см: 176
- Вес, кг: 73

Below the patient data are buttons for 'Расчет' (Calculate) and 'Выход' (Exit).

An overlaid window titled 'Результаты расчета' (Calculation Results) displays the following information:

- Регистрационный номер пациента: 1
- Иванов Иван Иванович
- Дата обследования: 23.05.2022 понедельник
- аппарат КОСМОС-535
- Голова/Череп/Заднепередняя проекция
- Параметры: 1 мАс, РИП=100 см, напряжение=60 кВ, поле облучения 24 см х 30 см, фильтр=0.1 мм Al
- rad. выход=37.95 мР/мАс

The results are presented in a table:

Входная доза, мГр	0.5
Уровень дозы оптимальный?	Да
Эффективная доза, мкЗв	2.487
Орган	Доза, мЗв
1 Гонады	менее 0.001
2 Красный костный мозг	1.822
3 Легкие	0.207
4 Желудок	менее 0.001
5 Мочевой пузырь	менее 0.001
6 Печень	менее 0.001
7 Пищевод	4.349
8 Щитовидная железа	13.65
9 Кожа	13.955
10 Эндост	2.498
11 Толстый кишечник	менее 0.001
12 Тонкий кишечник	менее 0.001
13 Мозг	4.732
14 Надпочечники	менее 0.001
15 Почки	менее 0.001
16 Поджелудочная железа	менее 0.001
17 Селезенка	менее 0.001
18 Вилочковая железа	0.929
19 Мышечная ткань	0.804
20 Экстраторакальный отдел органов	25.157
21 Грудная железа	менее 0.001
22 Простата	менее 0.001
23 Желчный пузырь	менее 0.001
24 Сердце	0.069
25 Лимфатические узлы	1.931
26 Слизистая рта	11.457
27 Сплонные железы	13.648

Работа выполнена по заданию ГПНИ «Энергетические и ядерные процессы и технологии» на 2021-2025 годы.

Спасибо за внимание