

***Радиационна защита.  
Радиационна хигиена.  
Основни понятия***

***Доц. М. Израел  
michelisrael@abv.bg***

# **Радиационна защита.**

## **Радиационна хигиена**

**Радиационна защита** е комплексът от знания и действия, предназначени да защитят отделния човек и човешката популация от вредното действие на йонизиращата радиация. Радиационната защита е интердисциплинарна област от човешкото знание, което включва: *знание за източниците* на йонизиращи лъчения; за *радиобиологичните ефекти* и зависимостта доза-ефект, както и други фактори, действащи при облъчването; системата от *принципи, норми и правила* в законодателството на страната; *системата за контрол* върху източниците и за необходимите действия при превишаване на облъчването.

# ***Радиационна защита.***

## ***Радиационна хигиена***

***Радиационната хигиена*** е част от хигиенната медицинска наука и се занимава с медицинските аспекти на радиационната защита, включващи проучванията и измерването за оценка на експозицията и риска от въздействието на йонизиращи лъчения върху човека, принципите и практическите мерки за опазване здравето на хората при използване на източници на йонизиращи лъчения.

# ***Радиационна защита.***

## ***Радиационна хигиена***

Нормативното осигуряване на защитата от йонизиращи лъчения във всяка страна се гради върху препоръките на Международната комисия по радиологична защита (МКРЗ, ICRP), която е независима институция, работи на експертен принцип и поддържа тесни връзки с Научния комитет по действие на атомната радиация (UNSCEAR) при ООН, Международната агенция за атомна енергия (МААЕ, IAEA), Световната здравна организация (СЗО, WHO), Международната организация по труда (МОТ, ILO) и др.

# ***Радиационна защита.***

## ***Радиационна хигиена***

Действащото законодателство в България се основава на принципите и методите за радиационна защита от Публикация 60 „Препоръки на МКРЗ от 1990 г.” Новите препоръки са от 2007 г., заменящи тези от 1990 г., а изготвените през 2010 г. „Основни норми” на МААЕ се очаква да бъдат въведени в националното законодателство.

# ***Радиационна защита.***

## ***Радиационна хигиена***

Медицината е първата и най-широка област на приложение на йонизиращите лъчения. Съвременната медицина е немислима без рентгеновата и радионуклидната диагностика, без лъчелечението. Едновременно с голямата полза от йонизиращите лъчения, хората са изложени на тяхното вредно въздействие.

# **Радиационна защита.**

## **Радиационна хигиена**

**Йонизиращото лъчение** (или **йонизиращата радиация**) представлява поток от заредени и електронеутрални частици и фотони, които имат достатъчна енергия да йонизират средата, през която преминават.

Процесът **йонизация** представлява образуването на йони от електронеутрални атоми и молекули чрез освобождаване на един или повече електрони от електронната обвивка на атома.

# ***Радиационна защита.***

## ***Радиационна хигиена***

Йонизиращите лъчения са алфа-, бета-частиците, гама-лъчите, протоните, неутроните, рентгеновите лъчи, тежките йони и др. Те се получават от естествени или изкуствени източници, като рентгенови тръби, ускорители на заредени частици, ядрени реактори и други генератори на лъчения.

Йонизиращите лъчения, които се използват в медицината, принадлежат на трите основни групи: заредени частици, фотони и неутрони.



# **Радиационна защита.**

## **Радиационна хигиена**

### **Йонизиращи лъчения**

<b>Директно йонизиращи лъчения (Заредени частици)</b>	<b>Индиректно йонизиращи лъчения (Електронеутрални частици)</b>	
<b>Електрони, позитрони, алфа- частици, протони, ядра</b>	<b>Неу- трони</b>	<b>Електромагни тни (фотонни) лъчения рентгенови и гама</b>

# ***Радиационна защита.***

## ***Радиационна хигиена***

Взаимодействието на заредените частици с веществото се определя най-вече от взаимодействие между тях и атомните електрони. При това, частица с достатъчна енергия  $E$  ще предизвика възбуждане и йонизация на атомите на средата. Този процес се нарича удар. При ударите частицата отдава енергията си на атома, при което губи своята кинетична енергия. Възбудените атоми и молекули отделят получената при възбуждането си енергия под формата на фотони светлина или характерично рентгеново лъчение.

# ***Радиационна защита.***

## ***Радиационна хигиена***

Мярка за ***йонизиращата способност*** на заредените частици е тяхната линейна йонизация – броят йонни двойки, създавани на единица път в облъчваното вещество.

При еднаква енергия алфа-частиците имат значително по-голяма йонизираща способност от бета-частиците.

# ***Радиационна защита.***

## ***Радиационна хигиена***

***Проникващата способност*** на заредената частица се определя от дълбочината на нейното проникване във веществото до изразходването на цялата и енергия. При еднаква енергия алфа частиците имат значително по-ниска проникваща способност от бета-частиците. Пробеget на алфа-частиците във въздуха е до 10-11 cm, а в мускулната тъкан – до 0,1 – 0,13 mm. Затова алфа-частиците не представляват опасност при външно облъчване, но причиняват многократно по-големи локални лъчеви увреждания при вътрешно облъчване.

# ***Радиационна защита.***

## ***Радиационна хигиена***

Пробегът на бета частиците нараства с тяхната енергия.

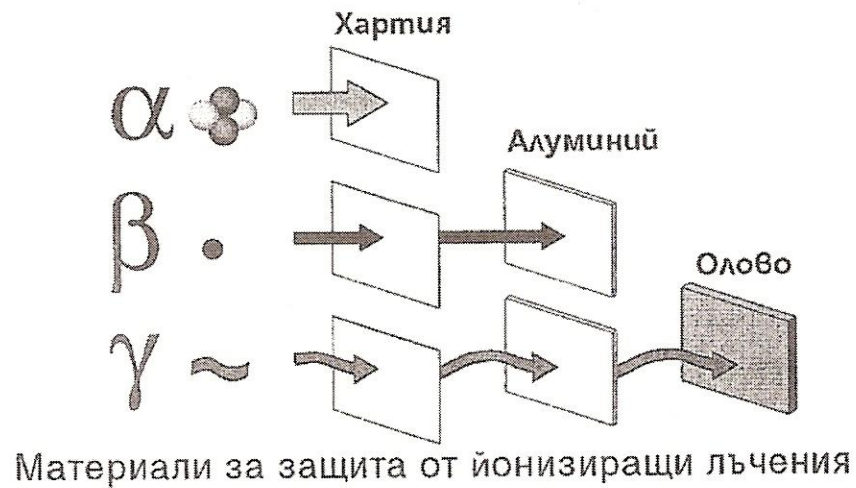
Например, при енергия 200 keV, техния пробег в мускулна тъкан е 1 mm, а във въздух – 31 cm.

При максимална енергия от 4 MeV дълбочината на проникване на бета-частиците в човешкото тяло може да достигне до 20 mm

При външно облъчване защитата от бета-лъчи се осъществява чрез защитни екрани от пластмаса (1-2 cm) или от алуминий.

# Радиационна защита.

## Радиационна хигиена



# ***Радиационна защита. Радиационна хигиена***

***Електромагнитните лъчения*** (рентгенови, гама- и X-лъчи), наричани още ***фотонни лъчения***, имат по-малка йонизираща способност, но по-голяма проникваща способност от алфа- и бета-лъчите.

# **Радиационна защита.**

## **Радиационна хигиена**

В резултат от взаимодействието на фотонните йонизиращи лъчения с веществото техният интензитет намалява. За определяне на степента на отслабване на лъчението и на необходимата дебелина на защитния екран се използва величината **слой на полуотслабване  $d_{1/2}$**  – дебелината на слоя от определено вещество, при преминаването през който интензитетът на лъчението намалява наполовина. Слой на полуотслабване на гама-лъчи с енергия 1,25 MeV (Co-60) в меките тъкани на човешкото тяло е около 20 cm.



# ***Радиационна защита.***

## ***Радиационна хигиена***

При рентгеновите лъчи съществува силна зависимост на степента на поглъщане от вида на биологичните тъкани. Този ефект се използва в рентгеновата диагностика. Отслабването на рентгеновото лъчение е най-голямо в костите, по-малко в меките тъкани и най-малко във въздушните кухини. Това осигурява необходимия контраст в получения рентгенов образ.

# ***Радиационна защита.***

## ***Радиационна хигиена***

От групата на заредените частици голямо значение за диагностиката и лечението имат бета-частиците и ускорените електрони.

Протоните и алфа-частиците имат много ограничено приложение и заедно с парчетата на деленето на тежки ядра и станалите познати след чернобилската катастрофа „горещи частици” са предимно проблем на радиационната защита.

За медицински цели се прилагат изкуствени радионуклиди. Тяхната максимална енергия достига до около 3 MeV. Електрони с енергия 6-25 MeV, необходими за лъчелечението, се получават от линейните ускорители.

# ***Радиационна защита.***

## ***Радиационна хигиена***

Втората група йонизиращи лъчения са рентгеновите, гама и X-лъчите. Те имат най-голямо приложение и значение за медицината.

Неутроните се използват в медицината най-вече за получаване на изкуствени радионуклиди.

# **Радиационна защита.**

## **Радиационна хигиена**

**Строеж на атома. Ядро, електронна обвивка.**

Атомите са изградени от ядро и електрони.

**Ядрото** се състои от протони и неутрони

**Протонът** ( $p_+$ ) е елементарна частица с положителен електричен заряд.

**Неутронът** ( $n_0$ ) няма електричен заряд. В ядрото е съсредоточена почти цялата маса на атома, тъй като протонът и електронът имат почти 1840 пъти по-голяма маса от електрона.

# ***Радиационна защита.***

## ***Радиационна хигиена***

**Електронът** ( $e^-$ ) е натоварен с отрицателен електричен товар.

Положителните електрични товари в ядрото привличат отрицателно натоварените електрони.

Броят на положителните товари в ядрото е равен на броя на отрицателните товари в електронната обвивка и атомът като цяло е електрически неутрален.

# ***Радиационна защита.***

## ***Радиационна хигиена***

Обемът на ядрото е около 100 000 пъти по малък от обема на атома.

Броят на протоните определя порядния номер  $Z$  на химичния елемент.

Броят на протоните и неутроните определя атомното тегло  $A$ .

Електроните определят химичните свойства на химичните елементи.

# **Радиационна защита.**

## **Радиационна хигиена**

Типичните стойности на ефективната доза при диагностичните рентгенови и радионуклидни изследвания варират между 0,02 mSv при белодробните графии – до 8-10 mSv при компютърните томографии. Тези стойности са сравними с ефективната доза от **природния радиационен фон - 2,3 mSv за една година.**

Компютъртомографските (СТ) изследвания са свързани със сравнително по-голямо облъчване. Въпреки че СТ изследванията представляват по-малко от 10 % от рентгенодиагностичните процедури, те формират 60-70 % от общата доза в рентгеновата диагностика.

# ***Радиационна защита.***

## ***Радиационна хигиена***

Рентгеноскопиите са по-евтини, но са свързани с по-голямо лъчево натоварване. Например, само половин минутна рентгеноскопия на бял дроб е еквивалентна по ефективна доза на пет до десет белодробни снимки. При един от най-информативните методи за съдова диагностика - субтракционната дигитална ангиография, дозата при един кадър е сравнима с тази при една обикновена рентгенова снимка. А при една такава процедура се правят много, понякога до 1000 кадъра, т.е. лъчевото натоварване на пациента е еквивалентно на облъчването от 1000 рентгенови снимки!





## ***Радиационна защита. Радиационна хигиена***

Най-голямо е лъчевото натоварване при интервенционалните диагностични и терапевтични процедури, но рентгеновата скопия при тях осигурява нужната визуализация и в повечето случаи е безалтернативна.

# ***Радиационна защита.***

## ***Радиационна хигиена***

***Медицинското облъчване е основният техногенен източник на облъчване на човека. По данни за България, на рентгеновата диагностика у нас се дължи средно около 24 % от общото облъчване на населението със средна индивидуална годишна ефективна доза 0,802 mSv, а на радионуклидната диагностика - около 2,4 % от общото облъчване с 0,08 mSv. Общият принос на двата диагностични метода в техногенното облъчване е 83,2 %. Той е почти 300 пъти по-голям от дела на ядрената енергетика в страната при нейната нормална работа.***

# **Радиационна защита.**

## **Радиационна хигиена**

По данни от Националната информационна система, средните годишни дози на лицата, **работещи професионално с източници** на йонизиращи лъчения, са съответно 3,5 mSv за заетите в атомната електроцентрала (около 200 лица), 2,1 mSv за работещите в други промишлени производства (около 500 лица), 1,2 mSv за заетите в медицината (около 4500 лица) и 1,1 mSv за лицата в образованието и науката.



# ***Радиационна защита.***

## ***Радиационна хигиена***

От данните се вижда, че годишните дози на персонала като правило са по-ниски от дозите, получавани от пациента при едно рентгеново или радионуклидно изследване. Това показва, че радиационната защита на пациентите е не по-малко важна от защитата на работещите с източници на йонизиращи лъчения.

# **Радиационна защита.**

## **Радиационна хигиена**

**Границата на ефективната доза за персонал е 100 mSv в продължение на 5 последователни години, като максималната ефективна доза за всяка година не може да надхвърля 50 mSv.**

**Границата на годишната ефективна доза за всяко лице от населението е 1 mSv.**

# ***Радиационна защита.***

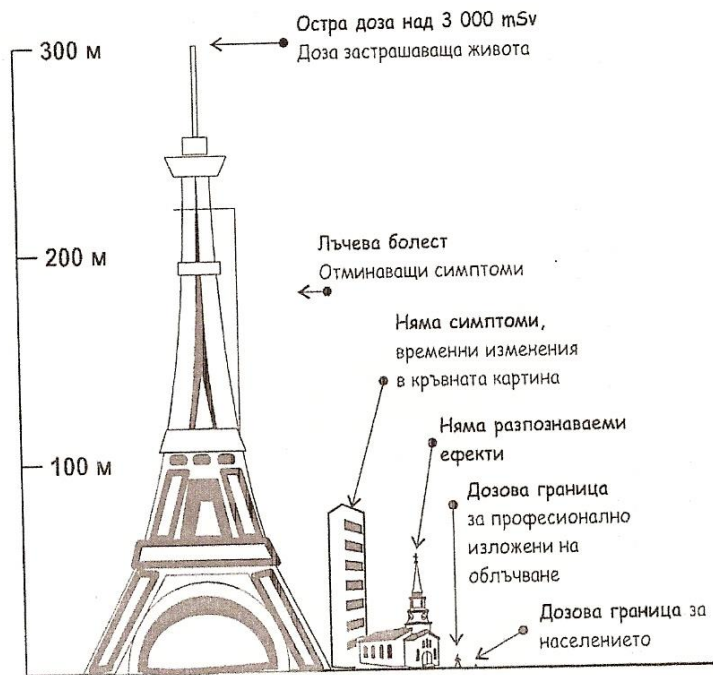
## ***Радиационна хигиена***

Колко големи са тези дози?

Ако сравним дозата, застрашаваща живота на човека с Айфеловата кула (височина 300 m), границата на годишната ефективна доза за персонал е сравнима с височината на човек, а границата на годишната ефективна доза за всяко лице от населението е 20 пъти по-ниска.

# Радиационна защита. Радиационна хигиена

ГОЛЕМИ ДОЗИ. ГОЛЕМИ РИСКОВЕ



Ако животозастрашаващата доза е колкото височината на Айфеловата кула, дозовата граница за професионално изложените на облъчване съответства на височината на човек, а границата за населението - на дебелината на тухла.



# ***Радиационна защита. Радиационна хигиена***

*Това са общите понятия в  
радиационната защита и  
радиационната хигиена.*

*Благодаря за вниманието!*