

Физички штетни фактори - јонизирачко зрачење

Проф. д-р Елисавета СТИКОВА



Класификација на штетните фактори

- физички штетни фактори
- хемиски штетни фактори
- биолошки и
микробиолошки штетни
фактори
- социоекономски штетни
фактори



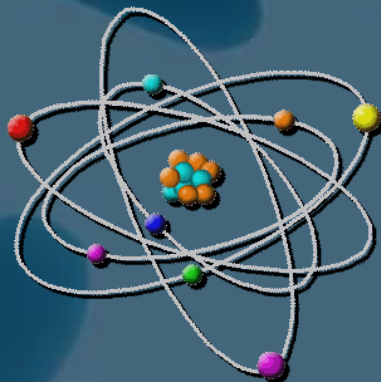
Физички штетни фактори

- јонизирачко зрачење,
- нејонизирачко зрачење,
- температура,
- бучава,
- вибрации и
- зголемен или намален атмосферски притисок.

Што е зрачење зрачење

Дефиниција:

Зрачење претставува ослободување на енергија од одреден извор која се пренесува во средината во форма на:





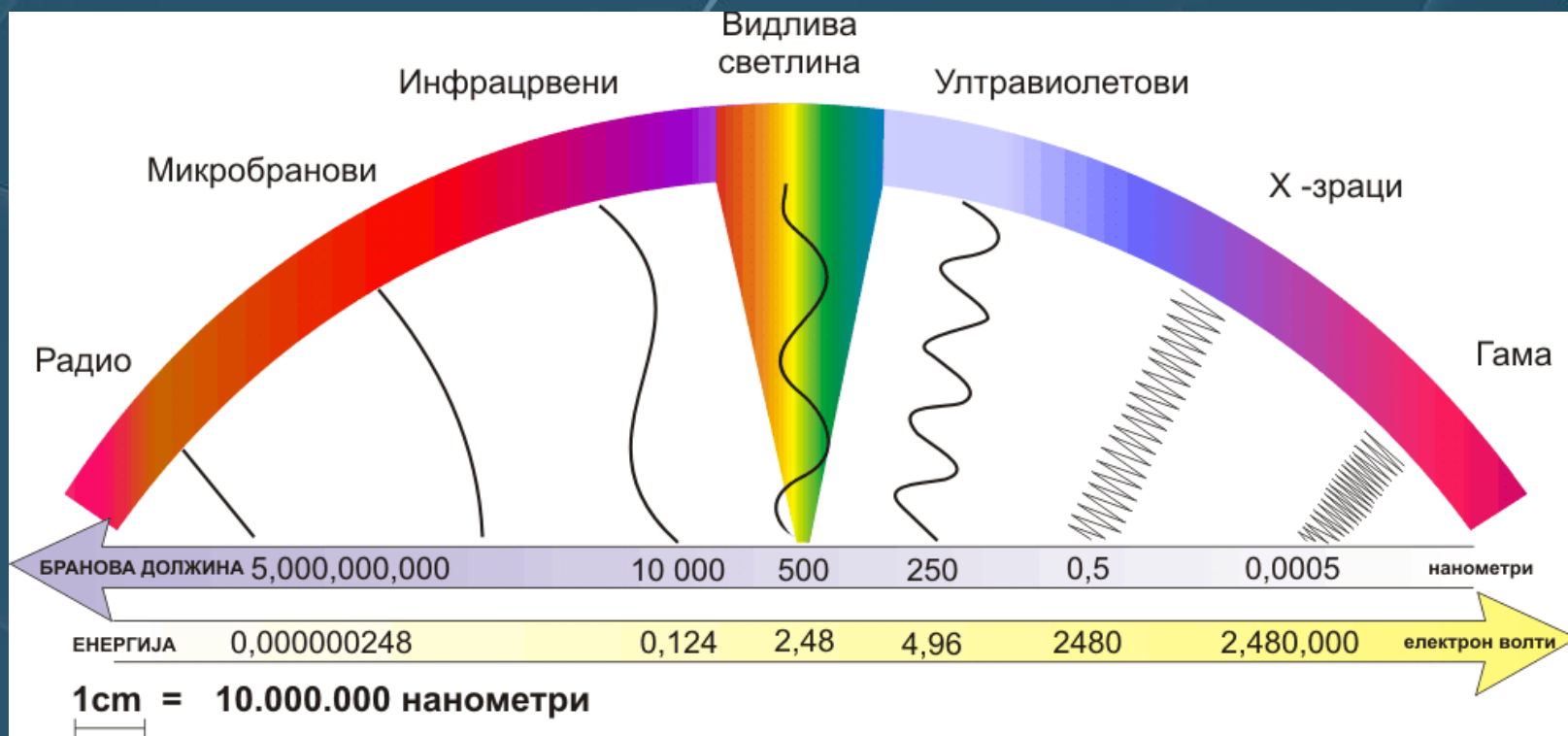
Јонизирачко зрачење

Поделба на електромагнетните бранови

Според брановата должина, фреквенцијата и енергијата, електромагнетните бранови во електромагнетниот спектар се поделени на:

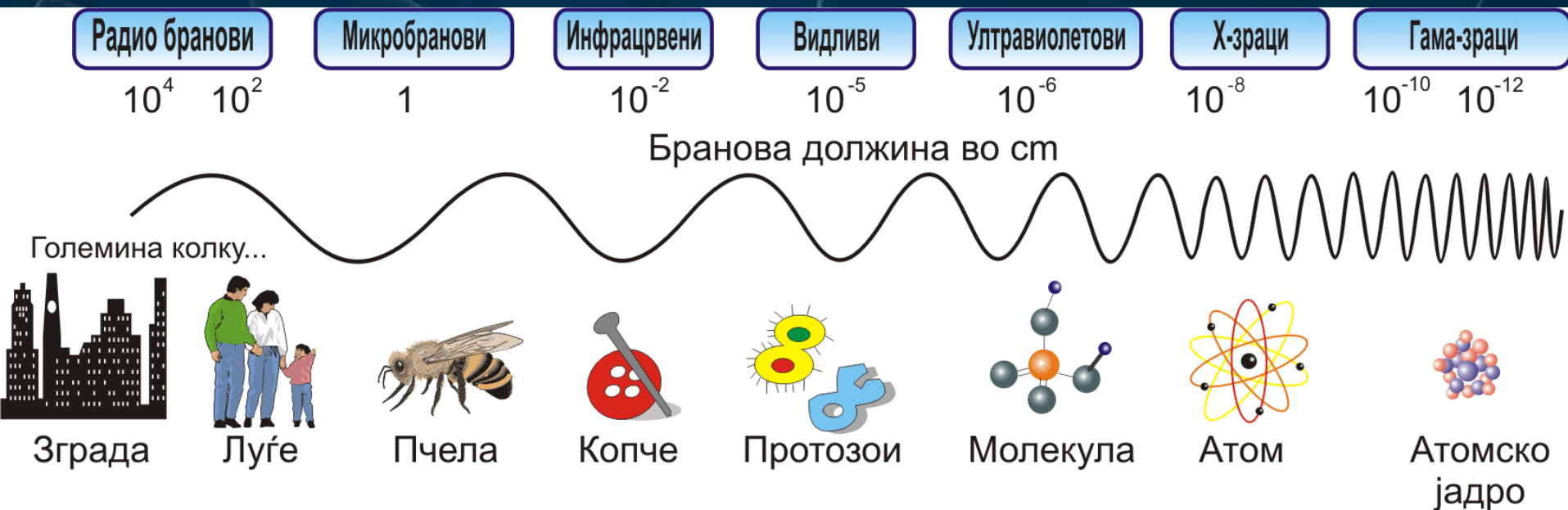
- радиобранови,
- микробранови,
- инфрацрвени бранови,
- електромагнетни бранови од видливиот дел на спектарот,
- ултравиолетови бранови,
- X-зраци и
- гама-зраци

Електромагнетен спектар



Електромагнетен спектар

Електромагнетниот спектар



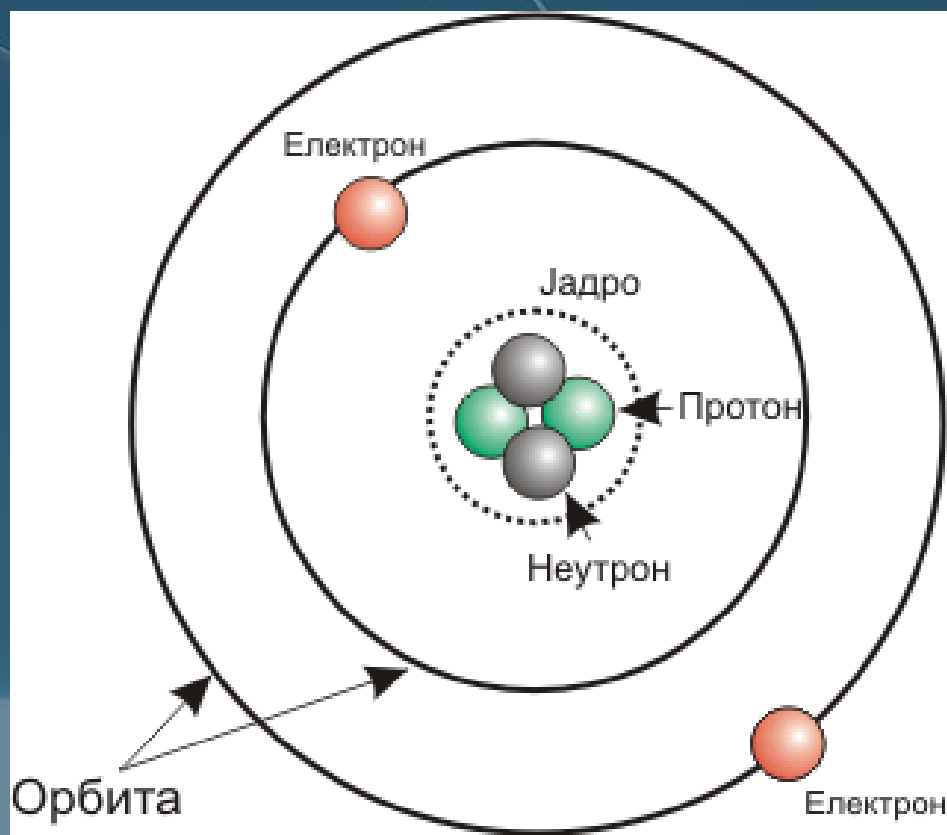


Јонизирачко зрачење

- Јонизирачко зрачење содржи доволно енергија која во интеракција со биолошката материјата предизвикува придвижување на електроните од орбитата на атомите и молекулите и доведува до јонизација на ткивата

Јонизирачко зрачење

Шематски приказ на структура на атомот





Јонизирачко зрачење

Јонизирачкото зрачење се јавува во две форми:

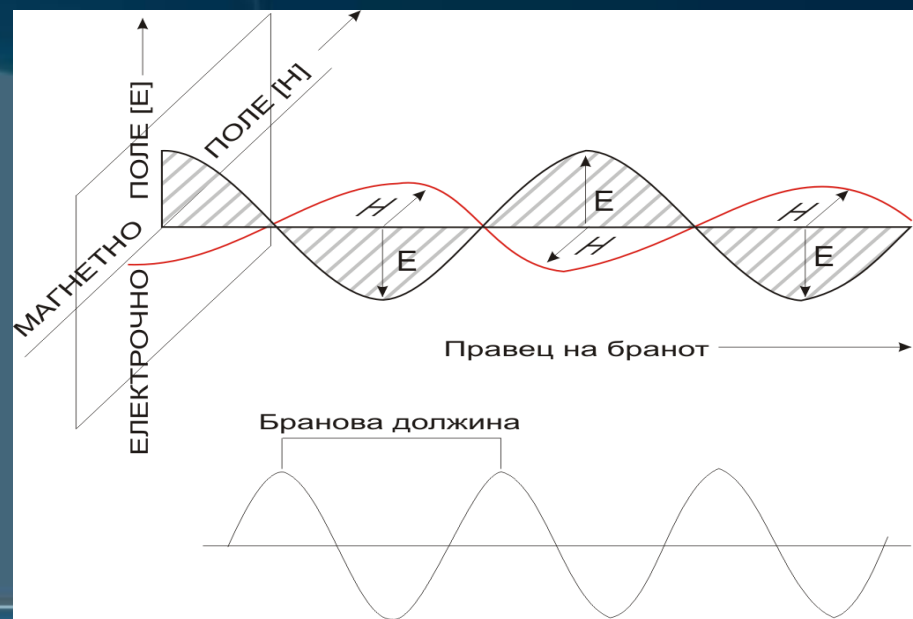
- јонизирачко зрачење предизвикано од електромагнетни бранови и
- јонизирачко зрачење предизвикано од јонизирачки честички.

Јонизирачко зрачење

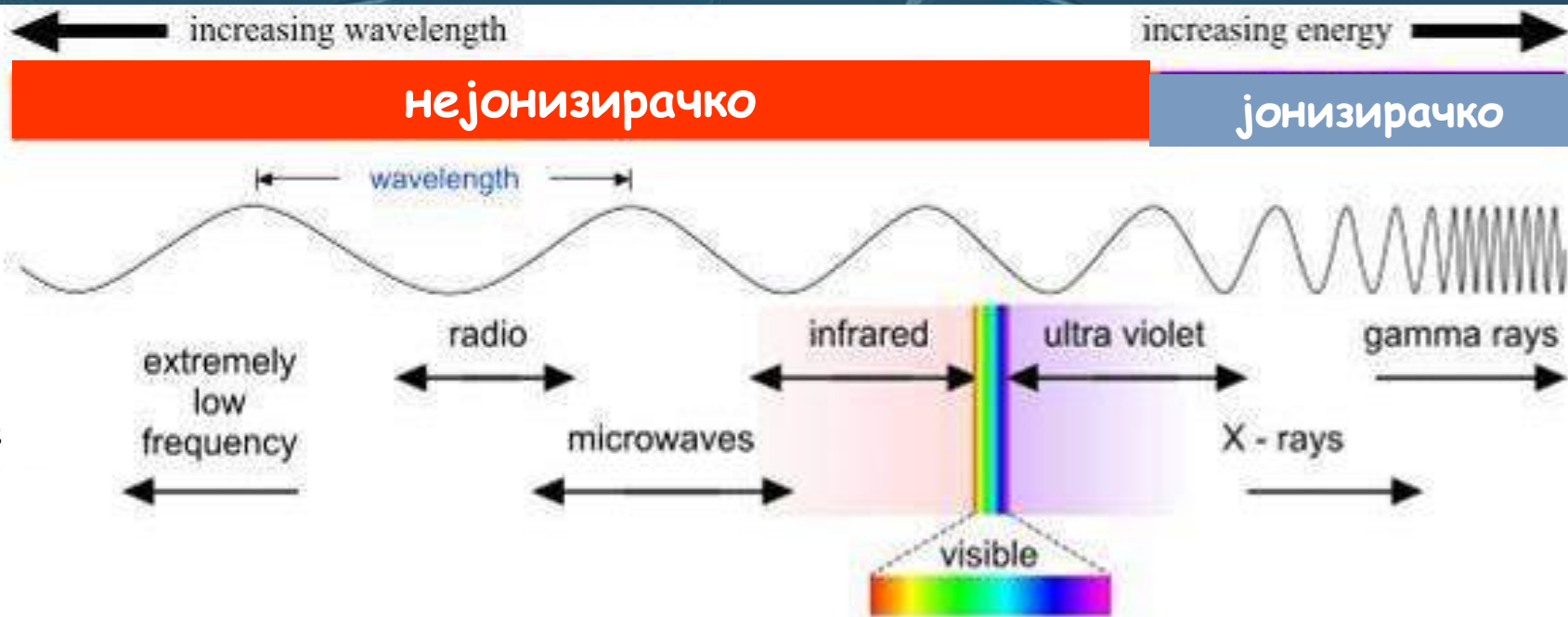
Јонизирачко зрачење предизвикано од електромагнетни бранови

Основни физички карактеристики на електромагнетните бранови се нивната:

- фреквенција и
- бранова должина



Електромагнетен спектар



Видови зрачење

Извори





Јонизирачко зрачење

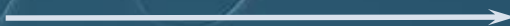
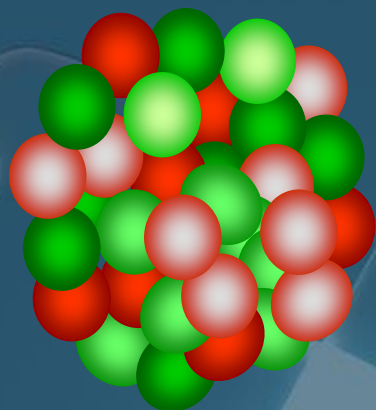
Јонизирачко зрачење предизвикано од јонизирачки честички

- алфа честички (јадро на атомот на хелиумот)
- бета честички (забрзани електрони)
- неутрони, протони и други тешки јони



Јонизирачко зрачење

Алфа честички



α



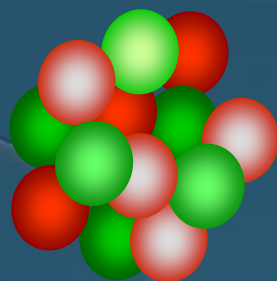
Јонизирачко зрачење

Алфа - честички

- продукт на спонтаното распаѓање на радиумот, плутониумот, ураниумот и радонот
- позитивно наелектризирани честички (два протона и два неутрона - јадро на хелиум)
- имаат голема маса, позитивен електричен полнеж, мала продорна моќ, предизвикуваат силна јонизација
- движење може ефикасно да го спречи со парче хартија
- ефектите се последица на ингестија или инхалација (интерна експозиција)



Јонизирачко зрачење



Бета честичка



β



Јонизирачко зрачење

Бета - честички

- производ на распаѓање на радиоактивни материјали - трициумот (изотоп на водородот), јаглерод-14, фосфор-32 и стронциум-90
- негативно наелектризирани (електрони)
- имаат многу мала маса, се движат со многу голема брзина
- во однос на алфа зраците имаат помала јонизациска моќ, но поголема продорност



Јонизирачко зрачење

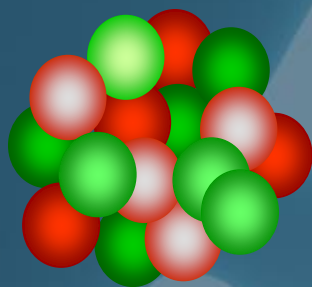
Неутрони

- се ослободуваат при фисија на ураниумот или плутониумот
- не носат никаков електричен полнеж
- сериозно ги оштетуваат клетките на човековиот организам

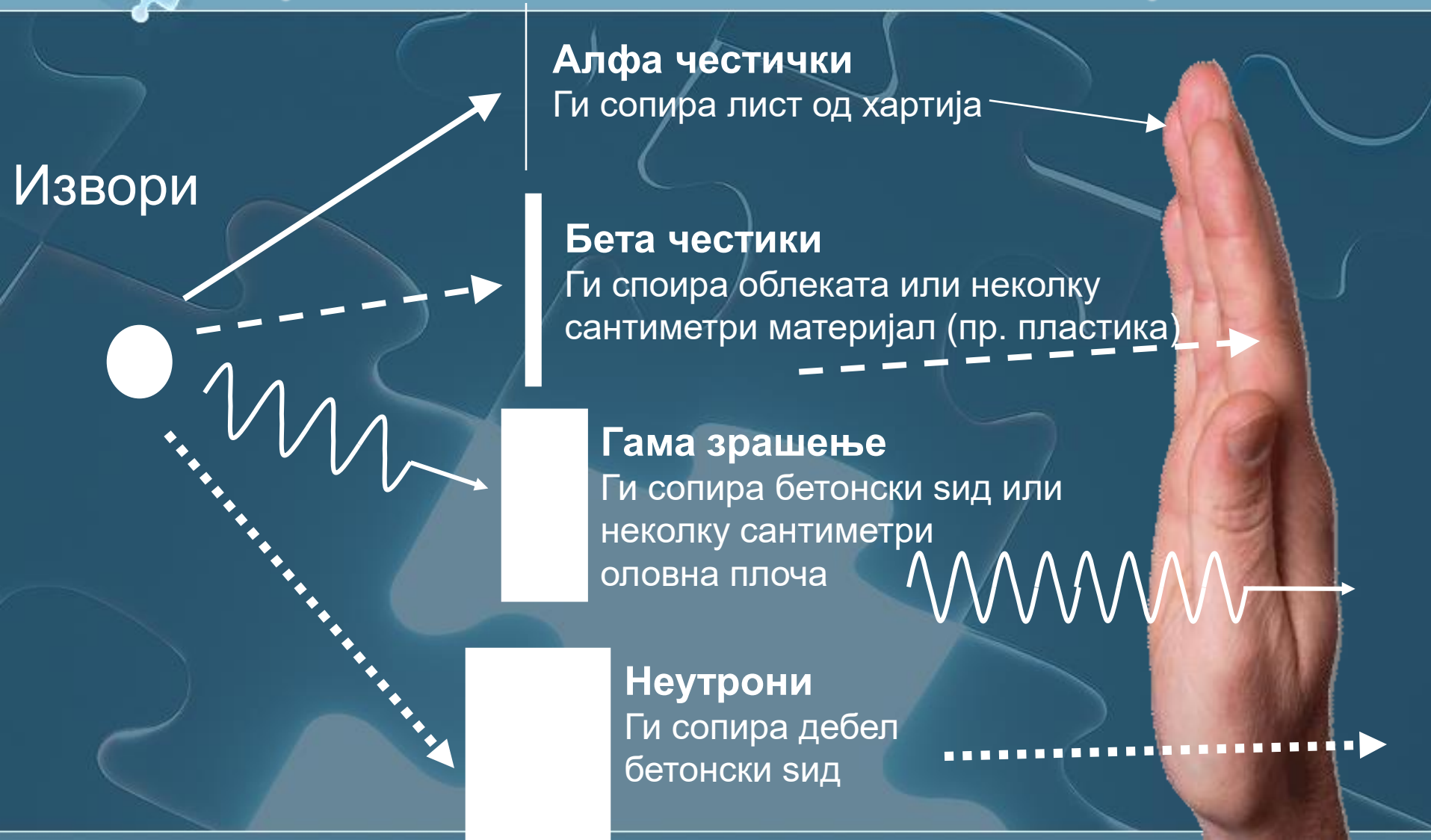


Јонизирачко зрачење

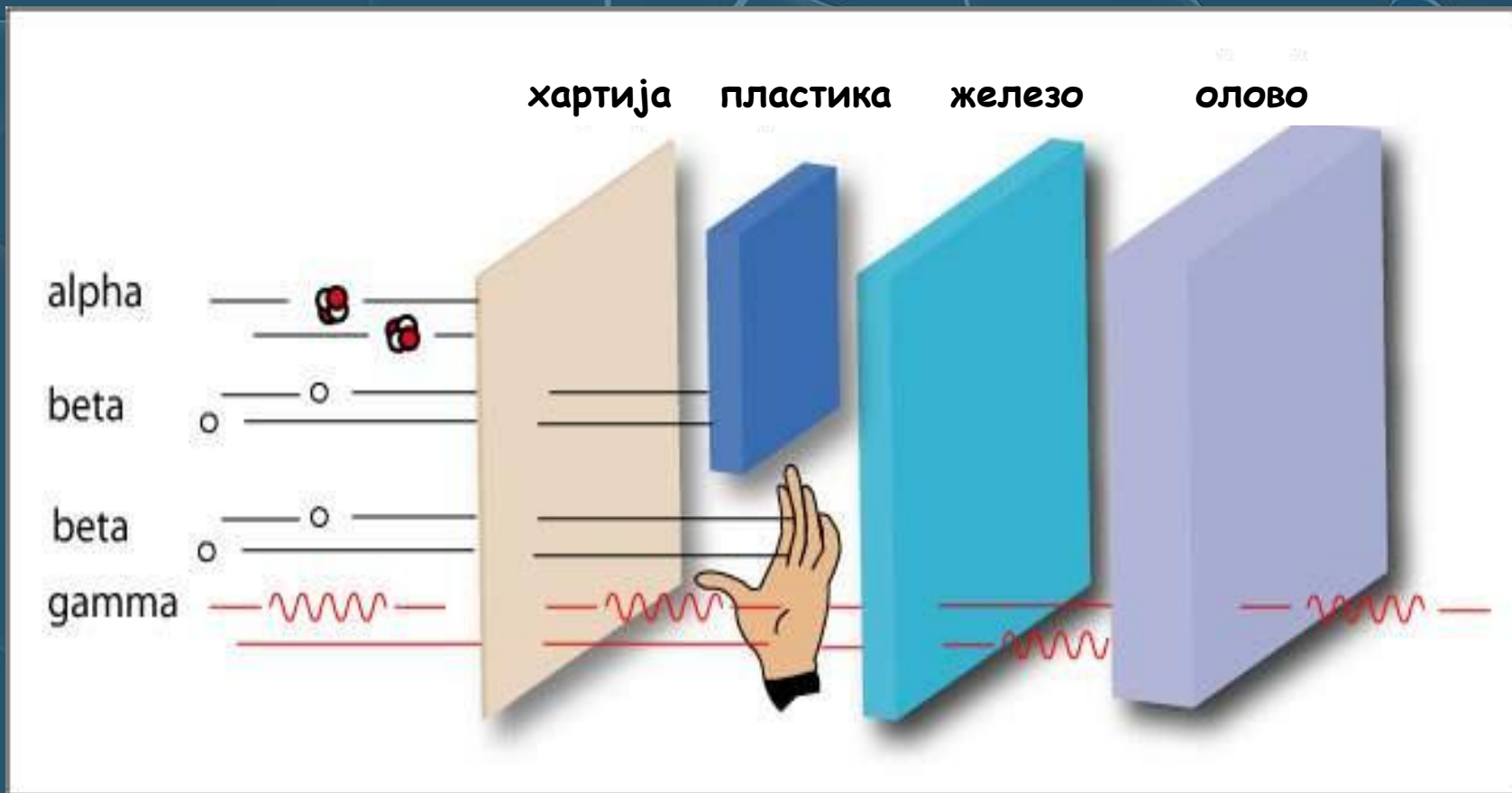
Гама зрачење



Пенетрирачка моќ на различни видови на зрачење



Пенетрирачка моќ на различни видови на зрачење





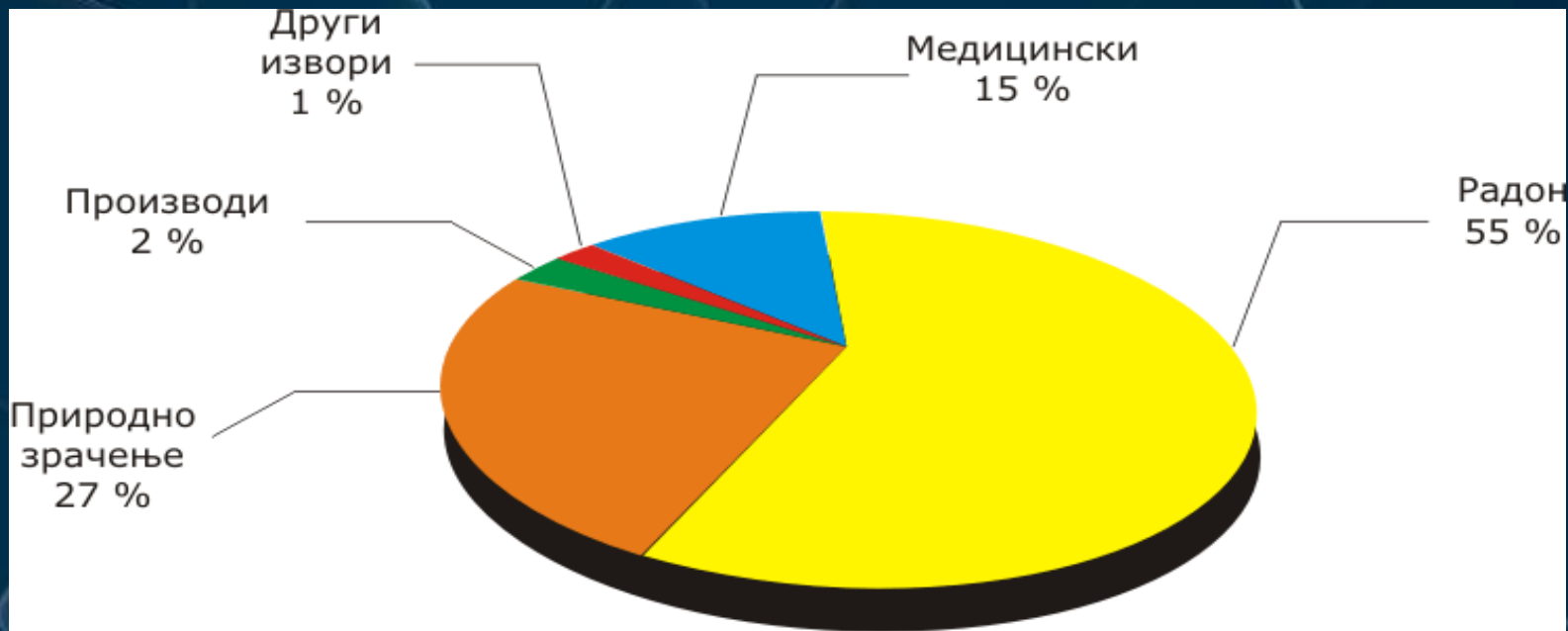
Јонизирачко зрачење

Извори на јонизирачко зрачење

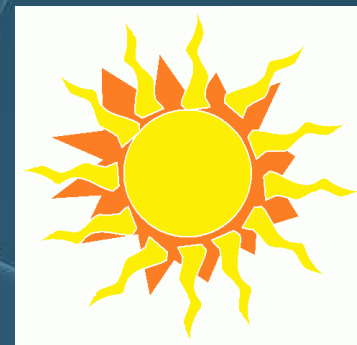
- природни јонизирачки зрачења
- вештачки извори на јонизирачко зрачење
- 55% од просечната примена доза доза на зрачење отпаѓа на зрачењето од радон
- 15% е од зрачењето во тек на медицинските радиодијагностички постапки

Јонизирачко зрачење

Приказ на учеството на различни извори во вкупната просечна годишна примена доза на зрачење



Природна радиоактивност





Јонизирачко зрачење

Карактеристики на изложеноста на јонизирачко зрачење

- експозиција
- надворешна или екстерна изложеност
- внатрешна или интерна изложеност

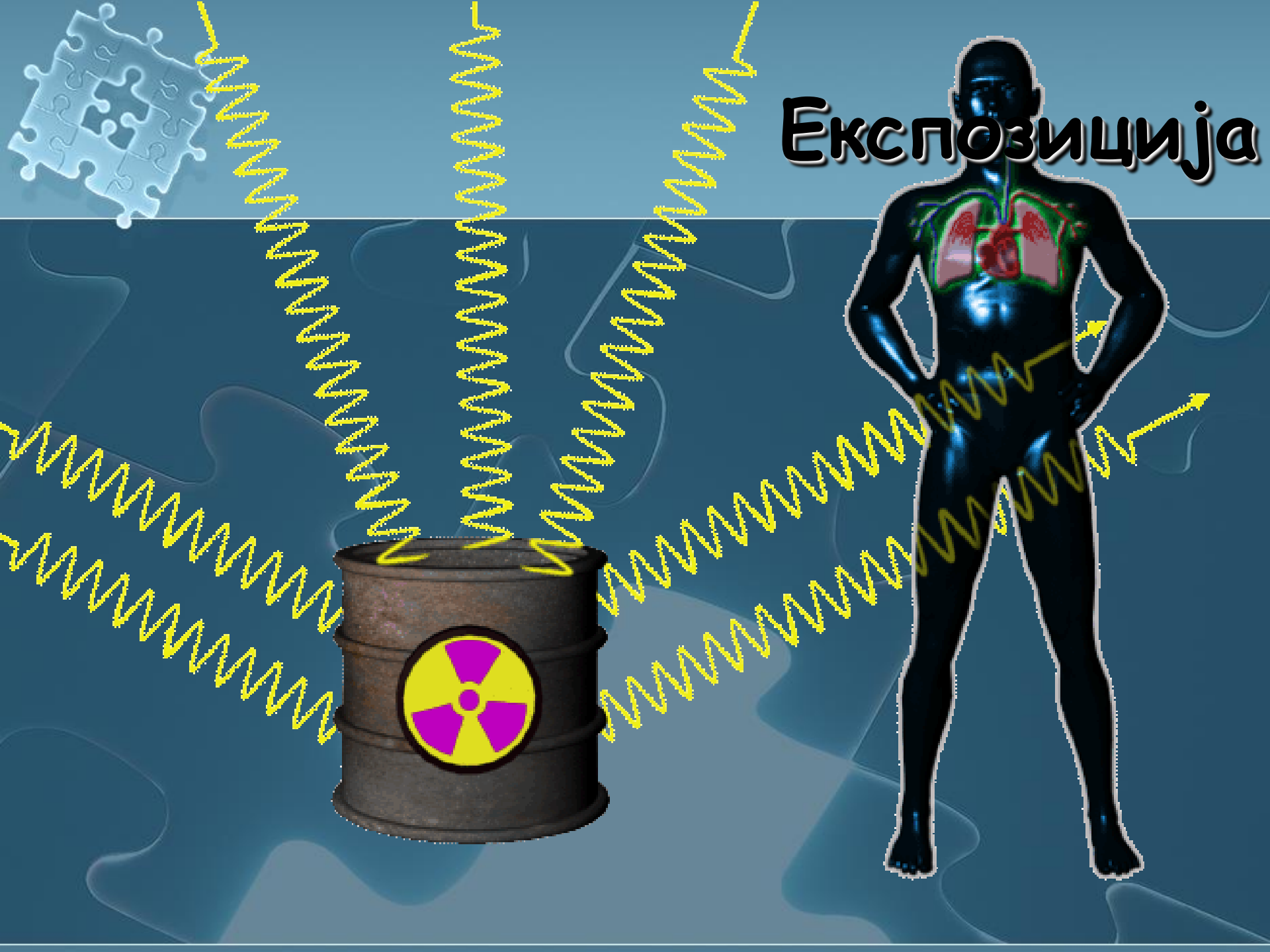
Експозиција vs. Контаминација

Експозиција: озрачување на телото → абсорбирана доза (Gray, rad)

Контаминација:
задржување на радиоактивен материјал на површината (екстерна) или навлегување во човековото тело (интерна)



Експозиција



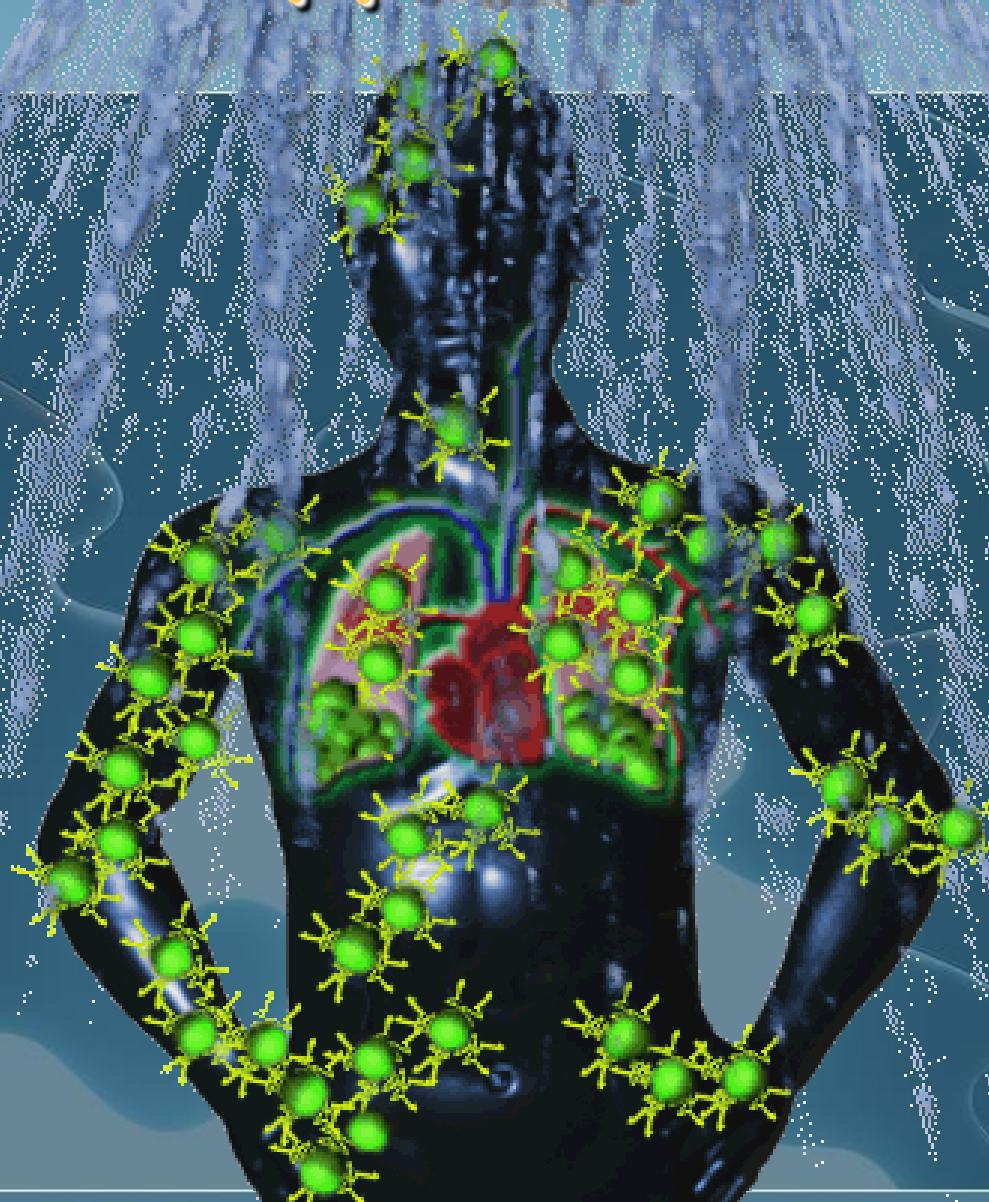
Експозиција и контаминација



Екстерна контаминација



Деконтаминација





Интерна контаминација



Збирен приказ на контаминација vs. експозиција

Екстерна експозиција

Јонизичките бранови минуваат низ целото или само одредени делови на телото

Контаминација

Екстерна – на кожата material: on the skin

Интерна – со инхалација, ингестија, апсорбирана преку кожа





Јонизирачко зрачење

Ефектите/последица од експозицијата на јонизирачкото зрачење:

- стохастички ефекти (доцни знаци, мали дози)
- детерминистички ефекти (рани знаци, големи дози)



Јонизирачко зрачење

Стохастичките ефекти (мали дози, доцни ефекти)

- Не варираат во зависност од апсорбираната доза
- Не постои гранично ниво на зрачење
- поврзани се со појавата на малигните заболувања и хромозомски аберации
- дозволена дозата - ALARA (As Low As Reasonably Achievable)



Јонизирачко зрачење

Детерминистичките ефекти (големи дози, рани ефекти)

- зависат од апсорбираната и еквивалентната доза на зрачење
- предизвикуваат акутните оштетувања (промена на хематопоезата, промени на кожата, појава на стерилитет и др.)
- постои гранична доза на зрачење



Граници на дози на работно изложени лица

- Стохастички ефекти:

- Ефективна доза помала од 100 mSv во 5 години
- 20 mSv просечно годишно, но не повеќе од 50 mSv во било која одделна година

- Детерминистички ефекти

- Еквивалентна доза за леќа: 150 mSv
- За екстремитети и кожа - 500 mSv

Чл. 8 од Правилник за граници на изложеност...(Сл.Весник бр. 29.2010)



Категории на работно изложени лица

- Категорија А:

- ПОСТОИ можност да примат ефективна доза поголема од 6 mSv или еквивалентна доза поголема од 3/10 од дозите од чл. 8 од Правилникот

- Категорија Б:

- НЕ ПОСТОИ можност да примат ефективна доза поголема од 6 mSv или еквивалентна доза поголема од 3/10 од дозите од чл.8 од Правилникот



Извори на професионална изложеност во РМ

- Рендген - дијагностика
- Рендген-терапија
- Примена на радионуклеиди во медицината
- Индустриска радиографија
- Процесна техника и индустриска автоматика
- Затворени извори за масовна употреба
 - Громобрани
 - Јонизациони детектори на дим

Правилник за начинот и мерењето на изложеноста на професионално изложени лица (Сл. Весник бр. 29/2010)



Фактори од кои зависи оштетувањето

Биолошкиот ефект зависи од:

- Видот на зрачењето
- Вкупната доза
- Експозиционата рата
- Експозиционата површина
- Радиосензитивност на ткивата





Јонизирачко зрачење

Механизмот на дејство на јонизирачките честички

- директно (алфа и бета честички)
- индиректно (неутрони)



Јонизирачко зрачење

Механизам на биолошките ефекти предизвикани од јонизирачкото зрачење

- примарни ефекти и
- секундарни ефекти.



Јонизирачко зрачење

Примарните ефекти може да бидат:

- директни и
- индиректни

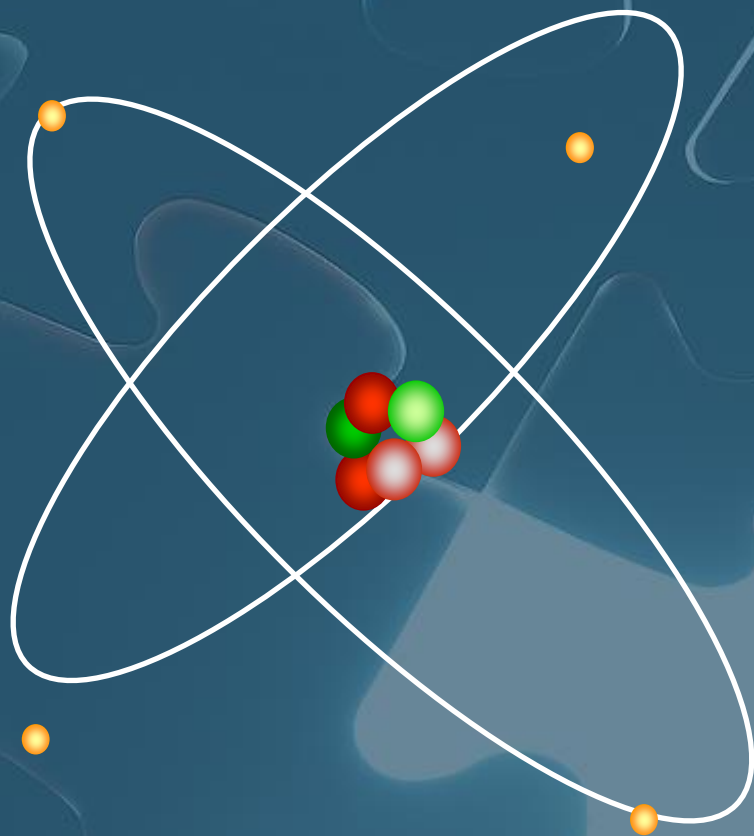


Јонизирачко зрачење

Примарните директните ефекти:

- последица на апсорбирање на енергијат и формирање на јонски парови.

Јонизација на атомите

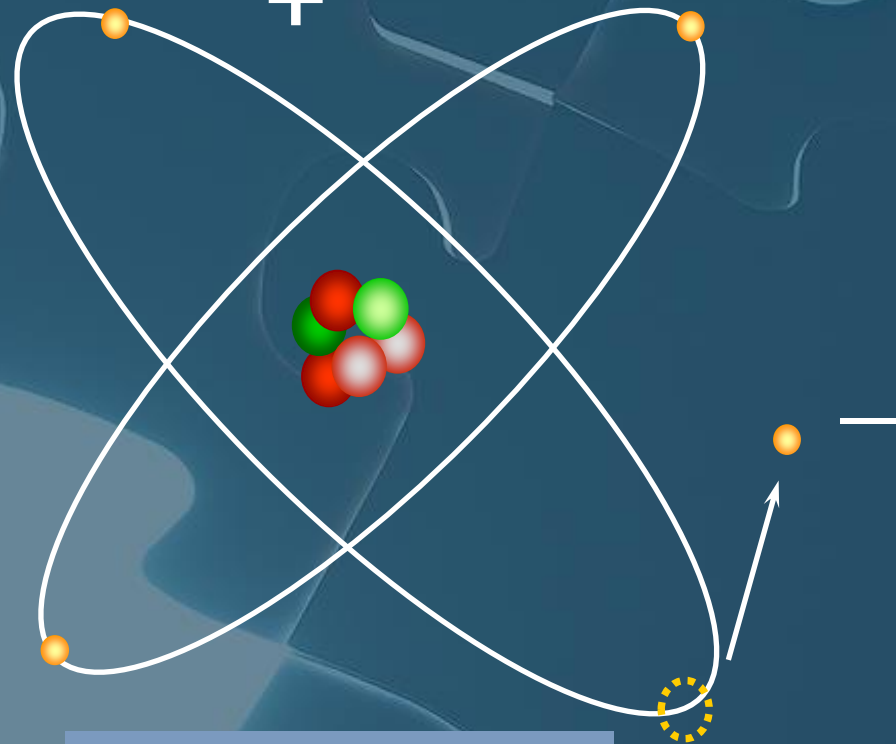


Комплетен атом

γ



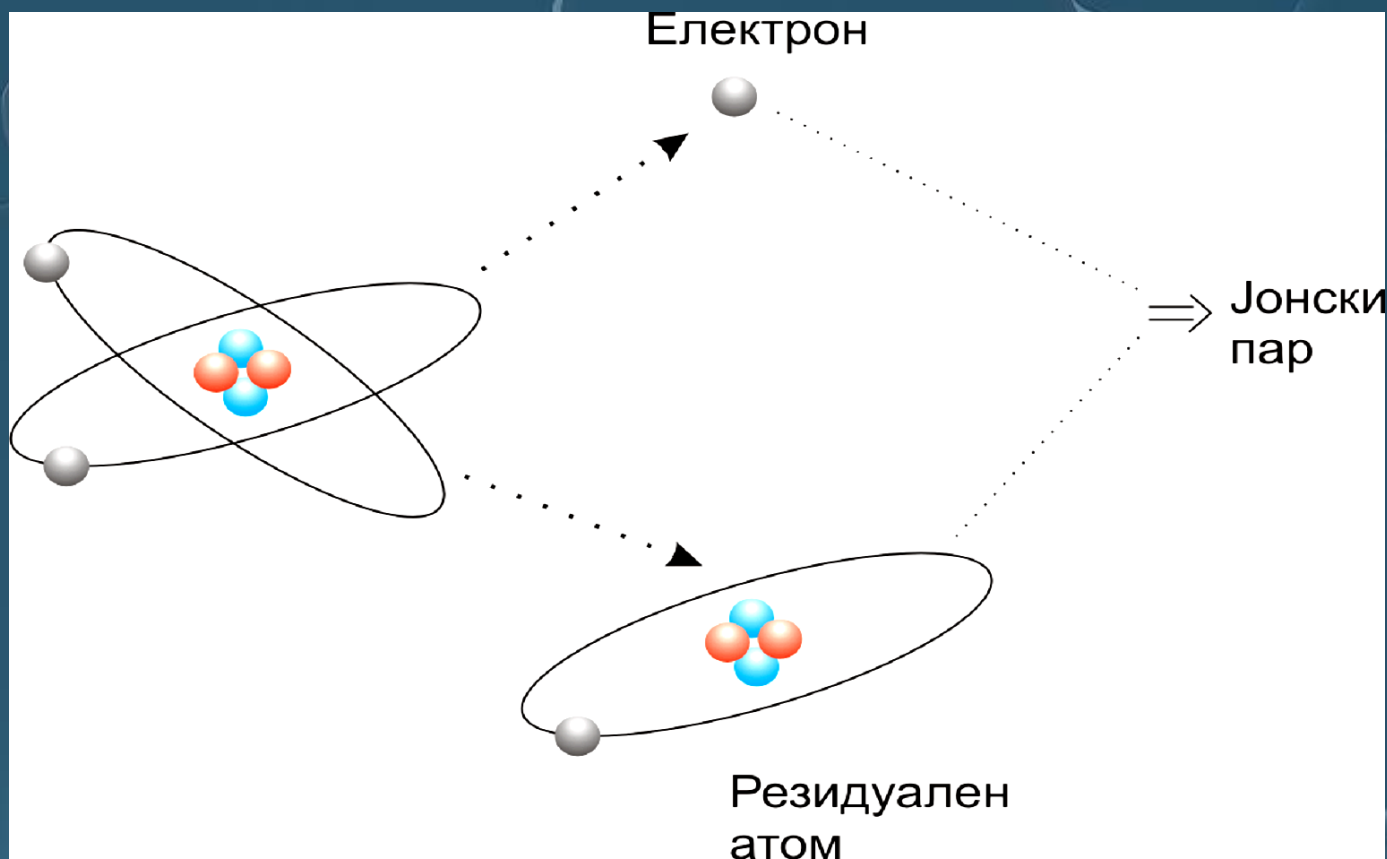
+



Јонизиран атом

Јонизирачко зрачење

Шематски приказ на формирање на јонски пар





Јонизирачко зрачење

Примарни индиректни ефекти

- последица на специфични хемиски реакции
- дисоцијација на основните молекули
- создавање токсични агенси/слободни радикали (нестабилен атом со голема хемиска еактивност)



Јонизирачко зрачење

Примарни индиректни ефекти

- радиолиза на водата
- слободни радикали: H , OH , HO_2 , H_2 , O_2 и H_2O_2
- реакција на радикалите со соседните молекули
- оксидација на клетките

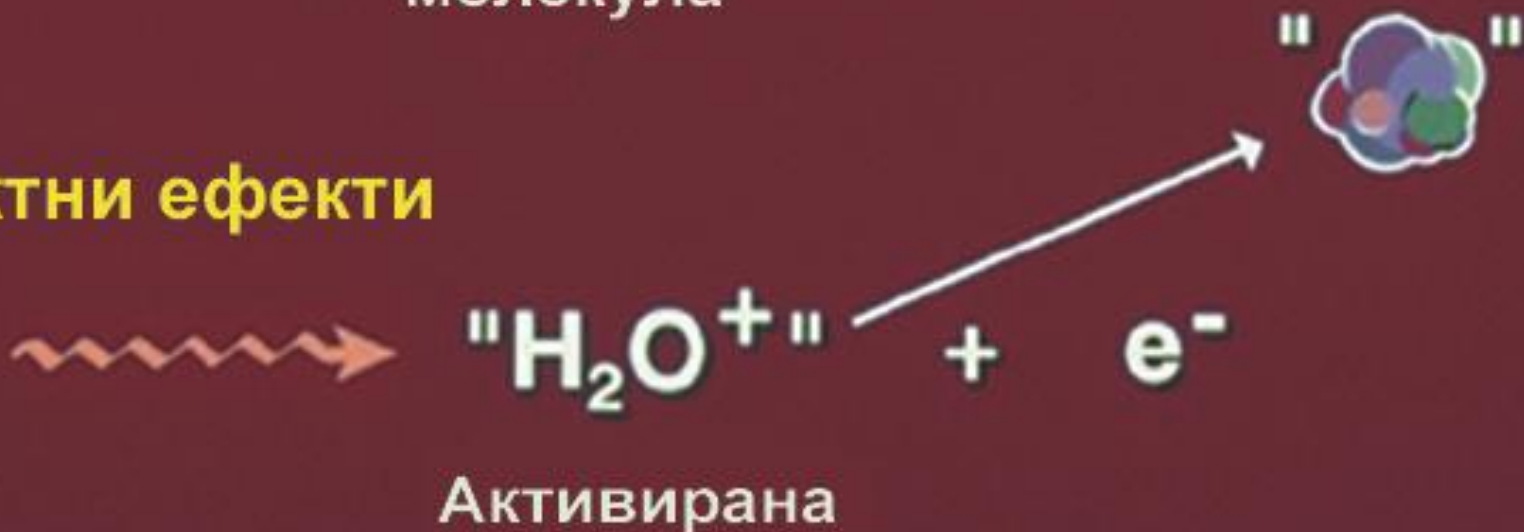


Молекуларни основи на биолошките ефекти

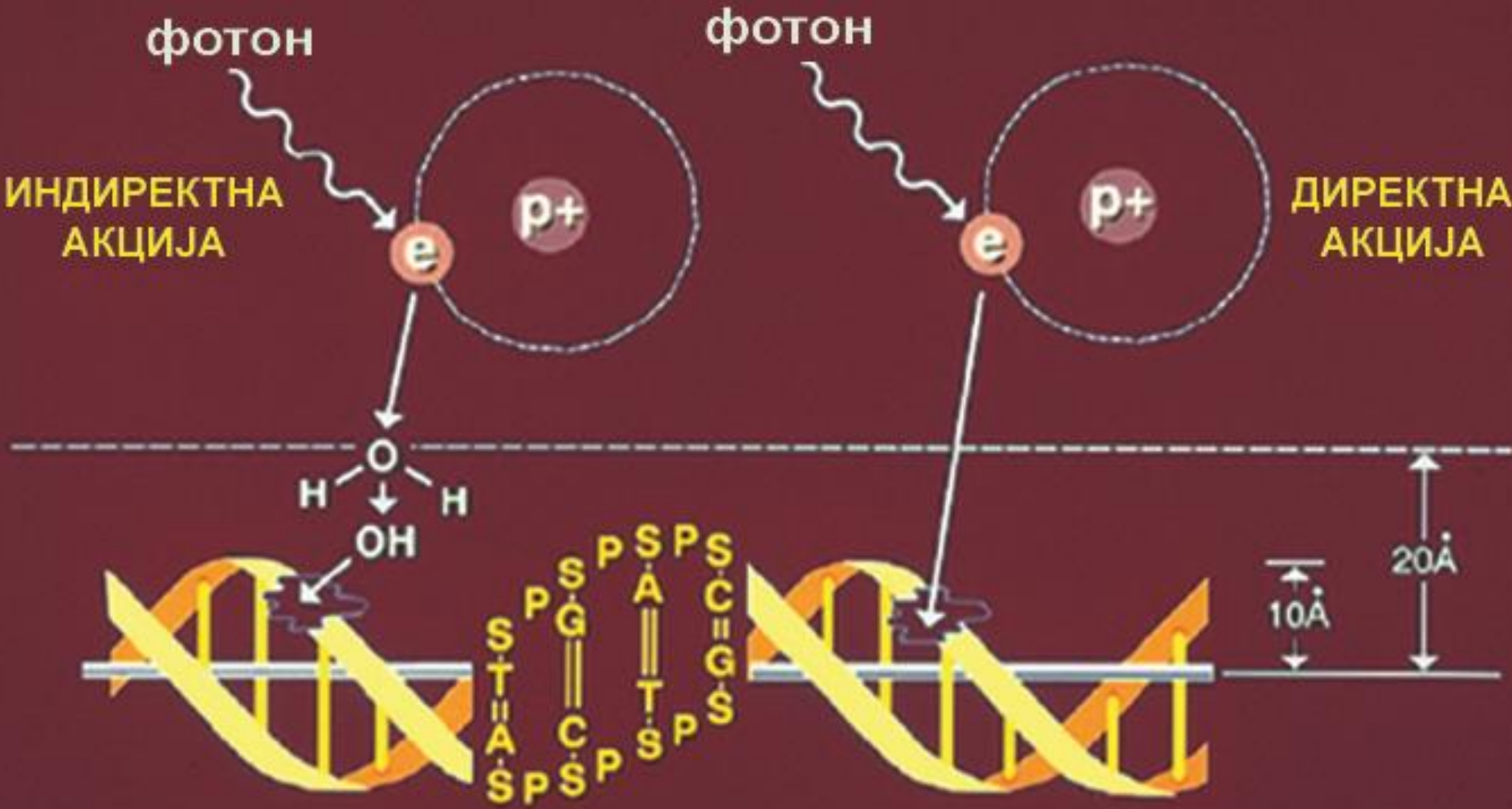
Директни ефекти



Индиректни ефекти



Оштетување на ДНК





Јонизирачко зрачење

Секундарни ефекти:

- последица на специфични хемиски и биохемиски реакции на протеините, нуклеинските киселини, липидите или јаглените хидрати
- патофизиолошки и структурни промени на клетките
- функционални и пато-анатомски оштетувања на ткивата и органите



Јонизирачко зрачење

Последиците предизвикани од дејство на јонизирачкото зрачење:

- рани последици (акутни радијациони оштетувања) и
- доцни последици (хронични радијациони оштетувања)



Јонизирачко зрачење

Рани ефекти:

- акутен радијационен синдром
- радијациона катаракта
- смрт



Јонизирачко зрачење

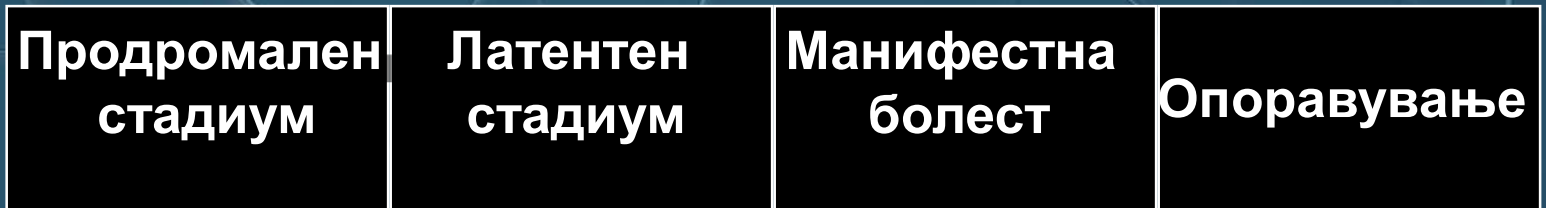
Акутен радијационен синдром

Се јавува од неколку денови до неколку месеци по изложувањето на организмот на радиоактивно зрачење:

- намалување на бројот на крвните зрнца,
- повраќање,
- пролив,
- опаѓање на косата,
- крвавење,
- привремен стерилитет кај машките,
- промени на очната леќа,
- црвенило и изгореници на кожата

Фази на акутниот радијационен Sy

Експозиција



Време (денови до години)

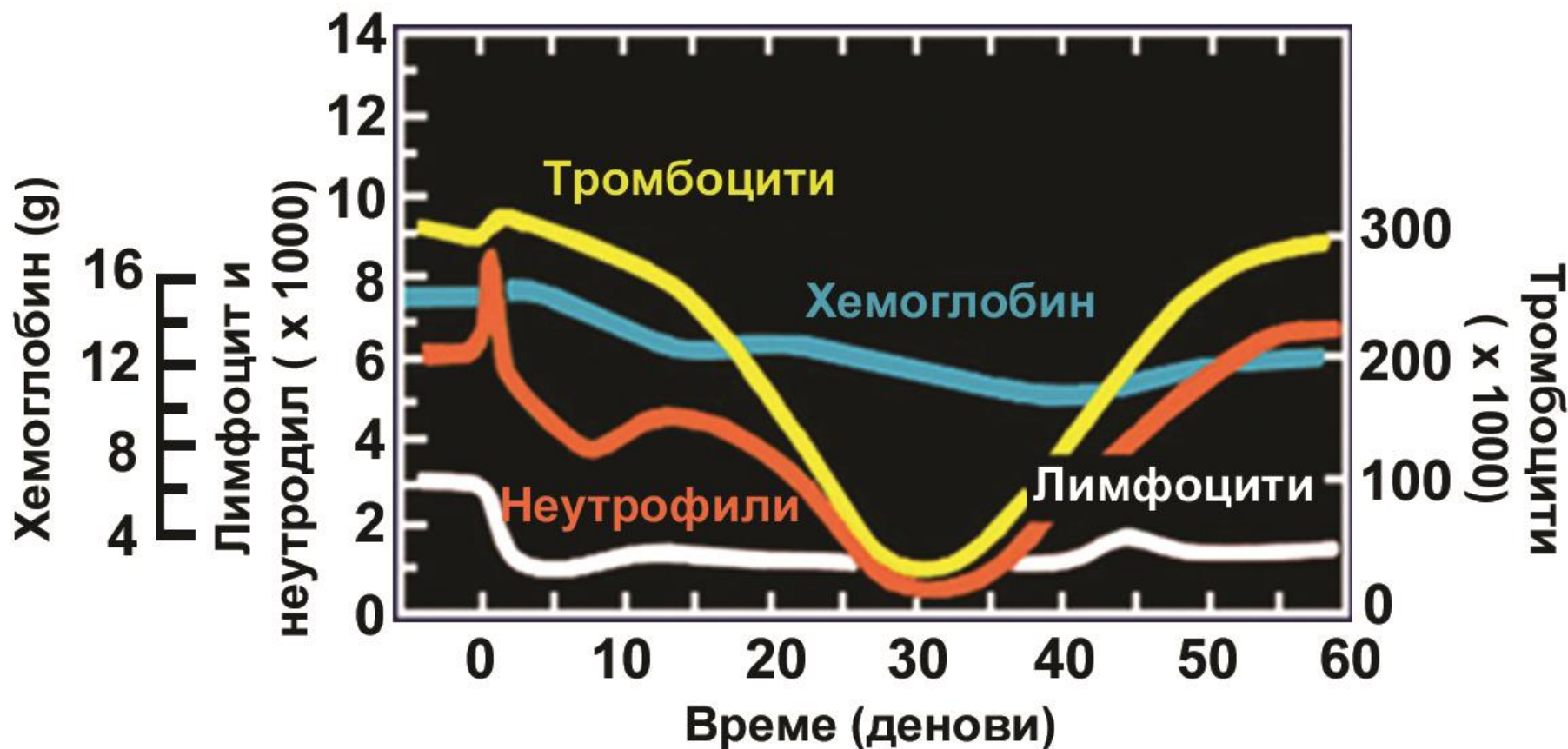


Јонизирачко зрачење

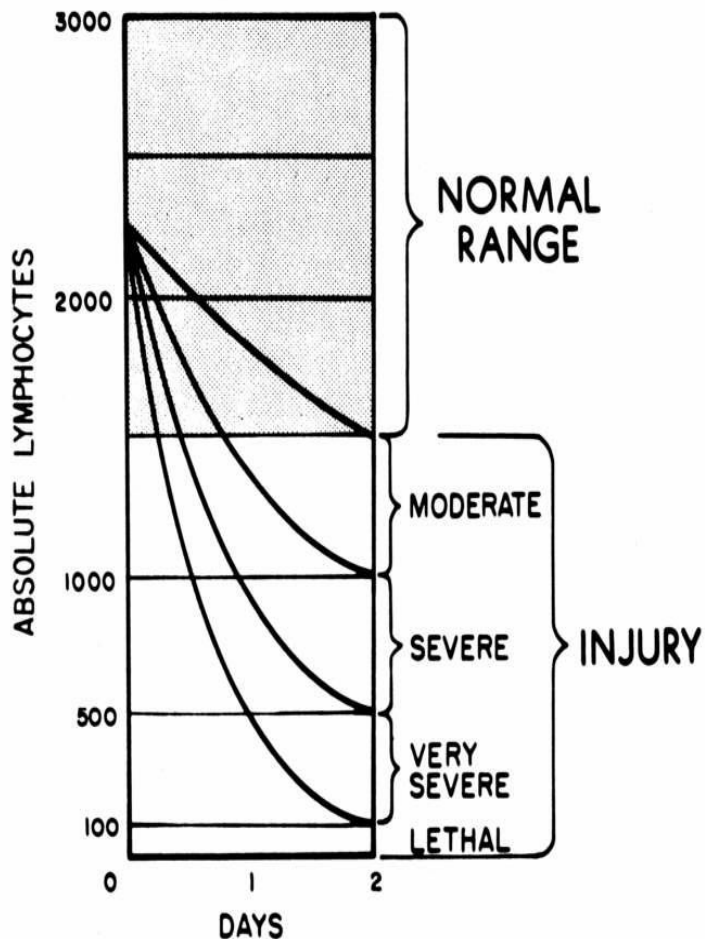
Акутниот радијационен синдром

- продромален стадиум, кој трае 1-2 дена,
- фаза на латенција, која трае 1-2 недели,
- фаза на клинички манифестна болест која трае 2-3 недели и
- фаза на рековалесценција, која трае 3-4 недели.

Хематолошки промени 3-6y Експозиција на цело тело



Andrews лимфоцитен номограм

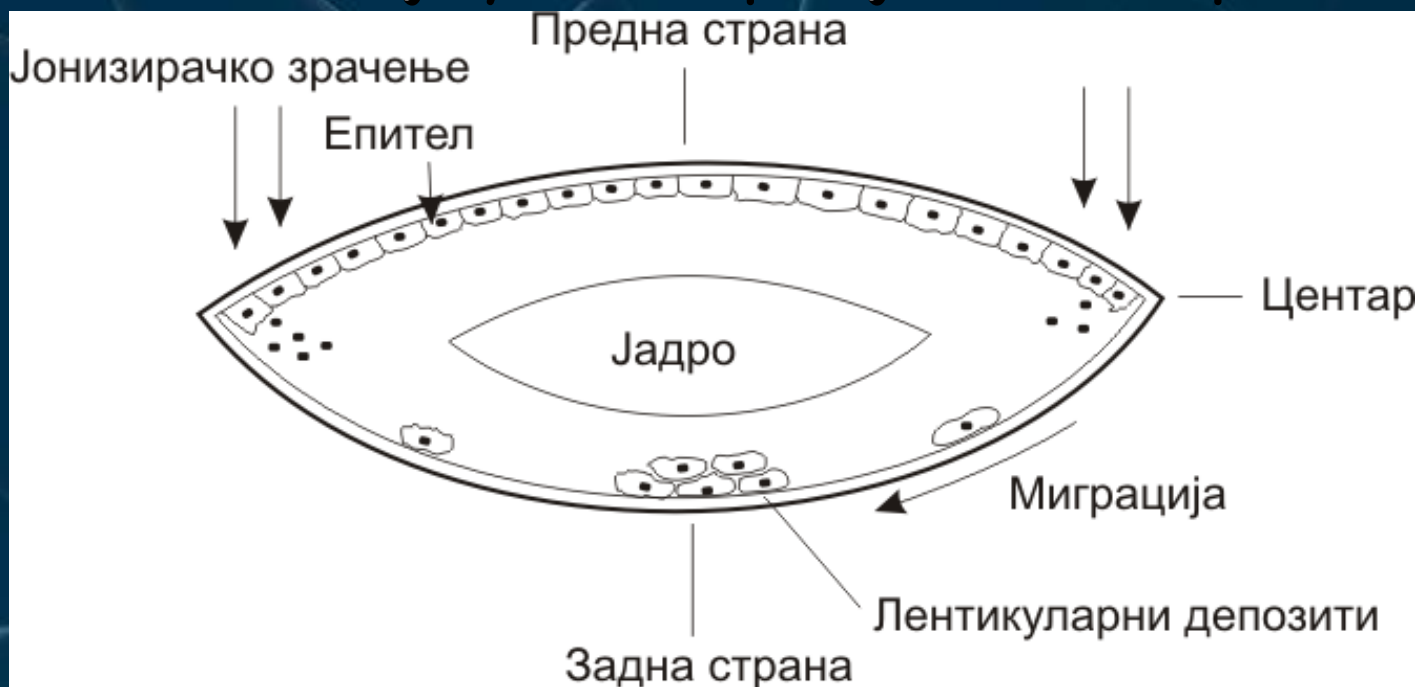


- **Суспектна радијациона изложеност**
- **Сигнификантни хематолошки промени**
- **Серија на хематолошки испитувања на секои 3-4 часа**

Јонизирачко зрачење

Радијациона катаракта

Механизам на јавување на радијациона катаракта





Акутен радијационен Sy

гастроинтестинални

хематопоеетски

Кардио
всакуларни

субклинички

ЦНС

Зголемување на дозата





Јонизирачко зрачење

Акутна смрт предизвикана од јонизирачко зрачење:

- експозиција од 2.7-3.1 Gy е причина за смрт кај 50% од изложените лица
- се јавува во пшерид од два месеци по експозицијата
- причини за смртта:
 - нарушување на хематопоеетската функција на коскената срцевина,
 - појава на имунодефициенција
 - консекутивна секундарна инфекција и септикемија



Тонизиращко зрачење

Доцни ефекти:

- малигни заболувања
- промени на кожата
- промени на имунолошкиот систем



Јонизирачко зрачење

Доцните ефекти - малигни болести

- се јавуваат по 5-10 години од експозицијата
- ризикот е поврзан со возраста, должината и дозата на изложеност
- не постои типична локализација
- најчеста се јавуваат на желудникот, белите дробови, дебелото црево, градите, овариумот, тироидната жлезда
- значајна е појавата на леукемијата и мултипниот миелом



Тонизиращко зрачење

Доцни ефекти - промените на кожата

- кожни дистрофии - црвенило, задебелување на кожата, атрофија на кожните структури, исчезнување на влакната, хиперпигментација,
- доцни радионекрози - безболни, отворени рани, загнојуваат и лачат секрет,
- малигни промени на кожата - планоцелуларен и базоцелуларен карцином



Јонизирачко зрачење

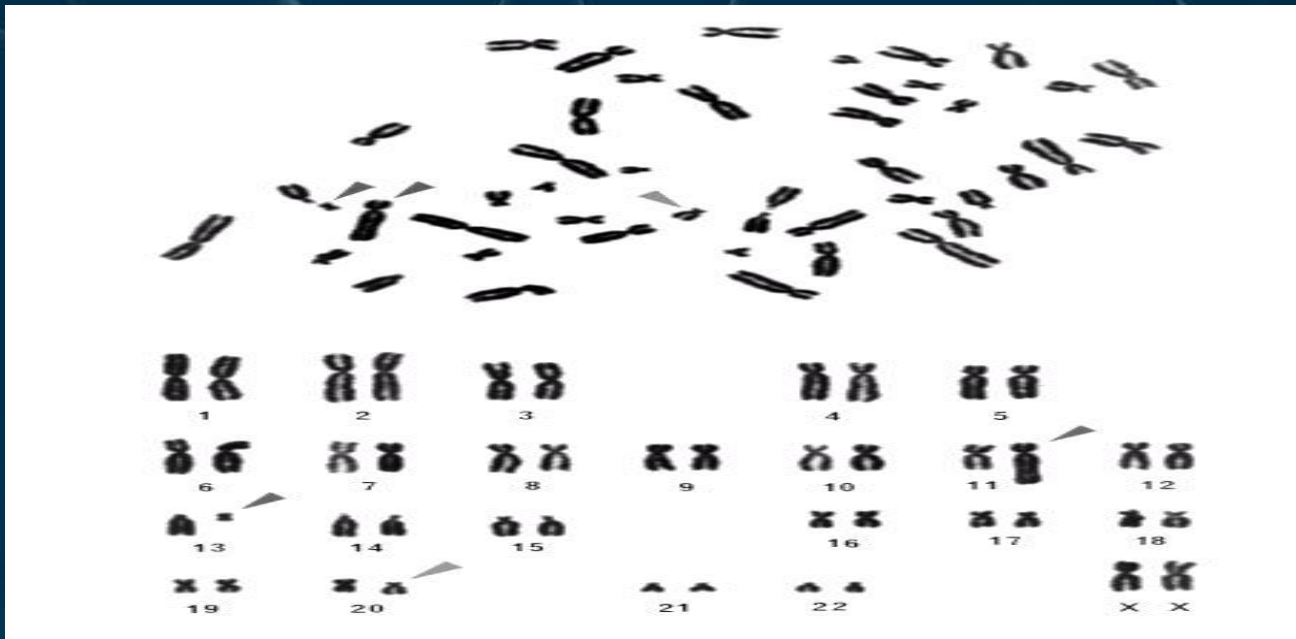
Доцни ефекти - промени на имунолошкиот систем

- ги зафаќа Б и Т-лимфоцитите
- доведува до депресија и на хуморалниот и на целуларниот имунитет
- се зголемува бројот на различни видови инфекции.

Тонизиращо зрачење

Доцни ефекти - хромозомски аберации

- Хромозомски аберации - абнормалности во структурата на хромозомите



*маркираните места ги означуваат хромозомските аберации



Јонизирачко зрачење

Збирен приказ на биолошки ефекти предизвикани од зрачењето

Еквивал. Доза - Sv	Б и о л о ш к и е ф е к т и
0 - 0.25	Нема клинички промени, незначително е зголемен ризикот за појава на канцер и генетски промени
0.25 - 1	Лесно и реверзибилно намалување на бројот на лимфоцитите и неутрофилите
1 - 2	Минимални симптоми: гадење, повраќање, замор, реверзибилно намалување на бројот на лимфоцитите и неутрофилите
2 - 3	Гадење и повраќање првиот ден; латентен период до две недели; следи лесно намалување на апетитот и општа слабост; целосно нормализирање на здравствената состојба без компликации и трајни последици настапува во тек на наредните 3 месеци



Јонизирачко зрачење

3 - 6

Гадење, повраќање, дијареа во првите неколку часа по експозицијата; следи латентен период од околу една недела по што се јавуваат недефинирани симптоми: намалување на апетитот, општа слабост, треска во текот на втората недела, појава на хеморагија, пурпура, воспаление на устата и грлото, дијареа; слабеење во тек на третата недела; смрт кај 50% од експонираните 2-6 недели по експозицијата

6 - 10

Повраќање кај 100% од експонираните во првите часови по експозицијата, дијареа, хеморагија, треска; знаците престануваат по една недела; следи прогресивно и рапидно слабеење; смртноста е голема, можно е преживување со интензивен медицински третман



Јонизирачко зрачење

10 - 50

Повраќање кое се јавува во првите 5-30 минути по експозицијата, смртноста е 100% и се јавува во тек на наредните 2-14, денови

> 50

Промптно повраќање, смртноста е 100% и се јавува во тек на наредните неколку часови до 2 дена по експозицијата



Јонизирачко зрачење

Дијагностички тестови

- специфични биолошки експозициони тестови
- тестови за одредување на радиоактивноста на ткивата



Контрола на здравствената состојба на работно изложените лица

- Правилник за здравствени услови за работа со извори на јонизирачко зрачење како и мерки, содржина и начин на вршење на здравствени прегледи (Сл. Весник бр. 28/2010)
- Уредба за видот, начинот и обемот на здравствените прегледи на вработените (Сл. Весник на РМ бр. 60/2013)
- Правилник за листа на професионални болести бр. 88/2005)



Правилник за здравствени услови за работа со извори на јонизиращко зрачење


Се утврдуваат здравствени услови како и мерките, содржината и начин на вршење на прегледите (Сл. Весник бр. 28/2010)

- Претходен – пред отпочнување со обука или со работа
- Периодичен и секои 12 месеци
- Вонреден преглед – ако се надминати граничните вредности, по барање на спец. мед. труд или Дирекцијата



Цел на здравствените прегледи

- Да се утврди здравствената состојба и работна способност
- Да се следи здравствената состојба со цел за утврдување на медицинска контраиндикација
- Да се утврди влијание на јонизирачкото зрачење врз здравствената состојба и работна способност



Оштетувања предизвикани од вибрации

Превенција:

- Технолошки мерки
- Технички мерки за лична заштита
 - Антивибрациони ракавици
 - Затоплување
- Законски мерки
 - Правилник за изложеност на вибрации
 - Правилник за проценка на ризик
- Медицински мерки



Медицински превентивни прегледи

РИЗИК	ПРЕГЛЕДИ ПРЕД ЗАСНОВАЊЕ НА РАБОТЕН ОДНОС	ПРЕГЛЕДИ ВО ТЕК НА РАБОТАТА
ЗГОЛЕМЕН РИЗИК	ПРЕТХОДНИ ПРЕГЛЕДИ	ПЕРИОДИЧНИ ПРЕГЛЕДИ
УМЕРЕН РИЗИК	??ПРЕД ВРАБОТУВАЊЕ	СИСТЕМАТСКИ ПРЕГЛЕДИ



Превентивни прегледи при изложеност на јонизирачко зрачење

Содржина и периодицитет на превентивни прегледи согласно Уредбата за видот, начинот и обемот на здравствените прегледи (Сл. весник РМ бр. 60/2013)

Елементите на прегледот и медицинските контраиндикации (елементи за утврдување на условите) се регулирани и со Правилникот за прегледи на лица изложени на јонизирачко зрачење (Сл. Весник на РМ бр. 28/2010)



Содржина на прегледот (1)

- Анамнеза,
- Статус по ситеми и антропометрија со ИТМ
- Лабораториски испитувања: Se, крвна слика (Er, Hgb, Htc, Le), гликемија, холестерол, триглицериди, урина (шеќер, протеини, билирубин, уробилиноген, седимент),
- Офталмолошки преглед - острина на вид на далеку и блиску и преглед на оптичките медиумите со отворена зеница)



Содржина на прегледот (2)

- Аудиометрија,
- Спирометрија,
- ЕКГ - 12 одводи
- Радиофотографија - по индикација од доктор
- Хромозомски аберации - по индикација од доктор
- Гинеколошки преглед и репродуктивни функции - по индикација од доктор



Медицинским контраиндикации (1)

- Заболување на крвотворните органи (рефрактерна анемија, неутропенија, тромбоцитопенија - сама или комбинирана)
- Малигни заболувања (во тек или по терапија)
- Еволутивни заболувања на очната леќа (независно од етиологија)
- Еволутивна и активна туберкулоза
- Болести на ендокрини жлезди (особено ако не се постигнува терапевска регулација)



Медицински контраиндикации (2)

- Изразени перманентни оштетувања на кожата предизвикани од јонизирачко зрачење (состојби по акутна радионекроза или хроничен хиперпластичен радиодерматит),
- Потешки заболувања на кожата (склеродермија, дерматомиозит, пемфигус),
- Кожни болести со хроничен тек
- Болести на зависност



Медицински контраиндикации (3)

- Потешки душевни и нервни болести (подпросечни когнитивни способности, психоза и гранични случаи, ПТС, пореметување на личноста и однесувањето - асоцијално и антисоцијално, потешки болести, болести на периферниот нервен систем, епилепсија, состојби поврзани со промени во свеста



Медицински контраиндикации (4)

- Болести кои доведуваат до белодробна фиброза, вклучувајќи пневмокониоза
- Потешки хронични белодробни болести
- Потешки заболувања на бубрезите
- Дуги болести за кои се знае дека се контраиндикација за работа со јонизирачко зрачење



Известување

- Работно изложено лице
- Правното лице каде е вработено работно изложено лице
- Медицинската документација ја води и чува овластената здравствена установа:
 - Податоци за претходни работни должности
 - Податоци за сегажните работни должности
 - Резултати од прегледи
 - Податоци од дополнителни испитувања
 - Податоци за радиотерапија и радионуклеидна терапија

(правно лице)

(адреса)

Број на упат (датум)

(регистарски број)

(шифра на дејноста)

УПАТ ЗА ЗДРАВСТВЕН ПРЕГЛЕД

Се упатува на _____
лицето _____
(име, татково име и презиме)
роден(а) _____ година, во _____
(место и општина)
по професија _____, кој(а) треба да работи или работи
на работно место _____
заради оценка на здравствената способност за работа со извори на јонизирачко
зрачење.

Краток опис на работните должности и услови на работното место: _____

Фактори кои придонесуваат за изложеност на јонизирачко зрачење: _____

Ризични фактори кои произлегуваат од работното место: _____



Наод и мислење

- Се издава во рок од 10-30 дена по прегледот
- Го вршат доктори специјалисти по медицина на труд од овластени здравствени установи
- Мислење и наод:
 - Способен за работа со извори на јонизиращко зрачење
 - Способен со посебни услови и препораки
 - Неспособен за работа со извори на јонизиращко зрачење

Прилог бр. 2

_____ (овластена здравствена установа)

_____ (датум на прегледот)

_____ (адреса)

_____ (број на амбулантниот протокол)

_____ (број на здравствениот картон)

ИНДИВИДУАЛЕН МЕДИЦИНСКИ ИЗВЕШТАЈ за извршен здравствен преглед

Врз основа на упатот за _____
број _____ од _____ година, извршен е преглед на лицето

_____ (име, татково име и презиме)

роден(а) _____ година, по професија _____

кој(а) треба да работи или работи на работно место _____

Врз основа на извршените прегледи во согласност со *Провилник за здравствените услови за работа со извори на јонизирачко зрачење, како и мерките, содржината и начинот на вршење на здравствени прегледи на лица кои работат со извори на јонизирачко зрачење („Службен весник на Република Македонија”, број _____) се дава*

ОЦЕНКА ЗА ЗДРАВСТВЕНА СОСТОЈБА

1.* Патолошки состојби (дијагнози): _____

2.* Препораки за лицето: _____

3. Посебни услови и препораки за правното лице и податоци за постоење на професионални болести и болести во врска со работата: _____

4. Оценка на здравствената способност:

Горенаведеното лице:

- Е СПОСОБЕН

- Е СПОСОБЕН, СО ПОСЕБНИ УСЛОВИ И ПРЕПОРАКИ

- НЕ Е СПОСОБЕН

за работа со извори на јонизирачко зрачење.

_____ (место)

_____ (потпис и факсимил на доктор специјалист
по медицина на трудот)

_____ (датум)

(М.П.)



Услови за признавање на професионална болест

508 ЗАБОЛУВАЊА ПРЕДИЗВИКАНИ ОД ЈОНИЗИРАЧКО ЗРАЧЕЊЕ

УСЛОВИ

Работникот да работел на работи и работни места каде постои изложеност на отворени или затворени извори на јонизирачко зрачење (доказ за изложеност од најмалку пет години и доказ за изложеност добиен од личен дозиметар); како и во рудници со зголемена радиоактивност.

КРИТЕРИУМИ

Да постои оштетување на еден од радиосензитивните ткива (хематопоезни систем, око, кожа, тиреоидна жлезда) или да постои позитивен биодозиметриски тест (цитогенетски материјал или радиоактивност на урината (да се исклучи примена на радиодијагносточки и радиотерапевтски постапки, примена на хемотерапевтици, цитостатици, хемотоксични антибиотици, антиметаболици, ксенобиотици др.).



Јонизирачко зрачење

Единици на радиоактивност

Единица на радиоактивност - **Becquerel (Bq)**, број на распаѓања (дезинтеграции) на радиоактивната материја во единица време (1 распаѓање/1 секунда = 1Bq)

Единица за експозиција на јонизирачко зрачење - **Rentgen (R)**, количина на X и гама-зрачење која во 1 cm³ од воздух, доведува до создавање на $1,6 \cdot 10^{12}$ јонски парови.

Единица на апсорбирана доза на зрачење - **Grey (Gy)**, енергија од 10^{-2} J (џули) која јонизирачкото зрачење ја предава на еден килограм од озрачената маса, а оваа истата ја прима т.е. апсорбира ($1Gy=10^{-2}$ J/kg).

Откривање на зрачењето (доз

Алфа Метар



Бета и Гама метар



Мониторинг на апсорбираната доза





Мониторинг на апсорбираната доза





Мониторинг на контаминацијата





Јонизирачко зрачење

Биолошкиот ефект на јонизирачкото зрачење зависи од:

- физичката апсорбираната доза и
- степенот на јонизација што таа ја предизвикува во клетките

Иста апсорбирана доза на зрачење од различни видови на јонизирачко зрачење предизвикува различни биолошки ефекти.



Јонизирачко зрачење

За процена на биолошките ефекти се користи единица Sv (сиверт).

Биолошка еквивалентна доза (Sv) е еднаква на:

апсорбирана доза \times коефициент на биолошка ефикасност



Јонизирачко зрачење

Коефициент на биолошка ефикасност за:

Гама-зраци = 1 (1 Sv = 1 Gy)

Неутрони = 10 (1 Sv = 0,1 Gy)



Јонизирачко зрачење

Дозиметрија на зрачењето

- дозиметрија - одредување на количината на радиоактивно зрачење која некој извор ја ослободува во средината и
- утврдување на дозата која во одреден период на време ја примил човекот



Јонизирачко зрачење

Дозиметрија на зрачењето

- Инструментите и методите се делат во две големи групи:
 - за одредување на зрачењето во различни медиуми на животната средина (воздух, вода, храна. .) и
 - за лична дозиметрија.



Јонизирачко зрачење

Лична дозиметрија

- филм-дозиметрија ($\frac{1}{2}$ со Рв за гама-зрачењето и $\frac{1}{2}$ за вкупно зрашење)
- термолуминисцентната дозиметрија (ТЛД) (литиум флуорид, 250°C)

Личната дозиметрија е задолжителна



Активност на некои радиоактивни изотопи

Дефиниција

- Атомите кои во јадрото имаат ист број на протони и различен број на неутрони се нарекуваат **изотопи**
- Можат да постојат две, три или повеќе изотопски форми на еден ист елемент



Осиромашен ураниум

Метален ураниум:

- сребрено бел,
- сјаен,
- слабо радиоактивен,
- убиквитарен елемент,
- го има во природата
- мали количини се наоѓаат во земјата, карпите, водата, воздухот, растенијата...



Осиромашен ураниум

Природен ураниум:

- мешавина од три радиоизотопи: U-238 (99.27%), U-235 (0.72%) и U-234 (0.0054%)
- збогатување на ураниум - постапката при која содржината на U-235 од 0.72% се зголемува на 1.5-3%
- остаточниот ураниум се вика **осиромашен ураниум**
- има за 60% помала радиоктивност од природниот



Осиромашен ураниум

Употреба:

- авионската индустрија
- изработка на заштитните екрани на апаратите за радиоактивна терапија
- производство на контејнери за пренос на радиоактивен материјал
- изработка на делови за оклопните воените возила и др.



Осиромашен ураниум

Потенцијални здравствени ефекти

- радиолошки ефекти
- токсиколошки ефекти



Осиромашен ураниум

Радиолошки ефекти

- емитира алфа, бета и гама зрачење
- занемарливо алфа и бета зрачење
- занемарливо гама зрачењето
- екстерната контаминација не претставува сериозен здравствен ризик
- последиците на интерна контаминација зависат од начинот и количината на внесен осиромашен ураниум во организмот



Осиромашен ураниум

Токсични ефекти:

- последица на формирањето на три оксиди на ураниумот - UO_3 , UO_2 и U_3O_8 ,
- се растворуваат во водата и реагираат со биолошките ткива
- локализација на потенцијалните токсични оштетувања - проксималните бубрежни тубули



Осиромашен ураниум

Проценка на бубрежни оштетувања

Мас-спектрофотометрија:

Одредување на односот $U\ 235/U238$



Осиромашен ураниум

Лекување и превентивни мерки

- не постои специфичен агенс со кој би се намалила апсорбцијата
- бавната интравенска инфузија на 1.4% изотоничен раствор на натриум бикарбонат ја зголемува елиминација
- просечната дневна елиминација со фецесот изнесува околу 500 μg .



Активност на некои изотопи

Радон

- природен радиоактивен гас
- го има во водата, земјиштето, карпите...
- без боја, мирис и вкус
- производ на радиоактивното распаѓање на ураниумот
- нестабилен радионуклеид,
- се дезинтегрира и создава краткоживеечки распадни продукти што емитираат алфа-радиоактивност



АКТИВНОСТ НА НЕКОИ ИЗОТОПИ

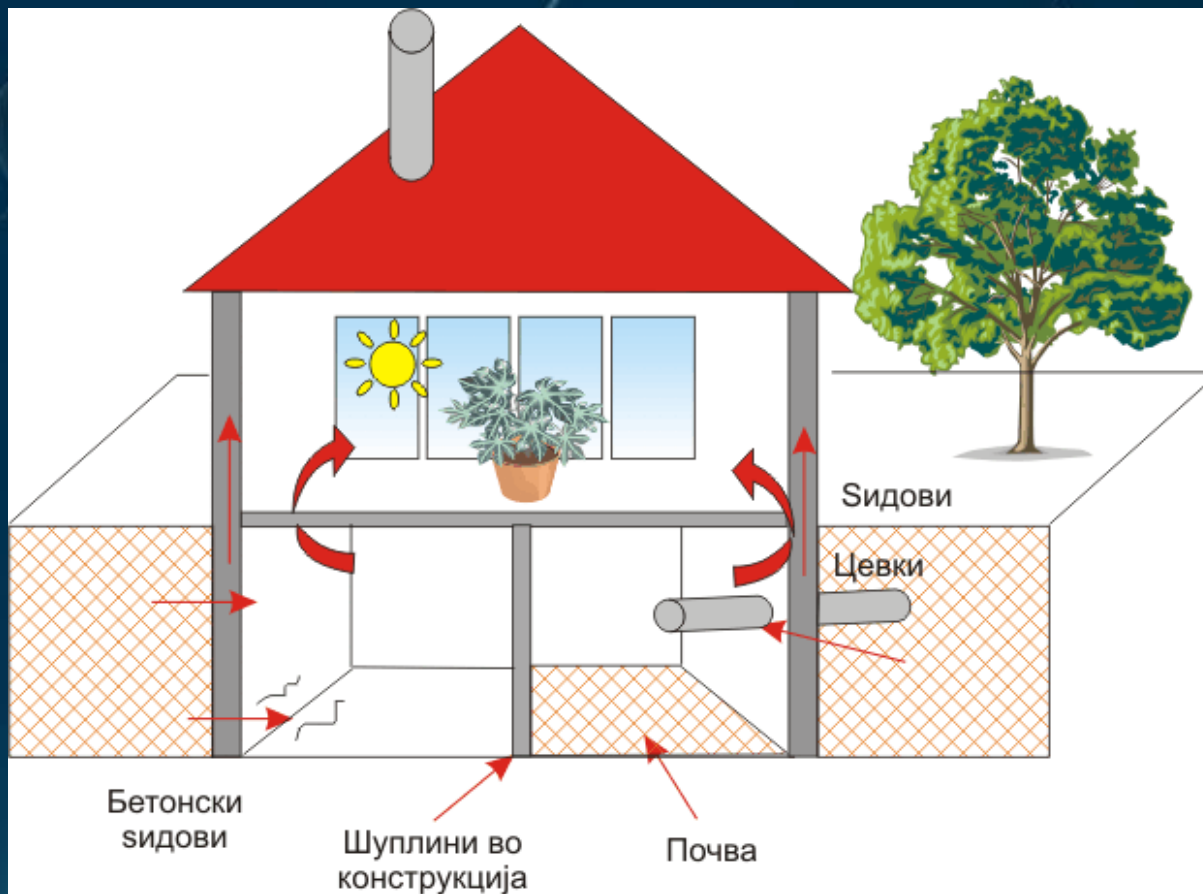
Радон

Присуство на радон во природата

- Учествува со 55% во вкупната просечна годишна примена доза на зрачење
 - 95% потекнува од радонот во внатрешниот воздух
 - 1% од водата за пиене
- 15% вкупната просечна годишна примена доза на зрачење е од медицинските дијагностички и терапевтски постапки

Активност на некои изотопи Радон

Приказ на патишта на навлегување на радонот во просториите





Активност на некои изотопи Радон

Здравствени ефекти на радонот:

- последица на алфа-зрачењето
- зависат од дозата и времетраењето на изложеност
- можност за појава на белодробен карцином



Активност на некои изотопи Радон

Здравствени ефекти на радонот:

- ризикот се зголемува кога радонот се комбинира со другите честички кои се присутни во воздухот – прашина, дим од цигари и сл.
- се забрзува неговото депонирање во белите дробови
- алфа зрачењето предизвикува силна јонизација на клетките,
- доведува до оштетување на епителните клетки на дишните патишта
- иницира нивна малигна алтерација.



Активност на некои изотопи

Радон

Здравствени ефекти на радонот

- како последица на експозиција на радон во домовите, во САД годишно умираат повеќе од 15 000, а во Англија околу 2 500 лица
- постои линеарна зависност меѓу концентрацијата на радон во домовите и појавата на белодробен карцином
- проценетиот ризик при експозиција на радон во домовите од 20 Bq/m^3 воздух изнесува 0.3% (три смртни случаи на 1000 лица)