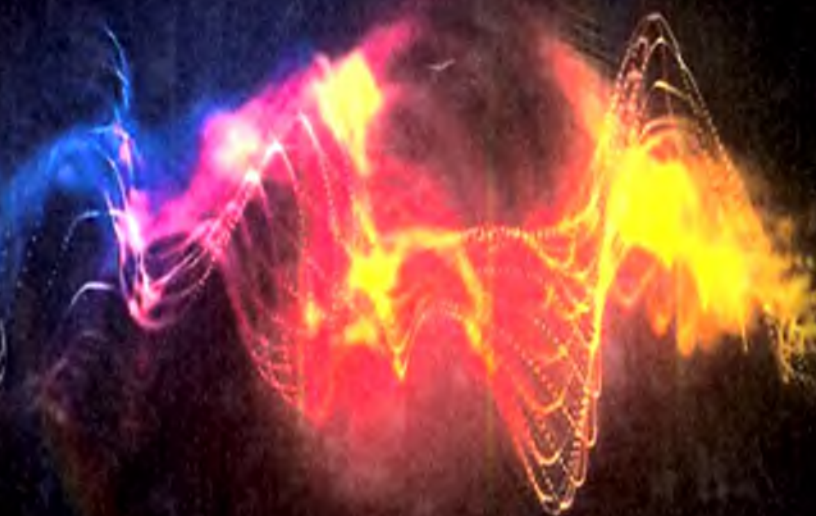


SH.S. XUSHMATOV, A.T. YESIMBETOV,  
G.S. BEGDULLAEVA

---

# RADIOBIOLOGIYA



---

TOSHKENT

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS  
TA'LIM VAZIRLIGI**

**SH.XUSHMATOV, A.YESIMBETOV, G.BEGDULLAEVA**

# **RADIOBIOLOGIYA**

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi  
tomonidan o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan*

**TOSHKENT-2017**

UO'K: 577 (075)

KBK 28.071

X-96

X-96 Sh.Xushmatov, A.Yesimbetov, G.Begdullaeva. Radiobiologiya.  
-T.: «Fan va texnologiya», 2017, 296 bet.

ISBN 978-9943-11-659-7

Ushbu o'quv qo'llanma tabiiy-biologik fanlar yo'nalishi bo'yicha ta'lim olayotgan talabalar va shuningdek, «Radiobiologiya» bo'yicha ilmiy izlanishlar olib boruvchi tadqiqotchilar uchun mo'ljallangan. O'quv qo'llanma «Radiobiologiya» fanini muvaffaqiyatli o'zlashtirish uchun zaruriy keng ko'lamdagi masalalarni qamrab olgan va tinglovchilarni radiobiologiyaning fan sifatida kelib chiqishi, radiobiologik tadqiqot uslublarining asosiy yo'nalishlari bilan tanishtiradi.

\*\*\*

Это пособие предназначено для студентов-биологов и полезна для исследователей занимающих с широким круг вопросов предмета «Радиобиологии». Учебное пособие охватывает широкий круг вопросов, необходимых для успешного усвоения курса «Радиобиологии» и состоит из разделов, которые знакомят слушателей с предпосылками возникновения радиобиологии, с основными направлениями и методами радиобиологических исследований.

\*\*\*

This text-book is intended for students-biologists and is also useful for researchers looking for a broad introduction to the subject «Radiobiology». The manual covers the broad audience of the questions necessary for fuller and successful mastering of a rate «Radiobiology» and will consist of sections which acquaint students with preconditions of occurrence of radiobiology, with the basic directions and methods of radiobiological researches.

UO'K: 577 (075)

KBK 28.071

**Taqrizchilar:**

**M. Asrarov** – biologiya fanlari doktori, prof.,

**I. Axmedjanov** – biologiya fanlari doktori, prof.,

**G. Radjabova** – biologiya fanlari nomzodi, dotsent.,

**M. Tagayev** – texnika fanlari doktori, prof.

ISBN 978-9943-11-659-7



## SO‘Z BOSHI

*«Talaba bilimlar bilan to‘ldirilishi kerak bo‘lgan idish emas,  
balki yoqilishi kerak bo‘lgan mash‘ala hisoblanadi»*

**L.A.Arsimovich**

**Radiobiologiya** fani – radiatsion nurlanishning turlari, xossalari, biologik ta’sir mexanizmi va unga qarshi kurash chora–tadbirlarini ishlab chiqishni o‘rganuvchi fan sifatida nazariy va amaliy jihatdan muhim ahamiyatga ega. Hozirgi vaqtda Respublikamiz Oliy o‘quv yurtlarida radiobiologiya faniga oid bilimlar biofizika fan sohasi dasturi tarkibida mavzular sifatida<sup>1</sup> va shuningdek, alohida «*Radiobiologiya*» o‘quv fani sifatida o‘qitiladi, biroq ushbu fan bo‘yicha o‘zbek tilida darsliklar va o‘quv qo‘llanmalari mavjud emas. Shuningdek, radiatsion nurlanishning odam organizmiga salbiy ta’sir mexanizmlari va undan himoyalanihga qaratilgan chora–tadbirlar bir qator Oliy o‘quv yurtlarining harbiy kafedralarida fuqaro mudofaasi kursi bo‘yicha o‘tiluvchi darslar tarkibiga kiritilgan.

O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi Rayosatining 30.09.2014-yil sanasidagi №208/4 raqamli qarori bilan tasdiqlangan – **Oliy malakali ilmiy va ilmiy–pedagog kadrlar ixtisosliklari ro‘yxati** tarkibida **biologiya fanlari, fizika–matematika fanlari, kimyo fanlari, texnika fanlari, tibbiyot fanlari fan tarmoqlarida fan doktori ilmiy darajasini berish bo‘yicha ishlab chiqilgan ro‘yxat** tarkibida ixtisoslik guruhi shifri – 03.00.02 bo‘lgan, **Biofizika va radiobiologiya ixtisosligi** nomi qayd qilingan<sup>2</sup>. Shuningdek, O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi akad. O.S.Sodiqov nomidagi Bioorganik kimyo institutida **Biofizika va radiobiologiya (03.00.02) ixtisosligi** bo‘yicha katta ilmiy xodim–

<sup>1</sup> «*Biofizika*» fanidan ishchi o‘quv dasturi (5140100 – *Biologiya* ta’lim yo‘nalishi uchun). Tuzuvchilar: b.f.n., dots G.G‘.Radjabova, b.f.n., dots Yu.V.Levitskaya. M.Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti uslubiy kengashida muhokama qilingan va tasdiqlangan. – Toshkent, 2014.

<sup>2</sup> Номенклатура специальностей научных и научно–педагогических кадров высшей квалификации // Высшая Аттестационная комиссия при Кабинете Министров республики Узбекистан. (Утверждено постановлением Президиума ВАК Республики Узбекистан (30.09.2014 г., № 208/4). На узбекском, русском и английском языках. – Ташкент, 2015. – 120 с. – Стр. 7.



izlanuvchilar institutiga qabul qilish imtihonlari va doktorlik dissertatsiyasini himoya qilish uchun, «*Biofizika*» fanidan (*ixtisoslik fani*) malakaviy imtihon topshirish bo'yicha tuzib chiqilgan va O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi tomonidan tasdiqlangan bilet savollari tarkibida «*Radiobiologiya*» kursiga tegishli savollar kiritilgan.

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlardan kelib chiqib, hozirgi vaqtda «*Radiobiologiya*» fan sohasi bo'yicha darslik va o'quv qo'llanmalarini yaratish dolzarb masala hisoblanadi.

Albatta, bitta o'quv qo'llanmasi tarkibida ma'lum bir fan sohasiga tegishli bo'lgan barcha masalalarni batafsil yoritib berish mumkin emas. Jumladan, ushbu «*Radiobiologiya*» o'quv qo'llanmasi talabalarga fan sohasiga oid umumiy tushuncha va bilimlarni berish maqsadida yozilgan. Shuningdek, materiallar talabalarni mustaqil fikrlash, o'quv adabiyotlar va Internet tarmog'i materiallaridan keng foydalanishga undash, bilim olish motivatsiyasini shakllantirish ruhiyatida, noan'anaviy shaklda, qiziqarli ko'rinishda yozilgan.

## KIRISH

*«Kimdir bilim olish uchun mehnat qiladi,  
yana kimdir esa – mehnat qilish uchun bilim olishga intiladi»*

**Ouens**

**Radiobiologiya (radiatsion biologiya)** – ionlashtiruvchi va ionlashtiruvchi ta'sirga ega bo'lmagan nurlanishning biologik ta'sir mexanizmlarini o'rganuvchi, jumladan radiatsion energiyaning alohida molekulalar tomonidan yutilishidan tortib, hujayra va organizm darajasida yuz beruvchi murakkab tavsifga ega biologik o'zgarishlargacha jarayonlarni tavsiflovchi fan sohasi hisoblanadi<sup>3</sup>. Hozirgi vaqtda «*Radiobiologiya*» fanini o'rganishning **dolzarbligi** – bevosita, nazariy jihatdan radiatsion nurlanish va uning biologik obyektlarga (jumladan, odam organizmiga) ta'sir mexanizmlari haqida ilmiy bilimga ega bo'lish, amaliy jihatdan tabiiy radiatsion fon, tibbiy rentgenologik diagnostika qurilmalari, maishiy-turmushda foydaluvchi qurilmalar ta'sirida nurlanish kelib chiqishi xavfidan ogoh bo'lish bilan bog'liq hisoblanadi.

Shuningdek, XI asrda AQSH, Rossiya, Angliya, Fransiya, Xitoy, Hindiston, Pokiston kabi davlatlarning rasmiy ravishda va ayrim mamlakatlarning norasmiy ravishda yadro quroliga egalik qilishi, bevosita insoniyat uchun global miqyosda ommaviy yadro qirg'in qurollari xavfi yuzaga kelishi ehtimolligi mavjudligini anglatadi.

Bundan tashqari, sir emaski radioaktiv manbalarni qayta ishlash va radioaktiv chiqindilarni saqlash hududlari, atom elektr stansiyalarida yuzaga kelishi ehtimolligi mavjud bo'lgan halokatlar bilan bog'liq favqulotda vaziyatlarda radiobiologiya sohasiga tegishli elementar bilimlarga ega bo'lish zaruriyati yuzaga keladi. Hozirgi vaqtda dunyo miqyosida 40 dan ortiq davlatlar harbiy mudofaa, elektr energiyasini ishlab chiqarish maqsadida va shuningdek, ilmiy–amaliy maqsadlarda foydalaniluvchi doimiy radioaktiv manbalar

<sup>3</sup> Ю.Б.Кудряшов. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) // Под ред. В.К.Мазуркина, М.Ф.Ломынова. – Москва. – Изд-во «ФИЗМАТЛИТ», 2004. – 448 с.

zahiralariga ega hisoblanadi va bu holat, so‘zsiz ravishda radioaktiv obyektlarda tasodifiy texnogen halokatlar yuzaga kelishi mumkinligini belgilab beradi.

1950-yillardan boshlab avj olgan ommaviy qurollanish poygasi («sovuq urush») davridan hozirgi kunga qadar foydalaniluvchi yadro quroli sinov–poligonlari, radioaktiv manbalarga ega obyektlarda yuz bergan tasodifiy halokatlar ta’sirida dunyoning ko‘plab hududlarida radiatsion jihatdan ekologik xavfli zonalar yuzaga kelganligi qayd qilinadi. Jumladan, MDH davlatlari miqyosida ~10% hudud radiatsion xavfli zona sifatida belgilangan. Bunday tavsifga ega hududlarning 80% qismi Belorussiya, 30% qismi Ukraina, 40% qismi Qozog‘iston hududiga to‘g‘ri kelishi aniqlangan, Rossiyada ~1 000 000  $km^2$  hudud radiatsion nurlanish xavfi yuqori hisoblangan zona hisoblanadi va bu hududlarda ~10 000 000 dan ortiq aholi istiqomat qilishi qayd qilingan.

Shuningdek, hozirgi davrda terrorizm muammosi insoniyatni global miqyosda tashvishga solayotgan illatlardan biri sifatida namoyon bo‘lishi kuzatilmoqda va o‘z navbatida, ushbu qora niyatli kuchlarning asosiy nishonlaridan biri – aynan, atom energetikasi manbalariga yo‘naltirilganligi taxmin qilinadi. Shu sababli, radiatsion manbalardan foydalanish, ularni saqlash va himoya qilishga qaratilgan qat’iy qoida–tartiblarni ishlab chiqish va amaliyotga joriy qilish talab qilinadi.

Yuqorida keltirilgan holatlardan kelib chiqib, qayd qilish mumkinki, «Radiobiologiya» fani nazariy va amaliy jihatdan kishilik jamiyatining barqaror taraqqiyoti va insoniyat istiqboli uchun xizmat qiluvchi, muhim bilimlar tizimidan biri hisoblanadi.

### **Nazorat uchun savollar**

- *Radiobiologiya fanini nazariy va amaliy jihatdan shaxsan Siz uchun keraksiz fan deb hisoblaysizmi?*
- *Siz hech qanday atom halokatlari yoki global radiatsion nurlanish xavfi yuzaga kelish ehtimolligi mavjud bo‘lmagan mintaqada hayot kechirayapman deb hisoblaysizmi?*

***Esdan, chiqarmang!*** Sizning organizmingizga doimiy ravishda kosmik radiatsiya va suv, tuproq, oziq-ovqatlar, atmosfera havo tarkibida mavjud bo'lgan tabiiy radionuklidlar ta'sir ko'rsatadi va Siz doimiy ***tabiiy radiatsion fon*** sharoitida hayot kechirasiz. Shu sababli, «***Radiobiologiya***» fani bo'yicha asosiy nazariy va amaliy bilimlarga ega bo'lish va shuningdek, hech bo'lmaganda tibbiyot amaliyotida keng foydalaniluvchi rentgen diagnostika apparatlari ta'sirida qanday dozada radiatsion nurlanish olishingiz yoki sigareta tutuni tarkibida mavjud bo'lgan radiatsion izotoplarning keltirib chiqarishi ehtimolligi mavjud bo'lgan salbiy oqibatlari haqida bilishingiz albatta, Sizga zarar qilmaydi.

# I bob. RADIOBIOLOGIYA FANINING PREDMETI, TADQIQOT OBYEKTI, MAQSAD VA VAZIFALARI, USLUBIY ASOSLARI

## I bob. RADIOBIOLOGIYA FANINING PREDMETI, TADQIQOT OBYEKTI, MAQSAD VA VAZIFALARI, USLUBIY ASOSLARI

- 1.1. Radiobiologiya fanining predmeti va tadqiqot obyekti
- 1.2. Radiobiologiya fanining maqsad va vazifalari
- 1.3. Radiobiologiya va radiobiofizika fanining uslubiy asoslari
- 1.4. Radiobiologiyaning boshqa fan sohalari bilan aloqadorligi va asosiy yo'nalishlari
- 1.5. Radiobiologiya va radiobiofizika  
Nazorat uchun savollar  
Foydalanilgan va qo'shimcha o'qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro'yxati



### 1.1. Radiobiologiya fanining predmeti va tadqiqot obyekti

Radiobiologiya fanining **predmeti** – ionlashtiruvchi nurlanishning turlari va manbalarini tavsiflash, uning biologik obyektlarga ta'sirining molekulyar mexanizmlarini o'rganish hisoblanadi.

Radiobiologiya fanining **tadqiqot obyekti** – tirik organizmlar (*hayvonlar, o'simliklar, mikroorganizmlar*), to'qimalar, organ va hujayralar va molekulalar (jumladan, *makromolekulalar*) hisoblanadi<sup>4</sup>.

### 1.2. Radiobiologiya fanining maqsad va vazifalari

Radiobiologiya fanining maqsadi – ionlashtiruvchi nurlanishning biologik obyektlarga fizik–kimyoviy ta'sirining molekulyar mexanizmini o'rganish va o'z navbatida, ionlashtiruvchi nurlanish ta'siriga nisbatan biologik javob reaksiyasi shakllanish qonu-

<sup>4</sup> И.Н.Гудков. Основы общей и сельскохозяйственной радиобиологии // Учебник для вузов. – Киев. – Изд-во УСХА, 1991. – 328 с.: ил.

niyatlarini aniqlash va ushbu asosda, organizmning javob reaksiyalarini boshqarish, nurlanishning salbiy ta'siri darajasini kamaytirishni ilmiy asoslab berishdan tashkil topadi<sup>5</sup>.

Radiobiologiya fanining vazifalari – ionlashtiruvchi nurlanishning biologik obyektlarga ta'sir mexanizmlarini o'rganish, ya'ni ionlashtiruvchi nurlanish ta'sirida birlamchi o'zgarishlarning fizik–kimyoviy va molekulyar darajadagi mexanizmlarini tavsiflash va unga qarshi ishlab chiqiluvchi uslublar, chora–tadbirlar majmuasini biofizik nuqtayi nazardan asoslab berishdan tashkil topadi.

### 1.3. Radiobiologiya va radiobiofizika fanining uslubiy asoslari

Radiobiologiya va radiobiofizika fanlari zamonaviy biokimyoviy, biofizik, fiziologik eksperimental tadqiqot uslublaridan foydalanadi.

Radiobiologiya va radiobiofizika eksperimental fan hisoblanadi. Shu sababli, bu fanlarning asosiy tadqiqot uslubi – *eksperiment* (tajriba) hisoblanadi. Shuningdek, radiobiologiya va radiobiofizikaning asosiy tadqiqot uslublari – bevosita, nurlanishning ta'sirini miqdoriy baholash (*dozimetric*) uslublaridan tashkil topadi.

Umumiy holatda radiobiologiya va radiobiofizikaning tadqiqot uslublari quyidagi guruhlariga ajratiladi<sup>6</sup>:

1. *Dozimetriya uslubi*;
2. *Matematik statistika uslublari*;
3. *Sitogenetik uslublar*;
4. *Biokimyoviy uslublar*.

Hozirgi vaqtda radiobiologiya va radiobiofizika fan sohalarida rivojlanishi asosida ko'pgina boshqa fan sohalarida ham yuqori samaradorlikka ega bo'lgan bir qator tadqiqot uslublari ishlab chiqilgan.

*Radiatsion va radioaktiv tadqiqot uslublari* – rentgen yoki  $\gamma$ -nurlanish ta'sirida obyektida «*nur taratish*» hodisasi yuzaga kelishiga asoslaniladi. Obyekt orqali o'tgan vaqtda, material zichligi va qalinligiga bog'liq holatda, ionlashtiruvchi nurlanish oqimining energiya qiymati susayadi. Bu mexanizmdan turli xil obyektlar

<sup>5</sup> Лекции по радиобиологии // [Электрон ресурс]. Режим доступа: [www.studfiles.ru](http://www.studfiles.ru)... Дата обращения: 08.12.2015 г.

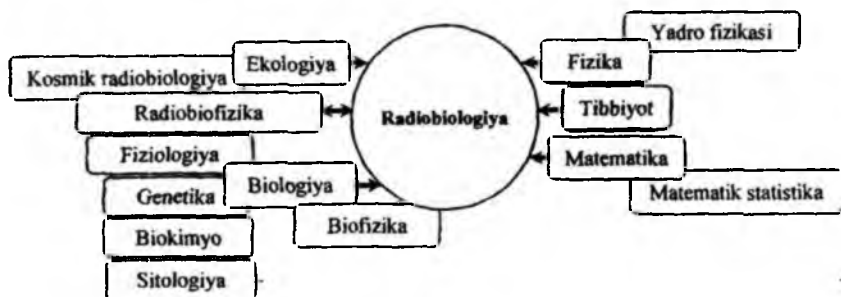
<sup>6</sup> Радиобиология как предмет // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://biobib.ru>... Дата обращения: 18.12.2015 г.

strukturasi tarkibida nuqsonlar (*defekt*) mavjudligini tekshirishda (*rentgenologik defektoskopiya*) foydalaniladi<sup>7</sup>.

**Rentgen mikroskopiya** – mikroradiografiya, rentgenoradiografiya, rentgen mikrotahlil, rentgenotelevizion mikroskopiya kabi turlarga bo‘linadi. Shuningdek, hozirgi vaqtda katta hududda radiatsion ifloslanish darajasini monitoring qilish maqsadida qo‘llaniluvchi ssintillyatsion detektorli aerogamma–spektrometr qurilmalari ishlab chiqilgan<sup>8</sup>.

#### 1.4. Radiobiologiyaning boshqa fan sohalari bilan aloqadorligi va asosiy yo‘nalishlari

Radiobiologiya fani – tibbiyot, biologiya, biofizika, radiofizika, yadro fizikasi, elektronika, fizika, matematika, fiziologiya, kosmik radiobiologiya, biokimyoy, sitologiya kabi fan sohalari bilan chambarchas bog‘liq hisoblanadi<sup>9</sup>.



Radiobiologiyaning asosiy yo‘nalishlari quyidagilar hisoblanadi:

- Radiatsion biokimyoy;
- Radiatsion genetika;
- Radiatsion sitologiya;
- Radiatsion ekologiya;
- Radiatsion patofiziologiya;

<sup>7</sup> Радиоактивные и радиационные методы неразрушающего контроля // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.eferat.com...> Дата обращения: 18.12.2015 г.

<sup>8</sup> Аерогамама–спектрометры МИФИ // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.radiation.ru...> Дата обращения: 18.12.2015 г.

<sup>9</sup> И.Н.Гудков. Основы общей и сельскохозяйственной радиобиологии // Учебник для вузов. – Киев. – Изд–во УСХА, 1991. – 328 с.: ил.

- Radiatsion epidemiologiya;
- Radiatsion gigiyena;
- Geofizik radiologiya;
- Tibbiyot radiologiyasi;
- Radiatsion terapiya.

**Radiatsion biokimyo** – ionlashtiruvchi nurlanishning molekulyar biokimyoviy ta’sir mexanizmlarini, jumladan makromolekulalarga ta’sirini tadqiq qiladi.

**Radiatsion genetika** – ionlashtiruvchi nurlanishning genetik darajadagi ta’sir mexanizmlarini o’rganish va shuningdek, radiatsion mutagenез usulidan amaliyotda foydalanish usullarini ishlab chiqish bilan shug’ullanadi.

**Radiatsion gigiyena** – ionlashtiruvchi nurlanishning odam organizmiga ta’siri shart–sharoitlari, turlari va oqibatlarini o’rganuvchi, radiatsion nurlanishning salbiy ta’siriga qarshi odam organizmi salomatligini muhofaza qilishga qaratilgan uslublar, chora–tadbirlarni ishlab chiquvchi fan sohasi hisoblanadi<sup>10</sup>.

**Geofizik radiologiya** – atmosfera, gidrosfera va litosfera tarkibining radioaktiv manbalar ta’sirida ifloslanishi va kosmik nurlanish darajasini o’rganuvchi fan sohasi hisoblanadi.

**Tibbiyot radiologiyasi** – aholi istiqomat qiluvchi punktlar hududida atrof–muhitning radioaktiv ifloslanish darajasini nazorat qilish bilan shug’ullanadi.

**Radiatsion terapiya** – ionlashtiruvchi nurlanishning terapevtik ta’sir mexanizmini o’rganish va nurlanish yordamida kasalliklarni davolash usullarini ishlab chiqish bilan shug’ullanadi.

## 1.5. Radiobiologiya va radiobiofizika

**Radiobiologiya** – ionlashtiruvchi nurlanishning odam va hayvonlarga ta’sirini o’rganuvchi fan sohasi hisoblanadi<sup>11</sup>.

<sup>10</sup> Л. А. Ильин, В. Ф. Кириллов, И. П. Коренков. Радиационная гигиена // Учеб. для вузов. – Москва. – Изд-во «ГЕОТАР-Медиа», 2010. – 384 с.: ил.

<sup>11</sup> А. Д. Доница. Основы радиобиологии. Учебно–методическое пособие // (Министерство здравоохранения и социального развития. Волгоградский государственный медицинский университет. Кафедра Мобилизационной подготовки здравоохранения и медицины катастроф). – Волгоград, 2010. – 177 с.



Radiobiologiya YuNESKO tasnifi bo'yicha biologiya fan sohasi tarkibida 2418 kodi bilan belgilangan. Radiobiologiya fanining *predmeti* – radiobiofizika fani predmetiga nisbatan keng ko'lamdagi bilan farqlanadi va ionlashtiruvchi nurlanish turlari va manbalarining tiriklikning molekulyar darajasidan populyatsiya darajalarigacha ta'sir mexanizmini o'rganishdan tashkil topadi. Radiobiologiya fanining *tadqiqot obyekti* – tirik organizmlar (*hayvonlar, o'simliklar, mikroorganizmlar va ularning ekologik jamoalari, populyatsiyalari*) hisoblanadi<sup>12</sup>.

Radiobiologiya fanining tadqiqot obyekti – quyidagi 3 ta bo'limga ajratiladi:

1. Murakkab tizimlar (ekologik tizimlar, populyatsiya, ko'p hujayrali organizmlar, organlar va to'qimalar) radiobiologiyasi;
2. Hujayra radiobiologiyasi;
3. Molekulyar radiobiologiya.

*«Radiobiologiya fanining predmetini tashkil qiluvchi fundamental vazifalar – ionlashtiruvchi nurlanish ta'siriga nisbatan biologik javob reaksiyasining umumiy qonuniyatlarini aniqlash va ushbu asosda, organizmda yuzaga keluvchi nurlanish reaksiyalarini boshqarish san'atini o'zlashtirishdan tashkil topadi»*<sup>13</sup>.

Radiobiologiyaning *maqsadi* – radiatsion nurlanish kasalligi etiologiyasini o'rganish, ionlashtiruvchi nurlanishning biologik ta'sir qonuniyatlarini aniqlash va radiatsion nurlanishning biologik organizm va uning avlodlariga salbiy ta'sirini bartaraf qilishdan tashkil topadi.

Radiobiologiya fanining *vazifalari* quyidagilardan tashkil topgan<sup>14</sup>:

- Odam salomatligiga xavfli hisoblangan radiatsion nurlanish manbalarini o'rganish;
- Ionlashtiruvchi nurlanishning biologik ta'sirini o'rganish;
- Odam organizmi uchun ionlashtiruvchi nurlanishga qarshi himoya vositalarini ishlab chiqish va nurlanish sharoitida uning salbiy

<sup>12</sup> И.Н.Гудков. Основы общей и сельскохозяйственной радиобиологии // Учебник для вузов. – Киев. – Изд-во УСХА, 1991. – 328 с.: ил.

<sup>13</sup> С.П.Ярмошенко. Радиобиология человека и животных: Учебник для биол. Спец. вузов // – 3-е изд., перераб и доп. – Москва. – Изд-во «Высш. шк», 1988. – 424 с.

<sup>14</sup> История развития радиобиологии // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://studopedia.ru...> Дата обращения: 19.12.2015 г.

oqibatlariga qarshi kurashish va qayta tiklanishga qaratilgan chora-tadbirlarni ishlab chiqish;

- Atrof–muhit va qishloq xo‘jaligi mahsulotlarining odam va hayvonlar organizmiga radiatsion xavf tug‘dirish darajasini baholash;

- Ionlashtiruvchi nurlanishning turli xil kasalliklarga tashxis qo‘yish va davolash maqsadlarida, shuningdek, qishloq xo‘jaligi, oziq-ovqat sanoati va mikrobiologiya sohalarida samarali foydalanish texnologiyalarini ishlab chiqishni ilmiy jihatdan asoslab berish;

- Texnogen halokatlar va yadro qurolining radioekologik oqibatlarini o‘rganishdan tashkil topadi.

**Radiobiologiya** fani – biologiya, sitologiya, genetika, biofizika, yadro fizikasi, farmakologiya, gigiyena radiologiya, tibbiyot radiologiyasi va rentgenologiya, ekologik radiobiologiya va shuningdek, **radiobiofizika** kabi alohida fan sohalariga ajratiladi.

Umumiy holatda, **radiobiologiya** – radiatsion nurlanishning biologik obyektlar va tizimlarga ta‘sirining umumiy qonuniyatlarini o‘rganadi, **radiobiofizika** esa – radiobiologik masalalarni biofizika nuqtayi nazaridan qarab chiqadi, ya‘ni radiatsion nurlanishning molekulyar darajadagi ta‘sir mexanizmlarini tadqiq qiladi.

**Radiobiofizika** fani bevosita radiobiologiya fan sohasi tarkibidan ajralib chiqqan mustaqil fan hisoblanadi va umumiy tadqiqot obyekti, uslublari, maqsad va vazifalarga ega hisoblanadi, biroq radiobiofizika mustaqil fan sohasi sifatida farqli jihatlariga ega hisoblanadi.

**Radiobiofizika (radiatsion biofizika)** – ionlashtiruvchi va ionlashtiruvchi ta‘sirga ega bo‘lmagan nurlanishning biologik ta‘sir mexanizmlarini o‘rganuvchi, jumladan radiatsion energiyaning alohida molekulalar tomonidan yutilishidan tortib, hujayra va organizm darajasida yuz beruvchi murakkab tavsifga ega biologik o‘zgarishlarga jarayonlarni tavsiflovchi fan sohasi hisoblanadi<sup>15</sup>.

Radiobiologiya yo‘nalishlari bevosita radiobiofizika yo‘nalishlarini ham o‘z ichiga qamrab oladi. Radiobiologiya yo‘nalishlari quyidagi 2 ta guruhga ajratiladi:

1. Ionlashtiruvchi nurlanishning biologik tizimlarga ta‘siri natijasida yuzaga keluvchi jarayonlarni o‘rganuvchi yo‘nalishlar:

<sup>15</sup> Ю.Б.Кудряшов. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) // Под ред. В.К.Мазуркина, М.Ф.Ломанова. – Москва – Изд-во «ФИЗМАТЛИТ», 2004. – 448 с.

- Umumiy fundamental radiobiologiya;
- Kosmik radiobiologiya;
- Radiatsion ekologiya (jumladan, qishloq xo‘jaligi radioekologiyasi);

- Radiatsion biokimyo;
- Radiatsion genetika;
- Radiatsion sitologiya;
- Tibbiyot radiobiologiyasi;
- Radiatsion immunologiya;
- Radiatsion gigiyena;

2. Biologik organizmlar taksonlarining radiatsion nurlanishga javob reaksiyasini o‘rganuvchi yo‘nalishlar:

- Radiatsion virusologiya;
- Radiatsion mikrobiologiya;
- O‘simliklar radiobiologiyasi;
- Odam va hayvonlar radiobiologiyasi.

**Qishloq xo‘jaligi radioekologiyasi** – qishloq xo‘jaligi ekinlari va chorva mollari organizmi, agrosenzlarda ionlashtiruvchi radiatsiyaning ta‘sirini, radionuklidlarning qishloq xo‘jaligi obyektlarida migratsiyalanish xususiyatlarini o‘rganuvchi fan sohasi hisoblanadi<sup>16</sup>.

Hozirgi vaqtda **radiobiofizika** alohida, mustaqil fan sohasi sifatida Oliy o‘quv yurtlari va ixtisoslashgan ta‘lim muassasalarida o‘quv fani predmeti sifatida o‘qitiladi. Qayd qilish kerakki, «**Radiobiofizika**» bo‘yicha talabalarga asosiy tushuncha va bilimlarni berishda, pedagogik–ilmiy maqsadlarga mo‘ljallangan, eng mukammal zamonaviy nashrlardan biri – bu **Edward L. Alpen** tomonidan yozilgan «**Radiation Biophysics**» kitobi (1998) hisoblanadi<sup>17</sup>.

<sup>16</sup> Б.И.Тепляков. Основы сельскохозяйственной радиэкологии: Курс лекций // Новосибир. гос. аграр. ун-та – Новосибирск, 2010 – 146 с.

<sup>17</sup> Edward L. Alpen (Department of Biophysics, Emeritus University of California Berkeley, California and Department of Radiology, Emeritus University of California School of Medicine San Francisco, California). **Radiation Biophysics (Second edition)** // Academic Press, 1998.



**Edward Lewis ALPEN (AQSH: 14.03.1922–03.11.2006)** – radiobiolog, biofizik, radiatsion nurlanishning odam organizmiga taʼsir mexanizmi va unga qarshi kurash uslublarini ishlab chiqish yoʻnalishida ilmiy tadqiqotlar olib borgan<sup>18</sup>.

**Edvard Lyuis Alpenning ayrim ilmiy ishlarining roʻyxati:**

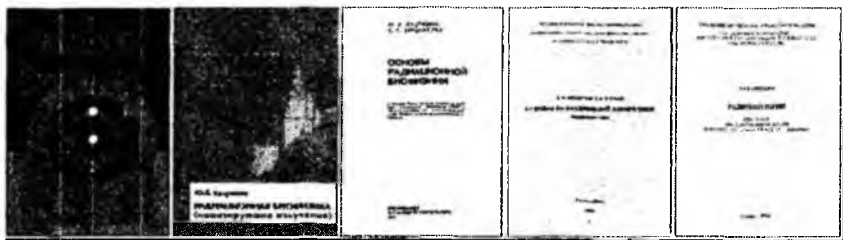
1. Liquid scintillation counting – Recent applications and development: Sample preparation and applications // Hardcover, 1980. – Publisher: Academic Press Inc. – 558 r.

2. Edward L. Alpen (Department of Biophysics, Emeritus University of California Berkeley, California and Department of Radiology, Emeritus University of California School of Medicine San Francisco, California). Radiation Bophysics (Second edition) // Academic Press, 1998.

**Nazorat uchun savollar**

1. Radiobiologiya fanining predmeti nima?
2. Radiobiologiya fanining tadqiqot obyekti nima?
3. Radiobiologiya fanining maqsad va vazifasini tushuntiring.
4. Radiobiologiya va radiobiofizika fanining tadqiqot uslublarini sanab bering.
5. Radiobiologiyaning boshqa fan sohalari bilan aloqadorligini tushintirib bering va asosiy yoʻnalishlarini sanab bering.

<sup>18</sup> Edward Lewis Alpen // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.legacy.com...> Дата обращения: 18.12.2015 г.



## **Foydalanilgan va qo‘shimcha o‘qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro‘yxati:**

1. А.Б.Рубин Биофизика (биофизика клеточных процессов) // Москва. – Изд-во «Кн. дом университет», 2000.
2. А.В.Аверьянова и др. Что нужно знать о радиации // Минск, 1992.
3. А.В.Борейко. Введение в радиационную биофизику // Учебное пособие. – Дубна. – Изд-во Университет «Дубна», 2006. – 79 с.
4. А.Д.Доника. Основы радиобиологии. Учебно-методическое пособие // (Министерство здравоохранения и социального развития. Волгоградский государственный медицинский университет. Кафедра Мобилизационной подготовки здравоохранения и медицины катастроф). – Волгоград, 2010. – 177 с.
5. А.М.Кузин, Д.А.Каушанский. Прикладная радиобиология // Москва. – Изд-во «Енергоиздат», 1981. – 222 с.
6. В.А.Барабой. Популярная радиобиология // Киев, 1988.

7. В.А.Бударков и др. Радиобиологический справочник // Минск. – Изд-во «Ураджай», 1992.
8. Д.Е.Гродзенский. Радиобиология (биологическое действие ионизирующего излучения) // Москва. – Изд-во «Знание», 1958. – 32 с.
9. Е.Ф.Конопля и др. Радиобиология. Энциклопедический словарь // Гомель, 2005. – 252 с.
10. З.Бак, П.Александр. Основы радиобиологии (Пер. с англ.) // Москва. – Изд-во «Иностр. лит.», 1963.
11. Л.А.Зеленская, А.П.Радуль. Методические указания к выполнению контрольных работ для студентов заочной формы обучения по дисциплине «Радиобиология» // Краснодар. – Изд-во КубГАУ, 2012. – 115 с.
12. Л.Г.Кульменова, Н.Н.Котов. Радиобиология // Москва. – Изд-во «Народная асвета», 1993.
13. Н.В.Тимофеев–Ресовский и др. Введение в молекулярную радиобиологию // Москва. – Изд-во «Медицина», 1980.
14. Н.В.Тимофеев–Ресовский, В.И.Иванов, В.И.Корогодин. Основы радиационной биологии // Москва, 1964.
15. Н.В.Тимофеев–Ресовский. Введение в молекулярную радиобиологию // Москва. – Изд-во «Высшая школа», 1981.
16. О.М.Храмченкова. Основы радиобиологии: Учебное пособие для студентов биологических специальностей высших



учебных заведений // Гомель: УО «ГГУ им. Ф.Скорины», 2003.  
– С.238.

17. С.П.Ярмоненко, А.А.Вайнсон. Радиобиология человека и животных // Москва. – Изд-во «Высш. шк.», 2004. – 549 с.: ил.

18. С.П.Ярмоненко. Радиобиология человека и животных // Москва. – Изд-во «Высш. шк.», 1977. – 368 с.

19. С.П.Ярмоненко. Радиобиология человека и животных: Учебник для биол. Спец. вузов // – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва. – Изд-во «Высш. шк.», 1988. – 424 с.

20. С.П.Ярмоненко. Радиобиология человека и животных // Москва. – Изд-во «Высшая школа». – 1997.

21. Е.А.Галицкий. Радиобиология // Курс лекций. – Гродно. – Изд-во ГрГУ, 2001. – 204 с.

22. Е.Дж.Холл. Радиация и жизнь // Москва, 1989. – 256 с.

23. Ю.А.Владимиров, Е.В.Проскурнина. Лекции по медицинской биофизике // Учебное пособие. – Москва. – Изд-во МГУ. ИКЦ «Академкнига», 2007. – 432 с.: ил.

24. Ю.Б.Кудряшов, Б.С.Беренфельд. Основы радиационной биофизики // Москва. – Изд-во МГУ, 1982. – 304 с.

25. Ю.Б.Кудряшов, Б.С.Беренфельд. Радиационная биофизика // Москва. – Изд-во МГУ, 1979.

26. Ю.Б.Кудряшов, Ю.Ф.Перов, А.Б.Рубин. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения // Учебник. – Москва. – Изд-во «Физматлит», 2008. – 184 с.

27. Ю.Б.Кудряшов. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) // Москва. – Изд-во «ИЗМАТЛИТ», 2003. – 442 с.

28. Ядерная энциклопедия (Под редакцией А.А.Ярошинской) // Москва. – Изд-во «Благотвор. фонд Ярошинской», 1996. – 656 с.

### **Internet saytlari ro‘uxati:**

- <http://medlec.org/lek-91496.html>
- <http://kubsau.ru/upload/iblock/a3e/a3e1148e98c2cf8193abce71aff77ca1.pdf>
- <http://www.uzluga.ru/potr/Рабочая+программа+по+радиобиологии+по+специальности+060114+«медицинская+кибернетика»+Курс+—+5-йd/part-2.html>
- <http://www.pmedu.ru/index.php/ru/2015-god/itemlist/category/10363-34-49-05-metody-i-apparatura-v-radiobiologii>
- <http://www.zoodrug.ru/topic1793.html>
- <http://profbeckman.narod.ru/MED9.htm>
- <https://ru.wikipedia.org/wiki/Радиобиология>
- <http://www.portal-slovo.ru/impressionism/36428.php>
- [http://www.dozimetrov.net/chto\\_takoe\\_radiaciya\\_i\\_radioaktivnost.php](http://www.dozimetrov.net/chto_takoe_radiaciya_i_radioaktivnost.php)
- <http://nuclphys.sinp.msu.ru/radiation/>



• <http://www.mirprognozov.ru/prognosis/climate/radiatsiya-i-radioaktivnost/ru?lang=ru>

• <https://books.google.co.uz/books...>

• <http://matriisi.ee.tut.fi/~onykane/2012/Biophysics.pdf>

• [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TCS-42\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TCS-42_web.pdf)

• <http://www.osti.gov/scitech/biblio/4019185>

• <https://www.case.edu/ehs/Training/RadSafety/fluoro.htm>

• <http://studopedia.org/12-62675.html>

• Лекции по радиобиологии // [Электрон ресурс]. Режим доступа: [www.studfiles.ru/preview/4120673/](http://www.studfiles.ru/preview/4120673/)

• Презентация на тему Радиационная биофизика. Т.А.Зотина. к.б.н., с.н.с. лаборатории радиоэкологии Института биофизики СО РАН // <http://www.ibp.ru/person/zotina.php>

• <http://www.books.ru/books/radiobiologiya-uchebnik-dlya-vuzov-63590/>

• <http://www.ozon.ru/person/3976242/>

• <http://www.ozon.ru/context/detail/id/19677524/>

• <http://www.epa.gov/radiation>

• <http://www.nrc.gov/reading-rm/basic-ref/glossary/rem-roentgen-equivalent-man.html>

## II bob. RADIOBIOLOGIYA FANINING RIVOJLANISH TARIXI

### II bob. RADIOBIOLOGIYA FANINING RIVOJLANISH TARIXI

2.1. Radiobiologiya fanining rivojlanish bosqichlari

2.2. «Radiatsion fojialar» tarixi

Qiziqarli ma'lumotlar

Nazorat uchun savollar

Foydalanilgan va qo'shimcha o'qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro'yxati



### 2.1. Radiobiologiya fanining rivojlanish bosqichlari

*«Fan predmetining tarixisiz uning nazariyasi mavjudligini tasavvur qilish mumkin emas».*

**N.G.Chernishevskiy**

**Radiobiologiya** fani XIX asrning oxiri va XX asr boshida shakllangan va ma'lum bir rivojlanish bosqichida uning tarkibidan **radiofizika** yo'nalishi alohida fan sohasi sifatida ajralib chiqqan. Radiobiologiya va radiobiofizikaning rivojlanish tarixi quyidagi bosqichlarda ajratiladi:

✓ **I bosqich** – 1890–1922-yillarga to'g'ri keladi va bu davrda – ya'ni, 1895-yilda **Vilgelm Konrad Rentgen** (Germaniya) tomonidan rentgen nurlanishi aniqlangan, 1896-yilda **A.Bekkerel** tomonidan uran ( $^{238}_{92}U$ ) elementining radioaktivlik xossasi ( $\alpha$ -,  $\beta$ - va  $\gamma$ -nurlanish) aniqlangan va bu kashfiyot *tabiiy radioaktivlik* hodisasining o'rganilish tarixining boshlanishi hisoblanadi. Shuningdek, bu bosqichda radiatsion nurlanishning biologik organizmga ta'siri bo'yicha dastlabki ma'lumotlar to'planishi amalga oshirilgan.

1898-yilda **Ръер Kyuri** (1859–1906) va **Mariya Skladovskaya-Kyuri** (1867–1934) radioaktiv –  $^{226}_{88}\text{Rd}$  va  $^{209}_{84}\text{Po}$  elementlarini kashf qilishgan.

Radiobiologiya fani rivojlanishining ushbu bosqichida **I.P.Pul'yuy**, **I.R.Tarxanov**, **E.S.London**, **L.Xalьbershtadter**, **J.Osgoud**, **P.Broun**, **G.E.Aльbers-Shonberg**, **G.Xeyneke**, **J.Bergonьe**, **L.Tribondo** kabi olimlar radiatsion nurlanishni tavsiflash va uning biologik organizmlarga ta'sirini o'rganish yo'nalishida eksperimental tadqiqotlar olib borishgan.

Radiobiologiya fan sohasi shakllanishining boshlanishi sanasi sifatida – 1896-yilda fiziolog **Ivan Romanovich Tarxanov** (Rossiya) tomonidan rentgen nurlanishining baqa va hasharotlar organizmiga ta'sirini o'rganish bo'yicha dastlabki tadqiqotlar amalga oshirilishi va bu nurlanish turining nafaqat, organizm ichki organlarini fototasvirga olishda muhim o'rin tutishi, balki tirik organizmlarda hayotiy funksiyalarga ham sezilarli ta'sir ko'rsatishi taxmin qilinishi vaqti qayd qilinadi.

Shuningdek, 1920-yillarda **F.Dessauer** tomonidan radiatsion nurlanish ta'sirini miqdoriy baholash yo'nalishida amalga oshirilgan tadqiqotlar asosida *radiobiofizika* fan sohasining shakllanishi va radiobiologiya tarkibidan ajralib chiqishi boshlanganligi qayd qilinadi<sup>19</sup>.

Umumiy holatda, XX asrning 1920-yillaridan boshlab, ionlashtiruvchi nurlanishning biologik obyektlarga ta'sir mexanizmini o'rganish yo'nalishida tadqiqotlar amalga oshirilgan va bu bosqichda radiatsion nurlanishning biologik organizmlarda genetik darajada salbiy ta'sir ko'rsatishini aniqlash yo'nalishida ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Jumladan, 1925–1927 yillarda **G.S.Filipov**, **G.Myoller** tomonidan radiatsion nurlanishning mutatsiyani keltirib chiqarishi (*radiatsion mutagenez*) aniqlangan.

Bu davrda **F.Dessauer**, **J.Krouter**, **K.G.Simmer**, **N.V.Timofeev-Resovskiy** kabi olimlar ilmiy tadqiqotlar olib borishgan.

<sup>19</sup> F.Dessauer. Über einige Wirkungen von Strahlen, I.Z.Phys. – 1922. – V. 12. – P.38–44.



Per KYURI (1859-1906)

M. Curie

Mariya va Per Kyuri laboratoriyada (1900-yil)

«...Men shaxsan yangi ilmiy kashfiyotlar insoniyat uchun,  
yovuzlikdan ko'ra ko'proq ezigulik  
uchun foyda keltirishi kerak deb hisoblayman...»

**Mariya Sklodovskaya–Kyuri**

**Mariya Sklodovskaya–KYURI** (Polsha: *Marie Skłodowska-Curie*; 07.11.1867–04.07.1934) – fizik, kimyogar, 1903, 1911-yilda ikki marta Nobel mukofoti bilan taqdirlangan, Parij va Varshavada Kyuri institutiga asos solgan, turmush o'rtog'i **Per Kyuri** bilan birgalikda radiy ( $^{226}_{88}\text{Rd}$ ) va poloniy ( $^{209}_{84}\text{Po}$ ) radioaktiv elementlarini kashf qilgan (1998), Radiy institutiga (Parij) rahbarlik qilgan, radioaktivlik havoda ionizatsiya holatining yuzaga kelishiga sabab bo'lishini aniqlagan<sup>20</sup>.

**M.Sklodovskaya–Kyurining ayrim ilmiy ishlari:**

1. М.Склодовская–Кюри. Исследования над радиоактивными веществами (*M.Sklodovska–Curie. Recherches sur les substances radioactives par*) // Пер. со 2-го изд. соч. П.М.Факторовича. – СПб. – Изд. К.Л.Риккера, 1904. – 112 с.

2. Кюри М. Радиоактивность // Москва. – Изд-во «Физматгиз», 1947.

<sup>20</sup> Склодовская–Кюри, Мария // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org...> Дата обращения: 18.12.2015 г

1896-yildan boshlab, **Yefim Semyonovich London** (Rossiya) eksperimental radiobiologiya bo'yicha tajribalar o'tkazishni yo'lga qo'ygan.



### **Yefim Semyonovich LONDON**

(28.12.1868–21.03.1939) – professor (1924), patofiziolog, biokimyogar, radiobiolog, 1894-yilda Varshava universitetida tahsil olgan, 1895-yilda Eksperimental tibbiyot institutida ish boshlagan, 1924-yilda Leningrad davlat universiteti professori, 1932–1938-yillarda Sankt-Peterburg pediatriya tibbiyot akademiyasining patologik fiziologiya kafedrasini mudiri lavozimida ishlagan, ionlashtiruvchi nurlanishning o'simlik va hayvon organizmiga ta'sir mexanizmlarini o'rgangan. 1911-yilda professor E.S.London tomonidan nemis va rus tilida «*Radiy biologiyada va tibbiyotda*» monografiyasi nashr qilingan.

#### **Prof. E.S.Londonning ayrim ilmiy ishlari:**

1. Радий в биологии и медицине // Монография (1911).
2. Курс общей биологии (1920).
3. Радий и рентгеновские лучи (1923).
4. Краткий учебник общей патологии (1925).
5. Ангиостомия и обмен веществ (1935).

✓ **II bosqich** – (1922–1945-yillar) bu davrda radiatsion nurlanishning biologik ta'sirini tavsiflash, ionlashtiruvchi nurlanishning mutagen ta'sirini o'rganishning davom ettirilishi, *radiatsion genetika* sohasining rivojlanishi, radiatsion nurlanishning moddaga yutilishini miqdoriy tavsiflash ishlab chiqilishi amalga oshirilgan. Bu yo'nalishda **F.Dessauer, L.Grey, N.V.Timofeev-Resovskiy, A.M.Kuzin, D.E.Li, B.N.Tarusov, N.M.Emanuel, K.Simmer, G.A.Nadson, G.S.Filippov, G.Myoller, L.Stadler** kabi olimlar tadqiqot olib borishgan.



## Nikolay Markovich EMMANUEL

(01.10.1915–1984) – akademik, katalitik reaksiyalar mexanizmi, radiobiologiya yo‘nalishida ilmiy tadqiqotlar olib borgan<sup>21</sup>.

Shuningdek, bu bosqichda 1934-yilda Iren Kyuri va Frederik Jolio–Kyuri tomonidan yadro reaksiyasi davomida  $^{30}_{15}P$  izotopi aniqlanishi esa – *su‘niy radioaktivlik* hodisasining o‘rganilishi tarixi boshlanishini belgilab beradi.

✓ **III bosqich** – (1945-yildan 1986-yilgacha) – ya’ni, 1945-yilda «Xirosima–Nagasaki» fojiasidan keyingi davr, bu davr radiatsion nurlanishning biologik ta’sir mexanizmlarini aniqlash va unga qarshi kurash vositalarini ishlab chiqish davri hisoblanadi. Bu bosqichda radiatsion nurlanishning barcha tuzilish darajalaridagi biologik tizimlarga ta’sir mexanizmlari o‘rganilgan, radiatsion nurlanishga qarshi usullar ishlab chiqilgan, tibbiyot amaliyotida radiatsion diagnostika va radiatsion terapiya usullari joriy qilingan. Bu davrda N.P.Dubin, N.V.Luchnik, B.L.Astaurov, K.P.Xanson, V.I.Korogodin, V.D.Jestyaniqov, L.X.Eydus, V.I.Bruskov, R.V.Petrov, N.L.Delone, E.Ya.Graevskiy, I.I.Pelevina, A.V.Lebedinskiy, P.D.Gorizontov, G.P.Gruzdev, P.P.Saksonov, L.A.Ilin, Yu.G.Grigorev, A.V.Antipov, V.S.Shashkov, S.P.Yarmonenko, L.A.Orbeli, R.V.Petrov, P.G.Jerebchenko, E.F.Romansev, V.G.Vladimirov, A.K.Guskova, M.P.Domshlak, S.N.Aleksandrov, A.A.Vaynson, E.F.Konoplya, A.A.Letovet, F.G.Krotkov, V.Ya.Golikov, E.A.Jerbin, U.Ya.Margulis, D.M.Spitkovskiy, Yu.B.Kudryashov, E.B.Burlakova, V.A.Shevchenko, P.D.Gorizontov, G.A.Zedgenidze, T.K.Djarkabyan, A.S.Mozjuxin, P.P.Saksonov, E.F.Romansev, Yu.G.Grigorev G.S.Strelin, V.P.Mixaylov, N.A.Kraevskiy, M.N.Livanov, N.A.Kurshakov, A.I.Vorobev, E.V.Gembiskiy, G.I.Alekseev, N.I.Shapiro, G.D.Baysogolov, kabi olimlar ilmiy tadqiqotlar olib borishgan.

<sup>21</sup> Академик Еммануэль Николай Маркович // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/rus/welcome.html>... Дата обращения: 18.12.2015 г.



**Aleksandr Mixaylovich KUZIN** (Rossiya: 30.05.1906–26.06.1999) – biologiya fanlari doktori (1938), professor, biofizik, molekulyar radiobiologiya sohasida faoliyat olib borgan, 1950-yilda radioavtografiya va radiokromatografiya usullarini ishlab chiqish yoʻnalishida izotoplar va nurlanish biofizikasi laboratoriyasini tashkil qilgan, Sobiq Ittifoqda Biofizika instituti tashkilotchilaridan biri hisoblanadi va ushbu institutning birinchi direktori lavozimida ishlagan (1952–1957), shuningdek, Biofizika institutining radiobiologiya boʻlimi mudiri sifatida faoliyat olib borgan, «*Biofizika*» jurnali (1956–1961) va «*Radiobiologiya*» jurnalining (1961–1989) bosh muharriri lavozimida ishlagan<sup>22</sup>.

### **Prof. A.M.Kuzinning ayrim ilmiy ishlari:**

1. Э.Граевский, В.Корогодин, А.Кузин и др. Основы радиационной биологии // Москва. – Изд-во «Наука», 1964.
2. А.Кузин. Чем угрожают человечеству ядерные взрывы (Научно-популярная серия) // Москва. – Изд-во АН, 1959.

<sup>22</sup> Кузин, Александр Михайлович // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org...> Дата обращения: 16.11.2015 г.



3. А.Кузин. Невидимые лучи вокруг нас // Москва. – Изд-во «Наука», 1980.
4. А.Кузин. Радиобиология // Москва. – Изд-во АН, 1958.
5. А.Кузин, Д.Каушанский. Прикладная радиобиология (теоретические и технические основы) // Москва. – Изд-во «Атомиздат», 1981.
6. Д.Каушанский, А.Кузин. Радиационно-биологическая технология // Москва. – Изд-во «Энергоатомиздат», 1984.
7. А.Кузин. Роль природного радиоактивного фона и вторичного биогеенного излучения в явлении жизни // Москва. – Изд-во Наука, 2002. – во АН, 1959.
8. А.Кузин. Невидимые лучи вокруг нас // Москва. – Изд-во «Наука», 1980.
9. А.Кузин. Радиобиология // Москва. – Изд-во АН, 1958.
10. А.Кузин, Д.Каушанский. Прикладная радиобиология (теоретические и технические основы) // Москва. – Изд-во «Атомиздат», 1981.
11. Д.Каушанский, А.Кузин. Радиационно-биологическая технология // Москва. – Изд-во «Энергоатомиздат», 1984.
12. А.Кузин. Роль природного радиоактивного фона и вторичного биогеенного излучения в явлении жизни // Москва. – Изд-во Наука, 2002.

1940–1950 yillarda Rossiyada radiobiologiya sohasida **S.N.Aleksandrov, S.N.Ardashnikov, V.S.Balabuxa, E.Ya.Graevskiy, Yu.Ya.Kerkis, A.V.Lebedinskiy, M.I.Nemenov, G.M.Frank, V.P.Paribok, A.G.Pasinskiy, L.F.Semenov, M.I.Shalnov, B.N.Tarusov, N.V.Timofeev-Resovskiy, S.P.Yarmonenko** kabi olimlar ilmiy tadqiqotlar olib borishgan.

Shuningdek, molekulyar radiobiologiya yoʻnalishida Rossiyada – **V.I.Karagodin, N.V.Luchnik, E.V.Burlakova, L.X.Eydus** kabi olimlar ish olib borishgan.

**Andrey Vladimirovich LEBEDINSKIY** (Rossiya: 29.04.1902–03.01.1965) – akademik (1960), biofizik, fiziolog, general-mayor (1949), 1954–1963 yillarda Rossiya Biofizika instituti direktori lavozimida ishlagan, analizatorlar biofizikasi yoʻnalishida ilmiy



tadqiqotlar olib borgan, shuningdek, ionlashtiruvchi nurlanishning biologik organizmga ta'sir mexanizmlarini o'rgangan, 1955–1958 yillarda BMTning Radiobiologiya masalalari bo'yicha Sobiq Ittifoq vakili sifatida faoliyat olib borgan<sup>23</sup>.

**Akademik A.V.Lebedinskiyning ayrim ilmiy ishlarining ro'uxati:**

1. А.В.Лебединский. Влияние ионизирующей радиации на организм животного и человека // Москва, 1957.

2. А.Г.Гинецинский, А.В.Лебединский, Курс нормальной физиологии // Москва, 1956.



**Fedor Grigorievich KROTKOV** – Rossiya radiatsion gigiyena sohasi asoschisi hisoblanadi va ushbu yo'nalishda ilmiy tadqiqotlar olib borgan<sup>24</sup>.

**Elena Borisovna BURLAKOVA** (Rossiya: 12.10.1934) – biologiya fanlari doktori (1970), professor (1977), biofizik, radiobiolog, Rossiya Fanlar akademiyasi N.M.Emanuel nomidagi Biokimyoviy fizika institutida direktor o'rinbosari lavozimida faoliyat olib borgan, lipidlarning erkin radikallar ta'sirida oksidlanishi, kichik doza qiymatidagi radiatsion nurlanishning organizmga ta'sir mexanizmlarini o'rganish yo'nalishlarida ilmiy tadqiqotlar olib borgan, shuningdek, «Radiation Biology», «Radioecology» jurnallarining redaksiya jamoasi a'zosi, «European Society for Radiation Biology», «International Union of Radioecology», «European Society of Neurochemistry» a'zosi hisoblanadi, N.V.Timofeev-Resovskiy nomidagi medal bilan taqdirlangan<sup>25</sup>.

<sup>23</sup> Лебединский, Андрей Владимирович // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>.. Дата обращения: 18.12.2015 г.

<sup>24</sup> Федор Григорьевич Кротков // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://archive.is>... Дата обращения: 18.12.2015 г.

<sup>25</sup> Бурлакова, Елена Борисовна // [Элек.рон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>... Да.а обращения: 18.12.2015 г.

AQSHda radiobiologiya va radiobiofizika fan sohalari rivojlanishiga – **A.Xolender, G.Pett, G.Kurtis, A.Sperrou, V.Rassel, J.Xarris** kabi olimlar o‘z tadqiqotlari bilan sezilarli hissa qo‘shishgan.

Angliyada – bu yo‘nalishda sezilarli izlanishlar olib borgan olimlar sifatida – **L.Grey, A.Xeddou, P.Aleksander, O.Skott, A.Nays, J.Boug, N.Blin, P.Sheldon** kabilarni ko‘rsatib o‘tish mumkin.

Gollandiyada – **G.Barendsen, D.Van Bekkum, G.Van den Brenk**, Fransiyada – **M.Tyubian, E.Malayza, R.Latarje, A.Lakassan**, Germaniyada – **B.Raevskiy, K.Simmer, X.Langendorf, V.Pollit**, Kanadada – **J.Chepman, R.Sazerland**, Bel’giyada – **Z.Bak, M.Ervin**, Yaponiyada – **T.Terasima, T.Sugaxara**, Hindistonda – **M.R.Radju, B.Singx** kabi olimlar radiobiologiya va radiobiofizika fan sohasi rivojlanishida o‘z tadqiqotlari bilan katta hissa qo‘shishgan.

Qayd qilib o‘tish kerakki, radiobiologiya va radiofizika tarixida **I.Bergone, G.Xolsknex, X.Albers–Shonberg, D.Levi–Dorn, K.Rozenblat** kabi olimlar alohida o‘rin tutadi.

✓ **IV bosqich** – radiatsion nurlanishning ta‘sirini o‘rganish yo‘nalishidagi zamonaviy davr (1986-yilda Ukrainada «*Chernobil*» fojiasi yuz berganidan keyingi davr). 1986-yilda Chernobil AES halokatidan keyin, radiatsion nurlanishning biologik obyektlarga ta‘sir mexanizmlarini sifat va miqdoriy jihatdan tavsiflash, radiatsion manbalardan foydalanish bo‘yicha qat‘iy qoida va tartiblarning ishlab chiqilishi bo‘yicha tadqiqotlarning yangi davri boshlangan.

Shuningdek, radiobiologiya fan sohasining rivojlanishida kimyoviy element atomi yadrosining tuzilishini o‘rganish bo‘yicha qo‘lga kiritilgan yutuqlar muhim ahamiyatga ega hisoblanadi. XIX asr o‘rtalarigacha kimyoviy element atomi tarkibiy qismlarga ajralmaydigan zarracha deb hisoblangan. 1896-yilda **A.Bekkerel** tomonidan radioaktivlik hodisasi aniqlanganidan keyin, 1897 yilda **J.Tompson** (Angliya) tomonidan atom tarkibida manfiy zaryadlangan zarrachalar – *elektronlar* ( $e^-$ ) mavjudligi qayd qilinadi.



**Samuil Petrovich YARMONENKO** (Ukraina: 18.03.1920–15.03.2011) – biologiya fanlari doktori, professor, tibbiyot xizmati podpolkovnigi, radiobiologiya sohasida ilmiy tadqiqotlar olib borgan, Rossiya Fanlar akademiyasi N.N.Bloxin nomidagi Onkologiya ilmiy markazining o‘smalarni nurlanish bilan davolash laboratoriyasi mudiri lavozimida ishlagan, 1967-yildan boshlab, P.V.Sergeev bilan birgalikda N.I.Pirogov nomidagi Moskva tibbiyot institutining molekulyar farmakologiya va radiobiologiya kafedrasida talabalarga «*Radiobiologiya*» kursidan saboq bergan, 300 dan ortiq ilmiy ishlar, jumladan bir nechta monografiya va ilmiy–ommabop kitoblar muallifi hisoblanadi<sup>26</sup>.

<sup>26</sup> Ярмоненко, Самуил Петрович // [Электрон ресурс]. - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>. Дата обращения: 30.12.2015 г.

**Prof. S.P.Yarmonenkoning ayrim ilmiy ishlarining ro'yxati:**

1. С.П.Ярмоненко. Противолучевая защита организма // Москва. – Изд-во «Атомиздат», 1969. – 246 с.
2. С.П.Ярмоненко, А.А.Вайнсон, Г.С.Календо, Ю.И.Рампан. Биологические основы лучевой терапии опухолей // Москва. – Изд-во «Медицина», 1976. – 270 с.
3. С.П.Ярмоненко, А.А.Вайнсон, Э.Магдон. Кислородный эффект и лучевая терапия опухолей // Москва. – Изд-во «Медицина», 1980. – 247 с.
4. С.П.Ярмоненко, А.Г.Коноплянников, А.А.Вайнсон. Клиническая радиобиология Москва. – Изд-во «Медицина», 1992. – 320 с.
5. С.П.Ярмоненко. Отечественная радиобиология: история и люди Москва. – Изд-во «РАДЕКОН», 1997. – 102 с.
6. С.П.Ярмоненко. Радиобиология человека и животных // Москва. – Изд-во «Высш. шк.», 1977. – 368 с.
7. С.П.Ярмоненко. Радиобиология человека и животных. Учебник // – Москва. – Изд-во «Высшая школа», 1988.
8. С.П.Ярмоненко, А.А.Вайнсон. Радиобиология человека и животных. Учебное пособие // Москва. – Изд-во «Высшая школа», 2004. – 552 с.



**Angelina Konstantinovna GUSKOVA**  
(Krasnoyarsk: 29.03.1924–07.04.2015) – radiobiolog shifokor, tibbiyot fanlari doktori, professor, BMT qoshidagi Atom radiatsiyasi ta'siri bo'yicha qo'mita ilmiy eksperti (1967-yildan boshlab) sifatida faoliyat olib borgan, Biofizika instituti ilmiy xodimi, «Zivert» mukofoti sovrindori (2000-yil) hisoblanadi<sup>27</sup>.

**Prof. A.K.Guskovaning ayrim ilmiy ishlarining ro'yxati:**

1. А.К.Гуськова, Г.Д.Байсоголов. Лучевая болезнь человека // Москва, 1971.

<sup>27</sup> Гуськова, Ангелина Константиновна // [Электрон ресурс]. Режим доступа: // <https://ru.wikipedia.org...> Дата обращения: 16.11.2015 г.

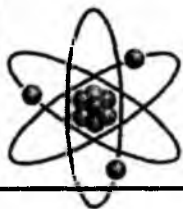
2. А.К.Гуськова. Руководство по организации медицинского обслуживания лиц, подвергшихся воздействию радиации // Москва, 1986.

3. А.К.Гуськова. Руководство по радиационной медицине // Москва, 2001.

1911-yilda Ernest Rezerford (Angliya) tomonidan atomning yadro modeli ishlab chiqiladi.

E.Rezerford uran elementining magnit maydon ta'sirida turli xil burchak ostida og'ish yo'nalishida harakatlanuvchi 3 ta tipdagi nurlanish hosil qilishini aniqlagan:

- Birinchi nurlanish tipi musbat (+) zaryadlangan zarrachalar kabi harakatlanishi qayd qilingan va  $\alpha$ -nurlanish deb nomlangan;
- Ikkinchi nurlanish tipi magnit maydon ta'sirida manfiy (-) zaryadlangan zarrachalar kabi harakatlanishi qayd qilingan va  $\beta$ -nurlanish deb nomlangan;
- Uchinchi nurlanish tipi magnit maydon ta'sirida og'ish burchagiga ega emasligi qayd qilingan va  $\gamma$ -nurlanish deb nomlangan.



**Ernest REZERFORD**  
(Yangi Zelandiya: Rutherford Ernest; 30.08.1871-19.10.1937) - professor, radioaktivlik mexanizmini o'rganish va atomning tuzilishi aniqlash yo'nalishida ilmiy tadqiqotlar olib borgan, London Qirollik jamiyatining a'zosi (1903),

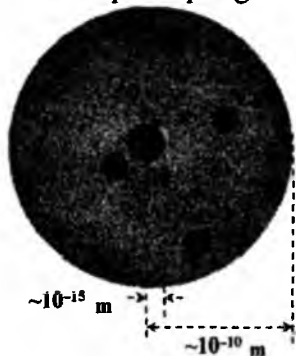
1895-1898-yillarda Kavendish laboratoriyasida J.Tomson rahbarligida radioaktivlik hodisasini o'rganish ustida ishlagan, 1897-yildan boshlab, Kanadada, 1907-yildan Angliyada ish faoliyatini davom ettirgan, 1919-yildan boshlab Kavendish laboratoriyasi direktori lavozimida ishlagan.

**E.Rezerford** tomonidan kimyoviy element atomi yadrosining tuzilishi modeli haqidagi maqola «*Philosophical Magazine*» (1911) jurnalida nashr qilinadi. Bu modelga ko'ra, atom musbat (+) zaryadlangan yadro va uning atrofida harakatlanuvchi manfiy (-) zaryadlangan elektronlardan tashkil topgan. Atomning ~99,96% og'irligi yadroda mujassamlashgan bo'lib, uning diametr o'lchami umumiy atom diametridan ~100 000 marta kichik qiymatga ega hisoblanadi<sup>28</sup>.

Shuningdek, kimyoviy element atom yadrosining tuzilishini o'rganishda **N.Bor**, **G.Mozli R.Milliken**, **X.V.Geyger**, **E.Marsden**, **J.Chedvik** kabi olimlar katta hissa qo'shishgan.

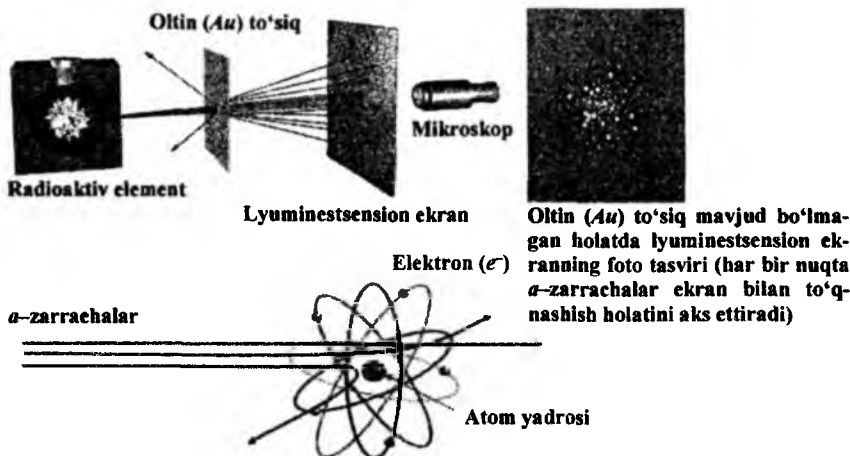
Kimyoviy element atomi markazida proton ( $p_1^+$ ) va neytronlardan ( $n_1^0$ ) tashkil topgan, musbat (+) zaryadlangan yadro joylashgan bo'lib, uning o'lchamlari italiyalik fizik olim **Enriko Fermi** (1901–1954) sharafiga *fermi* o'lchov birligi bilan o'lchash qabul qilingan.

Ya'ni, atom yadrosining radiusi ~ $10^{-15}$  metrga (1 *fermi*) teng hisoblanadi. Yadro tarkibida proton va neytronlar – **nuklonlar** (lotin tilida – *nucleus* – yadro degan ma'noni anglatadi) joylashgan bo'lib, protonning zaryadi  $+1,6 \times 10^{-19}$  Kl va og'irligi  $1,673 \times 10^{-27}$  kg ga teng hisoblanadi va protonlar soni kimyoviy element atomi yadrosining zaryadini ifodalaydi. Neytron esa zaryadsiz zarracha bo'lib, og'irligi  $1,675 \times 10^{-27}$  kg ga teng hisoblanadi. Atom yadrosi atrofida – **elektron orbitallar** bo'ylab, manfiy (-) zaryadlangan elektronlar ( $e^-$ ) harakatlanadi. Elektronning zaryadi  $+1,6 \times 10^{-19}$  Kl va og'irligi  $9,11 \times 10^{-31}$  kg ga teng hisoblanadi<sup>29</sup>.



<sup>28</sup> Эрнест Резерфорд // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://abouthist.net...> Дата обращения: 18.12.2015 г.

<sup>29</sup> Г.А.Соколик и др. Основы радиэкологии и безопасной жизнедеятельности: Пособие для учителей общеобразоват. учреждений (Под общ. ред. Т.Н.Ковалевой, Г.А.Соколик, С.В.Овсянниковой) // Минск. – Изд-во «Тонлик», 2008. – 366 с.



## E.Rezerford tajribasi va atomning yadro modeli.

Keyinchalik kimyoviy element atomi tarkibi quyidagi zarrachalardan tashkil topganligi aniqlangan:

Zarrachaning nomlanishi	Shartli belgilanishi	Nisbiy atom og'irligi	Nisbiy atom zaryadi
Proton	$p$	$1,007 \approx 1$	$1+$
Neytron	$n$	$1,009 \approx 1$	$0$
Elektron	$e^-$	$1/1840$	$1-$



**Akmal Qosimovich QOSIMOV** – biologiya fanlari doktori, professor (1979), akademik, 1961-yildan boshlab, Rossiyada A.M.Kuzin laboratoriyasida ilmiy faoliyat olib borgan, 1965-yilda «O'simliklarga  $\gamma$ -nurlanishning masofadan ta'sirida radio-toksinlarning roli» (*Роль радиотоксинов при дистанционном действии гамма-радиации на растения*) mavzusida nomzodlik dissertatsiyani, 1977-yilda O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi sobiq Biokimyo institutida «Membranalar transport funksiyasining radiatsiya ta'sirida zararlanishining

*biokimyoviy asoslari»* mavzusida doktorlik dissertatsiyasini himoya qilgan. Akademik A.Q.Qosimov biokimyoyo, biofizika va radiobiologiya yo‘nalishida ilmiy tadqiqotlar olib borgan va Respublikamizda radiobiologiya sohasining rivojlanishiga katta hissa qo‘shgan, ko‘plab ilmiy–pedagogik ishlar muallifi hisoblanadi.

## 2.2. «Radiatsion fojealar» tarixi

*«Sen dunyoga kelgunga qadar nima bo‘lganligini bilmasang,  
demak bir umr bolakayligingcha qolib ketasang»*

**M.T.Siseron**

Radiobiologiya va radiobiofizikaning rivojlanish tarixida radiatsion nurlanishning fizik xossalari va biologik ta’sir mexanizmini o‘rganish yo‘nalishida ilmiy tadqiqotlar amalga oshirilishi va radiatsion nurlanish manbalaridan foydalanish, saqlash, tashish bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqilishiga tasodifiy yuz bergan va ongli ravishda yuzaga keltirilgan – «radiatsion fojealar» sezilarli darajada turtki bergan.

Radiatsion nurlanish kashf qilinishining dastlabki davrlarida ushbu nurlanish turining odam organizmiga o‘limga olib keluvchi darajada salbiy ta’sirga egaligi haqida batafsil ma’lumotlarga ega bo‘lmalik oqibatida ko‘plab achinarli yo‘qotishlarga yo‘l qo‘yilgan.

Tibbiy amaliyotda dastlabki tadqiqotlarda radiatsion nurlanishdan foydalanilganda soch to‘kilishi kuchayishi qayd qilinganligiga qaramasdan, rentgen nurlanishi va radiatsiyaning odam organizmiga salbiy ta’siri haqida ilmiy asoslangan ma’lumotlar mavjud bo‘lmaganligi sababli, **Tomas Edison** bilan birgalikda tadqiqotlar olib borgan **Klarens Dalli** kamida 2 yil davomida radiatsion nurlanish ustida ish olib borgan va oqibatda patologik holat yuzaga kelishi natijasida jarrohlik yo‘li bilan qo‘llari kesib tashlangan (*amputatsiya*), o‘zi esa 1904-yilda radiatsion saraton kasalligidan olamdun o‘tgan.

Kimyoviy elementlarning radioaktivlik xossasi va radiatsion nurlanish mexanizmlarini o‘rganish bilan shug‘ullangan ko‘pgina olimlar – jumladan, er–xotin **Per Kyuri** va **Mariya Kyuri–Sklodovskaya Kyuri**, ularning qizi – **Iren Kyuri**, kuyovi – **Frederik**



**Jolio-Kyuri**, shuningdek, **Jon Xoll-Edwards**, **Vilgelm Konrad Rentgen** radiatsion nurlanish ta'sirida yuzaga kelgan saraton kasalligi oqibatida olamdan o'tishgan. Radioaktivlik hodisasining mexanizmini o'rgangan – **G.E.Albers-Shonberg**, tibbiyot amaliyotida rentgen nurlanishidan foydalanish tarixida **S.V.Goldberg** (Rossiya), **I.Bergone** (Fransiya) kabi rentgenolog–radioterapevt shifokorlar radiatsion nurlanish oqibatida olamdan o'tishgan. 1936-yilda Germaniyada (Gamburg sh.) Rentgen instituti hududiga maxsus yodgorlik o'rnatilgan va unda radioaktivlik hodisasini nazariy va amaliy jihatdan o'rgangan va nurlanish ta'sirida olamdan o'tgan 169 ta olimning ismi–familiyasi qayd qilingan.

«**Nyu-Jersi**» fojiasi. 1902-yilda  $^{226}\text{Ra}$  radioaktiv izotopidan nur tarqatuvchi bo'yoqlar ishlab chiqarish texnologiyasi ishlab chiqilgan. 1905-yildan boshlab, ushbu radioaktiv bo'yoqlar hatto, yangi yil archasini bezatishda ishlatiluvchi o'yinchoqlar ishlab chiqarilishida ham foydalanila boshlangan.

1920-yilda Amerikada «US Radium» kompaniyasi tomonidan konveyer usulida  $^{226}\text{Ra}$  radioaktiv izotopi asosida radiatsion bo'yoq ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan va o'z-o'zidan nur tarqatuvchi bu bo'yoq – «**Undark**» (*qorong'i emas*) deb nomlangan. Dastlab, harbiy qurollarning nishonga olish qismi bo'yalgan ushbu bo'yoq bilan keyinchalik uylarda xonadonlarning tartib raqami, bolalar o'yinchoqlari, soatlar va boshqa ko'plab maishiy–turmushda ishlatiluvchi buyumlar bo'yalishi amalga oshirilgan.

1910-yilda strelka va raqamlari qorong'uda nur sochuvchi soatlar («**Patria**», «**Lancet**») ishlab chiqilishi yo'lga qo'yilgan. Odatda, ushbu turdagi soatlarni ishlab chiqaruvchi kompaniyalarda soatlar radioaktiv bo'yoq bilan qo'lda (*hech qanday himoya vositalarisiz!*) ishlov berilgan.

Bu soatlarning ayrim rusumlarida radiatsion nurlanish dozasi ~1600 *mkr/s* hisoblangan. 1930–1940 yillarda ishlab chiqarilgan ushbu turdagi ayrim soatlarda (masalan, «**Laco-Durowe**») radiatsion nurlanish dozasi qiymati 10000 *mkr/s* ni tashkil qilishi qayd qilingan. Jumladan, qimmatbaho **LACO-Durowe FL 23883 Beobachtungsuhr** soatida radiatsion nurlanish dozasi qiymati 8000–10000 *mkr/soatga* tengligi qayd qilingan!



Albatta, «US Radium» kompaniyasi ushbu bo‘yoqlarning odam organizmiga hech qanday salbiy ta’siri mavjud emasligini targ‘ib qilgan bo‘lsa-da, kompaniya rahbariyati qo‘rg‘oshinli oynalar bilan himoyalangan xonalarda o‘tirganligi, nafas olish yo‘llari zararlanmasligi uchun maxsus respiratordan foydalanganliklari keyinchalik tasdiqlangan.

Bu soatlarda ishlatilgan radioaktiv  $^{226}_{88}\text{Ra}$  izotopi qimmat turishi hisobiga, o‘z-o‘zidan soatlarning narxi ham yuqori hisoblangan. Masalan, 1 gramm  $^{226}_{88}\text{Ra}$  izotopini ishlab chiqarish uchun ~200 kg oltin qiymatida sarf-xarajat talab qilingan. 1918-yilda AQSHda yiliga bor-yo‘g‘i 13,6 gramm  $^{226}_{88}\text{Ra}$  ishlab chiqarilgan. 1954-yilga kelib,  $^{226}_{88}\text{Ra}$  radioaktiv izotopining butun dunyoda rasmiy qayd qilingan zahirasining umumiy miqdori ~2,5 kg ni tashkil qilishi e’lon qilingan<sup>30</sup>.

Shunday qilib, bu tipdagi eng qimmatbaho hisoblangan soatlardan biri 1942-yilda harbiylar uchun ishlab chiqarilgan LONGINES soati hisoblanib, radiatsion nurlanish dozasi qiymati 2000 mkr/s ga tengligi qayd qilingan. Ayniqsa, bu soatlar 1941–1945-yillarda harbiylar orasida keng ommalashgan<sup>31</sup>.

<sup>30</sup> Светящаяся краска *Undark* и *Радиевые Девушки* // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://loll.ru/news...> Дата обращения: 15.12.2015 г.

<sup>31</sup> Восстановление трофейных немецких часов «ARSA DH» // [Электрон ресурс]. Режим доступа: [http://german242.com/...](http://german242.com/) Дата обращения: 15.12.2015 г.

LANCET  
(radiatsion nurlanish dozasi 1250 mkr/s)



LONGINES



PATRIA  
(radiatsion nurlanish dozasi 1600 mkr/s)

LACO-Durowe FL 23883  
Beobachtungsuhr

Ma'lumki,  $^{226}\text{Ra}$  radioaktiv izotopi Mariya Skladovskaya-Kyuri tomonidan aniqlangan bo'lib, odam organizmida qon hosil qiluvchi suyak iligi hujayralari funksiyasini izdan chiqaradi va turli xil o'sma kasalliklari rivojlanishiga olib keladi. Bu soatlarning odam organizmiga jiddiy radiatsion nurlanish olish xavfini yuzaga keltirishi aniqlanganidan keyin, AQSH davriy nashrlaridan birida – «*Radium Girls*» (*Radiyli qizlar*) sarlavhasi ostida maqola nashr qilinadi. Bu kompaniyalarda ko'pincha holatlarda yuzlab ayollar ishga qabul qilingan va tabiiyki, ularning deyarli barchasi o'limga olib keluvchi darajada xavfli hisoblangan radiatsion nurlanish dozasini olganligi tasdiqlangan.

Hatto, ma'lumotlarga ko'ra, nur tarqatuvchi bu radiatsion bo'yoq bilan ishchi-xodimalarning ayrimlari tirnoq, tish va yuzlariga pardo berish maqsadlarida foydalanganliklari tasdiqlangan. Bitta soatning strelka va raqamlarini radiatsion bo'yoq bilan bo'yab chiqish uchun ~28 sent ish haqi to'langan. 1922-yilda «US Radium» zavodi ishchilaridan biri – Greys Frayer tishlari to'kilib ketishi va jag' suyagining g'ovaksimon teshiklar hosil bo'lganligi shikoyati bilan shifokorga murojaat qiladi. Bu kasallik keyinchalik «US Radium» kompaniyasining ko'plab ishchilarida qayd qilinib, «*radium jaw*» (*radiyli jag'*) deb nomlangan va jag' suyagining saraton o'smasi ta'sirida deyarli to'liq holatda morfo-funksional jihatdan ishdan chiqishi bilan tavsiflangan.

«US Radium» kompaniyasi faoliyati sudga berilgan va 1928-yilda Garvard universiteti professori Sesil Drinker tomonidan



amalga oshirilgan tahlillar xulosalarida kompaniya ishchilarining («Radium girls») soch, yuz terisi, kiyimlari kechasi qorong'uda nur tarqatish xossasiga egaligi qayd qilingan. Sud qaroriga ko'ra, ushbu kompaniya tomonidan har bir «Radium girls» uchun hozirgi pul qiymatida ~137 000 va qo'shimcha har bir ishlagan yili uchun ~8 200 AQSH dollari miqdorida kompensatsiya to'lanishi belgilangan<sup>32</sup>.

KIENZLE  
(radiatsion nurlanish dozasi 556 mkr/s)

ARSA



SEIKOSHA (Япония),  
(radiatsion nurlanish dozasi ~7000 mkr/s)

WEISCO  
(radiatsion nurlanish dozasi 236 mkr/s)

Biroq, qorong'uda nur sochuvchi – fluorension radioaktiv bo'yoq ishlatilgan siferblatli soatlarga talab darajasi yuqoriligi sababli, 1960-yillarning o'rtalarigacha ishlab chiqarishdan to'xtatilmagan. Ushbu soat ishlab chiqarilishida qatnashgan va soatni sotib olgan sohiblarning ko'pchiligi o'sma kasalligi oqibatida olamdan o'tganligi qayd qilinadi va bu hodisa radiobiologiya tarixida – «*Нью-Джерси fojiasi*» deb nomlanadi. Shuningdek, AQSH va Kanada

<sup>32</sup> Светящаяся краска *Undark* и *Радиовые Девушки* // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://llo11.ru/news...>  
Дата обращения: 15.12.2015 г.

hududida «*Undark*» radiatsion bo'yog'ining salbiy ta'sirida ~4000 ortiq kishi jiddiy radiatsion nurlanish olganligi qayd qilinadi<sup>33</sup>.

«*Nagasaki-Xirosima*» fojiasi. 06.06.1945-yilda AQSH harbiy havo kuchlariga qarashli, V-29 «*Enola Gay*» bombardimonchi samolyoti yordamida P.Tibbets va T.Ferebi tomonidan Xirosima shahriga (Yaponiya) konstruksiyasi tarkibida 64 kg uran izotopiga ega «*Kichkintoy*» (*Little Boy*) deb nomlangan atom bombasi tashlangan va yer yuzasidan ~576–600 metr balandlikda, ~1,6 km radiusda ~13000–18000 tonna trotil ekvivalentida portlash yuz bergan. Oqibatda ~74000 dan ortiq kishi hayotdan ko'z yumgan, ~60000 dan ortiq odam radiatsion nurlanish kasalligiga uchragan, Xirosima shahrida joylashgan deyarli ~90% bino va inshootlar (~51000 ta obyekt) vayron qilingan, 1,5 yil davomida ~140 000 kishi olamdan o'tgan.

09.06.1945-yilda esa, B-29 «*Bockscar*» bombardimonchi samolyoti uchuvchisi Ch.Suini tomonidan Nagasaki shahriga «*Baqaloq*» (*Fat Man*) deb nomlangan, 21 000 tonna trotil ekvivalentidagi atom bombasi tashlangan va oqibatda, ~90000–166000 kishi olamdan o'tgan<sup>34,35</sup>.

«*Nagasaki-Xirosima*» fojiasi insoniyat tarixida ilm-fan yutuqlaridan birining halokatli oqibati sifatida tavsiflanadi. Biroq, ushbu fojining asosiy «*tashkilotchilari*»dan biri bo'lgan – AQSH prezidenti F.Ruzvelt umrining so'ngigacha bu harbiy operatsiyani «*adolatli operatsiya*» deb hisoblagan, chunki «...Yaponiya harbiy askarlari 12.1937-yilda Nankin shahrida yuz minglab tinch aholini, jumladan bolalarni ayovsiz qirg'in qilgan... 05.1945-yilda Sobiq Ittifoq harbiy qo'shinlari Berlin shahri ko'chalaridan Germaniya harbiy qo'shinlari bilan birgalikda nemis aholisini ham birva-rakayiga artilleriyadan qirg'in qilgan va buning uchun hech kim javob bermagan...», shuningdek, Yaponiya 1941–1945 yildagi urush so'ngida fashizm mag'lubiyatidan keyin okkupatsiyaga rozilik bildirmagan. Nagasaki-Xirosima fojiasidan so'ngra, 1945-yil avgust oyida AQSH Yaponiya hududiga navbatdagi atom bombasini

<sup>33</sup> Светящаяся краска *Undark* и *Радиовые Девушки* // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://llo11.ru/news...> Дата обращения: 15.12.2015 г.

<sup>34</sup> 65 лет бомбардировке Хиросимы и Нагасаки // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://relaxic.net> Дата обращения: 04.12.2015 г.

<sup>35</sup> Атомные бомбардировки Хиросимы и Нагасаки // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://wikipedia.ru...> Дата обращения: 04.12.2015 г.



tashlashni rejalashtirganidan keyingina, Yaponiya hukumati okkupatsiya bitimini imzolashga rozilik bildirgan. Shu sababli, F.Ruzvelt «Nagasaki-Xirosima» fojiasini «shunchaki, urushning o'ziga xos qonunlari» asosida izohlash kerakligini ta'kidlagan.

Nagasaki sh.

(Portlashdan oldingi va keying aerofoto tasviri)



**Chelyabinsk («Kishtim») fojiasi.** 29.09.1957-yilda Chelyabinsk viloyatida (Rossiya) «Mayak» yadro yoqilg'isi chiqindilarini qayta ishlash va saqlash kimyo kombinatida portlash yuz bergan va oqibatda, ~20 000 000 *Kyuri* qiymatida radiatsion nurlanish tashqi atrof-muhitga tarqalgan («Kishtim halokati») va bu hududda istiqomat qiluvchi 124 000 dar ortiq aholi radiatsion nurlanish ta'siri xavfi ostida qolgan<sup>36</sup>.

Qabul qilingan Xalqaro shkala (*INES*) bo'yicha, barcha yadro halokatlari 8 ta darajadan tashkil topgan tizim asosida baholanadi. Jumladan, ushbu halokat *INES* shkalasi bo'yicha 6-daraja bilan baholangan. Halokat sovetish tizimi ishdan chiqishi oqibatida, ~80  $m^3$  yuqori darajada radiatsion chiqindi saqlanuvchi (~78–80 *tonna*), 300  $m^3$  maxsus idishning portlashi sababli yuz bergan va portlash bir necha o'n *tonna* trotil ekvivalentida baholangan bo'lib, hosil bo'lgan radioaktiv bulut atmosferaga ~1–2 *km* balandlikkacha ko'tarilgan va

<sup>36</sup> Г.П.Плохих. Радиация и окружающая среда // Челябинская областная общественная просветительская экологическая организация «Движение за ядерную безопасность» (Проект МАТРА). – Челябинск, 1998.

shimoliy-sharqiy yo'nalishda ~270 000 dan ortiq aholi istiqomat qiluvchi, 300–350 km masofaga tarqalgan.



*«Yoshim 69 da, mutlaqo yolg'izman... Ota-onam, akam (44 yosh), singlim (38 yosh) va turmush o'rtog'im – barchasi radiatsiya oqibatida o'sma kasalligidan vafot etdi<sup>37</sup>...»*

### **«Mayak» halokatini tugatish tadbirlari ishtirokchisining esdaliklaridan**

«Mayak» yadro chiqindilarini qayta ishlash kimyo kombinati 1949-yilda ishga tushirilgan bo'lib, bu hududning biosferasi, suv va tuproqlarining tarkibi yuqori darajada <sup>90</sup>Sr, <sup>137</sup>Cs radioaktiv izotoplari ta'sirida ifloslanishi qayd qilinadi. Hozirgi vaqtda «Mayak» kimyo kombinati joylashgan hudud atrofida ~1000 000 000 Kyuri radiatsion nurlanish qiymatiga ega bo'lgan, ~500 000 tonna qattiq va ~400 000 000 m<sup>3</sup> suyuq holatdagi radioaktiv chiqindilar mavjudligi aniqlangan<sup>38</sup>.

«Mayak» radiatsion halokati oqibatida Sharqiy Ural hududida ~1000 km<sup>2</sup> maydon, jumladan 670 000 gektar o'rmon hududi radiatsion zararlangan, ayrim hududlarda radiatsion zararlanish qiymati ~35 Kyuri/km<sup>2</sup> ni tashkil qiladi. Shuningdek, 41 ta aholi istiqomat qiluvchi punktlar jiddiy zararlangan, 124 000 kishi aziyat

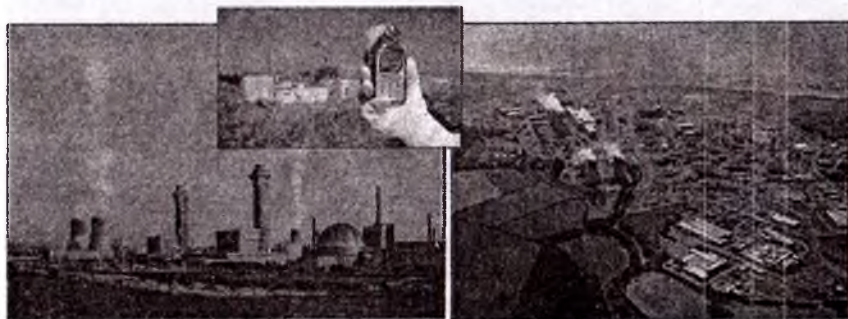
<sup>37</sup> Сборник «Тритий – это опасно» (Директор проекта «Тритий – это опасно» А.И.Малафеева) // Челябинск, 2001.

<sup>38</sup> Е.И.Толстых. Компенсаторные реакции критических систем организма на пролонгированное гамма-облучение и прогнозирование эффективности радиопротекторов // Автореферат дисс. ...к.б.н. - Челябинск, 1995. – 23 с.

chekkan, jumladan 28 100 kishi ~210  $mZv$  qiymatida radiatsion nurlanish olganligi qayd qilinadi<sup>39,40</sup>.

«Kishtim» fojiasi oqibatida ~200 dan ortiq kishi vafot etganligi qayd qilingan.

«Sellafile» fojiasi. 10.1957-yilda Uindskeyle hududida (Angliya) joylashgan «Sellafile» atom kompleksida ro'y bergan halokat 5-darajali shkala asosida baholangan. Sellafile (*Sellafield*) atom majmusi Irlandiya daryosi qirg'og'ida, Seascale shahri yaqinida joylashgan bo'lib, 1951-yilda ishga tushirilgan. 10.1957-yilda yadro reaktorida yuz bergan halokat natijasida atrof-muhitga ~20 000 *Kyuri* radiatsiya tarqalgan<sup>41</sup>.



«SL-1» fojiasi. «SL-1» yadro reaktori AQSHning Aydaxo shtati hududida, Aydaxo-Follz shahridan 65 *km* uzoqlik masofasida cho'l hududida joylashgan bo'lib, 03.01.1961-yilda yadro reaktorida xavfsizlik texnikasi qoidalari buzilishi sababli, portlash yuz bergan va natijada 3 kishi vafot etgan, atrof-muhitga katta miqdorda radiatsion nurlanish manbai tarqalgan<sup>42</sup>.

«SL-1» fojiasi dunyo miqyosida atom reaktorlaridan foydalanishda uning funksiyasini boshqarishning nisbatan takomillashgan tizimini ishlab chiqilishga sabab bo'lgan.

<sup>39</sup> Противопожарная радиоактивность // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.vokrugsveta.ru>... Дата обращения: 19.12.2015 г.

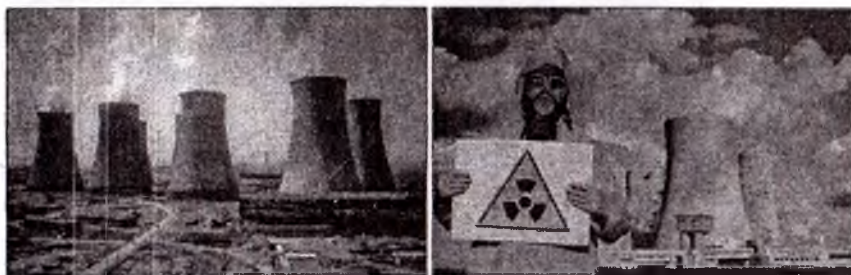
<sup>40</sup> Все самые крупные аварии на АЭС. Топ-16 техногенных радиационных аварий // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.vigivanie.com>... Дата обращения: 19.12.2015 г.

<sup>41</sup> Селлафилд // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>... Дата обращения: 18.12.2015 г.

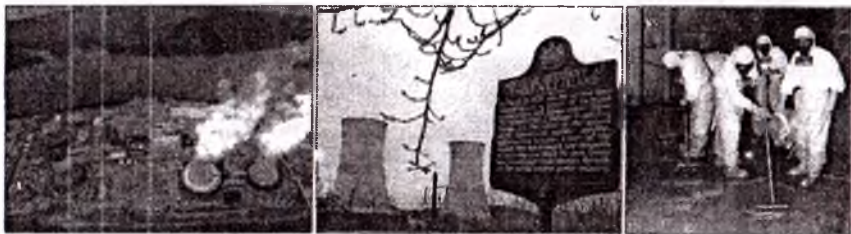
<sup>42</sup> 11 ядерных аварий и катастроф // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.udsl.zveronline.ru>... Дата обращения: 24.12.2015 г.



**«Yaslovske–Boxunise» fojiasi.** 22.02.1976-yilda sobiq Chexoslovakiya hududida joylashgan «Yaslovske–Boxunise» atom stansiyasida yuz bergan halokat Xalqaro shkala (*INES*) bo‘yicha 4–daraja bilan baholangan.



**«Three Mile Island» fojiasi.** 28.03.1979-yilda AQSHning Pensilvaniya shtatida joylashgan «Tri–Mayl–Aylend» (*Three Mile Island*) atom elektr stansiyasida 5–darajadagi halokat yuz bergan (*Three Mile Island accident*). Halokat yadro reaktorida sovutish tizimi ishdan chiqishi natijasida yuz bergan, oqibatda esa atmosferaga ~2500 000–15 000 000 *Kyuri* radiatsiya tarqalgan. 1979–1993 yillar davomida ushbu halokatni bartaraf qilish maqsadida ~975 000 000 AQSH dollari miqdorida mablag‘ sarflangan<sup>43,44</sup>.



**«Chernobil» fojiasi.** 1984-yilda Chernobil (Ukraina) atom elektr stansiyasida yuz bergan halokat vaqtida atrof–muhitga ~50 000 000 *Kyuri* radiatsiya nurlanishi tarqalgan.

<sup>43</sup> Авария на АЭС Три–Майл–Айленд // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org...> Дата обращения: 18.12.2015 г.

<sup>44</sup> Авария на американской АЭС // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.vokrugsveta.ru...> Дата обращения: 18.12.2015 г.



26.04.1986-yilda Chernobil atom elektr stansiyasida navbatdagi halokatli portlash yuz bergan<sup>45</sup>. Natijada energiya bloklaridan birida yadro reaktori to'liq holatda ishdan chiqqan. Chernobil AES reaktorida halokat oqibatida tarkibida 49,85% uran ( $^{238}_{92}\text{U}$ ), shuningdek, plutoniy ( $^{244}_{94}\text{Pu}$  – yarim yemirilish davri –  $8,26 \times 10^7$  yil) mavjud bo'lgan ~100–250 tonna trotil ekvivalentida portlash (II tipga kiritiluvchi yadro reaksiyasi) yuz bergan, oqibatda ~190 tonna radioaktiv modda atmosferaga tarqalgan<sup>46</sup>.



Chernobil AES halokati oqibatlarini tugatish jarayonida 1986–1987 yillar davomida ~240 000 kishi ishtirok etgan. Umumiy holatda,

<sup>45</sup> НЛО и Чернобыльская АЭС // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://allconspirology.org> Дата обращения: 10.10.2015 г.

<sup>46</sup> Урановые и ядерные взрывы в кимберлитах... // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.jewellery.org.ua> Дата обращения: 10.10.2015 г.

keyingi yillar bilan qo‘shib hisoblanganda esa – bu son 800 000 ni tashkil qilishi qayd qilingan. Yadro halokati hududiga 30 km yaqin joyda istiqomat qiluvchi 115 000 dan ortiq aholi evakuatsiya qilingan.

© <http://lentachel.ru>



Chernobil fojiasi, 25 yildan so‘ngra....

Chernobil AES halokatining dastlabki kunida va shuningdek, avariya oqibatlarini bartaraf qilish davomida qatnashgan ~1000 dan ortiq odam ~2–20 *Grey (Gr)* radiatsion nurlanish olgan, jumladan ~134 kishi o‘tkir darajadagi nurlanish kasalligi oqibatida olamdan o‘tganligi qayd qilingan.

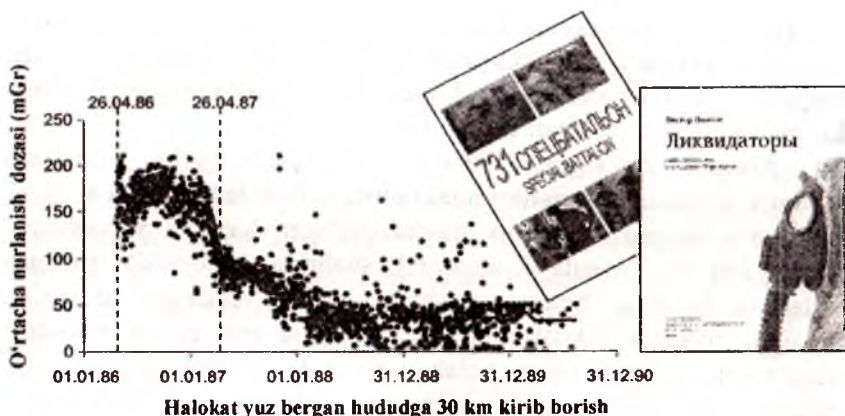
Chernobil yadro halokatlari 7–daraja bilan baholangan. Chernobil atom elektr stansiyasida yuz bergan radiatsion halokat oqibatlarini tugatish ishtirokchilarining (*likvidator*) ayrimlari organizmida kuniga o‘rtacha 10 *mGr* radiatsion nurlanish olish holati qayd qilingan. 1997–2001 yillarda amalga oshirilgan tadqiqotlarda likvidatorlar organizmida o‘sma kasalliklari yuzaga kelishi, jumladan leykoz kasalligi rivojlanishi sezilarli darajada ortganligi aniqlangan<sup>47</sup>.

Ayrim ma‘lumotlarda keltirilishicha, harbiy askarlardan maxsus tashkil qilingan guruhlar halokat ro‘y bergan 3–reaktor, 4–reaktor hududini dezaktivatsiyalash va radiatsion chiqindilarni tozalash davomida 250–800 *Rentgen/soat* radiatsion nurlanish sharoitida ish bajarganliklari qayd qilingan<sup>48</sup>.

<sup>47</sup> В.Иванов. Ликвидаторы. Радиологические последствия Чернобыля // Центр содействия социально-экологическим инициативам атомной отрасли, 2010. – 32 с.

<sup>48</sup> В.Гудов. 731 спецбатальон // Киев. – Изд-во «Киевский университет», 2009. – 90 с.





Chernobil AES halokati XX asrning eng mudhish texnogen fojearidan biri hisoblanadi va uning sabablari, oqibatlarini o'rganishga bag'ishlangan 100 dan ortiq ilmiy maqolalar, 50 dan ortiq ilmiy, ilmiy–ommabop kitoblar nashr qil'ngan. Jumladan, ushbu halokat haqida batafsil ma'lumotlarni Internet tarmog'ida <http://pripyat-city.ru...> va <http://chernobyl-world.com> saytlaridan olish mumkin.



Ushbu halokat butun dunyo miqyosida ogohlantiruvchi signal vazifasini o'tagan va 2002-yilga qadar, G'arbiy Yevropa mamlakatlarida AES qurish ishlari loyihalashtirilmagan, mavjudlarining ko'pchiligida ish faoliyati to'xtatilgan.

**«Kramatorsk» fojiasi.** 1980-yilda Ukraina hududida joylashgan Karansk qurilish materiallari qazib olish hududida tarkibida sezilarli miqdorda radioaktiv izotop mavjud bo'lgan kapsula yo'qolgan... 1989-yilda bu kapsula Kramatorsk shahrida 1980-yilda qurilgan uylardan birining beton qorishmasidan tayyorlangan devorlari orasidan topilgan. Qayd qilinishicha, ushbu xonadonda istiqomat qilgan oila a'zolari (4 ta bolakay va 2 ta voyaga yetgan kishi) radiatsion nurlanish kasalligi oqibatida vafot etgan va 17 kishi kuchli radiatsiya ta'sirida bir umrga nogironga aylangan<sup>49</sup>.

**«Goyaniya» fojiasi.** 1987-yilda Braziliyada (Goyaniya sh.) joylashgan radioterapiya qurilmasidan <sup>137</sup>Cs izotopi mavjud tarkibiy qism o'g'irlangan va keyin, axlatxona qutisiga tashlangan, ushbu hududda istiqomat qiluvchi kishilardan biri bu joydan ko'kimtir nurlanish tarqatuvchi kukunni qiziqib, yig'ib uyiga olib ketgan va uni qarindoshlariga tarqatgan, oqibatda hududda 5-darajadagi radiatsion nurlanish tarqalishi qayd qilingan. 2 haftadan keyin radioaktiv izotop qoldiqlari yig'ib olinib, shahar tashqarisiga ko'mib tashlangan.



Goeniya fojiasi oqibatida 245 kishi radiatsion nurlanish olgan va ulardan 4 kishi kuchli nurlanish kasalligidan olamdan o'tgan<sup>50</sup>.

<sup>49</sup> 5 самых загадочных и малоизвестных радиационных катастроф // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.restbee.ru>... Дата обращения: 24.12.2015 г.

<sup>50</sup> 11 ядерных аварий и катастроф // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://bigpicture.ru>... Дата обращения: 18.12.2015 г.

Goyaniya shahrida ro'y bergan ushbu hodisa ta'sirida MAGATE tomonidan tibbiy va boshqa amaliy maqsadlarda foydalaniluvchi radioaktiv manbalardan foydalanish bo'yicha qat'iy talab va qoidalar ishlab chiqilgan.

«Tokaymura» fojiasi. 30.09.1999-yilda Yaponiyaning Xonsyu oroli Ibaraka profekturasi hududida joylashgan, atom elektr stansiyalarida radioaktiv yoqilg'i sifatida foydalaniluvchi  $^{235}\text{U}$  izotopi tarkibini boyitishga ixtisoslashtirilgan «Tokaymura» radiokimyo zavodida  $^{235}\text{U}$  izotopi tarkibini 5% dan 18,8% gacha boyitish bo'yicha sinov amaliyoti o'tkazilishi davomida INES shkalasi bo'yicha 4-darajali halokat yuz bergan<sup>51</sup>. Natijada zavod hududida  $\gamma$ -nurlanish doza qiymati ruxsat etilgan qiymatdan ~1000 martaga ortishi, 667 kishi radiatsion nurlanish olganligi qayd qilingan<sup>52,53,54,55</sup>.

«Tokaymura» fojiasi oqibatida ushbu yadro obyektida ishlovchi 439 ishchi-xodim jiddiy radiatsion nurlanish olgan.

東海村JCO臨界事故

«Tokaymura» radiokimyo zavodi (Yaponiya)

«Tokaymura» fojiasi qurboni

(30.09.1999-yil)



Ushbu radiatsion halokat oqibatida 3 kishi o'linga olib keluvchi yuqori darajada radiatsion nurlanish olgan, ulardan birining tanasida 100% kuyish darajasi, shuningdek, ichki organlarning yuqori qiy-

<sup>51</sup> Самые крупные радиационные и ядерные аварии в мире // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://climate.wordpress.com> Дата обращения: 29.10.2015 г.

<sup>52</sup> Авария на Токаймура // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://miraes.ru>.. Дата обращения: 18.12.2015 г.

<sup>53</sup> Авария на ядерном объекте «Токаймура» // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>.. Дата обращения: 18.12.2015 г.

<sup>54</sup> Человек без кожи. Жертва аварии на ядерном объекте Токаймура // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://rikabu.ru>.. Дата обращения: 18.12.2015 г.

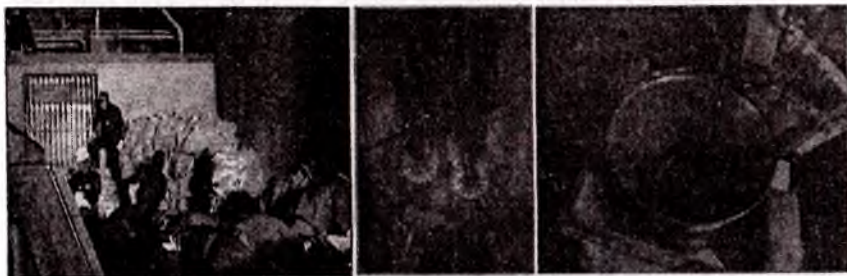
<sup>55</sup> Ядерная авария в Японии: Японский Чернобыль? Уровень радиации после аварии превысил допустимые нормы в 10.000 раз! // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.pravda.ru>... Дата обращения: 18.12.2015 г.



matda radiatsion nurlanish olishi organizmning yashab ketishi ehtimolligi darajasining 0 ga tengligini belgilab beradi (yuqorida keltirilgan so'nggi rasm). Biroq, «Gippokrat qasami» va umuminsoniy qoidalarga binoan, Yaponiyada odamni o'z roziligisiz tibbiy usulda o'ldirishga ruxsat etilmaydi va shu sababli, jarohatlangan kishi bir necha kun «koma» holatida yotgan va keyin olamdan o'tgan.

Ko'pincha holatlarda atom obyektlarida yuz beruvchi halokatlar inson omili ta'sirida, ya'ni texnika xavfsizligi me'yorlariga amal qilmaslik oqibatida ro'y berishi qayd qilinadi. Jumladan, «Tokaymura» yadro obyektida ishlab chiqarish jarayonini tezlashtirish maqsadida, uran oksidi azot kislotasi bilan aralashtirilishi maxsus qurilmada emas, balki oddiy chelak yordamida amalga oshirilgan<sup>56</sup>!

#### «Tokaymura» fojiasi (30.09.1999-yil)

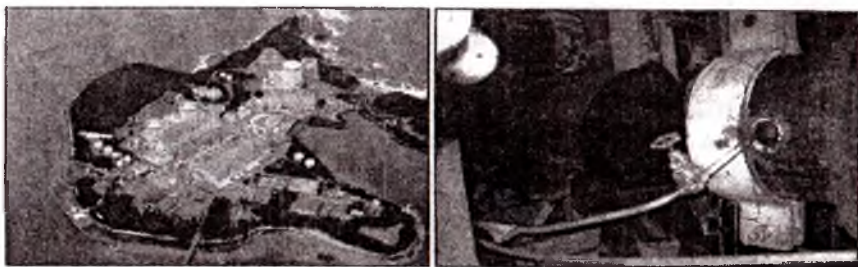


«Tokaymura» fojiasi yadro obyektlaridan foydalanishda texnika xavfsizligi qoidalarida qat'iy amal qilish zarurligi haqida dunyo ommasi uchun ogohlantiruvchi signal vazifasini bajargan.

«Mixama» fojiasi. 09.08.2004-yilda Yaponiyaning Xonsyu oroli Fukui prefekturasida joylashgan «Mixama» atom elektr stansiyasida 826 MVA quvvatga ega bo'lgan energiya blokida bug' generatorining ishdan chiqishi sababli halokat yuz bergan va +150...+200°C haroratda bug' oqimi ta'sirida 4 kishi olamdan o'tgan, 18 kishi turli xil darajada jarohatlangan<sup>57</sup>.

<sup>56</sup> 5 самых загадочных и малоизвестных радиационных катастроф // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.restbee.ru>... Дата обращения: 29.10.2015 г.

<sup>57</sup> Авария 9 августа 2004 года на АЭС Микамы – первая Фукусима // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://miraes.ru>... Дата обращения: 18.12.2015 г.



**«Fukusima» fojiasi.** 11.03.2011-yil Yaponiyada (Xonsyu oroli) yuz bergan Rixter shkalasi bo'yicha 8,9 ball zilzila ta'sirida Fukusima hududida joylashgan «Fukushima Dai-ichi» atom elektr stansiyasida (AES) halokat qayd qilingan. Yaponiya yadro va ishlab chiqarish xavfsizligi agentligi (*NISA, Nuclear and Industrial Safety Agency*) ma'lumotlariga ko'ra, AES yadro reaktorlari joylashgan hududda radiatsion nurlanish dozasi ruxsat etilgan qiymatga nisbatan ~70–1000 martagacha ortganligi qayd qilingan (halokat yuz bergan vaqtda 1015 *mkZv/soat*)<sup>58</sup>.

**Fukusima-1 (FUKUSHIMA DAI-ICHI)**



*«...AES ni shahar yaqiniga qurishga ruxsat berganligim uchun, halokatdan keyin butun shahrim aholisi evakuatsiya qilindi... Mening xatoyimni takrorlamang! Sizga ishonch bildirgan shahar aholisi va mamlakatingiz fuqarolari hayoti va salomatligini xavf ostida qoldirmang! Atom energetikasidan voz keching!...»*

**Katsutaka Idogava** (Fukusima-1 AES hududiga yaqin joylashgan, Futaba shahrining meri)<sup>59</sup>

<sup>58</sup> Авария на АЭС Фукусима-1 // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org...> Дата обращения: 04.12.2015 г.

<sup>59</sup> Катсутика Идогава, мер японского города Футоба: *Не повторяйте моих ошибок!* Откажитесь от атомной энергетики // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://politikubna.com> Дата обращения: 29.10.2015 г.



## Qiziqarli ma'lumotlar

• Jarroh Jon MAKINTAYR tomonidan (Glazgo sh.) tibbiyot muassasasida dunyoda birinchi rentgenologik bo'lim tashkil qilingan va bemorlar buyragida yig'ilgan «*tosh*» aniqlangan. 1897-yilda J.Makintayr baqa oyoqlarining harakatlanishini, odam yuragi funksiyasini, shuningdek, odam ovqat hazm qilish tizimida vismutning so'rilish jarayonini rentgen nurlanishi yordamida o'rgangan. Hozirgi vaqtda bu usul «*rentgenoskopiya*» deb nomlanadi va ovqat hazm qilish tizimi, siydik ayirish tizimi funksiyasini o'rganish maqsadida foydalaniladi... Tibbiy statistika ma'lumotlariga ko'ra, birgina Angliyada 2013-yilda 1300 000 dan ortiq rentgenoskopik tahlillar amalga oshirilganligi qayd qilinadi<sup>60</sup>...



### Jon MAKINTAYR

• 1896-yilda birinchi marta podpolkovnik **Juzepe Alvaro** (Italiya) jangda yarador bo'lgan harbiy askar yelkasida o'qning joylashish holatini aniqlash uchun rentgen apparatidan foydalangan. 1897-yilda Afg'oniston va Hindiston o'rtasidagi harbiy yurishlar davomida angliyalik mayor **Uolter Bivor** jang maydonida 200 dan ortiq rentgen tasvirlarini olgan, jumladan general Vudxaus oyog'ida joylashgan o'qni aniqlagan va rentgen apparatining harbiy jarrohlik maqsadlarda foydalanish samaradorligini qayd qilgan...

• Dastlab, radiatsion nurlanish tibbiyot amaliyotida stressga qarshi, husnbuzarlarni yo'qotish, impotensiya (jinsiy ojizlik) va saraton o'smalarini davolash maqsadlarida sinovdan o'tkazilgan! Hatto, ayrim go'zallik salonlarida yuz terisida tuklar o'smasligi uchun radiatsion nur yordamida ishlov berilgan, shuningdek, sterillash maqsadlarida tish pastasi, shokolad, ichimlik suvi radiatsion nurlanish bilan ishlov berilgan!...

• 1920–1950 yillarga qadar oyoq kiyimining mijoz oyog'ida qulay joylashishini tekshirish maqsadida oyoq kiyimlari sotishga

<sup>60</sup> 10 изображений, которые потрясли медицинский мир // [Elektron resurs]. Rejim dostupa: <http://www.fastroom.ru> Дата обращения: 26.09.2015 г.

mo'ljallangan yirik savdo do'konlarda rentgen apparatlaridan keng foydalanilgan! Hozirgi vaqtda amalga oshirilgan tadqiqotlar natijalari ko'rsatishicha, dunyo miqyosida har ~18500 tadan bitta holatda o'sma kasalligi aynan, tibbiy maqsadlarda foydalaniluvchi rentgen apparati ta'sirida kelib chiqishi qayd qilingan...

- Atom qurilmalari bilan ish olib boruvchi ishchi-xodimlarning ish faoliyatida halokat yuz bergan vaziyatdagi chegaraviy ruxsat etilgan radiatsiya nurlanishi olish doza qiymati yiliga 250 *mZv* ga teng hisoblanadi.

- Odam organizmi umri davomida (o'rtacha ~70 yil) 100–700 *millizivert (mZv)* radiatsion nurlanish olishi qayd qilingan (1 *Zv* = 1 *Gr*).

- 3 *mZv* radiatsiya nurlanish dozasi me'yoriy radiatsiya foni hisoblanadi

- 20 *mZv* radiatsiya nurlanish dozasi radiatsion nurlanish xavfi yuqori bo'lgan sohalarda mehnat qiluvchi ishchi-xodimlar organizmida qayd qilinadi.

- 150 *mZv* radiatsiya nurlanish dozasi sharoitida odam organizmida onkologik kasalliklar kelib chiqish ehtimolligi darajasi ortadi.

- Yer sharida tabiiy radiatsiya foni sharoitida yil davomida har bir kishi o'rtacha ~2,4 *millizivert (mZv)* radiatsion nurlanish olishi aniqlangan.

### Nazorat uchun savollar

1. Radiobiologiya va radiobiofizika fanining rivojlanish tarixi nechta bosqichga ajratiladi?

2. Radiobiofizika fani rivojlanishiga dunyo miqyosida va Rossiyada qaysi olimlar katta hissa qo'shishgan?

3.  $\alpha$ -Nurlanish,  $\beta$ -nurlanish va  $\gamma$ -nurlanish qanday kashf qilingan?

4. Element yadrosining atom modelini tavsiflab bering.

5. Radiobiofizika fani rivojlanishida «radiatsion fojialar» tarixi qanday ahamiyatga ega hisoblanadi?

6. Radiobiofizika bo'yicha nazariy va amaliy bilimlarga ega bo'lish aynan, Sizing hayot faoliyatingizda qandaydir ahamiyatga ega deb o'ylaysizmi?



### **Foydalanilgan va qo‘shimcha o‘qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro‘yxati:**

1. З.Бак, П.Александр. Основы радиобиологии // Москва, 1963.

2. А.В.Борейко. Введение в радиационную биофизику // Учебное пособие. – Дубна: – Изд-во Университет «Дубна», 2006. – 79 с.

3. А.Д.Доника. Основы радиобиологии. Учебно-методическое пособие // (Министерство здравоохранения и социального развития. Волгоградский государственный медицинский университет. Кафедра Мобилизационной подготовки здравоохранения и медицины катастроф). – Волгоград, 2010. – 177 с.

4. А.М.Люцко. Фон Чернобыля // Минск. – Изд-во БелСЭ, 1990.

5. Атомная энергетика сегодня и завтра // Москва. – Изд-во «Высшая школа», 1989.

6. Б.С.Ишханов. История атомного ядра: Учебное пособие // Москва. – Изд-во «Университетская книга», 2011. – 314 с.: табл., ил.

7. В.М.Захаров, Е.Ю.Крысанов. Последствия Чернобыльской катастрофы: Здоровье среды //Москва. – Изд-во «Центр экологической политики России», 1996. – 170 с.

8. В.Н.Абрамова, А.И.Абрамов. А нужна ли нам ядерная энергетика? // Москва, 1992. – 176 с.

9. В.П.Антонов. Уроки Чернобыля: радиация, жизнь, здоровье // Киев. – Изд-во «Знание» УССР, 1989.

10.В.Я.Возняк и др. Чернобыль: события и уроки. Вопросы и ответы // Москва. – Изд-во «Политиздат», 1989.

11.Г.Львов. Чернобыль: анатомия взрыва // Наука и жизнь. – 1989. – №12. – С. 2–11.

12.Д.Гофман. Чернобыльская авария: радиационные последствия для настоящего и будущего поколений // Москва. – Изд-во «Высшая школа», 1999.

13.З.Яворский. Жертвы Чернобыля: реалистическая оценка медицинских последствий Чернобыльской аварии // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 1999. – №1. – С.18–30.

14.Знаменательные и юбилейные даты истории рентгенологии и радиологии 2007 года // Радиология – Практика. – №1. 2007. – С.63–66.

15.С.П.Ярмоненко, А.А.Вайнсон. Радиобиология человека и животных // Москва. – Изд-во «Высш. шк.», 2004. – 549 с.: ил.

16.С.П.Ярмоненко. Отечественная радиобиология. История и люди. // Москва. – Изд-во «РАДЭКОН», 1997.

17.С.П.Ярмоненко. Радиобиология человека и животных. Учебник // Москва. – Изд–во «Высшая школа», 1988.

18.Ю.Б.Кудряшов, Б.С.Беренфельд. Радиационная биофизика // Москва. – Изд–во МГУ, 1979.

19.Ю.Б.Кудряшов, Б.С.Беренфельд. Основы радиационной биофизики // Москва. – Изд–во МГУ, 1982. – 304 с.

20.Ю.Б.Кудряшов. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) // Москва. – Изд–во ИЗМАТЛИТ, 2003. – 442 с.

#### **Internet saytlari ro‘yxati:**

- <http://biobib.ru/index.php/radiobiologiya/radiobiologiya/istoriya-otkritiya-radiacii.html>

- [http://studopedia.ru/3\\_94845\\_istoriya-razvitiya-radiobiologii.html](http://studopedia.ru/3_94845_istoriya-razvitiya-radiobiologii.html)

- [http://profbeckman.narod.ru/RR0.files/L17\\_1.pdf](http://profbeckman.narod.ru/RR0.files/L17_1.pdf)

- [https://books.google.co.uz/books/about/Отечественная\\_радиобиология.html?id=kEJXPwAACAAM&redir\\_esc=y](https://books.google.co.uz/books/about/Отечественная_радиобиология.html?id=kEJXPwAACAAM&redir_esc=y)

- [http://refvip.ru/ref\\_0f80528cf7f241930d15c0900c5ab8ad.html](http://refvip.ru/ref_0f80528cf7f241930d15c0900c5ab8ad.html)

## III BOB. IONLASHTIRUVCHI NURLANISH VA UNING XOSSALARI

### III bob. IONLASHTIRUVCHI NURLANISH VA UNING XOSSALARI

- 3.1. Rentgen nurlanishining kashf qilinishi
- 3.2. Ionlashtiruvchi nurlanish va uning turlari
- 3.3. Ionlashtiruvchi nurlanishning xossalari
  - 3.3.1. Ionlashtiruvchi nurlanish energiyasi
  - 3.3.2. Radiatsion nurlanishning chiziqli tavsifda uzatilishi
  - 3.3.3. Ionlashtiruvchi nurlanishning moddaga ta'siri
  - 3.3.4. Fotoeffekt
  - 3.3.5. Kompton effekti
  - 3.3.6. Rentgen nurlanishining moddaga ta'sir mexanizmi
  - 3.3.7. Radioaktivlik hodisasi
    - 3.3.7.1.  $\alpha$ -Parchalanish
    - 3.3.7.2.  $\beta$ -Parchalanish
    - 3.3.7.3.  $\gamma$ -Nurlanish
  - 3.3.8. Tabiiy radioaktivlik
  - 3.3.9. Sun'iy radioaktivlik
- 3.4. Radioaktiv parchalanish qonuni
- 3.5. Radiatsion nurlanishdan amaliyotda foydalanish
  - 3.5.1. Rentgenografiya
  - 3.5.2. Rentgen kristallografiya usuli
  - 3.5.3. Radionuklidlar yordamida tashxis qo'yish
  - 3.5.4. Radiatsion nurlanish yordamida davolash (*radioterapiya*)
- Qiziqarli ma'lumotlar
- Nazorat uchun savollar
- Foydalanilgan va qo'shimcha o'qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro'yxati



### 3.1. Rentgen nurlanishining kashf qilinishi

*«Nima amalga oshishi kerak bo'lsa, albatta amalga oshadi»*  
**Giyom Myusso**

**Rentgen nurlanishi** –  $10^{-5}$ – $80$  nm to'lqin uzunligi diapazonidagi elektromagnit nurlanish spektri hisoblanadi.

08.11.1895-yilda Germaniyalik fizik, Vyursburg universiteti professori **Vilgelm Konrad Rentgen** kechqurun uyga qaytishdan oldin, tajriba laboratoriyasida elektr chirog'ini o'chiradi va qorong'ulikda o'chirishni unutib qoldirgan katod trubkasidan chiqayotgan noma'lum nurlanishga (*X-rays, X-nurlanish*) ko'zi tushadi va tasodifiy holatda rentgen nurlanishini kashf qiladi. V.Rentgen nurlanish yo'lini bekituvchi qo'lining suyaklari tasviri

fotoplastinkaga tushib qolganligini qayd qiladi va *X*-nurlanish haqidagi tadqiqotlari natijasini ilmiy maqola shaklida 28.12.1895-yilda taqdim etadi.

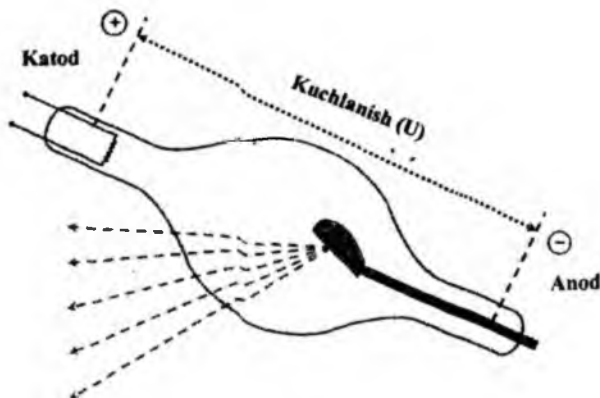


*W.C. Röntgen*

**Wilhelm Konrad RENTGEN (Germaniya: Wilhelm Conrad Röntgen 27.03.1845–10.02.1923) – fizik, Strasburg fizika universiteti professori (1876–1879), 1901-yilda rentgen nurlanishini (*X*-rays) aniqlagani uchun Nobel mukofoti bilan taqdirlangan<sup>61</sup>.**

*«I did not think, I investigated...»*  
**Wilhelm Conrad Röntgen**

20.01.1896-yilda tibbiyot amaliyotida (AQSH) birinchi marta *X*-nurlanish yordamida singan qo'l suyaklari tasviri olinadi. Shuningdek, 1895-yilda «*The New York Times*» jurnalida Angliyalik shifokor-jarroh Jon Xoll-Edwards tomonidan V.K.Rentgen kashf qilgan *X*-nurlanish yordamida mijoz qo'lga kirib ketgan nina sinig'ini aniqlaganligi haqidagi ma'lumot nashr qilinadi<sup>62</sup>.



**Rentgen trubkasi**

<sup>61</sup> Wilhelm Conrad Röntgen // [Elektron resurs]. Rejim dostupa: <http://www.britannica.com>... Data obrasheniya: 18.12.2015 g.

<sup>62</sup> 10 izobrazheniy, kstorie potryasli meditsinskiy mir // [Elektron resurs]. Rejim dostupa: <http://www.factroom.ru> Data obrasheniya: 26.09.2015 g.

**Rentgen trubkasi:** ichki qismida bosim  $\sim 10^{-7}$ – $10^{-6}$  mm sm. ust. ga teng bo'lgan, 2 ta elektrod (anod va katod) o'rnatilgan, shisha materialdan yasalgan kolbasimon shakldagi jism hisoblanadi. Katod volfram yoki platinadan yasaladi va past kuchlanishga ega, o'zgaruvchan elektr tok manbaiga ulanadi, o'zgaruvchan elektr toki ta'sirida katodning uchki qismida joylashgan spiralsimon soha qiziydi va ushbu sohada joylashgan elektronlarning bir qismi qo'shimcha energiya qabul qiladi (qo'zg'algan elektronlar) va katod yuzasidan tashqariga yo'naladi. Katod va anod o'rtasida bir necha o'n kV kuchlanish ( $U$ ) berilishi ta'sirida yuzaga keluvchi elektr maydonda qo'zg'algan holatdagi elektronlar katta tezlikda anod tomonga harakatlanadi va anod yuzasiga kristall panjara bilan to'qnashib, to'xtaydi va *Maksvel elektrodinamikasi* qonuniyatlariga binoan, elektronlar tormozlanish vaqtida elektromagnit to'lqin (*X-nurlanish*) tarqalishi qayd qilinadi.



**1985-yilda Vilgelm Konrad Rentgen tomonidan rentgen nurlanishi yordamidagi fotografik plastinkaga tushirilgan dastlabki tasvir (V.K.Rentgenning turmush o'rtog'i Berta Rentgenning qo'l suyagi rentgenogrammasi).**

Rentgen nurlanishida kvant energiyasi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi<sup>63</sup>:

<sup>63</sup> В.Ф.Антонов, А.В.Коржуев. Физика и биофизика. Курс лекций для студентов медицинских вузов // – Москва. – Издательская группа: «ГЕОТАР-Медиа», 2004. –192 с.: ил.



$$h\nu \leq eU$$

Bu yerda:  $h$  – Plank doimiysi;  $\nu$  – rentgen kvanti chastota qiymati;  $e$  – elektromagnit maydonda harakatlanuvchi elektronning zaryadi;  $U$  – elektronga tezlanish beruvchi kuchlanish qiymatini ifodalaydi.

Maksimal darajada chastotaga ega bo'lgan rentgen nurlanish kvanti, ya'ni anod yuzasida tormozlanuvchi elektronning energiyasi ( $eU$ ) to'liq holatda rentgen nurlanishiga aylanishi uchun quyidagi tenglik amal qiladi:

$$\nu_{\max} = \frac{eU}{h}$$

O'z navbatida, rentgen nurlanish kvanti maksimal darajada chastota qiymatiga ega bo'lishi ehtimolligiga binoan, to'liq uzunligi qiymati minimallasishi qayd qilinadi:

$$\lambda_{\min} = \frac{c}{\nu_{\max}} = \frac{hc}{eU}$$

Bu yerda:  $c$  – yorug'lik nuri tezligini ifodalaydi.

Shunday qilib, elektronga tezlanish beruvchi kuchlanish ( $U$ ) qiymatini o'zgartirish asosida,  $\lambda_{\min}$  qiymatni boshqarish mumkin.

### 3.2. Ionlashtiruvchi nurlanish va uning turlari

***Ionlashtiruvchi nurlanish*** – elektromagnit nurlanishning nisbatan batafsil o'rganilgan spektri hisoblanib, aynan radiobiologiya va radiobiofizika fanining tadqiqot sohasini tashkil qiladi.

Barcha zaryadlangan zarrachalar modda bilan ta'sirlashishda o'z energiyasini yo'qotishi, bu energiyaning modda atomi tomonidan yutilishi hisobiga ***ionizatsiya*** hodisasi yuzaga kelishi qayd qilinadi. Masalan, o'limga olib keluvchi ~600 Ber radiatsion nurlanish ta'sir

ko'rsatishi sharoitida, odam organizmida har 1  $sm^3$  biologik to'qimaga nisbatan taxminan  $10^{15}$  dona ion hosil bo'lishi hisoblab chiqilgan<sup>64</sup>.

Ionlashtiruvchi nurlanish turlariga – **elektromagnit nurlanish spektrlari ( $\gamma$ -nurlanish va rentgen nurlanishi)**, korpuskulyar nurlanish kiritiladi.

Rentgen nurlanishi 50–500  $keV$  energiya diapazonini o'z ichiga qamrab oladi.  $\gamma$ -Nurlanish bir necha o'n  $keV$  dan bir necha  $MeV$  gacha energiya dipazonini o'z ichiga oladi. Shuningdek,  $E < 50 keV$  energiyaga ega rentgen nurlanishi – *yengil ta'sirga ega* va  $E > 50 keV$  energiyaga ega holatda esa – *kuchli (og'ir) ta'sirga ega* rentgen nurlanishi deb nomlanishi qabul qilingan.

**Korpuskulyar nurlanish** – elektron, pozitron, neytron,  $\alpha$ -zarrachalar, protonlar, tezlashtirilgan ion kabilar tomonidan yuzaga keltiriladi. Jumladan, elektronlar ta'sirida yuzaga keluvchi nurlanish turi sifatida – radioaktiv atom yadrosi parchalanishida yuzaga keluvchi, 0,002–2,3  $MeV$  energiyaga ega bo'lgan elektronlar ( $\beta$ -zarrachalar) qayd qilinadi.

### Elektromagnit nurlanish spektrlari<sup>65</sup>

3.1–jadval

Nurlanish		To'liq diapazoni (m)	Chasto ta (Gs)	Kvant energiyasi (eV)	Tabiiy manbalari
Tipi	Turi				
Ionlashtiruvchi	$\gamma$ -nurlanish	$10^{-10}$ – $10^{-15}$	$3 \times 10^{18}$ – $3 \times 10^{23}$	$1,24 \times 10^4$ – $1,24 \times 10^9$	Kosmik jarayonlar, tezlashtirilgan zarrachalarning atom bilan ta'sirlashishi, radionuklidlarning
	Rentgen nurlanishi	$10^{-7}$ – $10^{-11}$	$3 \times 10^{15}$ – $3 \times 10^{19}$	$12,4 \times 10^5$ – $1,24 \times 10^5$	

<sup>64</sup> Сорбенты против последствий радиационного излучения // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://amika-inter.ru> Дата обращения: 08.10.2015 г.

<sup>65</sup> Ю.Б.Кудряшов. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) // Под ред. В.К.Мазуркина, М.Ф.Ломанова. – Москва. – Изд-во «ФИЗМАТЛИТ», 2004. – 448 с.

					radioaktiv parchalinishi, yadro reaksiyalari
<i>Optik</i>	Ultrabinafsha	$4 \times 10^{-7}$ – $10^{-8}$	$7,5 \times 10^{14}$ – $3 \times 10^{16}$	3,1– 1,24 $\times 10^2$	Quyosh, Oy, yulduzlar, kosmik manbalar, Yerda joylashgan obyektlar, atom va molekulalar-ni nurlanishi va boshq.
	Ko'rinuvchi	$7,6 \times 10^{-7}$ – $4 \times 10^{-7}$	$3,95 \times 10^{14}$ – $7,5 \times 10^{14}$	1,63– 3,1	
	Infraqizil	$10^{-3}$ – $7,6 \times 10^{-7}$	$3,1 \times 10^{11}$ – $3,95 \times 10^{14}$	$1,24 \times 10^{-3}$ – 1,63	
<i>Radio-chastota</i>	Detsimillimetr	$10^{-3}$ – $10^{-4}$	$3 \times 10^{11}$ – $3 \times 10^{17}$	$1,24 \times 10^{-3}$ – $1,24 \times 10^{-2}$	Quyosh, Oy, planetalar, yulduzlar, kosmik obyektlar, chaqmoq, qutb yog'dusi, tirik
	Yuqori chastotali	$10^{-2}$ – $10^{-3}$	$3 \times 10^6$ – $3 \times 10^{11}$	$1,24 \times 10^{-8}$ – $1,24 \times 10^{-3}$	
	O'rtacha chastotali	$10^{-3}$ – $10^{-2}$	$3 \times 10^5$ – $3 \times 10^6$	$1,24 \times 10^{-9}$ – $1,24 \times 10^{-8}$	organizmlar, elektr qurilmalar
	Past chastotali	$10^6$ – $10^3$	3– $3 \times 10^5$	$1,24 \times 10^{-14}$ – $1,24 \times 10^{-9}$	

**Korpuskulyar ionlashtiruvchi nurlanishga quyidagilar kiritiladi:**

- $\beta$ – Zarrachalar oqimi (elektronlar yoki pozitronlar oqimi);

- Protonlar ( $H^+$ ), deutronlar ( $D^+$ ) oqimi;
- $\alpha$ -Nurlanish (geliy atomi yadrosi oqimi);
- Neytronlar ( $n^0$ ) oqimi.

Shuningdek, S.P.Yarmonenko tomonidan ishlab chiqilgan (1985) tasniflashga ko'ra, ionlashtiruvchi nurlanish quyidagi turlarga ajratiladi:

**Atom og'irligi mavjudligiga bog'liq holatda:**

**I. Elektromagnit nurlanish** (atom og'irligiga ega emas):

- Rentgen nurlanishi;
- $\gamma$ -Nurlanish.

**II. Korpuskulyar nurlanish** (atom og'irligiga ega):

- $\alpha$ -Zarrachalar (geliy atomi yadrosi);
- $\beta$ -Zarrachalar (pozitron, elektron);
- Protonlar;
- Neytronlar;
- Yengil elementlar yadrosi;
- Mezonlar va boshqa zarrachalar.

**Zaryadi mavjudligiga bog'liq holatda:**

**I. Elektrik jihatdan neytral tavsifga ega nurlanish:**

- Rentgen nurlanishi;
- $\gamma$ -Nurlanish.
- Neytronlar.

**II. Zaryadli zarrachalar oqimi:**

- $\alpha$ -Zarrachalar (geliy atomi yadrosi);
- $\beta$ -Zarrachalar (pozitron, elektron).

**Ionizatsiya zichligi bo'yicha:**

**I. Siyrak ionizatsiya** (Rentgen nurlanishi;  $\gamma$ -nurlanish, elektronlar);

**II. Zich holatdagi ionizatsiya** ( $\alpha$ -zarrachalar,  $\beta$ -zarrachalar, neytronlar).

$\alpha$ -Zarrachalar 2 ta proton va 2 ta neytrondan tashkil topgan, geliy atomi yadrosi ( ${}^4_2\text{He}$ ) hisoblanadi.  $\alpha$ -Zarrachalarning energiyasi 4–9 MeV, harakatlanish tezligi qiymati  $\sim 20\,000\text{ km/s}$  ni tashkil qiladi va kosmik nurlanish tarkibiga kiradi.

### 3.3. Ionlashtiruvchi nurlanishning xossalari

**Ionlashtiruvchi nurlanish** – bu nurlantiriluvchi obyekt atom va molekularini bevosita yoki bilvosita qo‘zg‘algan holatga o‘tkazish xossasiga ega bo‘lgan zarrachalar yoki kvant oqimi hisoblanadi.

Radiatsion nurlanish moddaga *singish*, moddani *ionlashtirish* xossasiga ega hisoblanadi.

#### 3.3.1. Ionlashtiruvchi nurlanish energiyasi

**Ionlashtiruvchi nurlanish energiyasi elektron–Volt ( $eV$ )** o‘lchov birligida ifodalanadi. Ya’ni,  $1 eV$  – bu plastinkalari oralig‘ida  $1 V$  potentsiallar farqi (kuchlanish) hosil qiluvchi elektr maydonida harakatlanuvchi  $1$  ta elektronning energiya qiymatini ifodalaydi ( $1 eV = 1,602 \times 10^{-19} J$ ;  $1 J = 6,24 \times 10^{18} eV$ ).

Radiobiologiyada  $1$  kiloelektron–Volt ( $keV$ ) =  $1000 eV$ ;  $1$  megaelektron–Volt ( $MeV$ ) =  $1000 keV$  o‘lchovlaridan foydalaniladi.

#### 3.3.2. Radiatsion nurlanishning chiziqli tavsifda uzatilishi

Radiatsion nurlanishning **chiziqli tavsifda uzatilishi** tushunchasi 1954-yilda R.Sirkle tomonidan kiritilgan bo‘lib, o‘lchov birligi sifatida  $1 keV/mkv$  qabul qilingan. Zaryadlangan zarrachaning modda tarkibidagi bosib o‘tgan yo‘li (*ionizatsiyalash yo‘li*) – **trek** deb nomlanadi.

**Ionlashtiruvchi nurlanish energiyasining chiziqli tavsifda uzatilishi** (*LET – linear energy transfer*) – nurlanishning moddaga ta’sir ko‘rsatishi davomida (*trek*) ionizatsiya hisobiga energiyaning yo‘qotilishini ifodalovchi, radiatsion nurlanishning sifat jihatidan fizik tavsifi hisoblanadi:

$$L = \Delta E / \Delta l \text{ (} eV/nm \text{)}$$

Bu yerda:  $\Delta E$  – moddaga ta’sir ko‘rsatuvchi radiatsion nurlanish energiyasining qiymati;  $\Delta l$  – zaryadlangan zarrachalarning bosib o‘tgan yo‘lini ifodalaydi.

### 3.3.3. Ionlashtiruvchi nurlanishning moddaga ta'siri

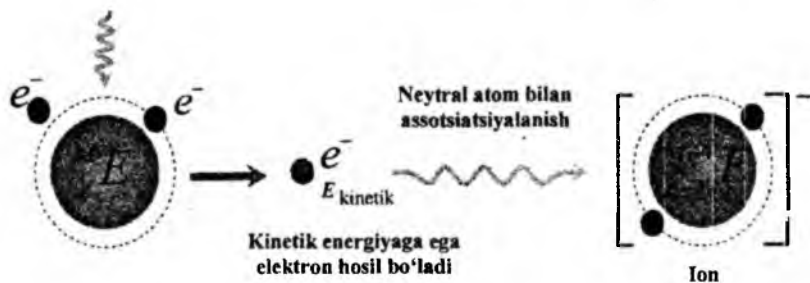
1960-yilda qabul qilingan Xalqaro o'ltrov birliklari tizimi (*Système International*) bo'yicha ionlashtiruvchi nurlanishning biologik obyektga ta'sirida quyidagi birliklarni e'tiborga olish qayd qilingan:

- *Radionuklidning faolligi*;
- *Ekspozitsion doza* (nurlanish dozasi);
- *Yutilgan doza*.

### 3.3.4. Fotoeffekt

**Fotoeffekt** – nurlanish kvant energiyasining modda tomonidan to'liq holatda yutilishi va kinetik energiyaga ega bo'lgan, erkin elektronlar hosil bo'lish hodisasi hisoblanadi. Erkin elektronlar neytral tavsifga ega atomlar bilan ta'sirlashadi va natijada ion hosil qiladi. Odatda, to'liq uzunligi yuqori qiymatga ega bo'lgan rentgen nurlanishi ta'sirida fotoeffekt yuzaga keladi. Bu holatda nurlanish energiyasi qiymati  $E < 1 \text{ MeV}$  hisoblanadi.

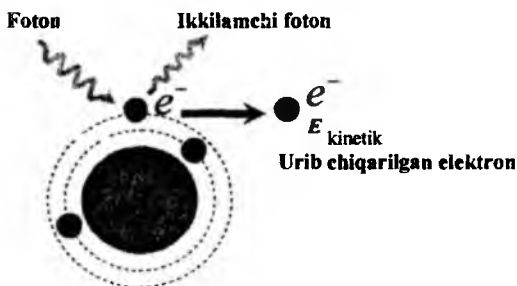
Nurlanish kvanti to'liq yutiladi



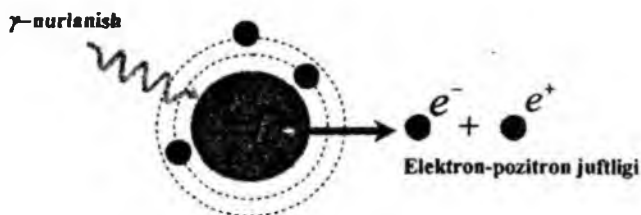
### 3.3.5. Kompton effekti

1922-yilda A.X.Kompton tomonidan moddaga ta'sir ko'rsatishdan keyin sochiluvchi rentgen nurlanishining to'liq uzunligi ( $\lambda$ ) qiymati moddaga tushuvchi rentgen nurlanishi to'liq uzunligi qiymatidan katta bo'lishi aniqlangan.

**Kompton effekti** – nurlanish jarayonida foton nurlanuvchi modda tarkibida atom elektron orbitalidan elektronni urib chiqaradi va foton energiyasining bir qismi urib chiqarilgan elektron kinetik energiyasiga aylanadi. Natijada energiya qiymati kamroq bo‘lgan, boshqa yo‘nalishda harakatlanuvchi – **ikkilamchi foton** hosil bo‘ladi. Kompton effektida nurlanish energiyasi qiymati  $E > 1 \text{ MeV}$  ni tashkil qiladi. Ya’ni, agar rentgen nurlanishida foton energiyasi qiymati ionizatsiya energiyasi qiymatidan katta bo‘lsa ( $h\nu > A_v$ ), u holda **Kompton effekti** qayd qilinadi.



Shuningdek, kvant energiyasi  $E \gg 1 \text{ MeV}$  bo‘lgan,  $\gamma$ -nurlanish atom yadrosiga ta’sir ko‘rsatishi davomida elektron–pozitron juftini hosil qilishi qayd qilinadi:



### 3.3.6. Rentgen nurlanishining moddaga ta’sir mexanizmi

Agar, rentgen nurlanish energiyasi modda tarkibida atomning ionlanish holatiga o‘tishi uchun yetarli darajada bo‘lmasa, u holda rentgen nurlanish kvantining chastota qiymati o‘zgarmagan holatda, faqat uning yo‘nalishi o‘zgaradi (**kogerent sochilish**).

Agar, rentgen nurlanishi energiyasi modda tarkibida atomning ionlanish holatiga ( $A$ ) o'tishi uchun yetarli bo'lsa, u holda rentgen kvantining atom tomonidan yutilishi va atom tarkibidan elektron urib chiqarilishi ta'sirda kompensatsiyalanishi qayd qilinadi (*rentgen nurlanishining fotoeffekti*)<sup>66</sup>:

$$h\nu = A_1 + \frac{m\nu^2}{2}$$

Bu yerda:  $\frac{m\nu^2}{2}$  – rentgen nurlanish kvanti energiyasi ta'sirida modda atomidan urib chiqariluvchi elektronning kinetik energiyasini ifodalaydi.

Agar, rentgen nurlanish energiyasi modda tarkibida atomning ionlanish holatiga ( $A$ ) o'tishi uchun yetarli darajadan ancha katta qiymatga ega bo'lsa, u holda *Kompton effekti* yuzaga keladi. Bu holatda rentgen nurlanishi kvanti atom yadrosi bilan kuchsiz bog'langan tashqi elektron qobiqda joylashgan elektronlar bilan ta'sirlashadi, shuningdek, qo'shimcha ravishda chastota qiymati kamroq bo'lgan ikkilamchi rentgen kvanti yuzaga keladi:

$$h\nu = A_1 + \frac{m\nu^2}{2} + h\nu'$$

Bu yerda:  $h\nu'$  – ikkilamchi fotonning energiyasini ifodalaydi.

O'z navbatida, modda orqali o'tishi davomida rentgen nurlanishi intensivlik qiymati kamayadi:

$$I_1 = I_0 \cdot e^{-\mu x}$$

Bu yerda:

$I_0$  – moddaga tushuvchi rentgen nurlanishining intensivlik qiymati;

<sup>66</sup> В.Ф. Антонов, А.В. Коржуев. Физика и биофизика. Курс лекций для студентов медицинских вузов // – Москва. – Издательская группа: «ГЕОТАР-Медиа», 2004. –192 с.: ил.

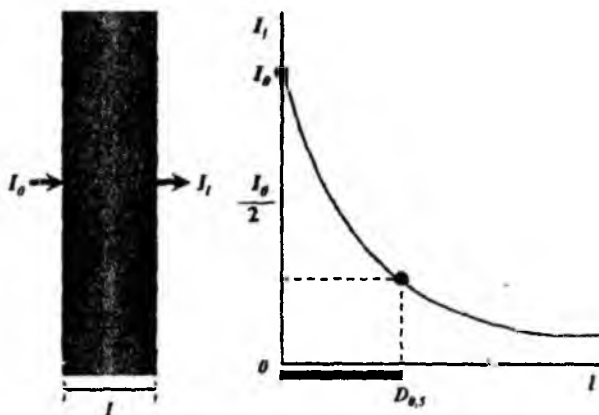


$I_l$  – moddaning  $l$  qalinlikdagi qavati orqali o‘tuvchi rentgen nurlanishining intensivligi qiymati;

$\mu$  – moddaning rentgen nurlanishi ta’siriga uchrashi davomida rentgen nurlanishining kuchsizlanishini ifodalovchi chiziqli tavsifga ega bo‘lgan koeffitsiyent hisoblanadi.

Amaliyotda rentgen nurlanishining modda orqali o‘tishida intensivlik qiymatining boshlang‘ich qiymatiga nisbatan 50%ga kamayishi ( $D_{0,5}$ ) ko‘rsatkichidan foydalaniladi.

**Rentgen nurining modda orqali o‘tishida intensivlik qiymatining kamayishi.**  $I_0$  – moddaga tushuvchi rentgen nurlanishining intensivlik qiymati;  $I_l$  – moddaning  $l$  qalinlikdagi qavati orqali o‘tuvchi rentgen nurlanishining intensivligi qiymati;  $D_{0,5}$  – modda orqali o‘tuvchi rentgen nurlanishi intensivligining boshlang‘ich qiymatiga nisbatan 50%ga kuchsizlanishini belgilab beruvchi moddaning qalinligini ifodalaydi.



Rentgen nuri o‘tuvchi modda qalinligi ( $l$ ), modda orqali o‘tuvchi rentgen nurlanishi intensivligining boshlang‘ich qiymatiga nisbatan 50%ga kuchsizlanishi ( $D_{0,5}$ ) va chiziqli tavsifga ega kuchsizlanish koeffitsiyenti ( $\mu$ ) o‘rtasidagi bog‘liqlik quyidagi tenglama orqali ifodalanadi<sup>67</sup>:

<sup>67</sup> В.Ф. Антонов, А.В. Коржуев. Физика и биофизика. Курс лекций для студентов медицинских вузов // – Москва. – Издательская группа «ГЕОТАР-Медиа», 2004. –192 с.: ил.

$$\frac{I_0}{2} = I_0 \cdot e^{-\mu D_{0,5}}$$

Ushbu tenglama asosida, modda orqali rentgen nurlanishining o'tishi **kuchsizlanish koeffitsiyenti** ( $\mu$ ) quyidagi tenglik orqali ifodalanadi<sup>68</sup>:

$$\mu = \frac{\ln 2}{D_{0,5}}$$

Kuchsizlanish koeffitsiyenti tibbiyot amaliyotida ichki organlar kasalliklariga rentgen nurlanishi yordamida tashxis qo'yishda (**rentgenodiagnostika**) muhim ahamiyatga ega hisoblanadi. Bunda ushbu koeffitsiyent qiymati va organizmda turli xil to'qimalarning rentgen nurlanishini yutish qiymati o'rtasidagi bog'liqlik hisoblanadi. O'z navbatida, zichlik qiymati ( $\rho$ ) nisbatan o'zaro farqlanuvchi biologik to'qimalar rentgen nurlanishini yutish qiymati bo'yicha o'zaro farqlanadi va shu sababli, suyaklarning rentgenologik tasviri yumshoq to'qimalarga nisbatan yorqin ko'rinishda aks etadi.

Radioaktiv kimyoviy elementning parchalanishida hosil bo'luvchi  $\alpha$ -zarrachalar va  $\beta$ -zarrachalar ta'sirida modda atomlari elektron qobiqlari qo'zg'algan holatga o'tadi yoki **ionizatsiya** jarayoni amalga oshadi. Fizika qonunlariga binoan, zarrachaning muhitda harakatlanish tezligi qiymati uning zaryadi, boshlang'ich energiyasi va og'irlik qiymatiga, shuningdek, harakatlanishni amalga oshiruvchi muhitning zichlik qiymatiga bog'liq hisoblanadi. O'z navbatida zarrachaning boshlang'ich energiyasi qiymati ortishi bilan uning harakatlanish masofasi uzunligi ortadi, shuningdek, muhit zichligi ortishi bilan zarrachaning harakatlanish masofasi uzunligi kamayadi.

Ma'lumki, zarrachaning og'irlik qiymati ortishi bilan, uning harakatlanish tezligi kamayadi. Shunday qilib,  $\alpha$ -zarrachaning og'irligi  $\beta$ -zarrachaga nisbatan katta qiymatga ega va shu sababli, boshlang'ich energiya qiymati teng bo'lgan sharoitda,  $\alpha$ -zarracha  $\beta$ -

<sup>68</sup> В.Ф. Антонов, А.В. Коржуев. Физика и биофизика. Курс лекций для студентов медицинских ВУЗов // – Москва. – Издательская группа: «ГЕОТАР-Медиа», 2004. –192 с.: ил.

zarrachaga nisbatan sekin harakatlanadi va modda bilan ta'sirlashish davomida qisqa masofada o'z energiyasini yo'qotadi. Masalan, boshlang'ich energiya qiymati  $4 \text{ MeV}$  ga teng bo'lgan sharoitda,  $\alpha$ -zarracha havo muhitida  $\sim 2,5 \text{ sm}$ , odam va hayvonlar organizmida biologik to'qimalar muhitida esa, millimetrning yuzdan bir ulushlari hisobida masofaga harakatlanadi.

$\alpha$ -Zarrachalar va  $\beta$ -zarrachalarning moddaga *singish* qiymati yuqori emas, jumladan qalin materialdan tikilgan kiyimdan  $\beta$ -zarrachalarning sezilarli qismi o'tishi,  $\alpha$ -zarrachalar esa, deyarli o'ta olmasligi qayd qilinadi. Biroq,  $\alpha$ -zarrachalar va  $\beta$ -zarrachalar radioaktiv ifloslangan suv va oziq-ovqat mahsulotlari bilan birgalikda odam organizmiga tushganda jiddiy oqibatlariga olib kelishi mumkin.

$\gamma$ -Kvantning moddaga singish qiymati sezilarli darajada yuqori bo'lib, havo muhitida bir necha yuzlab metr masofaga harakatlanadi, shuningdek, qattiq fazadagi modda tarkibida bir necha o'n santimetrdan, hatto metrgacha masofaga kirib bora olish xossasiga ega hisoblanadi.

### 3.3.7. Radioaktivlik hodisasi

**Radioaktivlik** – (lotin tilida *radio* – nurlantirish, *radius* – nur va *activus* – joriy ta'sir qiluvchi, faol so'zlaridan olingan) yoki **radioaktiv parchalanish** – bu kimyoviy element atomi yadrosining o'z-o'zidan (*spontan*) parchalanishi va boshqa kimyoviy element yadrosiga aylanishi hodisasi hisoblanadi. Bunda bitta yoki bir nechta zarrachalar (elektron, neytrino,  $\alpha$ -zarracha, foton) ajralib chiqishi qayd qilinadi. 1896-yilda Anri Bekkerel (1852–1908) tomonidan uran ( $^{238}\text{U}$ ) elementining radioaktiv nurlanish xossasi aniqlangan.



01.03.1896-yil radioaktivlikning kashf qilinish sanasi sifatida qabul qilingan.

**Antuan Anri BEKKEREL** (Fransiya: *Becquerel Antoine Henri* 15.12.1852–25.08.1908) – fizik, Parij milliy tabiatshunoslik-tarix muzeyi professori (1882), Politexnika maktabi professori (1895), optika va radioaktivlik mexanizmini o'rgangan,

1896-yilda uran ( $^{238}_{92}\text{U}$ ) elementining radioaktivlik xossasini aniqlagan va 1903-yilda **Per Kyuri va Mariya Skladovskaya–Kyuri** bilan birgalikda, Nobel mukofoti bilan taqdirlangan<sup>69</sup>.

1896-yilda **A.Bekkerel** lyuminessensiya jarayoni mexanizmini o'rganish bilan shug'ullanish davomida laboratoriyada tasodifiy holatda, uran elementidan yasalgan xochsimon shakldagi materialni fotoplastinka ustida qoldiradi va kutilmaganda, fotoplastinkaga xochsimon shaklning tasviri tushib qolganligini kuzatadi. **A.Bekkerel** bu hodisasi haqida **Mariya Kyuri–Skladovskaya va Per Kyuriga** so'zlab beradi va ulardan olingan probirkaga solingan radioaktiv preparatni o'rganish uchun nimchasi cho'ntagiga solib qo'yadi, ertasiga esa – nimchasi cho'ntak sohasiga yaqin joyda tana terisida probirka shaklidagi qizg'ish dog' hosil bo'lganligini kuzatadi. Bu haqda **A.Bekkerel** **Mariya Kyuri–Skladovskaya**ga xabar beradi va **Mariya Kyuri–Skladovskaya** bu hodisani tekshirib ko'rish uchun radioaktiv preparat solingan probirkani o'zining tanasi yelka sohasiga bog'lab qo'yadi, bir necha kundan keyin teri sohasida qizg'ish dog' hosil bo'ladi, keyin esa – og'ir yara hosil bo'lishi natijasida u bir necha oy azob chekadi. Ushbu ko'rinishda, radioaktiv nurlanishning odam organizmiga biologik ta'siri haqidagi dastlabki tajriba amalga oshirilgan. Qayd qilib o'tish kerakki, yuqorida ta'kidlanganidek er-xotin **Kyurilar** ikkalasi ham nurlanish kasalligi oqibatida olamdan o'tgan. Shuningdek, radioaktivlik hodisasi mexanizmini o'rgangan – **G.E.Albers–Shonberg, Iren Kyuri, Frederik Jolio–Kyuri** ham ionlashtiruvchi radiatsion nurlanish ta'sirida olamdan o'tishgan.

Xalqaro o'lchov birliklari tizimida radioaktivlikning o'lchov birligi *Becquerel* – *Bq* yoki *Bekkerel* (*Bk*) hisoblanadi.

*Bekkerel* (*Bk*) – 1 sekund davomida 1 ta radioaktiv parchalanish yuzaga kelishini ifodalaydi:

$$A = 1 \text{ parchalanish} / 1 \text{ sekund}$$

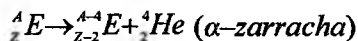
Shuningdek, dozimetriya amaliyotida Xalqaro o'lchov birliklari tizimidan tashqari o'lchov birliklaridan ham foydalaniladi. Jumladan:

$$1 \text{ Kyuri (Curie - Ci)} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bk}$$

<sup>69</sup> Беккерель, Антуан Анри // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.krugosvet.ru> Дата обращения: 12.11.2015 г.

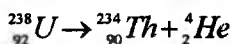
### 3.3.7.1. $\alpha$ -Parchalanish

$\alpha$ -Parchalanish natijasida, radioaktiv kimyoviy element yadro zaryadi ( $Z$ ) (D.I.Mendelev kimyoviy elementlar davriy jadvalida kimyoviy elementning tartib raqami) 2 birlikka kamayadi, atom og'irligi qiymati esa 4 birlikka kamayadi<sup>70</sup>:



$\alpha$ -Zarracha – bu elektron qobiqsiz holatdagi geliy atomining yadrosi hisoblanadi ( ${}^4_2 He$ ).

Masalan,  ${}^{238}_{92} U$  radioaktiv izotopi  $\alpha$ -parchalanish reaksiyasi natijasida atom yadro zaryadi qiymati 2 birlikka kamayadi va atom og'irlik qiymati 4 birlikka kamayadi, o'z navbatida toriy ( ${}^{234}_{90} Th$ ) izotopi va geliy atomi yadrosi ( ${}^4_2 He$ ) hosil bo'ladi<sup>71</sup>:

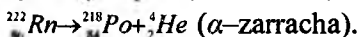
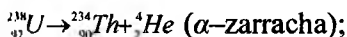
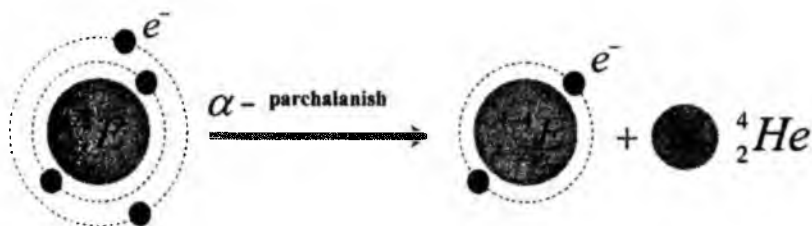


**«Wilson kamerasi»da  $\alpha$ -zarrachalarning harakatlanish traektoriyasining (trek) ko'rinishi**

<sup>70</sup> В.Ф. Антонов, А.В. Коржуев. Физика и биофизика. Курс лекций для студентов медицинских ВУЗов // – Москва. – Издательская группа: «ГЕОТАР-Медиа», 2004. –192 с.: ил.

<sup>71</sup> Дж.Котгл. Биологические эффекты радиации (пер. с англ.) // Москва. – Изд-во «Энергоатомиздат», 1986. – 184 с.

Demak,  $\alpha$ -parchalanish davomida  $\alpha$ -zarracha yoki geliy atomi yadrosi ( ${}^4_2\text{He}$ ) hosil bo'ladi:

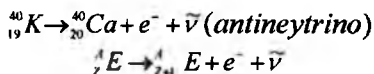


### 3.3.7.2. $\beta$ -Parchalanish

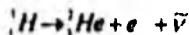
$\beta$ -Parchalanish hodisasi 1898-yilda E.Rutherford tomonidan aniqlangan.  $\beta$ -Parchalanish uchta tipda amalga oshadi<sup>72,73,74</sup>:

**I tip** (elektronga oid parchalanish yoki  $\beta^-$ -parchalanish):

$\beta^-$ -Parchalanish 1934-yilda Iren Kyuri va Frederik Jolio-Kyuri tomonidan aniqlangan:



Bu yerda:  $e^-$  - elektron;  $\bar{\nu}$  - antineytrino hisoblanadi:



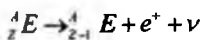
$\beta^-$ -Parchalanish natijasida, radioaktiv kimyoviy element yadro zaryadi ( $Z$ ) o'zgarmaydi, atom og'irligi qiymati esa 1 birlikka ortadi:

**II tip** (pozitronga oid parchalanish yoki  $\beta^+$ -parchalanish):

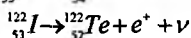
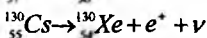
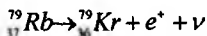
<sup>72</sup> Г. А. Галицкий Радиобиология // Курс лекций. – Гродно. – Изд-во ГрГУ, 2001. – 204 с.

<sup>73</sup> А. П. Сторяжкова и др. Радиационная медицина: Учебная пособие // Минск. – Изд-во МГМИ, 2000. – 154 с.

<sup>74</sup> В. С. Шиханов Радиометричность. Учебное пособие // Москва. – Изд-во Университетская книга, 2011. – 378 с.



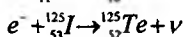
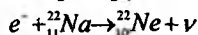
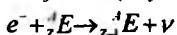
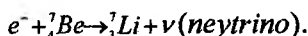
Bu yerda:  $e^+$  yoki  $p$  – pozitron;  $\nu$  – neytrino hisoblanadi:



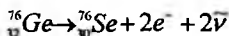
$\beta^+$ –Parchalanish natijasida, radioaktiv kimyoviy element yadro zaryadi ( $Z$ ) o‘zgarmaydi, atom og‘irligi qiymati esa 1 birlikka kamayadi.

**III tip** (elektron bog‘lab olish):

Elektron ( $e^-$ ) bog‘lab olish reaksiyasi 1938-yilda L.Alvares tomonidan aniqlangan:



Shuningdek, 1950-yilda M.G.Ingram va J.H.Reynolds tomonidan juft holatdagi  $\beta$ –parchalanish hodisasi aniqlangan. Ya’ni, radioaktiv izotop parchalanish reaksiyasida bir vaqtning o‘zida 2 ta  $e^-$  (elektron) va antineytrino hosil bo‘lishi qayd qilingan.



### 3.3.7.3. $\gamma$ –Nurlanish

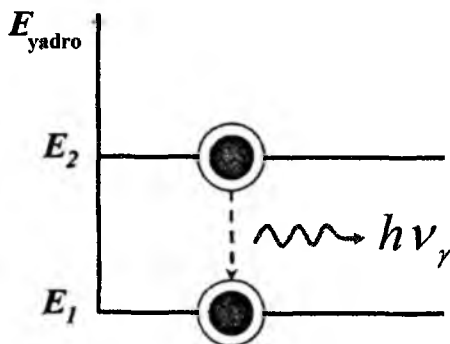
1900-yilda P.Villard (*P.Villard*) tomonidan uran ( ${}^{238}_{92}U$ ) radioaktiv izotopining  $\gamma$ –nurlanish hosil qilishi aniqlangan.

$\gamma$ –Nurlanish natijasida kimyoviy element yadrosi qo‘zg‘algan holatdan ( $E_2$ ) qo‘zg‘almagan holatga ( $E_1$ ) o‘tishi qayd qilinadi<sup>75</sup>:

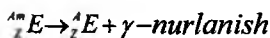
<sup>75</sup> В.Ф. Антонов, А.В. Коржуев. Физика и биофизика. Курс лекций для студентов медицинских вузов // – Москва. – Издательская группа: «ГЕОТАР-Медиа», 2004. – 192 с.: ил.

$$h\nu_{\gamma} = E_2 - E_1$$

Bu jarayonda yuqori chastota va to'liq uzunligi qisqa bo'lgan elektromagnit nurlanish  $\gamma$ -kvanti deb nomlanadi.

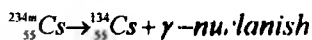


$\gamma$ -Nurlanish – yadro ichida amalga oshuvchi, gamma–nurlanish spektri hisoblanadi:



Bu yerda:  $m$  indeks – yadroning oraliq holatdagi barqarorlikka egaligini ifodalaydi.

Odatda,  $\gamma$ -nurlanish spektri  ${}^{81m}\text{Rb}$ ,  ${}^{134m}\text{Cs}$ ,  ${}^{113m}\text{In}$ ,  ${}^{90m}\text{Y}$  izotoplarida qayd qilinadi:



### 3.3.8. Tabiiy radioaktivlik

**Tabiiy radioaktivlik** – bu elektromagnit nurlanish kvant tarqatishi asosida, radioaktiv kimyoviy elementlar yadrosining boshqa element yadrosiga aylanish hodisasi hisoblanib, yuqorida qayd qilinganidek, 1896-yilda Fransiyalik fizik **A.Bekkerel** (1852–1908) tomonidan aniqlangan. Tabiiy radioaktivlik – tabiatda uchrovchi kimyoviy

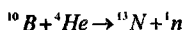
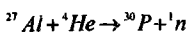


elementlarning o‘z-o‘zidan (*spontan*) radioaktiv parchalanishi natijasida yuzaga keladi.

### 3.3.9. Sun'iy radioaktivlik

*Sun'iy radioaktivlik* – tegishli yadro reaksiyalarini amalga oshirish natijasida yuzaga keltiriladi.

Birinchi marta 1934-yilda **Iren Kyuri va Frederik Jolio–Kyuri** tomonidan sun'iy usulda radioaktiv izotoplar hosil qilingan:



**Iren Jolio–KYURI**

**Frederik Jolio–KYURI**

*«Tajriba nazariyadan qanchalik uzoqlashsa, demak Nobel mukofotiga shunchalik yaqinlashiladi...»*

**Frederik Jolio–KYURI**

**Iren Jolio–KYURI** (Fransiya: *Irène Joliot–Curie*; 12.09.1897–17.03.1956) – fan doktori (1925), 1935-yilda turmush o‘rtog‘i – **Frederik Jolio–KYURI** bilan birgalikda sun'iy radioaktivlikni kashf qilganligi uchun Nobel mukofoti bilan taqdirlangan, 1946-yildan boshlab, Radiy instituti direktori lavozimida faoliyat olib borgan, shuningdek, 1946–1950-yillarda Fransiya Atom energiyasi komissariatida ishlagan, 1940-yilda Kolumbiya universiteti ma'muriyati

tomonidan ilm–fan taraqqiyotiga qo‘shgan hissasi uchun «*Bernard oltin medali*» bilan taqdirlangan<sup>76</sup>.

**Frederik Jolio–KYURI** (Fransiya: *Jean Frédéric Joliot–Curie*; 19.03.1900–14.08.1958) – professor, fizik, kimyogar, radiobiolog olim, 1932-yilda «*Matteuchchi medali*», 1940-yilda «*Bernard oltin medali*» bilan taqdirlangan. 1961-yilda Xalqaro astronomiya ittifoqi tomonidan Oy kraterlaridan birini *Frederik Jolio–Kyuri* nomi bilan atash qabul qilingan<sup>77</sup>.

So‘zsiz ravishda radiatsion kimyo sohasida **Kyurilar** oilasi alohida «*rekordchi*» hisoblanadi, 1935-yilda **Iren Kyuri** va uning turmush o‘rtog‘i – **Frederik Jolio–Kyuri** sun‘iy radioaktivlik sohasida amalga oshirgan ilmiy tadqiqotlari uchun Nobel mukofotiga sazovor bo‘lishgan, ya‘ni Kyurilar oilasi umumiy holatda – 5 ta Nobel mukofoti bilan taqdirlangan!

### 3.4. Radioaktiv parchalanish qonuni

**Radioaktiv parchalanish qonuni:** *Radioaktiv kimyoviy element yadro soni vaqt davomida boshlang‘ich vaqt lahzasiga nisbatan eksponensial qonuniyat asosida kamayib boradi:*

$$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

Bu yerda:  $N(t)$  – radioaktiv kimyoviy elementning  $t$  vaqt lahzasida parchalanmagan holatdagi yadro soni;

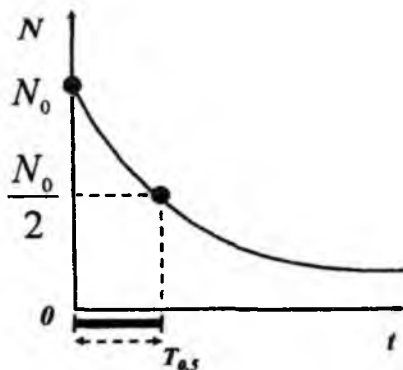
$N_0$  – kimyoviy element yadrosining boshlang‘ich soni;

$\lambda$  – parchalanish doimiysi hisoblanadi.

**Radioaktiv parchalanish qonuni.** Bu yerda:  $N$  – vaqt lahzasida ( $t$ ) parchalanmagan yadro son qiymati;  $N_0$  – yadrolarning boshlang‘ich son qiymati;  $\frac{N_0}{2}$  – yarim parchalanish davrini ifodalaydi.

<sup>76</sup> Жوليو–Кюри, Ирен // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.physchem.chimfak.rsu.ru>. Дата обращения: 18.12.2015 г.

<sup>77</sup> Фредерик Жوليو–Кюри // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>... Дата обращения: 18.12.2015 г.



Radioaktiv parchalanish qonuni quyidagi differensial tenglamani yechish yo‘li bilan matematik usulda keltirib chiqarilishi mumkin:

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N$$

Ushbu tenglamaning chap tomoni parchalanmagan yadro sonini o‘zgarish tezligini ifodalaydi, o‘zgaruvchi qiymatlarni taqsimlash asosida, quyidagi tenglikni hosil qilamiz:

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt$$

Tenglamaning har ikkala tomonini integrallash yo‘li bilan, shuningdek, kimyoviy elementning parchalanmagan yadro soni boshlang‘ich lahzada  $N(t=0) = N_0$  qiymatga tengligi asosida, yuqorida keltirilgan  $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$  tenglik kelib chiqadi.

Agar, parchalanmagan yadrolarning umumiy son miqdori  $e$  ( $e \approx 2,71$ ) qiymatga teng bo‘lgan vaqt lahzasi ( $\tau$ ) aniq bo‘lsa, u holda **parchalanish doimiysi** ( $\lambda$ ) qiymati  $\tau = \frac{1}{\lambda}$  ga teng hisoblanadi.

**Parchalanish doimiysi** ( $\lambda$ ) va **yarim parchalanish davri** ( $T_{0.5}$ ) o‘rtasidagi bog‘liqlikni quyidagi tenglama asosida hisoblab topish mumkin:

$$\frac{N_0}{2} = N_0 \cdot e^{-\lambda T_{0,5}}$$

Bu tenglamaning har ikkala tomonini logarifmlash asosida, quyidagi tenglama hosil qilinadi:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{0,5}}$$

Parchalanmagan yadrolar son miqdori mutloq qiymatda olingan holatida – **radioaktiv preparatning faolligi** ( $A$ ) deb nomlanadi. Radioaktiv faollik o'lchov birligi **Bekkerel** ( $Bk$ ) bilan ifodalanadi (1  $Bk$  1 *sekund* vaqt davomida 1 parchalanish amalga oshishiga teng hisoblanadi). Shuningdek, radioaktiv ayrim adabiyotlarda radioaktiv faollik **Kyuri** birligida o'lchanadi (1 *Kyuru*  $\approx 3,7 \times 10^{10}$   $Bk$ ).

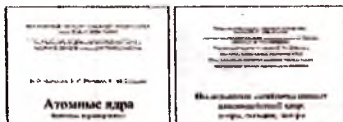
Radioaktiv preparatning faolligi qiymati vaqt davomida kamayib boradi. Vaqt davomida parchalanmagan yadro soni hosilasini topish orqali, radioaktiv faollikning vaqtga bog'liqlik tenglamasi quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$A = \left| \frac{dN}{dt} \right| = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda t} = A_0 \cdot e^{-\lambda t} = \lambda N$$

Bu yerda:  $A_0$  – radioaktiv preparatning boshlang'ich vaqt lahzasidagi faollik qiymatini ifodalaydi:  $A_0 = \lambda N_0$ .

**Ayrim radioaktiv kimyoviy elementlarning yarim parchalanish davri:**

Radioaktiv element izotopi	Yarim yemirilish (parchalanish) davri (yil)
${}^{226}_{88}Ra$	1590
${}^{235}_{92}U$	713
${}^{137}_{55}Cs$	137



**Boris Sarkisovich ISHXANOV** (Boku sh.: 22.10.1938) – fizika–matematika fanlari doktori, Moskva davlat universiteti Fizika fakulteti, Umumiy yadro fizikasi kafedrası mudiri lavozimida faoliyat ko‘rsatadi (2015),  $\gamma$ –nurlanishning kimyoviy element atomi bilan ta’sirlashish mexanizmlarini o‘rganish yo‘nalishida ilmiy tadqiqotlar olib boradi, 200 dan ortiq ilmiy ishlar, bir nechta monografiya va darsliklar muallifi hisoblanadi<sup>78</sup>.

### 3.5. Radiatsion nurlanishdan amaliyotda foydalanish

Biologik to‘qimalarni turli xil tomondan rentgen nurlanishi yordamida tahlil qilish va uch o‘lchamli tasvirini hosil qilish asosida, 1979-yilda A.Kormak va G.Xaunsfild tomonidan (Angliya) **rentgen kompyuter tomografiya** uslubi ishlab chiqilgan va ushbu kashfiyot uchun Nobel mukofoti taqdim etilgan.

#### 3.5.1. Rentgenografiya

**Rentgenografiya** (ingliz tilida *projection radiography, plain film radiography, roentgenography*) – rentgen nurlanishi yordamida

<sup>78</sup> Ишханов, Борис Саркисович // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org...> Дата обращения: 18.12.2015 г.

maxsus tasma yoki qog'ozga ichki organlarning tasviri tushirilish uslubi hisoblanadi<sup>1</sup>.

© <http://vsonaube.com>

1918-yilda rentgenolog hamshiraning roentgen nurlanishidan himoyalaniş maqsadida kiygan kiyimi



© <http://www.yoentrack.ru>



Optima XR220 amx (GE Healthcare)

Rossiyada dastlabki rentgen nurlanishi yordamidagi tasvir 1896-yilda olingan va 1918-yilda dastlabki Rentgenologik klinika ish boshlagan.

Rentgenografiya uslubi oshqozon va o'n ikki barmoqli ichakda yara, o'smalarni aniqlashda (*duodenografiya*); o't pufagini (*xolesistografiya*), o't suyuqligi yo'lini (*xoleografiya*), yo'g'on ichakni (*irrigoskopiya*), ko'krak qafasi sohasini tekshirishda (*flyuorografiya*), umurtqa pog'onasi patologiyalariga (*osteoxondroz, spondilyoz*) tashxis qo'yishda, tayanch-harakatlanish tizimi, buyraklar, tishlar (*ortopantomografiya*), sut bezlari (*mammografiya*) holatini o'rganishda rentgenodiagnostika maqsadlarida keng miqyosda foydalaniladi<sup>2</sup>.

Hozirgi vaqtda tibbiyot amaliyotida zamonaviy, ixcham rentgen apparatlaridan foydalaniladi<sup>3,4</sup>.

<sup>1</sup> Рентгенография // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org..> Дата обращения: 26.09.2015 г.

<sup>2</sup> Рентгенография // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org..> Дата обращения: 26.09.2015 г.

<sup>3</sup> PORT-X II портативный денгальный рентгенаппарат, Genoray, Корея (порт x 2) // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.fordent.ru> Дата обращения: 21.11.2015 г.

<sup>4</sup> Переносной рентгеновский аппарат GIERTH TR 90/30 // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.8a.ru> Дата обращения: 21.11.2015 г.

So'nggi vaqtlarda rentgenologik diagnostika amaliyotida harakatlanuvchi, rentgen apparatlariga talab darajasi oshishi qayd qilinadi. Bu yo'nalishda «GE Healthcare» firmasi tomonidan **Optima XR220 amx**, **Optima XR200 amx**, **Brivo XR285 amx** kabi rentgen apparatlari modellari ishlab chiqarilgan<sup>1</sup>.



**Rentgenomobil (1918-yil)**

© <http://www.gruzovikpress.ru>



**Definium AMX 700** rusumidagi zamonaviy rentgen apparati (XXI asr)

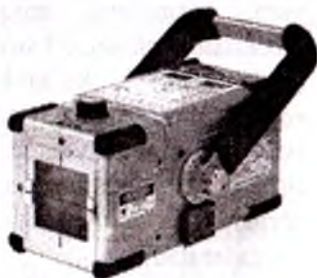
© <http://www.medsyst.ru>



**PORT-X II (GENORAY)**



**GIERTH TR 90/30 (GIERTH X-Ray)**



GENORAY firmasi tomonidan ishlab chiqarilgan, implantologiya va jag<sup>6</sup>-yuz jarrohligi amaliyotida foydalanish qulay hisoblangan, **PORT-X II** ixcham dental rentgen apparati va **GIERTH X-Ray** firmasi (Germaniya) tomonidan ishlab chiqarilgan, **GIERTH TR 90/30** ixcham rentgen apparati.

<sup>1</sup> Инновационные передвижные рентгеновские аппараты GE Healthcare // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.medsyst.ru> Дата обращения: 21.11.2015 г.



Zamonaviy tibbiyot amaliyotida rentgenologik diagnostika – *angiografiya, kompyuter tomografiyasi, mielografiya, flyuorografiya, rentgenoskopiya* kabi yo‘nalishlarda qo‘llaniladi.

### 3.5.2. Rentgen kristallografiya usuli

1912-yilda Myunxen universitetida **M.Laue** tomonidan rentgen nurlanishining interferensiya va diffraksiyalanish hodisasi qayd qilinadi<sup>1</sup>. Bu hodisa **Vulf** va **Bregg** tomonidan nazariy jihatdan asoslab berilgan va **Debay** va **Sherrer** tomonidan rentgen kristallografiya usuli (*rentgen–struktura tahlili*) ishlab chiqilgan<sup>2</sup>.

Hozirgi vaqtda moddaning konformatsion molekulyar struktura tuzilishini tahlil qilishda **rentgen kristallografiya usulidan** (*rentgen–struktura tahlili*) keng miqyosda foydalaniladi<sup>3</sup>.



<sup>1</sup> В.Ф.Антонов, А.В.Коржуев. Физика и биофизика. Курс лекций для студентов медицинских вузов // – Москва. – Издательская группа: «ГЕОТАР-Медиа», 2004. –192 с.: ил.

<sup>2</sup> Рентгеноструктурный анализ // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org> – Дата обращения: 08.12.2015 г.

<sup>3</sup> X-ray Crystallography // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://chemwiki.ucdavis.edu...> Дата обращения: 08.12.2015 г.





Rentgen nurlanishi yordamida tahlil qilish maqsadida ishlab chiqilgan dastlabki qurilma

Rentgen kristallografiya usuli rentgen nurlanishning kristall tarkibidagi atom strukturasi bilan ta'sirlashishi natijasida difraksiyalanishini qayd qilishga asoslaniladi.

### 3.5.3. Radionuklidlar yordamida tashxis qo'yish

1924-yilda J.Xeveshi tomonidan  $^{214}_{83}\text{Bi}$  izotopi yordamida tajriba hayvonlarida gemosirkulyatsiya jarayoni o'rganilgan<sup>1</sup>. 1927-yilda Blumgard va Weiss tomonidan yurak kasalliklarida gemodinamika holatini baholash uchun, radon gazidan foydalanilgan va *radionuklid diagnostika* sohasiga asos solingan<sup>2</sup>.

Hozirgi vaqtda tibbiyotda radionuklid diagnostika uslubidan keng miqyosda foydalaniladi. Masalan, organizmga radioaktiv yod izotoplari ( $^{125}_{53}\text{I}$  yoki  $^{131}_{53}\text{I}$ ) kiritiladi va *garima-tomograf (ssintigraf)* asbobi yordamida «nishonlangan» atomlarning joylashish holati aniqlanadi va olingan natijalar asosida, qalqonsimon bezning funksional holatiga tashxis qo'yiladi.

<sup>1</sup> Б.Я.Наркевич, В.А.Костылев. Физические основы ядерной медицины // Москва. – Изд-во «АМФ-Пресс», 2001. – 60 с.

<sup>2</sup> Радионуклидная диагностика для практических врачей (Под ред. Ю.Б.Лишманова, З.И.Чернова). – Томск. – Изд-во «СТТ», 2004. – 394 с.

### 3.5.4. Radiatsion nurlanish yordamida davolash (*radioterapiya*)

*Radiatsion nurlanish yordamida davolash (radioterapiya)* – tibbiyot amaliyotida ionlashtiruvchi nurlanish yordamida davolash uslubi hisoblanadi. Hozirgi vaqtda asosan, radioterapiya uslubi ~80% holatlarda o'sma (saron) kasalliklarini davolash amaliyotida qo'llaniladi.

Rentgen nurlanishidan ko'krak bezi o'sma kasalligini davolash bo'yicha dastlabki amaliyot 29.01.1986-yilda amalga oshirilgan. 24.11.1896-yilda Vena shahrida L.Freund tomonidan o'sma kasalligiga qarshi radiatsion terapiya usuli ikkinchi marta qo'llanilgan. 1908-yildan boshlab, Regaud tomonidan bachadon saratonini  $^{226}_{88}\text{Ra}$  izotopi asosida ishlab chiqilgan radiatsion nurlanish qurilmasi yordamida davolash uslubi asoslab berilgan<sup>1</sup>.

Bosh miya sohasida o'smaning rentgenoterapiya davolash kursidan keying holati  
(o'lchami sezilarli darajada kichiklashgan)



Radioaktiv izotoplar klinik tibbiyot amaliyotida o'sma (saron) kasalligini davolash (*onkoterapiya*), shuningdek, patologik holatlarga tashxis qo'yish maqsadlarida foydalaniladi<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Г.Е.Труфанов и др. Лучевая терапия // Учебник. – Москва. – Изд-во «ГЕОТАР-Медиа», 2012. – 208 с.: ил.

<sup>2</sup> В.Ф.Антонов, А.В.Коржус. Физика и биофизика. Курс лекций для студентов медицинских вузов // – Москва. – Издательская группа: «ГЕОТАР-Медиа», 2004. – 192 с.: ил.

## Qiziqarli ma'lumotlar!

Vena qon tomiri orqali yurak sohasiga kiritilgan  
kateterning rentgenologik tasviri



### Verner FORSMAN

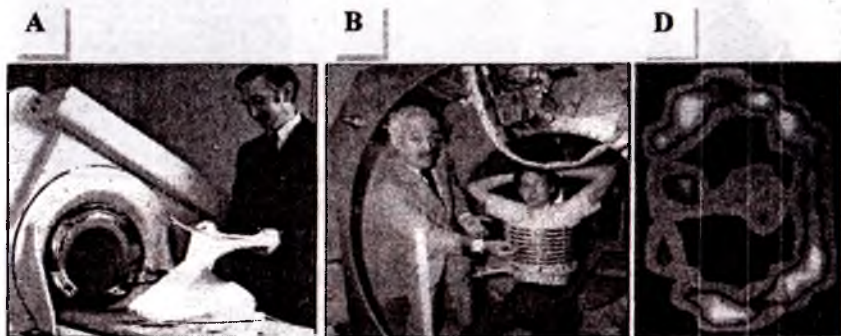
- Verner Forsman tomonidan egiluvchan materialdan yasalgan katatarning qo'l vena tomiri orqali yurak sohasiga kiritish uslubi ishlab chiqilgan, biroq jarrohlik amaliyotida dastlab bu usuldan foydalanishga ruxsat berilmagan. Shu sababli, V.Forsman ushbu amaliyotni o'z tanasida bir necha marta amalga oshirgan va rentgenologik tasvirga olib ko'rsatgan, afsuski, uning hamkasblaridan ko'pchiligi buni ko'zboylog'ichning oddiy «fokus»i deb hisoblashgan. 1956-yilda kutilmaganda, V.Forsmanga telefon qilishadi va uning tibbiyot va fiziologiya sohasida Nobel mukofoti sovrindori sifatida e'lon qilinganligini xabar berishadi. V.Forsman esa, taajjublanib, «Nima uchun?» deb javob qaytaradi...

- 1967-yilda Godfri Xaunsfild hozirgi vaqtda *kompyuter tomografiyasi* deb nomlanuvchi qurilmaning dastlabki avlodini ishlab chiqqan va 1971-yilda odam organizmi bosh miyasi sohasida joylashgan o'smaga tashxis qo'ygan...

- Kompyuter tomografiyasi usulida radiatsion nurlanishdan foydalaniladi, *magnit-rezonans tomografiya (MRT)* usulida statik magnit maydon ta'sirida nisbatan, odam organizmida yumshoq to'qimalarning va shuningdek, umurtqa pog'onasi va sklet suyaklarining tasvirda yaxshi ko'rinishi bilan tavsiflanadi. Dastlabki *MRT*-skaner qurilmasi 1969-yilda fizik Reymond Damadyan



tomonidan ishlab chiqilgan, bu tadqiqot natijalari 1971-yilda «*Science Magazine*» jurnalida e'lon qilingan va 03.07.1977-yilda odam organizmining dastlabki MRT skanerlash tasviri olingan...



**Godfri Xaunsvild** va u tomonidan ishlab chiqilgan dastlabki tomograf apparati (A); **Reymond Damadyan** tomonidan ishlab chiqilgan MRT–skaner qurilmasi (B) va ushbu MRT–skaner qurilmasi yordamida olingan ko'krak qafasining tasviri (D)<sup>8</sup>.

• Graf Mixail Voronsov rashk tufayli o'q otar qurol bilan rafiqasini jarohatlaydi va «yiringli yallig'lanish» ta'sirida sevimli ayolining axvoli og'irlashadi. M.Voronsov jurnalda V.K.Rentgen kashf qilgan nurlanishning diagnostika maqsadlarida foydalanish istiqbollari haqida o'qib qoladi va Kronshtadt harbiy dengiz elektr-texnika maktabida dars beruvchi, A.Popovga (radio ixtirochisi) yordam so'rab murojaat qiladi. A.Popov katod trubkasini yasaydi va tibbiyot maqsadlariga mo'ljallangan dunyoda birinchi stasionar rentgen apparatini ishlab chiqadi va ushbu apparat yordamida graf M.Voronsovning ayoli tanasidagi o'q parchalarining joylashish holati aniqlanadi va jarrohlik yo'li bilan olib tashlanadi...

<sup>8</sup> 10 изображений, которые потрясли медицинский мир // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.factroom.ru> Дата обращения: 26.09.2015 г.



**Graf Mixail Voronsov va A.Popov tomonidan birinchi rentgen apparati ishlab chiqilishiga sababchi bo'lgan, uning sevimli rafiqasi**



## **Aleksandr Popov**

- 1914-yilda Petrograd shahrida rentgen trubkalari ishlab chiqarishga mo'ljallangan tajriba zavodi ishga tushiriladi<sup>92</sup>.

### **Nazorat uchun savollar**

1. Rentgen nurlanishi va uning moddaga ta'sirini tavsiflang.
2. Ionlashtiruvchi nurlanish turlari va uning xossalari tavsiflang.
3. Radiatsion nurlanishning chiziqli tavsifda uzatilishi nima?
4. Fotoeffekt nima?
5. Kompton effekti nima?
6. Radioaktivlik hodisasi qanday kashf qilingan?
7.  $\alpha$ -Parchalanish,  $\beta$ -parchalanish va  $\gamma$ -nurlanishga ta'rif bering.
8. Tabiiy radioaktivlik va su'niy radioaktivlik nima?
9. Radioaktiv parchalanish qonunini ta'riflang.
10. Rentgenografiya usulini tavsiflang.
11. Rentgen kristallografiya usuli nima?
12. Radionuklidlar yordamida tashxis qo'yish va radioterapiya nima?

<sup>92</sup> Рентгенодиагностика в России // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.evident.ru> Дата обращения: 26.09.2015 г.



### **Foydalanilgan va qo‘shimcha o‘qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro‘uxati:**

1. Б.С.Ишханов. Радиоактивность: Учебное пособие // Москва. – Изд-во «Университетская книга», 2011. – 378 с.: табл., ил.
2. Б.Я.Наркевич, В.А.Костылев. Физические основы ядерной медицины // Москва. – Изд-во «АМФ-Пресс», 2001. – 60 с.
3. В.В.Варламов, Б.С.Ишханов, С.Ю.Комаров. Атомные ядра: учебное пособие. – Москва. – Изд-во «Университетская книга», 2010. – 302 с.
4. В.П.Кашеев. Ядерные энергетические установки // Минск. – Изд-во «Высшая школа», 1989.
5. Г.В.Векилова, А.Н.Иванов. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия // Московский государственный институт стали и сплавов (Технологический университет) Кафедра физического материаловедения. Конспект лекции. – Москва, 2007.
6. Г.Е.Труфанов и др. Лучевая терапия // Учебник. – Москва. – Изд-во «ГЭОТАР-Медиа», 2012. – 208 с.: ил.

7. Д.М.Гродзинский. Методика применения радиоактивных изотопов в биологии // Киев: Изд-во УАСХН, 1962.

8. И.В.Ракобольская. Ядерная физика // Учебное пособие. – 2-е изд. – Москва. – Изд-во МГУ, 1987.

9. И.Н.Ермолов, Ю.Я.Останин. Методы и средства неразрушающего контроля качества // Учеб. пособие для инженерно-техн. спец. вузов. – Москва. – Изд-во «Высшая школ», 2003. – 368 с.

10. И.Я.Василенко, В.А.Осипов, В.П.Рублевский. Радиоактивный углерод // Природа, 1992. – №12. – С. 59–65.

11. Ионизирующее излучение: источники и биологические эффекты // Доклад научного комитета ООН по действию атомной радиации // Нью-Йорк: ООН, 1982.

12. К.Б.Заборенко и др. Метод радиоактивных индикаторов в химии // Москва. – Изд-во «Высшая школа», 1964.

13. Л.Д.Линденбратен, И.П.Королюк. Медицинская радиология (основы лучевой диагностики и лучевой терапии). 2-е переработанное и дополненное // Москва. – Изд-во «Медицина», 2000. – 672 с.

14. М.Х.Ибрагимов. Атомная энергетика. Физические основы // Учебное пособие для вузов. – Москва. – Изд-во «Высшая школа», 1987.

15. Н.Г.Гончарова. Рассеяние электронов на ядрах и нуклонах // Учебное пособие. – Москва. – Изд-во «Университетская книга», 2011. – 156 с.: табл., ил.

16. Н.Г.Гусев, П.П.Дмитриев. Квантовое излучение радиоактивных нуклидов // Москва. – Изд-во «Атомиздат», 1977.
17. Основы медицинской радиобиологии (Под ред. И.Б.Ушакова) // СПб. – Изд-во «Фолиант», 2004. – 384 с.
18. А.Н.Гребенюк и др. Основы радиобиологии и радиационной медицины: Учебное пособие // СПб. – Изд-во «Фолиант», 2012. – 232 с.
19. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник. В 2-х кн. (Под ред. В.В.Клюева) // Москва. – Изд-во «Машиностроение», 2006.
20. Радиационная медицина: Руководство для врачей (Под ред. Л.А.Ильина) // Москва. – Изд-во ИздАТ, 1999–2004. – в 4-х томах.
21. Радионуклидная диагностика для практических врачей (Под ред. Ю.Б.Лишманова, В.И.Чернова) // Томск. – Изд-во «СТТ», 2004. – 394 с.
22. С.П.Ярмоненко. Радиобиология человека и животных. Учебник // – Москва. – Изд-во «Высшая школа», 1988.
23. С.П.Ярмоненко, А.А.Вайнсон. Радиобиология человека и животных // Москва. – Изд-во «Высш. шк.», 2004. – 549 с.: ил.
24. Х.Кухлинг. Справочник по физике // Москва. – Изд-во «Мир», 1985. – 519 с.
25. Холл Э.Дж. Радиация и жизнь // Москва. – Изд-во «Медицина», 1989.



26. Ю.Б.Кудряшов, Б.С.Беренфельд. Основы радиационной биофизики // Москва. – Изд–во МГУ, 1982. – 304 с.

27. Ю.Б.Кудряшов, Б.С.Беренфельд. Радиационная биофизика // Москва. – Изд–во Московского университета, 1979.

28. Ю.Б.Кудряшов. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) // Москва. – Изд–во «ИЗМАТЛИТ», 2003. – 442 с.

### **Internet saytlari ro‘yxati:**

- Рентгенодиагностика в России // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.unident.ru>
- 10 изображений, которые потрясли медицинский мир // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.factroom.ru>
- Рентгеноструктурный анализ // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org...>
- X-ray Crystallography // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://chemwiki.ucdavis.edu...>
- PORT-X II портативный дентальный рентгенаппарат, Genoray, Корея (порт x 2) // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.fordent.ru...>
- Переносной рентгеновский аппарат GIERTH TR 90/30 // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.8a.ru>
- Инновационные передвижные рентгеновские аппараты GE Healthcare // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.medsyst.ru>

## IV bob. DOZIMETRIYA

### IV bob. DOZIMETRIYA

- 4.1. Nurlanish dozasi
  - 4.2. Ekspozitsion doza
  - 4.3. Biologik (*ekvivalent*) doza
  - 4.4. Xavfsiz doza quvvati (*radioaktiv fon*)
  - 4.5. Radiatsion nurlanishni qayd qilish detektorlari
    - 4.5.1. Geyger hisoblagichi
    - 4.5.2. Cherenkov hisoblagichi
    - 4.5.3. «Wilson kamerasi»
    - 4.5.4. «Pufakchali kamera»
    - 4.5.5. Ssintillyasion detektorlar
    - 4.5.6. RIGAKU R-XAS
    - 4.5.7. ATLAS detektori
    - 4.5.8. Yarim o'tkazgichli qayd qilish qurilmalari (*fotorezistorlar*)
    - 4.5.9. Dozimetr va radiometrlar
- Nazorat uchun savollar  
Foydalanilgan va qo'shimcha o'qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro'yxati



**Radiologiya** – ionlashtiruvchi nurlanishning xossalari va o'lchov birliklarini o'rganuvchi fan sohasi hisoblanadi.

**Dozimetriya** – ionlashtiruvchi nurlanishni o'lchash usullari va qurilmalari, radioaktiv nurlanishning biologik organizmga ta'sir darajasini miqdoriy ko'rsatkichlar asosida tavsiflash haqidagi nazariy va amaliy bilimlar majmuasi hisoblanadi.

1901-yilda **A.Bekkerel** va **Mariya Sklodovskaya-Kyuri**, **Per Kyuri** tomonidan radiatsion nurlanishning teriga kuydiruvchi ta'sir ko'rsatishi qayd qilingan va rentgen nurlanishining biologik ta'sirini ifodalash uchun dastlabki – **HED** (*Haut erithem dosis – teri eritemasini yuzaga keltiruvchi doza*) o'lchov birligi fanga kiritilgan va **radiatsion dozimetriya** yo'nalishiga asos solingan.

## 4.1. Nurlanish dozasi

**Nurlanish dozasi** ( $D_n$ ) – bu nurlanish vaqti davomida modda og‘irlik birligiga ( $m$ ) nisbatan yutilgan radioaktiv nurlanish energiyasi ( $W_n$ ) bilan tavsiflanuvchi kattalik (**yutilgan doza**) hisoblanadi<sup>93</sup>:

$$D_n = \frac{W_n}{m}$$

Nurlanish dozasi *joules/kg*, shuningdek, *Grey (Gr)* yoki *Rad (Rad – Radiation absorbed dose)* o‘lchov birligida o‘lchanadi ( $1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ Gr}$ ).

Demak, **nurlanish dozasi** yoki **yutilgan doza** ( $D$ ) – berilgan hajmda modda og‘irlik miqdoriga ( $\Delta m$ ) bo‘lib chiqilgan, ma’lum bir aniq elementar hajmda moddani nurlantirish uchun berilgan o‘rtacha energiya qiymatini ( $W_n$  yoki  $\Delta E$ ) ifodalaydi:

$$D = \Delta E / \Delta m$$

Xalqaro o‘lchov birliklari tizimida yutilgan doza qiymati o‘lchov birligi *Grey (Gr)* hisoblanadi:

$$1 \text{ Gr} = 1 \text{ J/kg.}$$

Shuningdek, yutilgan dozani o‘lchashda Xalqaro o‘lchov birliklari tizimidan tashqari o‘lchov birligi sifatida *Rad* ishlatiladi:  $1 \text{ Rad} = 0,01 \text{ Gr}$ .

## 4.2. Ekspozitsion doza

Yutilgan nurlanish dozasini bevosita aniqlash qiyin masala hisoblanadi, shu sababli **ekspozitsion doza** o‘lchov birligidan ham foydalaniladi.

<sup>93</sup> В.Ф. Антонов, А.В. Коржнев. Физика и биофизика. Курс лекций для студентов медицинских ВУЗов // – Москва. – Издательская группа: «ГЕОТАР-Медиа», 2004. –192 с.: ил.

**Ekspozitsion doza** ( $X$ ) – bu nurlanish yutiluvchi biologik obyekt yaqinida joylashgan havo muhitining 1 kg quruq massasiga nisbatan hosil bo‘lgan ion zaryadlari miqdoriga teng qiymat hisoblanadi:

$$X = \frac{q}{m_{\text{havo}}}$$

Ekspozitsion dozaning o‘lchov birligi *Kulon/kilogramm* ( $Kl/kg$ ) yoki *Rentgen* ( $R$ ) bilan ifodalanadi ( $1 R \approx 2,58 \times 10^{-4} Kl/kg$ ). Ekspozitsion doza *dozimetr* asbobi yordamida o‘lchanadi va olingan natijalar bo‘yicha, biologik obyekt tomonidan yutilgan nurlanish dozasi hisoblanadi:

$$D_n = f \cdot X$$

Bu yerda:  $f$  – radioaktiv nurlanishni yutuvchi biologik to‘qima turiga bog‘liq koeffitsiyent bo‘lib, yumshoq to‘qimalar uchun  $\sim 1$  ga teng hisoblanadi. Ushbu formuladan faqat, har ikkala nurlanish dozasi qiymatlari *rad* va *Rentgen* birliklarida o‘lchangan holatda foydalanish mumkin.

Demak, **ekspozitsion doza** ( $X$ ) – ma’lum bir nurlantirish vaqti davomida obyektga tushuvchi nurlanish energiyasi miqdorini ifodalaydi:

$$X = \Delta a / \Delta m$$

Bu yerda:  $\Delta a$  – kichik hajmdagi havo muhitida foton ta’sirida yuzaga kelgan barcha ikkilamchi elektronlar tormozlanishi natijasida hosil bo‘lgan, bir xil ishorali ionlarning to‘liq zaryadi;  $\Delta m$  – berilgan hajmdagi havoning og‘irlik qiymatini ifodaydi.

Ekspozitsion doza qiymati Xalqaro o‘lchov birliklari tizimida  $Kl/kg$  da ifodalanadi, shuningdek, Xalqaro o‘lchov birliklari tizimidan tashqari o‘lchov birligi sifatida *Rentgen* ( $R$ ) ishlatiladi:

$$1 \text{ Rentgen} = 2,58 \times 10^{-4} Kl/kg$$



**Lyuis Xarold GREY** (Angliya: *Louis Harold Gray*; 10.11.1905–09.07.1965) – fizik, radiatsion nurlanishning biologik organizmlarga ta’sir mexanizmlarini o’rganagan, radiobiologiya fanining asoschilaridan biri hisoblanadi, 1956–1962 yillarda Radiatsion birliklar va o’lchovlar bo’yicha Xalqaro komissiyaning (*ICRU*) vitse-prezidenti lavozimida faoliyat olib borgan<sup>94</sup>.

### 4.3. Biologik (*ekvivalent*) doza

Turli xil radioaktiv nurlanishning biologik ta’sirini tavsiflash uchun, biologik (*ekvivalent*) doza ( $H$ ) tushunchasi kiritilgan.

**Biologik (*ekvivalent*) doza ( $H$ )** quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$H = k \cdot D_{\text{yutilish}}$$

Bu yerda:  $k$  – radioaktiv nurlanish turiga bog’liq bo’lgan, **sifat ko’effitsiyenti** bo’lib,  $\gamma$ –nurlanish va rentgen nurlanish uchun 1 ga teng,  $\alpha$ –zarrachalar uchun ~20 ga teng hisoblanadi.

**Ekvivalent doza** – nurlanish sifat omiliri hisobga olgan holda, biologik organ yoki to’qimada yutilgan doza o’rtacha qiymatini ifodalaydi, ya’ni nurlanishning biologik ta’sir effektini belgilab beradi. Bunda **nurlanishning sifat omili** yoki **sifat ko’effitsiyenti** berilgan nurlanish turining  $\gamma$ –nurlanishga nisbatan solishtirilganda, xavflilik darajasini ifodalaydi, ya’ni bu ko’effitsiyent qiymati qanchalik katta bo’lsa, demak qarab chiqilayotgan nurlanish turi biologik ta’siriga ko’ra shunchalik yuqori darajada xavfli hisoblanadi:

- Fotonlar ( $\gamma$ –nurlanish va rentgen nurlanishida) – 1;

<sup>94</sup> Грей, Льюис Харольд // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org...> Дата обращения: 12.12.2015 г.

- 10–100 keV qiymatdagi neytronlar uchun – 10;
- 100 keV–2 MeV qiymatdagi neytronlar uchun – 20;
- 5–10 MeV qiymatdagi protonlar uchun – 10.

Xalqaro o‘lchov birliklari tizimida ekvivalent doza qiymati o‘lchov birligi *Zivert* (*Zv*) hisoblanadi. Shuningdek, ekvivalent dozani o‘lchashda Xalqaro o‘lchov birliklari tizimidan tashqari o‘lchov birligi sifatida *Ber* (*B*) ishlatiladi: 1 *Ber* = 0,01 *Zv*. Hozirgi vaqtda ishlab chiqariluvchi barcha turdagi dozimetrlar *Zv* o‘lchov birligi shkalasi bo‘yicha belgilanadi. *Zivert* (*Zv*) o‘lchov birligi Shvetsiyalik fizik olim – Rolf Zivert sharafiga qabul qilingan<sup>95</sup>.



**Rolf Maximilian SIEVERT** – (Shvetsiya: 06.05.1896–03.10.1966) – radiobiolog, radiobiofizik, radiobiologiya fani asoschilaridan biri, 1979-yilda o‘lchov birliklari va qiymatlari bo‘yicha XVI anjumanda R.Zivert sharafiga ionlashtiruvchi nurlanish effektiv (samarali) va ekvivalent dozasi o‘lchov birligi *Zivert* (*Zv*, *Sv*) qabul qilingan, 1962-yilda R.Zivert tashabbusi bilan Shvetsiya akademiyasida ta’sis etilgan «*Radiatsion himoya medali*» hozirda norasmiy ravishda

«*Zivert medali*» deb ataladi. R.Zivert 1964-yilda Radiatsion himoya bo‘yicha xalqaro assotsiatsiyani (*International Radiation Protection Association*) tashkil qilgan, radiatsiyadan tibbiyotda foydalanish yo‘nalishida ilmiy tadqiqotlar olib borgan<sup>96</sup>.

#### 4.4. Xavfsiz doza quvvati (*radioaktiv fon*)

Radioaktiv nurlanishdan tashqari, biologik obyektning qancha vaqt davomida nurlanish ta’sirida bo‘lganligi ham muhim ko‘rsatkich hisoblanadi. Shu sababli, nurlanish dozasining nurlanish vaqtiga nisbatini ifodalovchi – *doza quvvati* tushunchasi kiritilgan. Mos

<sup>95</sup> О радиации // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.rosatom.ru> Дата обращения: 01.11.2015 г.

<sup>96</sup> Зиверт, Рольф // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org...> Дата обращения: 01.11.2015 г.

ravishda, yutilish dozasi, ekspozitsion doza va biologik doza quvvat quyidagi tenglamalar orqali ifodalanadi:

$$P_{yutilish} = \frac{D_{yutilish}}{t}; P_{ekspozitsion} = \frac{D_{ekspozitsion}}{t}; P_{biologik} = \frac{D_{biologik}}{t}.$$

*Xavfsiz doza quvvati (radioaktiv fon)* odam organizmi uchun ~12–14 *mkR/soat* (*mikroRentgen/soat*) ga teng bo'lib, 30–50 *mkR/soat* nurlanish yetarlicha vaqt davomida ta'sir ko'rsatishi organizmda patologik holatlar rivojlanishiga olib keladi. Shuningdek, o'limga olib keluvchi, bir martalik radiatsion nurlanish dozasi ~500 *R* ga teng hisoblanadi.

Amaliyotda radiatsion nurlanish doza qiymatini o'lchashda asosan, Xalqaro birliklar o'lchov tizimida qabul qilingan birlikdan foydalaniladi, shuningdek, Xalqaro birliklardan tashqari o'lchov tizimidan foydalanish ham kuzatiladi. Shu sababli, ma'lum bir o'lchov birligini ikkinchisiga aylantirish zaruriyati yuzaga keladi. Bu masalani mavjud ma'lumotnomalar va shuningdek, bir qator o'lchov birliklarini konvertatsiyalash maqsadida yaratilgan Internet saytlari yordamida hal qilish mumkin<sup>97,98</sup>.

$$1 \text{ millirem} = 10 \text{ mikroZivert}$$

Radiobiologiya va radiobiofizika bo'yicha ayrim adabiyot ma'lumotlarida radiatsion nurlanish dozasi *Ber* o'lchov birligida keltiriladi. *Ber* (*биологический эквивалент рентгена*) – bu ingliz tilida *Rem*, ya'ni *roentgen equivalent man* atamasining rus tilidagi tarjimasining qisqartmasi bo'lib, ionlashtiruvchi nurlanishning Xalqaro birliklar tizimidan tashqari ekvivalent doza o'lchov birligi hisoblanadi. 1963-yilga qadar 1 *Ber* radiatsion nurlanish dozasi qiymati – bu biologik organizmda 1 *Rentgen* qiymatga teng bo'lgan  $\gamma$ -nurlanish ekspozitsion dozasi ta'sirida yuzaga kelishi qayd qilinuvchi

<sup>97</sup> Мгновенный перевод единиц радиации // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.convert-me.com...> Дата обращения: 31.12.2015 г.

<sup>98</sup> Перевести миллибер (биологический эквивалент рентгена) в микрозиверт // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://www.unitconverters.com...> Дата обращения: 31.12.2015 г.

nurlanish holatini ifodalovchi o'lchov birligi sifatida qabul qilingan<sup>99,100</sup>.

$$1 \text{ Zivert} = 100 \text{ Ber.}$$

Odatda, ekvivalent nurlanish doza qiymati *milliBer* (*mBer*,  $10^{-3}$  *Ber*) yoki *mikrozivert* (*mkZv*,  $10^{-6}$  *Zv*) o'lchovlarida o'lchanadi.

$$1 \text{ mBer} = 10 \text{ mkZv.}$$

#### 4.5. Radiatsion nurlanishni qayd qilish detektorlari

Odatda, radiatsion nurlanish ko'rsatkichlari qiymati maxsus mo'zgir moslamalar – **detektorlar** yordamida aniqlanadi.

**Radiatsion nurlanishni qayd qilish detektori** (*indikator*) – bu modda bilan bevosita ta'sirlashishi davomida ionlashtiruvchi nurlanishning mavjudligini aniqlash imkonini beruvchi obyekt hisoblanadi.

Detektorning asosiy tavsiflari – *samaradorlik* (ionlashtiruvchi zarrachaning detektorga tushishi holatida uni aniqlash ehtimolligi darajasi), *vaqtga bog'liq ruxsat etilish qiymati* (aniqlash vaqti), *qayta tiklanish vaqti* (yana qaytadan foydalanish uchun yaroqli holatga kelish vaqti) kabilardan tashkil topadi.

*Gaz zaryadli Geyger hisoblagichi* (*Geyger kamerasi*), *Cherenkov hisoblagichi*, «*Vilson kamerasi*», «*Pufakchali kamera*» *ionizatsion detektorlar* guruhi tarkibiga kiritiladi.

##### 4.5.1. Geyger hisoblagichi

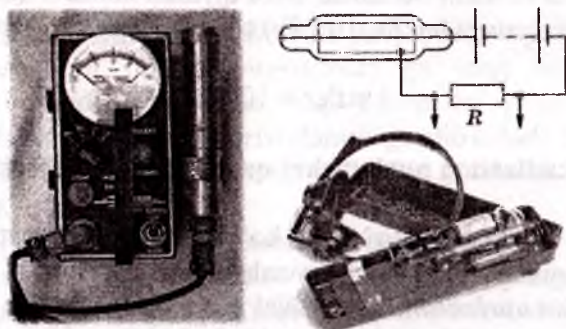
Uz zaryadli hisoblagich qurilma – *Geyger hisoblagichi* (*Geiger counter*) 1908-yilda Gans Geyger tomonidan ishlab chiqilgan va 1929-yilda Valter Myuller tomonidan takomillashtirilgan, shu sababli, *Geyger–Myuller hisoblagichi* deb nomlanadi. Bunda hisoblagich elektrodlariga 300–400...1500–2000 *V* gacha yuqori kuchlanish beriladi. Ionlashtiruvchi nurlanish zarrachalari gaz orqali o'tgan

<sup>99</sup> **Бер** (единица измерения) // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/>... Дата обращения: 31.12.2019.

<sup>100</sup> **МкЗв** (единица измерения) // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.nrc.gov/>... Дата обращения: 31.12.2019.



holatda hosil bo'lgan erkin elektronlar anodga tomon harakatlanadi va natijada ikkilamchi ionizatsiya jarayoni yuzaga keladi. Qo'zg'algan holatdagi atomlar stasionar holatga qaytishda esa – fotonlar ajralib chiqadi.



**Gaz zaryadli Geyger hisoblagichi** ~100–200 mm simob ustuni bosimida gaz bilan to'ldirilgan shisha quvurdan tashkil topgan bo'lib, ingichka o'tkazgich ko'rinishidagi anod va quvur devoriga o'rnatilgan, silindr shaklidagi katodga ega bo'lib, bir necha 100 V kuchlanish beriladi. Zaryadlangan zarrachalar quvurga tushgan holatda gaz ionlanishi yuzaga keladi va hosil bo'lgan erkin elektronlar anodga tomon yo'nalishda harakatlanadi, natijada gaz muhitining ikkilamchi ionizatsiyasi yuzaga keladi, o'z navbatida elektr impulsi hosil bo'lishi qayd qilinadi.

#### 4.5.2. Cherenkov hisoblagichi

*Vavilov–Cherenkov hisoblagich* qurilmasi 1951-yilda ishlab chiqilgan bo'lib, muhit tarkibida  $\gamma$ -nurlanish,  $\alpha$ -nurlanish yoki  $\beta$ -nurlanishni qayd qilishda foydalaniladi.

#### 4.5.3. «Wilson kamerasi»

*Wilson kamerasi* nam holatdagi havo bilan to'ldirilgan bo'lib, harakatlanuvchi porshen moslamasi yordamida bosim qiymati o'zgartiriladi. Porshen tezlik bilan harakatlantirilishi natijasida nam

holatdagi havo muhitida to‘yinish holati yuzaga keladi va kamera orqali o‘tuvchi zaryadlangan zarrachalar havoni ionizatsiya holatiga keltiradi, o‘z navbatida hosil bo‘lgan ionlar bug‘ shaklida kondensatlanadi. Kamera yon tomonidan yorug‘lik nuri tushirilganda harakatlanuvchi zaryadli zarrachalarning nurlanuvchi izi (*trek*) ko‘zga tashlanadi.

1919-yilda E.Rezerford tomonidan Vilson kamerasida birinchi yadro reaksiyasi amalga oshirilgan:



**Charlz Tomson Riz VILSON (Shotlandiya: Charles Thomson Rees Wilson; 14.02.1869 – 15.11.1959)** – fizik, professor (1925), dastlab, Manchester hududida boshlang‘ich ta‘lim olgan va keyin, Bojxona universitetida tahsil olgan, shifokor bo‘lishga qiziqqan, sportchi-alpinist, 1894-yilda Shotlandiya hududida joylashgan Ben–Nevis tog‘iga chiqish davomida tuman ichida nurlarning tarqalish hodisasini kuzatgan va bu hodisani laboratoriya sharoitida yuzaga keltirish

ustida tadqiqotlar olib borgan, 1895-yilda Kembrij laboratoriyalaridan birida u shaffof materialdan yasalgan idishga o‘rnatilgan porshen tez harakatlantirilganda, idish ichidagi hajm ortishi hisobiga bosim va harorat pasayishi va tuman hosil bo‘lishini qayd qilgan. 1910-yilda «*Vilson kamerasi*» ishlab chiqilgan va 1911-yilda  $\alpha$ -zarrachalar,  $\beta$ -zarrachalar va  $\gamma$ -nurlanish oqimining kamerada harakatlanish izi (*trek*) fototasviri olingan, 1927-yilda «*Bug‘ kondensatsiyalanishi yordamida elektr zaryadiga ega zarrachalarning harakatlanish traektoriyasini kuzatish uslubi*»ni ishlab chiqqanligi uchun, Vilson Nobel mukofoti bilan taqdirlangan<sup>101,102</sup>.

<sup>101</sup> Камера Вильсона, или три Нобелевские премии, добытые из тумана // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.computerra.ru...> Дата обращения: 15.12.2015 г.

<sup>102</sup> Вильсон, Чарлз Томсон Риз // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://dic.academic.ru> Дата обращения: 15.12.2015 г.

«*Vilson kamerasi*»ning ishlash tamoyili. Agar, suv bug‘ining parsial bosim qiymati uning ushbu haroratda to‘yinish bosimi qiymatidan yuqori bo‘lsa, u holda tuman hosil bo‘ladi. Me‘yoridan ortiq to‘yinish ko‘rsatkichi –  $s$  – bu parsial bosim qiymatining berilgan haroratda to‘yinish bosimi qiymatiga nisbatini ifodalaydi. Agar, havo tarkibida begona zarrachalar mavjud bo‘lmasa, u holda  $s \sim 10$  qiymatda bug‘ kondensatsiyalanishi qayd qilinadi. Agar, havo tarkibida begona zarrachalar mavjud bo‘lsa, u holda bug‘ kondensatsiyalanishi sharoitida  $s$  kichikroq qiymatda bo‘lishi qayd qilinadi.

Radiatsion nurlanish oqimi tarkibida zarrachalar muhit tarkibidagi gaz molekularini ionizatsiyalash xossasiga ega hisoblanadi. Bu zarrachalarning «*Vilson kamerasi*»dan o‘tishi davomida tuman tarkibida suv molekularini itarishi va o‘z navbatida, suv tomchilaridan iborat iz qoldirishi kuzatiladi.

1923-yilda P.L.Kapisa tomonidan «*Vilson kamerasi*»ni magnit maydoniga joylashtirish asosida, kamera orqali o‘tuvchi zaryadlangan zarrachalarning magnit maydoni ta‘sirida og‘ish burchagini aniqlash va o‘z navbatida, zarrachalarning energiyasi qiymatini hisoblash usuli ishlab chiqilgan.



**Pyotr Leonidovich KAPITSA** (09.06.1894–08.04.1984) – fizika– matematika fanlari doktori (1928), akademik. **Abram Fedorovich Ioffe** rahbarligida ilmiy faoliyat olib borgan. P.L.Kapitsa 1921-yildan boshlab, Angliyada «*yadro fizikasining otasi*» – E.Rezerford laboratoriyasida ish boshlaydi (E.Rezerford uni «*Yaratganning o‘zi jo‘natgan eksperimentator*» deb ataydi). 1978-yilda quyi harorat sharoitida amalga oshirilgan fizik tadqiqotlari uchun P.L.Kapitsa Nobel mukofoti bilan taqdirlanadi<sup>103,104</sup>.

<sup>103</sup> В.В.Чепарухин. Пётр Леонидович Капица: орбиты жизни // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://bioeoples.ru...> Дата обращения: 12.12.2015 г.

<sup>104</sup> Капица Петр Леонидович // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.e-reading.club...> Дата обращения: 12.12.2015 г.

«Hayot – tushunib bo‘lmas narsa. O‘ylashimcha, inson taqdirini, ayniqsa menikiga o‘xshash murakkab taqdirni tushunib yetish mumkin emas...»

**P.L.Kapitsa**

Gomogen tavsifga ega magnit maydonni kuch chiziqlariga nisbatan perpendikulyar yo‘nalishda kesib o‘tuvchi zaryadlangan zarrachaga *Lorens kuchi* ta‘sir ko‘rsatadi:

$$F_b = qvB$$

Ya‘ni, zaryadlangan zarrachaning harakatlanish tezligi va magnit maydon induksiyasi yo‘nalishi o‘rtasidagi burchak  $90^\circ$ ga teng hisoblanadi. Bunda Lorens kuchi zarracha harakatlanish tezligiga perpendikulyar yo‘nalgan bo‘lib, shu sababli zarrachaning kinetik energiyasiga ta‘sir ko‘rsatmaydi. Agar, aylana bo‘ylab traektoriyada zaryadlangan zarrachaning harakatlanish yo‘nalishi o‘zgarsa, bu holat Nyuton 2-qonuni bo‘yicha quyidagi ko‘rinishdagi formula amal qiladi:

$$m \frac{v^2}{R} = qvB$$

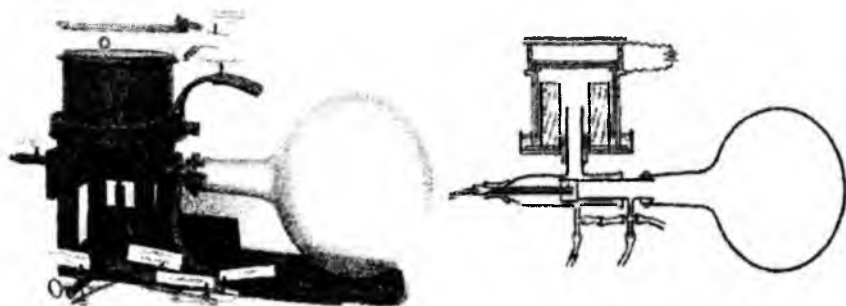
Bu yerda:  $R$  – aylana radiusini ifodalaydi:

$$R = \frac{m}{qB} v$$

Zaryadlangan zarrachaning ushbu aylana bo‘ylab, bir marta aylanib chiqish vaqti:

$$T = \frac{2R\pi}{v} = \frac{2m\pi}{qB}$$

Ya‘ni, bu qiymat zarrachaning tezligi qiymatiga bog‘liq emas.



Dastlabki «*Vilson kamerasi*» 19.02.1911-yilda ishlab chiqilgan boʻlib, balandligi 3,5 sm va diametr oʻlchami 16,5 sm ga teng boʻlgan shisha silindrdan tashkil topgan.

**Patrik Meynard Styuart baron BLEKETT**  
(1897–1974)



Kembrijda E.Rezerford rahbarligida **Patrik Meynard Styuart baron BLEKETT** «*Vilson kamerasi*»ni takomillashtirish ustida ilmiy tadqiqotlar olib boradi va P.Blekett 1932-yilda **Juzeppe Ochialini** bilan birgalikda, Geyger–Myuller hisoblagichi va «*Vilson kamerasi*»ni birlashtiradi va zaryadlangan zarrachalarning berilgan yoʻnalishlarda qayd qilinishi, zarrachalarni energiya qiymati boʻyicha alohida oʻrganish uslubini ishlab chiqadi. 1948-yilda Blekett «*Vilson kamerasini takomillashtirish va ushbu kashfiyoti bilan yadro fizikasi, kosmik radiatsiya sohalariga qoʻshgan hissasi*» uchun Nobel mukofotiga sazovor boʻladi.

#### 4.5.4. «Pufakchali kamera»



**Donald Artur GLEYZER** tomonidan 1952-yilda tiniq tusli pivo tarkibida pufakchalar hosil bo'lishini kuzatish asosida, qizdirilgan suyuqlik muhitida bosim qiymati pasaytirilishi sharoitida zaryadlangan zarrachalarining harakatlanish izini qayd qilish asbobi – «pufakchali kamera» ishlab chiqilgan. 1960-yillarda D.A.Glayzer tomonidan ishlab chiqilgan «pufakchali kamera» asbobi «Vilson kamerasi»ni amaliyotdan butunlay siqib chiqargan. 1960-yilda Donald Gleyzer «Pufakchali kamerani kashf qilganligi uchun» Nobel mukofoti bilan taqdirlangan<sup>105</sup>.

**Luis Uolter Alvares** tomonidan «pufakchali kamera» takomillashtirilgan va kamerada yuqori tezlikda harakatlanuvchi zarrachalar traektoriyasini tahlil qilishda kompyuter dasturidan foydalanish uslubi ishlab chiqilgan. Takomillashtirilgan «pufakchali kamera» ichki qismida suyuq holatdagi vodorod yoki deytriydan (kriogen pufakchali kamera) yoki propan, freon, ksenon kabilardan foydalaniladi.

Tajribalarda **D.A.Glaser** dietil efirning (me'yoriy holatda qaynash harorati qiymati) 20 atm. bosim sharoitida, +130°C gacha qizdirilishida qaynamasligi va +140°C da ma'lum vaqt o'tganidan keyin qaynashini aniqlagan. Muhit tarkibida radiatsion nurlanish zaryadlangan zarrachalari o'tishi davomida, zaryadlangan zarrachaning harakatlanish traektoriyasi bo'ylab, qaynash (gaz pufakchalarining hosil bo'lishi) qayd qilinadi.

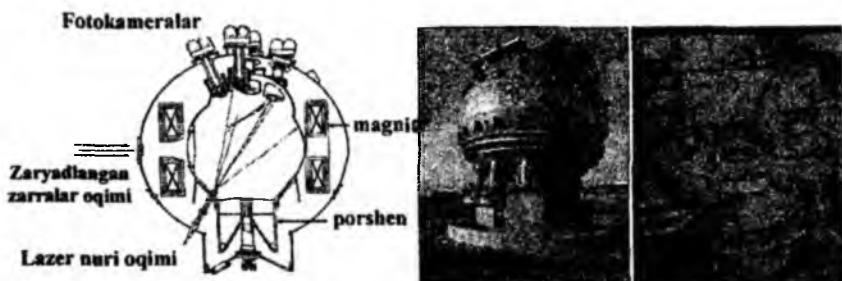
Radiatsion nurlanish oqimi tarkibida zaryadlangan zarrachalar harakatlanish traektoriyasi bo'ylab, modda tarkibida atomlar elektron qobig'ida turli xil energiyaga ega elektronlarni urib chiqaradi va kinetik energiyaga ega bo'lgan elektronlar ma'lum bir radiusda ( $r$ ) suyuqlik muhiti haroratining ortishiga olib keladi. Chegaraviy

<sup>105</sup> Камера Нильсона, или три Нобелевские премии, добытые из тумана // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.computera.ru>. Дата обращения: 15.12.2015 г.

qiymatdagi radiusda ( $r_{chegaraviy}$ ) suyuqlik muhiti harorati qaynash qiymatigacha ko'tariladi va pufakchalar hosil bo'ladi<sup>106</sup>:

$$r_{chegaraviy} = \frac{2\sigma}{(p_{\infty} - p_i)(1 - V_c / V_b)}$$

Bu yerda:  $\sigma$  – berilgan harorat sharoitida «*suyuqlik–bug*» fazalari chegarasida suyuqlikning sirt taranglik qiymati;  $p_{\infty}$  – suyuqlikning cheksiz yassi yuzasi ustidagi muvozanat holatini ifodalovchi bosim qiymati;  $p_i$  – qaynash haroratidagi suyuqlik bosimi;  $V_c$  – suyuqlikning solishtirma hajmi;  $V_b$  – bug'ning solishtirma sig'imini ifodalaydi.



«Mirabel» deb nomlangan «*pufakchali kamera*» o'lchami  $12 m^3$  ga teng hisoblanadi, shuningdek,  $40 m^3$  hajmdagi «*pufakchali kamera*» ham ishlab chiqilgan (FNAL, AQSH).

Shuningdek, dozimetriyada ionlashtiruvchi nurlanishni qayd qilishda fotoplastinka tarkibida fotografik emulsiyaning nurlanish ta'sirida qorayishi zichlik intensivligini baholashga asoslanilgan – *fotokimyoviy* qayd qilish usuli, radiatsion nurlanish ta'sirida ayrim kimyoviy moddalarning optik zichligi, rangi, kimyoviy reaksiya davomida o'zgarishini aniqlashga asoslanilgan – *kimyoviy* usullardan ham foydalaniladi.

<sup>106</sup> Пузырьковая камера // [Электрон ресурс]. Режим лоступа: <http://femto.com.ua>... Дата обращения: 15.12.2015 г.

Radioaktiv nurlanish detektorlari *ssintillyatsion* va *yarim o'tkazgichli detektorlar* guruhlariga ajratiladi<sup>107</sup>.

#### 4.5.5. Ssintillyatsion detektorlar

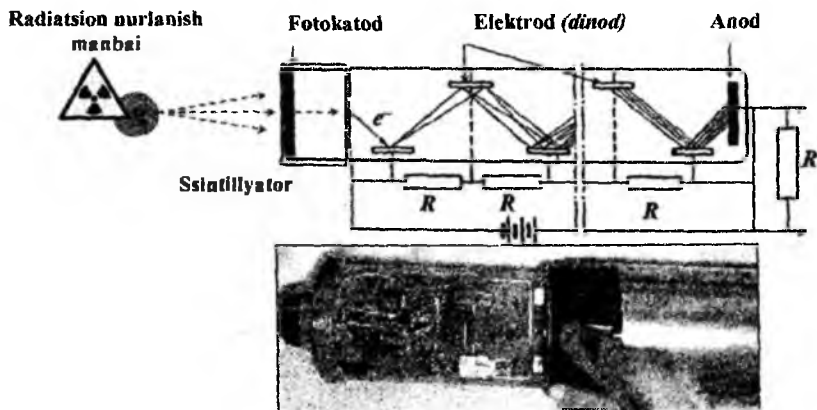
*Ssintillyatsion detektorlar* (*ssintillyator*) – bu ionlashtiruvchi nurlanish ta'sirida  $\sim 800\text{--}6000 \text{ \AA}$  spektr diapazonida, qisqa vaqt ( $\tau = 10^{-7}\text{--}10^{-9} \text{ sekund}$ ) davomida chaqnash hodisasini (lotin tilida *ssintillatio* – *mitillash*, *chaqnash* degan ma'noni anglatadi), yuzaga keltiruvchi kimyoviy moddalar hisoblanadi. Bunda yuzaga keluvchi *fluoressensiya* hodisasi ionlashtiruvchi zarracha oqimining modda tomonidan yutilishi va atomning qo'zg'algan holatga o'tishi natijasida  $\gamma$ -fotonlar oqimi hosil bo'lishi hisobiga amalga oshadi. Bunda yorug'lik chaqnashi energiyasi va uni yuzaga keltiruvchi ionlashtiruvchi zarracha energiyasining o'zaro nisbati – *ssintillyator samaradorligi* ko'rsatkichi bilan ifodalanadi. Ssintillyatsion detektorlar fizik xossalariga ko'ra, qattiq, suyuq va gazsimon holatda bo'lishi qayd qilinadi. Hozirgi vaqtda *antratsen*, *trans-stilben* (*1,2-difenil-etilen*), *naftalin* ( $C_{10}H_8$ ), *tolan* (*difenilatsetilen*), *fluoren*, *antratsen* ( $C_{14}H_{10}$ ), *R-terfenil*, *NaI(Tl)*, *KI(Tl)*, *CsI*, *NaCl(AgCl)*, *ZnS(Ag)*, kabi ssintillyatordan foydalaniladi. Ssintillyatorlar turini tanlash bevosita aniqlanuvchi ionlashtiruvchi nurlanish turiga bog'liq hisoblanadi. Jumladan, ionlashtiruvchi zarrachalarning yutilish energiyasi qanchalik yuqori qiymatga ega bo'lsa, mos ravishda *ssintillyator samaradorligi* ko'rsatkichi ham yuqori qiymatga ega bo'lishi kuzatiladi. Masalan, ssintillyator sifatida *NaI* kristalidan foydalanilgan holatda, *ssintillyator samaradorligi* ko'rsatkichi qiymati 20–40%ni tashkil qiladi.

Ssintillyator va fotokuchaytirgich qurilma bilan birgalikda – *ssintillyatsion datchik* yoki *ssintillyatsion hisoblagich* deb nomlanadi<sup>108</sup>.

<sup>107</sup> И.Н.Бекман. Измерение ионизирующих излучений // Курс лекций. – Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова. Химический факультет. Кафедра радиохимии. – Москва, 2006. <http://profbeckman.narod.ru>...

<sup>108</sup> Сцинтилляционные детекторы и датчики // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://arxivhimija.ru>... Дата обращения: 01.11.2015 г.





**Ssintillyatsion hisoblagich qurilmasining tuzilishi.**  $R$  – elektr zanjir tarkibidagi qarshiliklarni ifodalaydi.

Dastlabki, ssintillyatsion detektor 1947-yilda ishlab chiqarilgan bo‘lib, hozirgi vaqtda laboratoriya va tabiiy sharoitda  $\gamma$ -nurlanish spektrini o‘lchashda  $\text{NaI(Tl)}$  asosida ishlab chiqarilgan, ssintillyatsion detektor moslamasiga ega bo‘lgan, MKS-AT6101, MKS-AT6101V, LudLum 3-98 rusumidagi ixcham, ko‘p funktsiyali ssintillyatsion  $\gamma$ -spektrometrlardan foydalaniladi. Bu qurilmalar atrof-muhit monitoringi, radioaktiv chiqindilarni saqlash omborlari, atom energetikasi, tibbiyot sohasida va shuningdek, ilmiy-eksperimental tadqiqotlarda  $\gamma$ -nurlanish energiyasining taqsimlanish qiymati, ekvivalent doza qiymatini aniqlash imkonini beradi<sup>109,110</sup>.

Shuningdek,  $\alpha$ -zarrachalar energiya qiymatini aniqlashda kremniyli ssintillyatsion detektor moslamasidan foydalaniladi<sup>111</sup>.

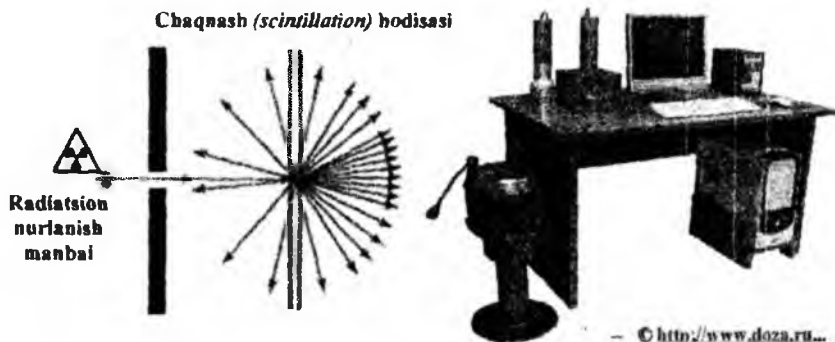
**Fotokuchaytirgich** – bu fotosezgir katod va kuchaytirish tizimidan tashkil topgan qurilma hisoblanadi. Bunda nurlanish kvanti fotokatodga ta’sir ko‘rsatishi natijasida ajralib chiqqan elektronlar oqimi bir nechta ketma-ketlikda joylashtirilgan kuchaytiruvchi elektrod tizimi (*dinod*) bo‘ylab harakatlanadi va elektronlarning

<sup>109</sup> Спектрометры MKS-AT6101, MKS-AT6101B // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.atomtex.com>... Дата обращения: 01.11.2015 г.

<sup>110</sup> Продам Дозиметр Ludlum 3-98(США) // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://kiev.ko.olx.ua>... Дата обращения: 01.11.2015 г.

<sup>111</sup> Кремниевый  $\alpha$ -детектор // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://dvin.jnu.ru>... Дата обращения: 01.11.2015 г.

ikkilamchi emissiyasi mexanizmi asosida kuchaytirilgan holda, fotokuchaytighich anod qismiga to'liqsimon tarzda ta'sir ko'rsatishi qayd qilinadi.



Ssintillyatsion detektorli «ИПОРРЕСС» spektrometr qurilmasi

Fotokuchaytirgichning *to'liq kuchaytirish koeffitsiyenti* qiymati quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$M = \Theta(\delta)^n$$

Bu yerda  $\Theta$  – dinodlar tomonidan ikkilamchi elektronlarning yig'ib olinishini tavsiflovchi koeffitsiyent;  $n$  – dinodlarning kuchaytirish son qiymati;  $\delta$  – dinodning kuchaytirish koeffitsiyenti qiymatini ifodalaydi.

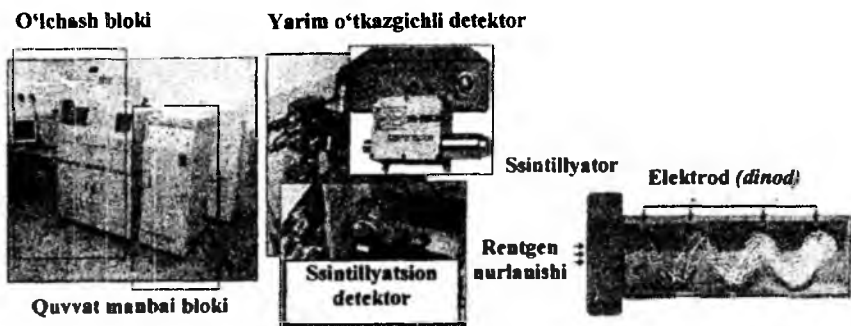
Shuningdek, fotokuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsiyenti dinodlarda qayd qilinuvchi tezlashtiruvchi kuchlanish ( $U$ ) qiymatiga bog'liq hisoblanadi. Odatda,  $U \approx 600-1500$  V ga teng hisoblanadi.

Ssintillyatsion hisoblagich qurilmalari har qanday turdagi ionlashtiruvchi nurlanishni aniqlashda, ayniqsa  $\gamma$ -nurlanish va  $\alpha$ -zarrachalar spektrini o'lchashda keng foydalaniladi<sup>112</sup>.

<sup>112</sup> Сцинтилляционные детекторы и датчики // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://noro-himia.ru>... Дата обращения: 01.11.2015 г.

### 4.5.6. RIGAKU R-XAS

~5500–30000 eV energiya qiymati diapazonida, XANES (*X-ray absorption near edge structure*, 0–50 eV) va EXAFS (*Extended X-ray absorption fine structure*, 50–1000 eV) spektrda rentgen nurlanishi energiya qiymatini o'lchashda «RIGAKU R-XAS» rusumidagi rentgen spektrometr qurilmasidan foydalaniladi. Bu rentgen spektrometr qurilmasi 3 ta blokdan (sovutish bloki, quvvat manbai va o'lchash bloki) tashkil topgan bo'lib, quvvat manbai 10–40 kV kuchlanishli rentgen trubkasi bilan jihozlangan<sup>113</sup>.



Odatda, kristall holatdagi ssintillyatorlar talliy (*Tl*), kumush (*Ag*) elementi yordamida faollashtiriladi. Suyuq holatdagi ssintillyatorlar samaradorlik ko'rsatkichining qiymati ~90%gacha bo'lishi qayd qilinadi<sup>114</sup>.

Ayrim adabiyot manbalarida ssintillyatorlar – fosforlar yoki *lyuminoformlar* deb ham nomlanadi<sup>115</sup>.

«PPZAB–01–COLO» padimetrik kompleksi odam organizmi teri qoplamida, kiyimlarda, qurilmalar ustki qismida  $\alpha$ - va  $\beta$ -nurlanishni qiymatini o'lchashga mo'ljallangan bo'lib, kremniyli ssintillyatsion detektor bilan jihozlangan.

<sup>113</sup> Интерактивный УНК с удаленным доступом к спектрометру Rigaku R-XAS // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://nanospectr.sfedu.ru>... Дата обращения: 01.11.2015 г.

<sup>114</sup> Сцинтилляционный метод регистрации радиации // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.spartakbank.ru>... Дата обращения: 01.11.2015 г.

<sup>115</sup> Основы физико-химических (инструментальных) методов анализа // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://nanan.ru/book>... Дата обращения: 01.11.2015 г.

«PKC-01-COLO» alfa-beta-gamma radiometp-dozimetrp qurilma kompleksi –  $\alpha$ -,  $\beta$ - va  $\gamma$ -nurlanish qiymatini o'lchashga mo'ljallangan<sup>116</sup>.

Ssintillyatsion detektor  
44-17 (AQSH)

«PRZAB-01-SOLO»  
radiometrik kompleksi



MKS-AT6101 spektrometri

© <http://www.abamfcs.com>

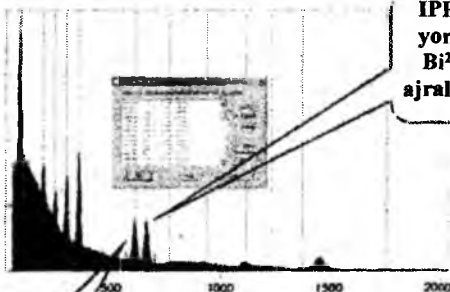


Ludlum 3-98 ssintillyatsion  
dozimetri (AQSH)

© <http://lky.kyiv.ua>

Hozirgi vaqtda  $LaBr_3(Ce)$  kristali asosida ishlab chiqarilgan, IPROL-1 modelidagi ssintillyatsion detektor bloki bilan jihozlangan «InSpector-1000» spektrometri (AQSH) keng qo'llanilishi qayd qilinadi<sup>117</sup>.

«InSpector-1000» spektrometri (AQSH)



IPROL-1 detektor  
yordamida  $Cs^{137}$  va  
 $Bi^{214}$  spektri aniq  
ajralishi qayd qilinadi

$Bi^{214}$

IPROL-1 ssintillyatsion  
detektor (AQSH)



<sup>116</sup> Собственные разработки на базе AVR AT90S // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.demask.narod.ru>... Дата обращения: 15.12.2015 г.

<sup>117</sup> Гамма-спектрометры низкого разрешения и их компоненты – сцинтилляционные блоки детектирования – Блоки детектирования на основе сцинтиллятора  $LaBr_3(Ce)$  // [Электрон ресурс] Режим доступа: <http://www.anbena.ru>... Дата обращения: 15.12.2015 г.

*NaI* asosida ishlab chiqilgan ssintillyatsion detektorli «Progress» spektrometr qurilmasi (Rossiya) radioaktiv namuna tarkibida  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  va  $^{137}\text{Cs}$  izotoplari spektrini aniqlash imkonini beradi<sup>118</sup>.

#### 4.5.7. ATLAS detektori

**Yadro tadqiqotlari bo'yicha Yevropa ittifoqi (CERN – Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire)** tadqiqotlar markazida (Shveysariya, Jeneva sh.) 100 *mk* aniqlik darajasida zaryadli zarrachalarni qayd qilishga mo'ljallangan ATLAS gigant (~8 qavatli uy balandligida) qurilmasi ishga tushirilgan bo'lib, majmua yer ostida 75–100 *m* chuqurlikda joylashgan. Bu qurilma ishlash tamoyili Geyger qurilmasiga o'xshash tipdagi radiatsion detektor asosida funktsiya bajaradi va 1 *sekund* davomida ~10 000 000 000 zarrachani qayd qilish quvvatiga ega hisoblanadi.

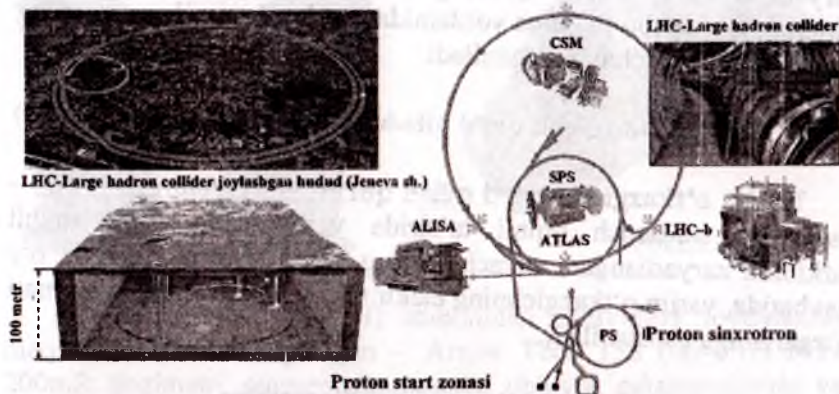
Bunda **katta adron kollayder (LHC–Large hadron collider)** – zarrachalarni tezlashtiruvchi gigant majmua bo'lib, protonlar oqimi 7 *TeV* energiya qiymatigacha tezlashtiriladi (ingliz tilida *sollider* – to'qnashtirgich degan ma'noni anglatadi). 2015-yilda zarrachalarning energiyasini 13 *TeV* gacha oshirilishiga erishilgan. Protonlar start zonasida 0,8 *GeV* energiyaga ega bo'lib, navbatdagi proton sinxrotron (*PS*) zonasida 26 *GeV* energiyaga erishadi, keyingi proton sinxrotron zonada (*SPS*) 450 *GeV* energiya qayd qilinadi, so'ngra protonlar oqimi halqasimon yer osti yo'li bo'ylab (27 *km*) qarama-qarshi yo'nalishda harakatlanadi va detektorlar sohasida o'zaro to'qnashadi. Shuningdek, ushbu tezlashtiruvchi tizimda elektron ( $e^-$ ) va pozitron ( $e^+$ ) oqimi ham o'rganiladi.

1994-yildan boshlab, LHC tizimi tarkibida ATLAS (*A Toroidal LHC Apparatus*) va CMS (*Compact Muon Solenoid*) detektorlaridan foydalanila boshlangan. Shuningdek, tizimda ALICE va LHC–b detektorlaridan foydalaniladi.

ATLAS detektorining diametr o'lchami 25 *m*, uzunligi 46 *m* va umumiy og'irligi 12500 *tonnani* tashkil qiladi. Bu detektorning loyihasi ishlab chiqilishi 1990-yillardan boshlangan bo'lib, 2008-

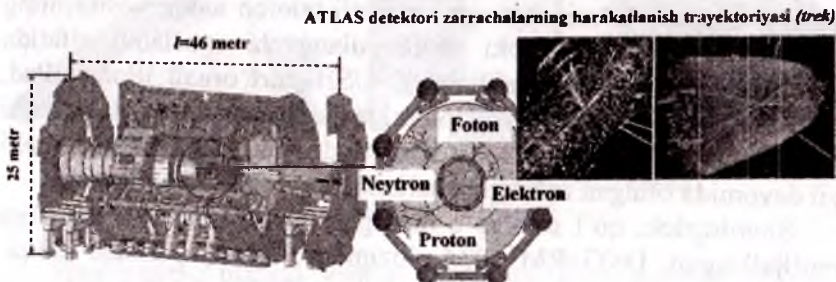
<sup>118</sup> Измерение активности  $^{131}\text{I}$  с использованием сцинтилляционного детектора с ПО «Прогресс» // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.doza.ru>. Дата обращения: 15.12.2015 г.

yilda ishga tushirilgan. ATLAS detektori ikki tomonidan kirib keluvchi tezlashtirilgan zarrachalar oqimi markaziy sohada joylashgan, diametr o'lchami 2 m va uzunlik masofasi 6,5 m ichki detektor (*Inner detector*) zonasida to'qnashishi qayd qilinadi.



### Jeneva shahrida joylashgan «CERN» tadqiqot majmuasining sxematik tuzilishi.

Ichki detektor zonasida 2 Tl magnit maydon hosil qilinadi va zarrachalar oqimi magnit maydonida ma'lum bir aniq harakatlanish traektoriyasiga (*trek*) ega bo'lishi qayd qilinadi<sup>119</sup>.



<sup>119</sup> Л.Н.Смирнова. Детектор ATLAS большого адронного коллайдера // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/ATLAS/atlas1.htm> Дата обращения: 15.12.2015 г.

Hozirgi vaqtda yangi turdagi zarrachalarni aniqlash yoʻnalishida dunyoning 100 dan ortiq davlatlaridan 10 000 dan ortiq olimlar «*Higgs hunters*» dasturi boʻyicha ish olib borilmoqda. Jumladan, LHC–b detektori yordamida qisqa vaqt davomida qayd qilinuvchi, zaryadi qiymati –1 ga teng boʻlgan zarracha – *barion* aniqlangan. Shuningdek, ushbu majmua yordamida *kvark*, *glyuon*, *bozon*, *lepton*, *myuon* kabi zarrachalar oʻrganiladi.

#### 4.5.8. Yarim oʻtkazgichli qayd qilish qurilmalari (*fotorezistorlar*)

**Yarim oʻtkazgichli qayd qilish qurilmalari (*fotorezistorlar*)** – radiatsion nurlanish oqimi taʼsirida yarim oʻtkazgichli muhit tarkibida zaryadlangan zarrachalarning ortiqcha toʻplanishi va oʻz navbatida, yarim oʻtkazgichning elektr toki oʻtkazuvchanligi qiymati oʻzgarishiga asoslaniladi.

#### 4.5.9. Dozimetr va radiometrlar

Hozirgi vaqtda radiatsion nurlanish qiymatini oʻlchash uchun qulay va ixcham qurilmalar va asboblari yangi avlodi ishlab chiqarilgan boʻlib, quyida ulardan ayrimlarini keltiramiz:

**V.Elin** tomonidan (Rossiya) yarim oʻtkazgichli detektor yordamida radiatsiya nurlanishi qiymatini oʻlchash moslamasi ishlab chiqilgan boʻlib, ushbu moslama (DO–RA, *dozimetr–radiometr*) maxsus dasturiy taʼminotga ega va uyali telefon aloqa vositasining sxemasiga oʻrnatilishi yoki tashqi ulanuvchi moslama sifatida foydalanilishi mumkin, shuningdek, USB–port orqali iPone, iPad, iPod touch yoki Android smartfonlariga ulangan holda foydalanilishi mumkin. DO–RA tizimi odam organizmida soat, sutka, hafta oy yoki yil davomida olingan radiatsiya nurlanishi qiymatini aniqlaydi<sup>120</sup>.

Shuningdek, qoʻl soatiga oʻrnatilgan,  $\gamma$ –nurlanishni oʻlchashga moʻljallangan, DKG–RM1603A dozimetri (Rossiya) ishlab chiqarilgan<sup>121</sup>.

<sup>120</sup> Проект Сколково: дозиметр–радиометр ДО–РА для iPhone или Android // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.feta.ru> Дата обращения: 08.10.2015 г.

<sup>120</sup> Проект Сколково: дозиметр–радиометр ДО–РА для iPhone или Android // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.feta.ru> Дата обращения: 08.10.2015 г.

<sup>121</sup> Дозиметр гамма–излучения ДКГ–RM1603A // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.izotop.ru> Дата обращения: 08.10.2015 г.

**DO-RA tizimining radiometr  
va dozimetr rejimi**

**$\gamma$ -nurlanishni o'lashga mo'ljallangan,  
DKG-RM 160A dozimetri (Rossiya)**

© <http://www.fetra.ru>



© <http://www.izoton.ru>

FLUKE firmasi (AQSH) tomonidan individual foydalanish maqsadida ishlab chiqarilgan – Arrow Tech 138 (06-007) PEN 200mR dozimetri rentgenodiagnostika tibbiyot muassasalarida va radioaktiv izotoplar ustida tadqiqotlar olib boriluvchi ilmiy laboratoriyalarda keng diapazonda (rentgen va  $\gamma$ -nurlanish) radiatsiya qiymatini o'lashga mo'ljallangan<sup>122</sup>.

**Arrow Tech 138 (06-007) PEN 200mR  
dozimetri (AQSH)**

© <http://empiremam.com>

**HCII-PM1703MA  
o'lchov signalizatori**

© <http://empiremam.com>



© <http://www.megatid.ru>

**iPhone uchun POLISMART II PM1904  
signalizator-indikator**

Shuningdek, hozirgi vaqtda individual foydalanishga mo'ljallangan, ixcham o'lchamga ega bo'lgan quyidagi rusumdagi dozimetrlar ishlab chiqariladi<sup>123</sup>:

<sup>122</sup> Дозиметр индивидуальный Arrow Tech 138 // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.megatid.ru> Дата обращения: 08.10.2015 г.

<sup>123</sup> Дозиметр радиации для будущей мамы // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://empiremam.com> Дата обращения: 08.10.2015 г.



- MKS-05 Terra-P dozimetr-radiometr;
- iPhone® telefonlar uchun ROLISMART® II SIG-PM1904

signalizator-indikator

- RADEKS RD1503+ radioaktivlik indikator
- SIG\_RM1208M signalizator-indikator
- DKG RM1610V individual dozimetri
- DKG-RM1604V individual dozimetri
- ISP-RM1703MA o'lchov signalizatori

**MKS-05 Terra-II  
dozimetr-radiometr asbobi**  
© <http://empiremam.com>



**DKG-PM1610B  
individual dozimetri**  
© <http://empiremam.com>

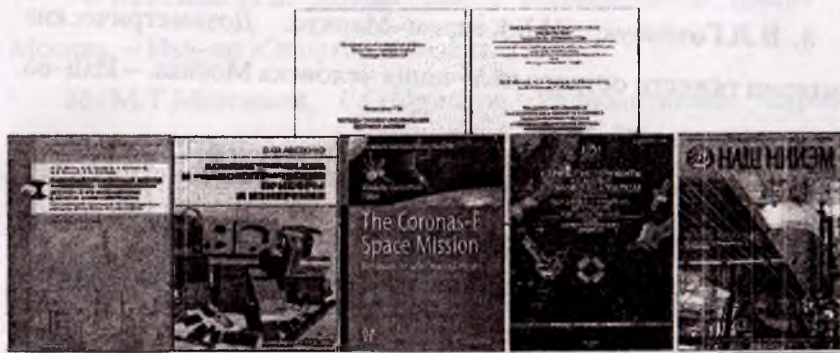


**DKG-PM1604B  
individual dozimetri**  
© <http://empiremam.com>



### Nazorat uchun savollar

1. Nurlanish dozasi nima?
2. Ekspozitsion doza nima?
3. Biologik (*ekvivalent*) doza nima?
4. Havfsiz doza quvvati (*radioaktiv fon*) nima?
5. Radiatsion nurlanishni qayd qilish detektorlari turlarini sanab bering.
6. Geyger hisoblagichining ishlash tamoyilini tushuntiring.
7. «*Vilson kamerasi*»ning ishlash tamoyilini tushuntiring.
8. «*Pufakchali kamera*»ning ishlash tamoyilini tushuntiring.
9. Ssintillyatsion detektorlar qanday tuzilgan?
10. Fotorezistorlar nima?
11. Dozimetr va radiometrlar turlari haqida nimalarni bilasiz?



### **Foydalanilgan va qo'shimcha o'qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro'yxati:**

1. B.F.Wall, D.Hart. Revised radiation doses for typical *X-ray* examinations // *The British Journal of Radiology*. – 1997. – V.70. – P.437–439.
2. А.А.Моисеев, В.И.Иванов. Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене // Москва, 1990.
3. А.А.Моисеев, В.И.Иванов. Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене // Москва, 1984.
4. Б.П.Голубев. Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений // Москва. – Изд-во «Энергоатомиздат», 1986.
5. В.Е.Левин, Л.П.Хамьянов. Измерение ядерных излучений // Москва. – Изд-во «Атомиздат», 1969.
6. В.И.Баранов и др. Лабораторные задачи по радиометрии // Москва. – Изд-во «Атомиздат», 1966.
7. В.И.Иванов. Курс дозиметрии // Москва. – Изд-во «Атомиздат», 1978.

8. В.Л.Гозенбук, И.Б.Кеирим–Маркус. Дозиметрические критерии тяжести острого облучения человека Москва. – Изд–во «Энергоатомиздат», 1988.

9. В.Ф.Авсеенко. Дозиметрические и радиометрические приборы и измерения // Киев. – Изд–во «Урожай», 1990. – 144 с.

10. В.Ф.Баранов. Электронная дозиметрия // Москва. – Изд–во «Атомиздат», 1975.

11. Д.М.Гродзинский, И.Н.Гудков. Защита растений от лучевого поражения // Москва. – Изд–во «Атомиздат», 1973.

12. Д.М.Гродзинский. Естественная радиоактивность растений и почв // Киев. – Изд–во «Наук. Думка», 1970.

13. Д.П.Осанов, И.А.Лихтарев. Дозиметрия излучения инкорпорированных радиоактивных веществ // Москва, 1977.

14. Д.П.Осанов. Дозиметрия и радиационная биофизика кожи // Москва. – Изд–во «Энергоатомиздат», 1983.

15. И.Б.Кеирим–Маркус. Эквидозиметрия // Москва. – Изд–во «Атомиздат», 1980.

16. И.Б.Кеирим–Маркус, А.К.Савинский, О.Н.Чернова. Коэффициент качества ионизирующих излучений // Москва. – Изд–во «Энергоатомиздат», 1992.

17. Ю.Б.Кудряшов, Б.С.Беренфельд. Основы радиационной биофизики // Москва. – Изд–во МГУ, 1982. – 304 с.

18. М.В.Кислов и др. Организация мероприятий по измерению радиационного фона в местах пребывания населения. Методическое пособие // Москва–Новозыбков, 2012. – 38 с.

19. М.И.Балонов. Дозиметрия и нормирование трития // Москва. – Изд-во «Энергоатомиздат», 1983.
20. М.Т.Максимов, Г.О.Оджагов. Радиоактивные загрязнения и их измерение // Москва. – Изд-во Энергоатомиздат, 1989. – 304 с.
21. Н.П.Ильина и др. Специальный практикум по современным методам физических исследований. Лабораторная работа № 1. Сцинтилляционный метод. // Москва. – Изд-во Моск. ун-та, 2004.
22. Н.П.Ильина и др. Специальный практикум по современным методам физических исследований. Сцинтилляционный метод. (Характеристики сцинтилляционного детектора и его использование в качестве гамма-спектрометра) // Москва. – Изд-во Моск. ун-та, 2011.
23. Н.П.Ильина, А.А.Силаев, А.А.Силаев, А.В.Сомиков, Г.П.Кузнецова. Модернизированная экспериментальная установка лабораторной работы «Сцинтилляционный метод» специального практикума по современным методам физических исследований: учебное пособие // Москва. – Изд-во Университетская книга, 2011. – 32 с.: табл., ил.
24. Радиация. Дозы, эффекты, риск (Пер. с англ.) // Москва. – Изд-во «Мир», 1990. – 79 с.
25. С.П.Ярмоненко, А.А.Вайнсон. Радиобиология человека и животных // Москва. – Изд-во «Высш. шк.», 2004. – 549 с.: ил.

26. С.П.Ярмоненко. Радиобиология человека и животных. Учебник // – Москва. – Изд–во «Высшая школа», 1988.

27. Технические средства диагностирования: Справочник (Под общ. ред. В.В.Клюева) // Москва. – Изд–во «Машиностроение», 2005. – 672 с.

28. Ю.Б.Кудряшов, Б.С.Беренфельд. Радиационная биофизика // – Москва. – Изд–во Московского университета, 1979.

29. Ю.Б.Кудряшов. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) // Москва. – Изд–во «ИЗМАТЛИТ», 2003. – 442 с.

30. Ю.Г.Капulyцевич. Количественные закономерности лучевого поражения клеток // Москва. – Изд–во «Атомиздат», 1978.

31. Ю.К.Акимов. Детекторы ядерных излучений на основе пластических сцинтилляторов // ЭЧАЯ, 1994, – Т.25. – №2. – С. 497–542.

#### **Internet saytlari ro'yxati:**

- <http://www.ibrae.ac.ru/russian/chernobyl-3d/nature/Radiation.htm>
- [http://www.chemport.ru/data/chemipedia/article\\_1211.html](http://www.chemport.ru/data/chemipedia/article_1211.html)
- [http://vmede.org/sait/?page=36&id=Medbiofizika\\_fedorov\\_2008&menu=Medbiofizika\\_fedorov\\_2008](http://vmede.org/sait/?page=36&id=Medbiofizika_fedorov_2008&menu=Medbiofizika_fedorov_2008)
- [http://doza.net.ua/pages/ru\\_ref\\_dozim.htm](http://doza.net.ua/pages/ru_ref_dozim.htm)

- [http://www.dozimetrov.net/chto\\_takoe\\_radiaciya\\_i\\_radioaktivnost.php](http://www.dozimetrov.net/chto_takoe_radiaciya_i_radioaktivnost.php)
- [http://www.dozimetrov.net/chem\\_opasna\\_radiaciya\\_dlya\\_cheloveka.php](http://www.dozimetrov.net/chem_opasna_radiaciya_dlya_cheloveka.php)
- [http://www.dozimetrov.net/chto\\_moget\\_bit\\_istochnikom\\_radiacii.php](http://www.dozimetrov.net/chto_moget_bit_istochnikom_radiacii.php)
- [http://www.dozimetrov.net/kakoi\\_uroven\\_radiacii\\_yavlyaetsya\\_bezopasnim.php](http://www.dozimetrov.net/kakoi_uroven_radiacii_yavlyaetsya_bezopasnim.php)
- [http://www.dozimetrov.net/kak\\_zashitit\\_sebya\\_ot\\_radiacii.php](http://www.dozimetrov.net/kak_zashitit_sebya_ot_radiacii.php)
- [http://www.dozimetrov.net/zachem\\_nugny\\_dozimetri.php](http://www.dozimetrov.net/zachem_nugny_dozimetri.php)
- [http://www.dozimetrov.net/chto\\_delat\\_esli\\_vi\\_obnarugili\\_radiacivu.php](http://www.dozimetrov.net/chto_delat_esli_vi_obnarugili_radiacivu.php)
- [http://www.acr.org/SecondaryMainMenuCategories/quality\\_safety/white\\_paper\\_dose.aspx](http://www.acr.org/SecondaryMainMenuCategories/quality_safety/white_paper_dose.aspx)
- [http://www.acr.org/SecondaryMainMenuCategories/quality\\_safety/RadSafety/RadiationSafety/guideline-diagnostic-reference.aspx](http://www.acr.org/SecondaryMainMenuCategories/quality_safety/RadSafety/RadiationSafety/guideline-diagnostic-reference.aspx)



## V bob. IONLASHTIRUVCHI RADIASIYANING BIOLOGIK TA'SIR MEXANIZMI

### V bob. IONLASHTIRUVCHI RADIASIYANING BIOLOGIK TA'SIR MEXANIZMI

- 5.1. Radiatsion nurlanishning biologik ta'siri
  - 5.2. Nisbiy biologik ta'sir effekti
  - 5.3. Biologik organizmlarning radiatsion nurlanish ta'siriga chidamlilik darajasi
  - 5.4. Chegaraviy darajada sezgirlikka ega organlar
  - 5.5. Hujayralarning radiatsion nurlanish ta'siriga sezgirligini baholash
  - 5.6. Radiatsion gormezis
  - 5.7. Radiatsion nurlanishning odam organizmiga umumiy ta'siri
  - 5.8. Nurlanish kasalligi
  - 5.9. Radiatsion sindromlar
  - 5.10. Radiatsion nurlanishning genetik ta'siri
  - 5.11. Radiobiofizikaning asosiy paradoksi
  - 5.12. Ionlashtiruvchi nurlanishning molekulyar ta'sir mexanizmi
  - 5.12.1. Suv radiolizi
  - 5.12.2. DNK – ionlashtiruvchi nurlanishning asosiy *o'zish*mlaridan biri sifatida
  - 5.12.3. Radiatsion nurlanishning oqsil makromolekulariga ta'siri
  - 5.12.4. Lipidlarning radiatsion zararlanishi
- Nazorat uchun savollar  
Foydalanilgan va qo'shimcha o'qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro'yxati



### 5.1. Radiatsion nurlanishning biologik ta'siri

Radiatsion nurlanishning odam organizmiga salbiy ta'siri bo'yicha dastlabki ma'lumot sifatida ehtimol, XVI asrda T.Parasels va G.Agrikol tomonidan foydali qazilma konlari ishchilari o'pkasida g'ayritabiiy kasallik uchrashi qayd qilinishi sanasini ko'rsatib o'tish o'rinli hisoblanishi mumkin.

1897-yilda Udin, Bertelli va Dare tomonidan rentgen nurlanishi ta'sirida 48 ta terining kuyish holatlari qayd qilingan.

1902-yilda esa – Gudman tomonidan odam organizmida rentgen nurlanishi ta'sirida yuzaga kelgan 172 ta kuyish holatlari haqida ma'lumotlar to'plagan. 1902-yilda G.Friben tomonidan V.K.Rentgen kashf qilgan *X-nurlanish* ta'sirida odam organizmida teri

saraton kasalligi rivojlanishi qayd qilingan. 1914-yilda **M.Feygin** tomonidan rentgen nurlanishi ta'sirida yuzaga kelgan 114 ta o'sma (*saraton*) kasalligi haqida ma'lumotlar umumlashtirilgan. Shuningdek, Germaniyada **G.Valxov** va **G.Gizel** tomonidan  $^{226}_{88}\text{Ra}$  izotopining odam organizmida teriga salbiy ta'sir ko'rsatishi o'rganilgan.

Keyinchalik **I.R.Tarxanov**, **V.I.Zarubin**, **E.S.London**, **M.N.Jukovskiy**, **S.V.Goldberg**, **A.I.Pospelov** tomonidan amalga oshirilgan eksperimental tadqiqotlarda radiatsion nurlanishning biologik obyektlar, jumladan odam organizmiga jiddiy salbiy ta'sir ko'rsatishi tasdiqlangan. 1896-yilda Rossiyada **Ivan Romanovich Tarxanov** rentgen nurlanishining hasharotlar va baqa organizmiga ta'sir mexanizmini o'rganish bo'yicha tajribalarni amalga oshirgan.



**Ivan Romanovich (Ramazovich) TARXANOV** (*Gruziya: Tarxan-Mouravi; Knyaz Tarxanishvili*; Gruziya knyazi Tarxanashvili avlodiga mansub; 03.06.1846 – 24.08.1908) – tibbiyot fanlari doktori, Sankt–Peterburg universiteti va Tibbiyot akademiyasida tahsil olgan, 1869-yildan boshlab, Tibbiyot akademiyasida ish boshlagan, 1870-yilda doktorlik dissertatsiyasini himoya qilgan, organlar fiziologiyasi sohasida, shuningdek, radiatsion nurlanishning biologik ta'sirini o'rganish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib borgan<sup>124</sup>.

1925-yilda **Ansel** va **Vintenberger** tomonidan biologik organizmlarga radiatsion nurlanishning ta'siri davomida – *birlamchi radiatsion zararlanish, zararlanish darajasini kuchaytiruvchi omillar, qayta tiklanishni ta'minlovchi omillar* qayd qilingan.

Radiatsion nurlanishning biologik obyektlarga birlamchi ta'sir mexanizmlari **B.N.Tarusov** tomonidan batafsil holatda o'rganilgan. Jumladan, radiatsion nurlanish biologik organizmlarda zanjir tavsifidagi, ya'ni vaqt davomida asta–sekin, ketma–ketlikda yuzaga

<sup>124</sup> Tarxanov, Иван Романович // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/>... Дата обращения: 10.12.2015 г.



keluvchi javob reaksiyalarini shakllantirishi qayd qilingan. 1950-yillarda B.N.Tarusov tomonidan lipidlarning peroksidli oksidlanishi mahsulotlari radiatsion nurlanish ta'sirini kuchaytirishi aniqlangan.

Shuningdek, radiatsion nurlanishning biologik obyektlarga ta'sir mexanizmini eksperimental usulda o'rganish yo'nalishda N.N.Semyonov, N.M.Emmanuel, E.B.Burlakova kabi olimlar ilmiy tadqiqotlar olib borishgan.



*«Tadqiqotchi–biofizik... fizika fani yutuqlarini bilishi, biologiyada fizik va fizik–kimyoviy uslublarni qo‘llay olishi va ular asosida yangi uslublarni ishlab chiqa olishi... jonli hayot hodisalarining asosini tashkil qiluvchi fizik–kimyoviy jarayonlarni tahlil qila olishi talab qilinadi»*

**B.N.Tarusov**

**Boris Nikolaevich TARUSOV** (Rossiya: 07.12.1900–18.09.1977) – biofizik, Rossiya biofizika maktabi shakllanishi va rivojlanishiga katta hissa qo‘shgan pedagog–olim, Moskva davlat universitetida Biofizika kafedrasiga asos solgan, *osmotik anabioz* hodisasini aniqlagan, fizik omillarning biologik obyektlarga ta'sir mexanizmlarini o'rgangan, jumladan elektr tokining tirik to'qimalar orqali o'tish qonuniyatlarini aniqlagan, 1938-yilda «*Birlamchi yallig'lanish reaksiyalari kinetikasi*» mavzusida doktorlik dissertatsi-

yasni himoya qilgan, shuningdek, Radiatsion biofizika laboratoriyasini tashkil qilgan va radiatsion nurlanishning biologik ta'sir mexanizmlarini o'rgangan<sup>125</sup>.

**Prof. V.N.Tarusovning ayrim ilmiy ishlarining ro'uxati:**

1. Б.Н.Тарусов. Основы биологического действия радиоактивных излучений // Москва, 1954.
2. Б.Н.Тарусов. Первичные процессы лучевого поражения // Москва, 1962.
3. Б.Н.Тарусов. Роль липидных систем в механизме канцерогенеза // Труды МОИП. Физико-химические механизмы злокачественного роста. – Москва, 1970. – Т.32. – С.214–218.
4. Б.Н.Тарусов, В.А.Веселовский. Сверхслабые свечения растений и их прикладное значение // Москва, 1978.

Umumiy holatda, radiatsion nurlanishning biologik obyektga ta'siri – **determinatsion va stoxastik ta'sir** turlariga ajratiladi.

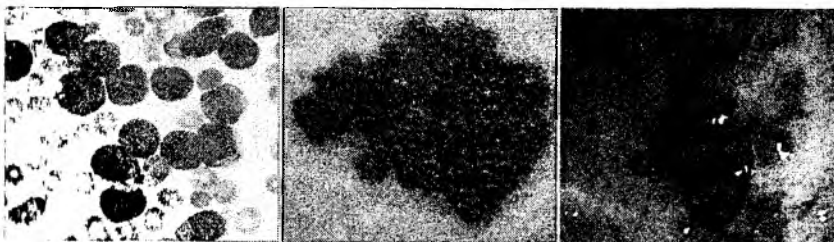
**Determinatsion ta'sir** – bu og'irlik darajasi radiatsion nurlanish dozasi qiymatiga bog'liq holatda belgilanuvchi, shuningdek, pog'ona darajasiga ega bo'lgan tavsifda yuzaga keluvchi va nurlanish kasalligi, dermatit, katarakta, bepushtlik kabi patologik holatlar yuzaga kelishi bilan ifodalanadi.

**Stoxastik ta'sir** – radiatsion nurlanish dozasi pog'ona qiymatiga ega bo'lmagan tavsifda, nurlanishdan keyin ma'lum vaqt davomida rivojlanuvchi o'sma kasalliklari, leykoz va irsiy kasalliklar yuzaga kelishi bilan ifodalanadi.

A

B

D



<sup>125</sup> Тарусов Борис Николаевич // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://nasledie.enip.ras.ru>... Дата обращения: 10.12.2015 г.

**Radiatsion nurlanishning stoxastik ta'siri:** *A.* Leykemiya (qon saratoni); *B.* Oshqozon limfomasi (saratoni); *D.* Melanoma (teri saratoni)<sup>126</sup>.

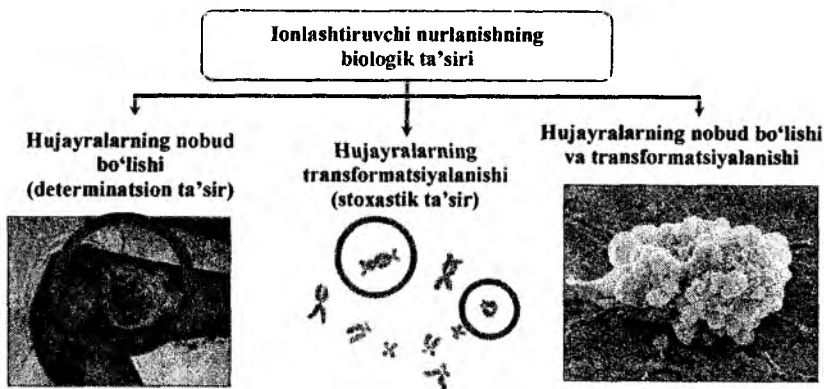
Shuningdek, radiatsion nurlanishning biologik ta'siri oqibatlariga ko'ra, quyidagi 3 ta guruhga ajratiladi<sup>127</sup>:

- ***O'tkir zararlanish*** yuqori dozada radiatsion nurlanish ta'sirida qayd qilinadi. Jumladan, odam organizmida  $\sim 0,5-1$  *Zv* ( $50-100$  *Ber*) radiatsion nurlanish ta'sirida qon tizimida jiddiy buzilishlar yuzaga keladi. Shuningdek,  $\sim 3-5$  *Zv* ( $300-500$  *Ber*) radiatsion nurlanish olgan holatda, suyak iligi funksiyasi buzilishi va qon tarkibida leykotsitlar miqdori keskin kamayishi sharoitida, nurlanish olgan  $\sim 50\%$  odam ***o'tkir nur kasalligi*** oqibatida olamdan o'tishi kuzatiladi.  $\sim 10-50$  *Zv* ( $100-5000$  *Ber*) radiatsion nurlanish ta'sirida, 1-2 haftadan keyin oshqozon-ichak tizimi shilliq qavatida hujayralarning nobud bo'lishi natijasida, qon ketishi oqibatida olamdan o'tish holati qayd qilinadi. 100 *Zv* ( $10\ 000$  *Ber*) radiatsion nurlanish ta'sirida markaziy asab tizimi funksiyasi izdan chiqishi oqibatida odam bir necha soat yoki bir necha kundan keyin olamdan o'tishi kuzatiladi. Shuningdek, rivojlanayotgan va voyaga yetgan odam organizmida bir xil radiatsiya dozasi turli xil ta'sirga ega bo'lishi aniqlangan. Jumladan, o'sayotgan organizmda bo'linish jarayoni jadal amalga oshayotgan hujayralar radiatsion nurlanish ta'sirida nisbatan tez nobud bo'ladi.

- ***Davomiylikda (vaqt o'tishi bilan, asta-sekin) yuzaga keluvchi nurlanish oqibatlari.*** Tajriba hayvonlari ustida amalga oshirilgan tadqiqotlar va shuningdek, Xirosima va Nagasaki (Yaponiya) shaharlarida atom bombasi portlatilishi oqibatlarini tahlil qilish asosida, radiatsion nurlanish nafaqat odam organizmiga **nurlanish kasalligi** shaklida namoyon bo'lishi, balki vaqt o'tishi bilan, ***asta-sekin davomiylikda yuzaga keluvchi oqibatlar*** ko'rinishida ham ifodalanishi kuzatiladi.

<sup>126</sup> А.Д.Доника. Основы радиобиологии. Учебно-методическое пособие // (Министерство здравоохранения и социального развития. Волгоградский государственный медицинский университет. Кафедра Мобилизационной подготовки здравоохранения и медицины катастроф). – Волгоград, 2010. – 177 с.

<sup>127</sup> В.Ф.Антонов, А.В.Коржуев. Физика и биофизика. Курс лекций для студентов медицинских вузов // – Москва. – Издательская группа: «ГЕОТАР-Медиа», 2004. –192 с.: ил.



Radiatsion nurlanish ta'sirida biologik organizm hujayralarida yuzaga keluvchi buzilishlar qaytmas tavsifga ega bo'lib, turli xil kasalliklar, jumladan o'sma kasalliklari kelib chiqishiga sabab bo'ladi. Masalan, radiatsion nurlanish ta'sirida yuzaga kelgan leykoz oqibatida olamdan o'tish muddati o'rtacha 10 yilni tashkil qiladi. Radiatsion nurlanish ta'sirida o'sma kasalliklarining kelib chiqish ehtimolligi darajasi radiatsiya dozasiga bog'liq hisoblanadi. Masalan, 1 Zv (100 Ber) radiatsion nurlanish ta'siriga uchragan har 2 tadan bitta odam organizmida leykoz, 10 tadan bitta odamda qalqonsimon bez o'sma kasalligi, 10 tadan bitta ayolda ko'krak bezi saratoni, shuningdek, har 1000 tadan 5 ta odamda o'pka saratoni kasalligi yuzaga kelishi aniqlangan. Yuqorida keltirilgan ma'lumotlar asosida, qayd qilish mumkinki, voyaga yetgan odam organizmida 0,01 Zv (1 Ber) radiatsion nurlanish ta'sirida o'sma (saraton) kasalligi kelib chiqish ehtimolligi  $2 \times 10^{-4} \dots 3 \times 10^{-4}$  ga teng hisoblanadi.

- **Radiatsion nurlanishning genetik oqibatlari.** Amalga oshirilgan tadqiqotlar natijasida, surunkali tavsifda 1 Zv (100 Ber) radiatsion nurlanish ta'sirida odam organizmi avlodlari davomida (~30 yil davomida) har 1000 ta tug'ilgan chaqaloqdan 2 tasi jiddiy genetik nuqson bilan dunyoga kelishi aniqlangan. Agar, radiatsion nurlanish ta'siri doimiy ravishda, surunkali tarzda qayd qilinsa, u holda genetik mutatsiyalarga uchrash ehtimolligi darajasi ham ortadi.

## 5.2. Nisbiy biologik ta'sir effekti

*Nisbiy biologik ta'sir effekti* – nurlanish dozasining biologik ta'sir effekti qiymatini standart nurlanish dozasi bilan solishtirish asosida olingan qiymat hisoblanadi. Bunda standart nurlanish dozasi sifatida  $\gamma$ -nurlanishdan foydalaniladi:

$$\text{Nisbiy biologik ta'sir effekti} = D_r / D_s$$

## 5.3. Biologik organizmlarning radiatsion nurlanish ta'siriga chidamlilik darajasi

Biologik organizmlar radiatsion nurlanish ta'siriga chidamlilik xususiyati bo'yicha o'zaro farqlanadi. Masalan, radiatsion nurlanish ta'sirida 30 sutka davomida nurlantirilgan hayvonlarning 50% qismi nobud bo'lishi qayd qilinuvchi radiatsiya qiymati – dengiz cho'chqasi uchun – 250 *Rentgen*, it uchun – 335 *Rentgen*, maymun uchun – 600 *Rentgen*, sichqonlar uchun – 550–650 *Rentgen*, ilon uchun – 8000–20000 *Rentgen* ga teng hisoblanadi. Shuningdek, ayrim achitqi turlari 30 000 *Rentgen*, amyoba – 100000 *Rentgen*, infuzoriya – 300000 *Rentgen* radiatsion nurlanish ta'sirida nobud bo'lishi aniqlangan. O'simlik turlari orasida karam o'simligi urug'lari unuvchanligiga 64000 *Rentgen* nurlanish sezilarli salbiy ta'sir ko'rsatmasligi qayd qilingan<sup>128</sup> ...

**Radiatsion nurlanish ta'siriga sezgirlik (radiosezgirlik)** – bu hujayra, to'qima va biologik organizmning ionlashtiruvchi nurlanish ta'siriga ko'rsatuvchi javob reaksiyasining namoyon bo'lish darajasi hisoblanadi. Radiosezgirlik o'lchov birligi sifatida **nurlanish dozasi (Gr)** qiymatidan foydalaniladi.

Radiosezgirlik xossasi **biologik turlarda** va shuningdek, organizmlarda **yakka tartibda** o'zaro farqlanadi.

Turli xil biologik turlarning radiosezgirlik xossasini o'zaro solishtirishda  $LD_{50}$  qiymatidan foydalaniladi.  $LD_{50}$  – radiatsion nurlanish ta'sirida nurlanish olgan organizmlarning 50% qismi nobud bo'lishi qayd qilinuvchi doza hisoblanadi.

<sup>128</sup> Л.П.Жиганова. Радиобиология. Биологическое действие ионизирующих излучений. Радиационное загрязнение биосферы // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.portal-slovo.ru> Дата обращения: 01.11.2015 г.

*Wangiella dermatitidis*, *Cryptococcus neoformans*, *Cladosporium sphaerospermum* mikroskopik zambrug' turlari hujayralarida radiatsion nurlanish ta'sirida biosintez jarayoni faollashishi (*radiostimulyasiya*) qayd qilinadi<sup>129</sup>.

**Ayrim biologik turlarning  $\gamma$ -nurlanish ta'siri sharoitida  $LD_{50}$  qiymati<sup>130,131</sup>**

5.1-jadval

Biologik tur	$LD_{50}$ (Gr)
<i>Micrococcus radiodurens</i>	>2000
O'simlik turlari	10–1500
Hasharot turlari	10–100
Ilon turlari	80–200
Baliq turlari	8–20
Qush turlari	8–20
Sichqon liniyalari	6–15
Kalamush liniyalari	7–9
Quyon	9–10
It	2,5–3
Qo'y	1,5–2,5
Maymun	2,5–6
Odam	2,5–4

Jumladan, A.Eynshteyn kolleji (Angliya) tadqiqotchilari tomonidan atom reaktorlarida hayot kechiruvchi ayrim mikroskopik zambrug' turlari, masalan – *Wangiella dermatitidis* aynan, radiatsion nurlanish energiyasidan biosintez jarayonida foydalanishi mumkinligi taxmin qilingan<sup>132,133</sup>.

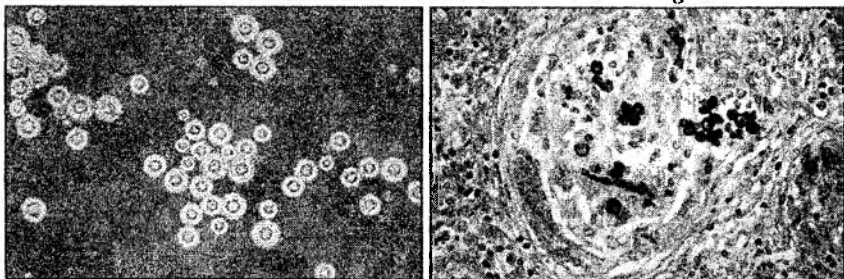
<sup>129</sup> Dadachova E. et al. Ionizing radiation changes the electronic properties of melanin and enhances the growth of melanized fungi // PLoS ONE. – 2006. – V.2(5):e457.

<sup>130</sup> Е.М.Вечканов, В.В.Внуков. Основы радиационной биофизики // Учебное пособие. – Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет». – Ростов-на-Дону, 2009.

<sup>131</sup> Е. А.Галицкий. Радиобиология // Курс лекций. – Гродно. – Изд-во ГрГУ, 2001. – 204 с.

<sup>132</sup> Dadachova E. et al. Ionizing radiation changes the electronic properties of melanin and enhances the growth of melanized fungi // PLoS ONE. – 2006. – V.2(5):e457.

<sup>133</sup> Съдобня радиация // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.dorpech.ru...> Дата обращения: 18.12.2015 г.

*Cryptococcus neoformans*

2002-yilda amalga oshirilgan tadqiqotlar davomida Chernobil atom halokati hududida qurilgan «sarkofag» ichki qismidan yig'ib olingan mikroskopik zambrug'lar tarkibida yuqori samaradorlikka ega bo'lgan antioksidant tizim funktsiya bajarishi aniqlangan<sup>134</sup>.

#### 5.4. Chegaraviy darajada sezgirlikka ega organlar

Organ va to'qimalarning radiosezgirlik xossasini o'rganish davomida 1906-yilda **J.Bergone** va **L.Tribonodo** tomonidan quyidagi qonuniyat aniqlangan:

##### **Bergone–Tribonodo tamoyili:**

*Hujayralar qanchalik darajada tez bo'linsa, mitoz sikli davomiyligi qanchalik uzoq vaqtni o'z ichiga olsa va shuningdek, hujayralar qanchalik darajada kamroq differensiatsiyalangan bo'lsa, demak radiatsion nurlanish ta'siriga shunchalik darajada yuqori sezgirlik xossasini namoyon qiladi* (radiatsion sezgirlik qonuni).

Kam bo'linuvchi va yuqori darajada differensiatsiyalangan hujayralar radiatsion nurlanish ta'siriga nisbatan chidamli bo'lishi qayd qilinadi. Bergone–Tribonodo tamoyili bo'yicha, qon hosil qiluvchi suyak iligi hujayralari, urug'don hujayralari, ichak va teri epiteliy qavati hujayralari radiatsion nurlanish ta'siriga yuqori darajada sezgirlik xossasiga ega hisoblanadi. Shuningdek, miya hujayralari, muskul, jigar buyrak, suyak, tog'ay va pay bog'lamlari

<sup>134</sup> Радиоактивные грибы в саркофаге Чернобыля // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://factika.ru...> Дата обращения: 18.12.2015 г.

hujayralari radiatsion nurlanish ta'siriga nisbatan chidamli hisoblanadi. Qayd qilib o'tish kerakki, limfositlar bo'linish xususiyatiga ega bo'lmasada va yetarlicha darajada differentsiyalangan bo'lsa-da, biroq radiatsion nurlanish ta'siriga yuqori darajada sezgirlik xossasini namoyon qiladi.

**Jan BERGONE (Fransiya: Jean Bergonie; 07.10.1957–1925)** – shifokor, fizioterapevt, radiolog olim, Fransiyada rentgenologiya asoschisi hisoblanadi, biologik organizmlarning ionlashtiruvchi nurlanish ta'siriga sezgirlik xossasini o'rgangan, jumladan **L.Tribondeau** bilan birgalikda, 1906-yilda yuqorida keltirilgan – «*Bergonie–Tribondeau qonuni*»ni kashf qilgan<sup>135</sup>.

**Jan Bergonening ayrim ilmiy ishlarining ro'yxati:**

1. J.Bergonie, L.Tribondeau. De Quelques Resultats de la Radiotherapie et Essai de Fixation d'une Technique Rationnelle // Comptes–Rendus des Séances de l'Académie des Sciences. – 1906. – V.143. – P.983–985.

2. J.Bergonie, L.Tribondeau. Interpretation of Some Results of Radiotherapy and an Attempt at Determining a Logical Technique of Treatment. De Quelques Résultats Fallout 4 de la Radiotherapie et Essai de Fixation d'une Technique Rationnelle // Radiation Research. – 1959. – V.11(4). – P.587–588.

Shuningdek, organizmning radiatsion nurlanish ta'siriga sezgirlik xossasi uning tarkibida to'qimalarning turli xil radionuklidlarga nisbatan javob reaksiyasi ko'rsatish xususiyati bo'yicha o'zaro farqlanishi bilan ham tavsiflanadi. Jumladan, <sup>90</sup>Sr, <sup>226</sup>Ra, <sup>239</sup>Pu, <sup>241</sup>Am, <sup>238</sup>U radioaktiv izotoplari asosan suyak iligi hujayralarida to'planishi aniqlangan<sup>136</sup>.

Biologik organizm ichki muhitiga oshqozon–ichak tizimi orqali (oral), o'pka orqali (ingalyatsion) va teri orqali (transkutan) tushuvchi radionuklidlarning (inkorporatsion radiatsiya) ta'sir mexanizmlari bilan radiotoksikologiya fan sohasi shug'ullanadi. Inkorporatsion radiatsiya sharoitida organizm ichki muhitiga tushgan

<sup>135</sup> Жан Бергонье // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org...> Дата обращения: 18.12.2015 г.

<sup>136</sup> Сорбенты против последствий радиационного излучения // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://arrika-intel.ru> Дата обращения: 08.10.2015 г.



radionuklidlar bir xilda taqsimlanmasligi, ma'lum bir ichki organlarda yig'ilishi va hatto, organizmning butun hayoti davomida salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkinligi qayd qilinadi. Jumladan,  $^{90}_{38}\text{Sr}$ ,  $^{226}_{88}\text{Ra}$  radioaktiv izotoplari odam organizmida sklet organlari tarkibida yig'ilishi, shuningdek,  $^{137}_{55}\text{Cs}$ ,  $^{232}_{90}\text{Th}$  radioaktiv izotoplari ichki organlar endoteliy qavati hujayralarida yig'ilishi,  $^{40}_{19}\text{K}$ ,  $^{132}_{55}\text{Cs}$ ,  $^{210}_{84}\text{Po}$  radioaktiv izotoplari esa – turli xil ichki organlarda, ya'ni diffuzion tavsifda taqsimlanishi qayd qilinadi.

### Ayrim organ va to'qimalarning radiatsion nurlanish ta'siriga sezgirlik darajasi<sup>137</sup>

5.2-jadval

Organ yoki to'qima	Doza (Gr)
Teri	10
Urug'don	0,5–1
Tuxumdon	2,6–6
Ko'rish organlari	3–6
Ovqat hazm qilish tizimi organlari	1–3
Jigar	15–19
Yurak qon–tomir tizimi organlari	3–4
Nafas olish organlari	20
Muskullar	60–500...1000
Ayirish organlari	13

Ayniqsa, odam organizmida radionuklidlar – qalqonsimon bez, jigar, ichak, buyrak, sklet, muskullar tarkibida yuqori konsentratsiyada to'planishi aniqlangan.

### 5.5. Hujayralarning radiatsion nurlanish ta'siriga sezgirligini baholash

**Hayotchanlik egri chizig'i.** 1965-yilda G.Pak va P.Markus tomonidan *HeLa* hujayralar kulturasida radiatsion nurlanish ta'sirida

<sup>137</sup> E.M.Вечканов, В.В.Внуков. Основы радиационной биофизики // Учебное пособие. – Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет». – Ростов-на-Дону. 2009.

*in vitro* sharoitida hujayralarning hayotchanlik xususiyatini baholash uslubi ishlab chiqilgan. Bunda Petri chashkasida qattiq ozuqa muhitiga «*ekilgan*» hujayralar kulturasi turli xil doza qiymatidagi radiatsion nurlanish bilan ishlov beriladi, keyin esa – ma'lum vaqt davomida hosil bo'lgan hujayralar koloniyasi asosida hujayralarning *radiatsion nurlanish ta'siriga chidamliligi* yoki *hayotchanlik ko'rsatkichi* qiymati baholanadi<sup>138</sup>.

1961-yilda J.Till va E.Mak–Kulox tomonidan *in vivo* sharoitida (tirik organizmda) radiatsion nurlanish ta'sirida hujayralarning hayotchanlik xususiyatini baholash uslubi ishlab chiqilgan. Bunda radiatsion nurlanish dozasi bilan ishlov berilgan sichqon vena qon tomiri orqali suyak iligi, jigar yoki taloq hujayralari in'eksiya qilinadi va ma'lum vaqt (1 hafta) o'tganidan keyin, sichqon organizmida tashqaridan kiritilgan hujayralarning hosil qilgan koloniyalari soni hisoblanadi va hujayralarning *proliferatsion* yoki *klonogen* xususiyati baholanadi.

Yuqorida keltirilgan usullar asosida olingan natijalar bo'yicha – hujayralarning *hayotchanlik egri chizig'i* chiziladi.

Shuningdek, hozirgi vaqtda ishlab chiqilgan *in vitro* sharoitida hujayra va to'qimalar kulturalarni o'stirish usullari har qanday mikroorganizm yoki ko'p hujayrali organizmlar hujayralarining radiatsion nurlanish ta'siriga chidamlilik xususiyatini baholash imkonini beradi.

Biologik organizmning nurlanish dozasi nobud bo'lishi – ushbu hodisaning yuz berish ehtimolligi darajasi bilan belgilanadi va *Puasson tenglamasi* bilan ifodalanadi<sup>139</sup>:

$$\frac{y}{y_0} = 1 - e^{-\alpha D} \left( 1 + \alpha D + \frac{(\alpha D)^2}{2} + \dots + \frac{(\alpha D)^{n-1}}{(n-1)!} \right)$$

Bu yerda:  $\alpha$  – radiatsion nurlanish dozasi ta'sirida yuzaga keluvchi ionizatsiya jarayoni biologik organizmning nobud bo'lishiga olib kelish ehtimolligi;  $D$  – nurlanish dozasi;  $\frac{y}{y_0}$  – nobud bo'lgan

<sup>138</sup> Лекции по радиобиологии // [Электрон ресурс]. Режим доступа: [www.studfiles.ru/preview/4120673/](http://www.studfiles.ru/preview/4120673/) Дата обращения: 08.12.2015 г.

<sup>139</sup> Б.Н.Тарусов. Основы биологического действия радиоактивных излучений // Москва. – Гос. изд-во Медицинской литературы «МЕДГИЗ», 1955. – 139 с.

organizmlarning nurlanish olgan organizmlar umumiy soniga nisbatini ifodalaydi.

## 5.6. Radiatsion gormezis

*Radiatsion gormezis* tushunchasi (grek tilida *hórmēsis* – tezlikda harakatlanish, intilish degan ma’noni anglatadi) 1980-yilda T.D.Lakki tomonidan fanga kiritilgan bo‘lib, ultra kichik doza qiymatidagi radiatsion nurlanishning foydali ta’sirini ifodalaydi. Bunda radiatsion gormezis mexanizmi organizmda immun tizimini kuchaytiruvchi, DNK reparatsiyasi, genlar faollashishi, oqsillar biosintezi kuchayishi asosida amalga oshishi qayd qilingan<sup>140,141</sup>.

## 5.7. Radiatsion nurlanishning odam organizmiga umumiy ta’siri

Shifokor–jarroh S.B.Goldberg (Rossiya) radiatsion nurlanishning biologik ta’sirini tavsiflash uchun 75 mg radiy bromid ( $RaBr_2$ ) tuzini tanasining yelka sohasiga ~3 soat davomida bog‘lab qo‘ygan va radioaktiv modda olib tashlangandan keyin teri sohasida qizg‘ish tusli dog‘ hosil bo‘lganligi, 2 kundan keyin nekroz jarayoni boshlanganligi, 14 kundan keyin esa – yiringli yara hosil bo‘lishini qayd qilgan.

1902-yilda radiatsion nurlanish ta’sirida teri o‘sma kasalligi kelib chiqishi aniqlangan, shuningdek, odam organizmida to‘qima va organlarning nurlanish ta’sirida keskin o‘zgarishi va o‘limga olib kelishi mumkinligi qayd qilingan.

Radiatsion nurlanish ta’sirida odam organizmida – o‘tkir va surunkali nurlanish kasalligi, katarakta, leykoz, anemiya, limfoma, mieloma, qalqonsimon bez saratoni, nafas olish tizimi organlari o‘sma kasalliklari, oshqozon–ichak saratoni, siydik pufagi saratoni, ko‘krak bezi saratoni, tuxumdon va urug‘don saratoni, teri saratoni, suyak saratoni, miya o‘smasi va boshqa onkologik kasalliklar kelib chiqishi qayd qilingan<sup>142</sup>.

<sup>140</sup> Гормезис // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>.. Дата обращения: 08.10.2015 г.

<sup>141</sup> А.М.Кузин Проблема малых доз и идеи гормезиса в радиобиологии // Радиобиология. – 1991. – Т. 31, – Вып. 1. – С. 16–21.

<sup>142</sup> А.В.Яблоков. Миф о безопасности малых доз радиации: Атомная мифология // Москва. – Изд-во Центр экологической политики России, ООО «Проект-Ф», 2002. – 145 с.: ил.

Shuningdek, radiatsiya ta'sirida ma'lum vaqt o'tganidan keyin yuzaga keluvchi patologik holatlar – jumladan, *jinsiy tizim funksiyasi buzilishi, katarakta, genetik o'zgarishlar* qayd qilinadi.

### Odam organizmiga radiatsion nurlanishning ta'siri

5.3–jadval

Yutilgan radiatsiya dozasi (Rad)	Ta'sir darajasi
O'limga olib keluvchi doza: 10 000 Rad (100 Gr)	Markaziy asab tizimi funksiyasi buzilishi oqibatida o'lim holati yuz beradi
1000–5000 Rad (10–50 Gr)	Ichki organlarda (oshqozon–ichak tizimida) qon ketishi oqibatida, 1–2 haftadan keyin o'lim holati yuz beradi
300–500 Rad (3–5 Gr)	Suyak iligi funksiyasi buzilishi oqibatida, nurlanish olgan 50% kishida 1–2 oydan keyin o'lim holati qayd qilinadi
150–200 Rad (1,5–2 Gr)	Birlamchi nurlanish kasalligi belgilari yuzaga keladi
100 Rad (1 Gr)	Bepushtlikka olib keladi
25 Rad (0,25 Gr)	Favqulotda darajada xavfli doza
10 Rad (0,1 Gr)	Gen darajasidagi mutatsiyalar
Yiliga 2 Rad (0,02 Gr)	«A» toifasiga kiritiluvchi, ya'ni bevosita radiatsion nurlanish obyektlarida ishlovchi ishchi–xodimlar uchun chegaraviy ruxsat etilgan doza
Yiliga 0,2 Rad (0,002 Gr) (200 milliRad)	«B» toifasiga kiritiluvchi, ya'ni ishlab chiqarish obyektlarida radiatsion nurlanish ta'siri ehtimolligi mavjud sharoitda ishlovchi ishchi–xodimlar uchun chegaraviy ruxsat etilgan doza
Yiliga 0,1 Rad (0,001 Gr)	«B» toifasiga kiritiluvchi, ya'ni barcha aholi uchun chegaraviy ruxsat etilgan doza

Yiliga (0,1–0,2 rad)	Yil davomida tabiiy (kosmik va tabiiy) radiatsion fon ta'siri
Yiliga 3 Rad	Stomatologik rentgenografiya
Yiliga 30 Rad	Oshqozon–ichak tizimi rentgenoskopiyasi
1 mikroRad	Kineskopli televizor ekranida bitta xokkey musobaqasini ko'rish davomida
84 mikroRad/soat	Samolyotda 8 km balandlikda uchish davomida

Radiatsion nurlanish ta'sirida odam organizmida quyidagi ta'sir effektlari yuzaga keladi:

**I. Somatik ta'sir effekti:**

- *Nurlanish kasalligi;*
- *Leykoz;*
- *O'sma kasalliklari.*

**II. Genetik ta'sir effekti:**

- *Gen mutatsiyalari;*
- *Xromosoma abberatsiyasi.*

Radiatsion nurlanish ta'sirida yuzaga kelgan nekroz

Radiatsion fibroz



O'tkir nurlanish ta'sirida yuzaga kelgan yara

Odam organizmi uchun qisqa muddat davomida ~400–500 Ber radiatsion nurlanish olish o'lim holatiga olib kelishi qayd qilinadi.

Radiatsion nurlanish ta'sirida o'sma (*saraton*) kasalligi kelib chiqish ehtimolligi darajasi yuqori hisoblanadi (5.4–jadval).

**1945-yil Xirosima va Nagasaki shaharlariga atom bombasi tashlanganidan keyin o'sma kasalliklarining rivojlanish davri**  
[Edward, 1998]<sup>143</sup>

5.4-jadval

<b>O'sma kasalligi turlari</b>	<b>Radiatsion nurlanish olgandan keyin, rivojlanish davri davomiyligi</b>
Leykemiya (qon o'sma kasalligi)	5 yildan keyin
Qalqonsimon bez o'smasi	10 yildan keyin
Ko'krak bezi va o'pka saratoni	20 yildan keyin
Oshqozon, teri, ichak saratoni	30 yildan keyin

Radiatsion nurlanishdan keyin o'sma kasalliklarining barcha shakllari ~50–60 yil davomida to'liq namoyon bo'lishi qayd qilinadi. Radiatsion nurlanishning ma'lum muddatdan keyin yuzaga keluvchi ta'siri odam organizmida deyarli barcha organlarda (ko'pgina holatlarda suyak, qon, tuxumdon, oshqozon–ichak, qalqonsimon bezda) o'sma kasalliklari kelib chiqishi, genetik mutatsiyalar, turli xil kasalliklarga chalinishga moyillik darajasi ortishi (immunitet tizimi barqarorligi keskin susayishi), bepushtlik, muddatidan oldin qarish jarayoni tezlashishi, ruhiy–asab tizimi, aqliy rivojlanishning orqada qolishi kabi holatlar bilan ifodalanadi.

Shuningdek, radiatsiya nurlanishi ta'sirida odam organizmida oshqozon–ichak tizimi, markaziy asab tizimi, qon tizimi funksiyasida jiddiy buzilishlar kelib chiqadi.

<sup>143</sup> А.В. Яблоков. Миф о безопасности малых доз радиации: Атомная мифология // Москва. – Изд-во Центр экологической политики России, ООО «Проект-Ф», 2002. – 145 с.: ил.



## 5.8. Nurlanish kasalligi

*Nurlanish kasalligi* – odam organizmiga belgilangan, ruxsat etilgan me'yoriy dozadan yuqori radiatsion nurlanish ta'sir ko'rsatishi natijasida yuzaga keluvchi, o'ziga xos kasallik belgilariga ega bo'lgan patologik holat hisoblanadi. Umumiy holatda nurlanish kasalligi organizmda qon hosil qiluvchi organlar, asab tizimi, oshqozon–ichak tizimi funksiyasi izdan chiqishi bilan tavsiflanadi.

Radiatsion nurlanish dozasiga bog'liq holatda **o'tkir nurlanish kasalligi** va **surunkali nurlanish kasalligi** o'zaro farqlanadi<sup>144</sup>.

*O'tkir nurlanish kasalligi* – qisqa vaqt davomida 1 Gr (100 Rad) qiymatdan yuqori bo'lgan radiatsiya nurlanishi ta'sirida yuzaga keluvchi patologik holat hisoblanib, **radiatsion toksemiya** (radio-toksinlar va suv molekulasini radiolizi mahsulotlarining organizmga salbiy ta'siri), **sitostatik effekt** (o'zak hujayralarning bo'linish xossasi yo'qolishi), **radiatsion kapillyarit**, **funksional buzilishlar**, **skleroz**, **malignizatsiya** (radiatsiyaning onkomutagen ta'siri) rivojlanishi bilan tavsiflanadi.

<sup>144</sup> Радиационное облучение – не застрахован никто // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://simptom.org>  
Дата обращения: 18.12.2015 г.





**Grigoriy Davidovich BAYSOGOLOV (Rossiya: 07.06.1921–14.09.2003)** – tibbiyot fanlari doktori, professor, shifokor–radiobiolog olim, Sobiq Ittifoqda radiatsion tibbiyot sohasining asoschilaridan biri hisoblanadi, shuningdek, Chelyabinsk hududida Biofizika instituti filialining tashkil qilinishida asoschilardan biri hisoblanadi. G.D.Baysogolov A.K.Guskova bilan birgalikda,

o‘tkir va surunkali radiatsion nurlanish kasalligi va uni davolash mexanizmlarini va shuningdek, ionlashtiruvchi radiatsiyaning odam organizmiga ta’sir oqibatlarini o‘rgangan<sup>145</sup>.

O‘tkir nur kasalligi nurlanish dozasi qiymatiga bog‘liq holatda quyidagi turlarga tasniflanadi: suyak iligi funksiyasi izdan chiqishi (1–6 *Gr*), o‘tish shakli (6–10 *Gr*), ichak tizimi funksiyasi izdan chiqishi (10–20 *Gr*), toksemik shakl (20–80 *Gr*), serebral shakl (80–120 *Gr*). Shuningdek, 120 *Gr* dan yuqori radiatsiya nurlanishi ta’sirida o‘tkir nurlanish kasalligi odam organizmida bevosita o‘limga olib keladi.



© <http://Sirofain.org>



<sup>145</sup> Байсоголов, Григорий Давидович // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org...> Дата обращения: 18.12.2015 г.



Suyak iligi funksiyasi izdan chiqishi bilan bog'liq o'tkir nurlanish kasalligi shakli – *boshlang'ich davr* (birlamchi javob reaksiyasi), *yashirin davr*, *kuchayish davri* va *qayta tiklanish* yoki *tuzalish davri* bosqichlariga ajratiladi. O'tkir nurlanish kasalligi boshlang'ich davrida *laringit*, *faringit*, *enterokolit*, *bronxit*, *kon'yunktivit* kasalliklari rivojlanadi.

Radiatsion nurlanish ta'siriga chegaraviy darajada ta'sirchan organlarda morfologik o'zgarishlar yuzaga keladi. Jumladan, qalqonsimon bez hujayralarida –  $^{131}_{55}I$ , miokard, buyrak va jigar hujayralarida –  $^{137}_{55}Cs$ , suyak iligi hujayralarida –  $^{90}_{38}Sr$ ,  $^{239}_{94}Pu$  radioaktiv izotoplari to'planishi aniqlangan. O'tkir nurlanish kasalligi ta'sirida o'sma kasalligi kelib chiqish davri 10–25 yilni tashkil qiladi<sup>146</sup>.

**Surunkali nurlanish kasalligi** – uzoq vaqt davomida 1 Gr atrofidagi radiatsion nurlanish ta'sirida bo'lish natijasida kelib chiqadi<sup>147</sup>.

## 5.9. Radiatsion sindromlar

1940-yillarda amalga oshirilgan tadqiqotlarda **B.Raevskiy** va **G.Kvastler** tomonidan radiatsion nurlanish dozasi qiymati oshirilishiga qaramasdan, ma'lum bir aniq diapazonda tajriba hayvonlarining radiatsion nurlanish ta'sirida o'rtacha nobud bo'lish muddati qiymati deyarli o'zgarماسligi aniqlangan. Bunda sichqonlar ustida o'tkazilgan tajribalarda radiatsion nurlanish dozasi bog'liq o'rtacha yashash davri davomiyligi qiymati egri chizig'ida 3 ta sohani yaqqol qayd qilish mumkinligi kuzatilgan va ushbu asosda, quyidagi radiatsion sindromlar ajratib ko'rsatiladi:

1. **Suyak iligi (*qon hosil bo'lishi tizimi*) radiatsion sindromi;**
2. **Oshqozon–ichak tizimi radiatsion sindromi;**
3. **Serebral (*bosh miya*) radiatsion sindromi.**

Bunday ko'rinishda radiatsion nurlanish ta'sirida pag'onasimon tarzda nobud bo'lish – bevosita, sut emizuvchilar organizmida radiatsion nurlanish ta'sirida funksional jihatdan ishdan chiquvchi «*chegaraviy darajada*» sezgir organlar (*critical organs*) va tizimlar

<sup>146</sup> Острая лучевая болезнь // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org...> Дата обращения: 18.12.2015 г.

<sup>147</sup> Радиационное облучение – не застрахован никто // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://symptom.org> Дата обращения: 18.12.2015 г.

mavjudligi bilan izohlaniladi. Ya'ni, radiatsion nurlanish dozasi diapazonining ma'lum bir sohalarida yuqori darajada sezgirlikka ega organlar mavjudligi qayd qilinadi.

Masalan, 10 Gr atrofidagi radiatsion nurlanish ta'siri sharoitida organizmda *suyak iligi* (qon hosil bo'lishi tizimi) *radiatsion sindromi* yuzaga keladi. Bunda periferik qon tizimida qonning shaklli elementlari ishlab chiqarilishi susayishi, 4–20 sutka davomida suyak iligi hujayralarining halokatli tarzda, morfo–funktional jihatdan keskin izdan chiqishi qayd qilinadi. Dastlabki bosqichlarda *granulositopeniya*, keyin esa – *trombositopeniya* jarayoni avj oladi; radiatsion sindromning so'nggi bosqichida *gemorragiya* kuchayadi va turli xil infeksiyalar ta'sirida organizmning nobud bo'lish ehtimolligi darajasi ortadi.

*Oshqozon–ichak tizimi radiatsion sindromi* – radiatsion nurlanish ta'sirida sut emizuvchilarda oshqozon–ichak tizimida epiteliy hujayralari funksiyasining izdan chiqishi bilan boshlanadi, o'z navbatida hujayralarda apoptoz dasturi ishga tushadi, qon tomirlar funksiyasi buziladi, ichak tizimi epiteliy hujayralari membranasi orqali tuz eritmalari so'rilishi muvozanati keskin izdan chiqadi, infeksiyon zararlantirish darajasi ortadi.

*Serebral (bosh miya) radiatsion sindrom* – yuqorida keltirilgan ikkita turdagi radiatsion sindromlardan keskin farq qiladi, chunki bosh miya asab hujayralari yuqori darajada differensiallashgan hujayralar hisoblanadi. Serebral (*bosh miya*) radiatsion sindromi nisbatan yuqori qiymatdagi nurlanish dozasi ta'sirida yuzaga keladi, bu sindromning ko'pgina simptomlari o'rganilgan bo'lsa-da, molekulyar mexanizmlari batafsil holatda qayd qilinmagan.

## 5.10. Radiatsion nurlanishning genetik ta'siri

1910-yilda M.I.Nemenov tomonidan radiatsion nurlanish ta'sirida organizmda immun tizimi, jinsiy tizim funksiyasi, embriogenez jarayoni jiddiy izdan chiqishi va muddatidan oldin qarshi jarayoni kuchayishi aniqlangan.

Radiatsion nurlanish ta'sirida ta'sirida tajriba hayvonlarida DNK makromolekulalarida yuzaga keluvchi buzilishlar natijasida, xromosoma darajasidagi mutatsiyalar yuzaga kelish ehtimolligi darajasi

keskin ortishi qayd qilingan. Jumladan, me'yoriy holatda DNK makromolekulasida turli xil omillar ta'sirida yuzaga keluvchi struktura tuzilishiga oid buzilishlarni qayta tiklashga qaratilgan – reperatsiya mexanizmining faolligi susayishi aniqlangan.



**Vladimir Ivanovich KOROGODIN** – biologiya fanlari doktori, professor (1970), prof. B.N.Tarusov tavsiyasi bilan, ionlashtiruvchi nurlanishning tirik hujayralarga ta'sir mexanizmini o'rganish yo'nalishida ilmiy tadqiqotlar olib borgan. Jumladan, achitqilar hujayralarida radiatsion nurlanish ta'siridan keyin, qayta tiklanish mexanizmi amalga oshishini aniqlagan va bu mexanizm N.V.Luchnik, T.Alper, R.F.Kimbol tomonidan tasdiqlangan. Shuningdek, V.I.Korogodin mashhur radiobiofizik olim N.V.Timofeev–Resovskiy bilan hamkorlikda ilmiy tadqiqotlar olib borgan, 1960-yillarda radiatsion mutagenез jarayonining DNK va gen darajasida amalga oshuvchi mexanizmini o'rgangan. V.I.Korogodin Xalqaro radioekologlar jamiyatining a'zosi hisoblangan.

1925–1927 yillarda G.A.Nadson va G.S.Filippov tomonidan achitqi hujayralarida va shuningdek, keyinchalik H.J.Muller tomonidan drozofila pashshasi (*Drosophila* Fallen, 1823) ustida o'tkazilgan tajribalar natijasida, radiatsion nurlanish biologik organizm genomi strukturasi mutatsiyalarni keltirib chiqarishi va hatto, bu genetik o'zgarishlarning avlodlarga uzatilishi (irsiylanishi) qayd qilingan<sup>148</sup>. 1960-yillarda radiatsion nurlanishning DNK darajasiga ta'sir mexanizmlari aniqlangan.

**Georgiy Adamovich NADSON** (Kiev: 23.05 (04.06)1867–15.04.1939) – akademik, genetik, botanik, mikrobiolog olim, radiatsion mutagenез mexanizmini o'rgangan, 1925-yilda zambrug'lar hujayrasida ionlashtiruvchi nurlanish ta'sirida mutatsiya yuzaga kelishini qayd qilgan<sup>149</sup>.

<sup>148</sup> Г.Е.Труфанов и др. Лучевая терапия // Учебник. – Москва. – Изд-во «ГЕОТАР-Медиа», 2012. – 208 с.: ил.  
<sup>149</sup> Надсон, Георгий Адамович // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org...> Дата обращения: 18.12.2015 г.

V.P.Skulachev tomonidan favqulotda vaziyatda, jumladan radiatsion zararlanish darajasi ortishi sharoitida, umumiy biologik tizimning barqaror holatdagi mavjudligini saqlab qolish uchun xavfli hisoblangan hujayra va organlarning o‘z-o‘zini yo‘q qilish dasturi ishga tushishini tushintirib beruvchi biologik qonun (*apoptoz, mitoptoz, organoptoz*) ishlab chiqilgan.

### 5.11. Radiobiofizikaning asosiy paradoksi

**Paradoks** yoki *paradox* (grek tilida *παράδοξος* – kutilmagan, g‘ayritabiiy holat degan ma’noni anglatadi) – haqiqiy mavjud bo‘lgan, biroq mantiqiy jihatdan izohlash qiyin bo‘lgan jarayon, hodisa va holatlar hisoblanadi.

Radiobiofizikada asosiy paradoks N.Timofeev–Resovskiy tomonidan ishlab chiqilgan bo‘lib – *ionlashtiruvchi nurlanish juda kichik aivmatdagi vutilish energiyasi qavd qilinishi sharoitida katta aivmatdagi biologik ta’sir effektini yuzaga keltirishi* bilan ifodalanadi.

Demak, radiobiofizikada asosiy paradoks – *arzimagan radiatsion nurlanish dozasining ulkan aivmatdagi biologik ta’sir effektini yuzaga keltirib chiqarishi* hisoblanadi. Bu radiobiofizik paradoksini izohlashda bir qator gipotezalar ishlab chiqilgan:

1. Nuqtaviy tavsifga ega issiqlik nazariyasi 1922-yilda F.Dessauer tomonidan ishlab chiqilgan bo‘lib, radiobiofizikada asosiy paradoks quyidagi keltirilgan holatlar asosida tushuntiriladi:

- Ionlashtiruvchi nurlanishning boshqa nurlanish turlariga nisbatan juda kichik hajmiy zichlikka ega;
- Ionlashtiruvchi nurlanish har qanday kimyoviy bog‘lar energiyasiga nisbatan juda katta energiyaga ega;
- Radiatsion nurlanish oluvchi biologik obyekt tarkibi nisbatan hayot uchun muhim ahamiyatga ega bo‘lgan, mikro o‘lchamdagi strukturalardan tashkil topgan;
- Biologik obyektida mikro o‘lchamdagi sohalar tomonidan yutilgan radiatsion nurlanish energiyasi mikro sohalar bo‘ylab katta qiymatda harorat o‘zgarishlarini yuzaga keltiradi.



*«Haqiqiy olim yomon inson bo'lishi va aksincha bo'lishi mumkin emas...»*

**Prof. N.V. Timofeev-Resovskiy**

**Nikolay Vladimirovich Timofeev-Resovskiy** (07.09.1900–28.03.1981) – uning yoshlik davri Rossiyada *«inqilob»* davriga to'g'ri kelgan, 1925-yildan boshlab, K.Vilgelm nomidagi jamiyatning miya tuzilishi va funksiyasini o'rganuvchi institutida (Germaniya) ish boshlaydi va Genetika va biofizika bo'limiga rahbarlik qiladi. 1945-yilda Rossiyaga qaytadi, 1947-yilda harbiy maqsadda tashkil qilingan, Biofizika laboratoriyasiga (Rossiya) mudir sifatida ishga qabul qilinadi. 1955-yildan Biologiya institutining Biofizika bo'limiga rahbarlik qiladi, 1964–1969 yillar davomida Tibbiy radiobiologiya institutining Radiobiologiya va genetika bo'limini boshqaradi, radiobiofizika, mikroevolyutsiya, genetika, evolyutsiya nazariyasi bilan shug'ullanadi, shuningdek, molekulyar biologiya sohasida genlarning fizik tabiatini o'rganadi. Professor N.V. Timofeev-Resovskiyning ilm-fanga qo'shgan hissasini e'tiborga olib, YuNESKO tomonidan 2000-yil *«Timofeev-Resovskiy yili»* deb e'lon qilingan.

**Prof. N.V.Timofeev–Resovskiyning ayrim ilmiy ishlarining ro‘yxati**<sup>150</sup>:

1. Н.В.Тимофеев–Ресовский и др. Введение в молекулярную радиобиологию // – Москва. – Изд-во «Медицина», 1981.

2. Н.В.Тимофеев–Ресовский. Генетика, эволюция, значение методологии в естествознании: Лекции, прочит. в Свердловске в 1964 г. // Екатеринбург. – Изд-во «Токмас–Пресс», 2009. – 239 с.

3. Н.В.Тимофеев–Ресовский и др. Очерк учения о популяции // – Москва, 1973. – 277 с.

4. Н.В.Тимофеев–Ресовский. Избранные труды: Генетика. Эволюция. Биосфера // Москва. – Изд-во «Медицина», 1996. – 479 с.

5. Н.В.Тимофеев–Ресовский. Применение принципа попадания в радиобиологии // Москва, 1968.

6. M.Delbruck, N.W.Timofeeff–Resovsky. Cosmic Rays and the Origin of Species // Nature. – 1936. – V.137. – P.358–359.

7. N.W.Timofeeff–Resovsky, K.G.Zimmer. Biophysik. Band I: Das Trefferprinzip in der Biologie // Leipzig: Hirzel, 1947.

8. N.V.Timofeev–Resovskij Le mecanisme des mutations et la structure du gene // Paris: Hermann, 1939.

Ko‘pincha vaziyatlarda ilm–fan sohasi vakillari ham hayotda «biologik individ» sifatidagi g‘alamis kimsalar qarshiligi sharoitida faoliyat olib borishiga to‘g‘ri keladi va bunday vaziyatda inson albatta, biologik «hayot uchun kurash» qonuniga amal qilib yashashga intiladi... Shunday hayot tarzi, ilm–fan sohasida sezilarli iz qoldirishga muvassar bo‘lgan inson – Rossiya biofizika maktabi vakillaridan biri, N.V.Timofeev–Resovskiy hayotini ham chetlab o‘tmagan... N.V.Timofeev–Resovskiy ilm–fanda «ahamiyatga ega holatlarni ahamiyatsiz holatlardan farqlash» tarafdori sifatida, ilm–

<sup>150</sup> К 110–летию со дня рождения Н.В.Тимофеева–Ресовского // [Электрон ресурс]. –Режим доступа: <http://www.prometeus.nsc.ru> Дата обращения: 08.10.2015 г.

fanda «*bo'lmag'ur*» fikrlar va g'oyalar bilan safsata sotuvchi ilm «*daholari*» mutlaqo, ortiqcha ovsarlar hisoblanishini ta'kidlaydi<sup>151</sup>...

Shunday qilib, «*nuqta tavsifidagi issiqlik*» hujayrada hayotiy jihatdan muhim ahamiyatga ega bo'lgan mikro sohalarga ta'sir ko'rsatishi mumkin va o'z navbatida, radiatsion nurlanishning biologik ta'sir effekti oqibatlarini qiymati kattalashadi.

2. «*Nishon*» nazariyasi – radiatsion nurlanish hujayra va molekulyar darajada, aynan nishon sifatidagi mikro sohalarga bo'ylab ionizatsiyani yuzaga keltiradi va o'z navbatida, nishon sohalarga ionlashtiruvchi nurlanishning tegish ehtimolligi darajasi nurlanish dozasi qiymatiga to'g'ri proporsional hisoblanadi.

3. Stoxastik (*ehtimollik asosidagi*) nazariya – radiatsion nurlanishning hujayraga ta'siri ehtimollik asosida amalga oshadi. Bunda «*doza–effekt*» tipidagi bog'liqlik nafaqat radiatsion nurlanishning nishon–strukturalarga ta'sir ko'rsatishiga bog'liq hisoblanadi, balki biologik obyektning dinamik tizim sifatidagi xossalari bilan ham belgilanadi.

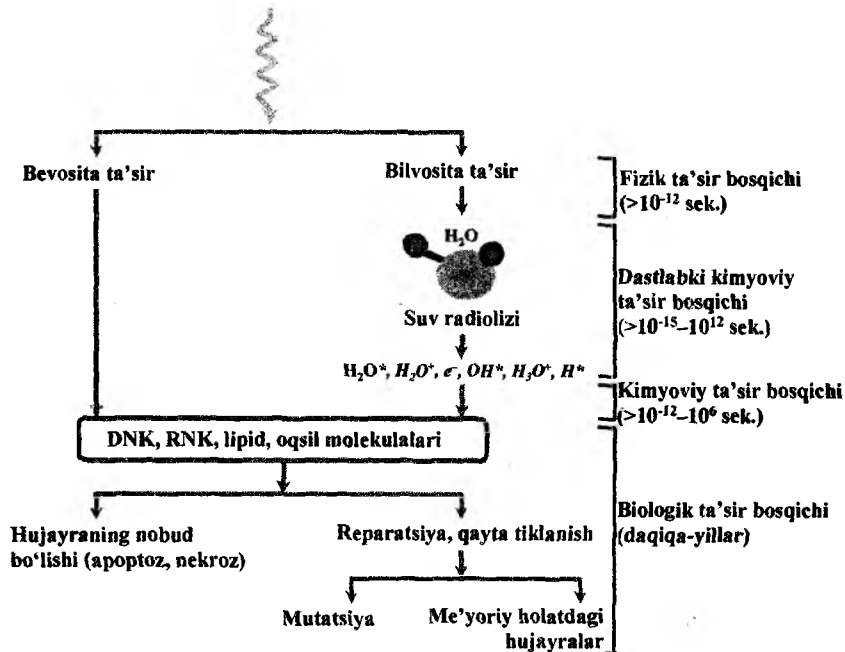
4. Kommunal yoki abskopal (*abskopal*) effekt («*guvoh*» effekti) – bu radiatsion nurlanish ta'sir ko'rsatuvchi zonadan tashqarida joylashgan, biroq bu zona bilan bevosita tegish sohalariga ega bo'lgan hujayralarning zararlanish mexanizmini tushintirib beradi.

## 5.12. Ionlashtiruvchi nurlanishning molekulyar ta'sir mexanizmi

Ionlashtiruvchi nurlanish biologik organizm to'qima hujayralari strukturasi tashkil qiluvchi moddaga bevosita va bilvosita ta'sir mexanizmi asosida ta'sir ko'rsatadi.

Ionlashtiruvchi nurlanish ta'sirida suv radiolizi bevosita ta'sir ko'rsatishga misol bo'ladi. Suv radiolizi natijasida hosil bo'lgan erkin radikallarning biologik makromolekulalarga ta'siri esa – ionlashtiruvchi nurlanishning bilvosita ta'sir mexanizmini ifodalaydi.

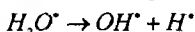
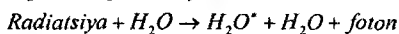
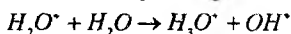
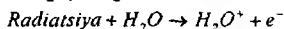
<sup>151</sup> Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/rus/journals/chemlife/welcome.html> Дата обращения: 01.10.2015 г.



### 5.12.1. Suv radiolizi

Ionlashtiruvchi nurlanish ta'sirida suv molekulasining erkin radikallarga parchalanish hodisasi – *suv radiolizi* deb nomlanadi.

Kimyoviy tarkibiga ko'ra, sut emizuvchilar, jumladan odam organizmi to'qima hujayralarining ~75% qismi suvdan tashkil topgan. 6 Gr nurlanish ta'sirida har 1  $sm^3$  biologik to'qima tarkibida  $10^{15}$  dona suv molekulasi ionizatsiya ta'siriga uchraydi. Suv molekulasi ionlari beqaror xususiyatga ega bo'lib, quyidagi reaksiya tenglamalari bo'yicha parchalanadi. Ionlashtiruvchi radiatsiya ta'sirida suv ( $H_2O$ ) molekulasi kation–radikal ( $H_2O^+$ ) va  $e^-$  hosil qilishi qayd qilinadi:





Hosil bo'lgan erkin radikallar tarkibida juftlashmagan elektron mavjudligi sababli, kuchli oksidlovchi ta'sirga ega hisoblanadi<sup>152</sup>.

### 5.12.2. DNK – ionlashtiruvchi nurlanishning asosiy «nishop»laridan biri sifatida

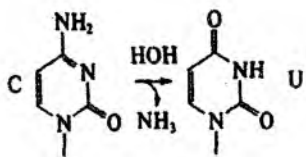
Radiatsion nurlanish DNK makromolekulasiga bevosita va suv radiolizi jarayonida hosil bo'lgan  $OH\cdot$  radikallar ta'sirida bilsovita ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Radiatsion nurlanish ta'sirida DNK zanjiri tarkibida uglevod-fosfat bog'lanishda uzilish yuzaga kelishi mumkin va oqibatda DNK zanjirining bir butunligi izdan chiqadi. Bunda DNK bitta zanjiri yoki har ikkala zanjiri tarkibida uzilish yuzaga kelishi mumkin, natijada irsiy axborotlarning translyatsiyalanishi, shuningdek, replikasiya jarayoni jiddiy izdan chiqadi.

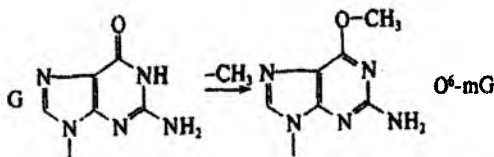
Radiatsion nurlanish ta'sirida DNK makromolekulasi strukturasida dezoksiriboza qoldig'i va azot asoslari o'rtasida bog' uzilishi yuzaga kelishi natijasida quyidagi kimyoviy reaksiyalar yuzaga kelishi mumkinligi ham qayd qilinadi:

- Guanin 8-oksiguanin shakligacha oksidlanadi;
- $OH\cdot$  radikali timinga ta'sir ko'rsatadi va **timinglikol** hosil qiladi;
- Azot asoslarida **dezaminatsiya** reaksiyasi yuz beradi;
- Azot asoslari **metillanish** reaksiyasiga uchraydi;
- Azot asoslari oksidlanadi.

#### Dezaminatsiya



#### Metillanish



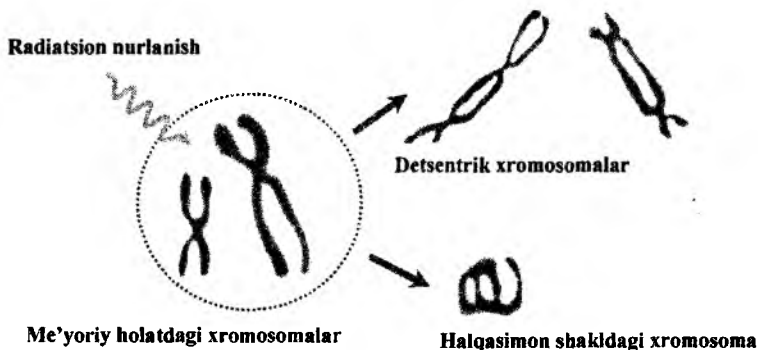
<sup>152</sup> Radiation biology: A handbook for teachers and students // International Atomic energy Agency. – Vienna, 2010. [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.iaea.org/books> Дата обращения: 18.12.2015 г.

Shuningdek, radiatsion nurlanish ta'sirida DNK makromolekulalarining qarama-qarshi uchlari o'rtasida yoki DNK molekulada yuzaga kelgan uzilish sohalari bilan bog' hosil bo'lish ehtimolligi darajasi ortadi, o'z navbatida bu jarayon xromosoma strukturasi o'zgarishlar yuzaga kelishiga (*abberatsiya*) olib keladi.

Radiatsion nurlanish ta'sirida DNK makromolekulalari va oqsil molekulalari o'rtasida konformatsion bog'lanish yuzaga kelishi ham mumkin. DNK tarkibida azot asoslarining noto'g'ri reparatsiyasi natijasida juftlashmagan asoslar hosil bo'lish hodisasi (*mismatch*) yuzaga keladi. Hosil bo'luvchi timin dimerlari ta'sirida DNK replikatsiyasi va transkripsiya mexanizmi izdan chiqadi.

Yuqorida keltirilgan umumiy ko'rinishda, DNK makromolekulasiga radiatsion nurlanish ta'sir qilishi natijasida hujayralarning bo'linish sikli izdan chiqadi, DNK reparatsiyasi mexanizmi keskin o'zgarishlar yuz beradi.

Shuningdek, radiatsion nurlanish ta'sirida DNK makromolekulasida uzilishlar va reperatsiya mexanizmi izdan chiqishi oqibatida xromosoma va xromatida darajasida abberatsiya rivojlanishi kuzatiladi. Odatda, hujayra bo'linishi siklining S-bosqichida radiatsion nurlanish ta'sirida xromosoma abberatsiyasi yuzaga keladi va natijada **disentrik xromosoma** shakllanishi va retsiprok translokatsiya jarayoni yuz beradi. DNK replikatsiyasi jarayoni tugallanishdan keyin, radiatsion nurlanish ta'sir ko'rsatgan holatda esa – **xromatid abberatsiyasi** shakllanadi va oqibatda halqasimon xromosoma, asentrik fragmentlar shakllanishi qayd qilinadi.

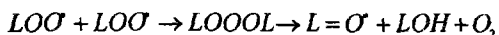




#### 5.12.4. Lipidlarning radiatsion zararlanishi

Radiatsion nurlanish ta'sirida to'yinmagan moy kislotalari oksidlanishi natijasida lipid peroksidi, epoksid, aldegid, keton va xinon radiotoksinlar hosil bo'ladi.

Radiatsion nurlanish biologik membranalar tarkibida fosfolipid molekulalariga bevosita va shuningdek, suv radiolizi natijasida hosil bo'lgan erkin radikallar orqali buzuvchi ta'sir ko'rsatadi. Ionlashtiruvchi nurlanish ta'sirida hosil bo'luvchi  $OH^{\cdot}$  radikali biologik membrana tarkibida lipid molekulalarida zanjir tavsifidagi reaksiya usosida, peroksidli oksidlanishi jarayonini boshlab beradi. Bu reaksiyalar zanjiri natijasida membrananing fosfolipid strukturasi tarkibida  $LOOH$  tipidagi gidroperoksid hosil bo'ladi. Muhit tarkibida  $Fe$  mavjud sharoitda lipidlarning peroksidli oksidlanish reaksiyasi davom etadi:



Erkin radikallar ta'sirida lipid molekulasi strukturasi hosil bo'luvchi gidrofill tavsifga ega peroksid guruhlari molekulaning konformatsion o'zgarishiga olib keladi va o'z navbatida, biologik membranada fosfolipid qo'sh qavatining gidrofob xossasi izdan chiqadi. Shuningdek, radiatsion nurlanishning lipidlarga ta'siri natijasida hosil bo'luvchi radikallar biomembranada  $Na^+$ ,  $K^+$ -ATFaza kabi ferment tizimlari funksiyasi buzilishi qayd qilinadi<sup>153</sup>.

<sup>153</sup> Г.М.Вечканов, В.В.Внуков. Основы радиационной биофизики // Учебное пособие. – Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет». – Ростов-на-Дону, 2009.

*Insoniyat, atom xavfi, vahimasi bilan nafas olayotgan Insoniyat!  
Aqli ulug' Insoniyat! Parokanda bo'lib yashashga, tuturuqsiz,  
omonat hayot kechirishga haqqing yo'q sening...*  
**Azim Suyun**<sup>154</sup>

**Atom qurolining odam organizmiga radiatsion xavfi.** 1940–1950 yillarda AQSH va Sobiq Ittifoq hukumati o'rtasida «*dunyoga hukmronlik qilish*» masalasi dolzarblashgan va tarixda «*qurollanish poygasi*» yoki «*sovuq urush*» davri deb nom olgan qaltis siyosiy vaziyat yuzaga kelgan. Dunyoga hukmronlik qilishga da'vo qiluvchi gegemon davlatlar tomonidan boshqa davlatlarga o'zining harbiy kuch–qudrati bilan «*po'pisa qilib qo'yish*» maqsadida atom bombasini yaratish ustida ilmiy–amaliy dasturlar ishlab chiqilgan.

1932-yilda **Ernest Uolton** va **Jon Kokroyt** tomonidan dastlabki yadro reaksiyasi amalga oshirilgan. 1934-yilda **Iren Kyuri** va **Frederik Jolio–Kyuri** tomonidan su'niy radioaktivlik hodisasi kashf qilinishi asosida, 1934-yilda **Leo Silard** (Angliya) tomonidan atom bombasining funksional reaksiya mexanizmi tavsiflab berilgan. 1938-yilda **Otto Gan**, **Fris Shtrassman** va **Liza Meytner** tomonidan  $^{235}_{92}\text{U}$  radioaktiv izotopining parchalanish mexanizmi o'rganilgan. 1939-yilda **Frederik Jolio–Kyuri** tomonidan  $^{235}_{92}\text{U}$  radioaktiv izotopi asosida atom bombasini ishlab chiqish mexanizmi tavsiflab berilgan. 1940-yilda **G.N.Flyorov** va **K.A.Petrjak** tomonidan  $^{235}_{92}\text{U}$  radioaktiv izotopining o'z–o'zidan parchalanish jarayoni mexanizmi aniqlangan. Dastlab, 06.1941-yilda Angliyada atom bombasini ishlab chiqish dasturi bo'yicha ilmiy–amaliy tadqiqotlar boshlangan. AQSHda 09.10.1941-yilda ishlab chiqilgan atom qurolini yaratish dasturi prezident F.Ruzvelt tomonidan qo'llab–quvvatlanadi va 06.12.1941-yilda tasdiqlanadi. 02.12.1942-yilda AQSHda zanjir tavsifidagi yadro reaksiyasi amalga oshuvchi birinchi yadro reaktori ishlab chiqilgan. 17.09.1943-yilda AQSHda birinchi atom bombasini ishlab chiqish va sinovdan o'tkazish bo'yicha – «*Manxetten loyihasi*» (*Manhattan Engineer District*) boshlanadi, unga ilmiy rahbari sifatida **R.Oppengeymer** tayinlanadi.

<sup>154</sup> Сулон Азим. Ей дўст: насрий ва шеърый қайирмалар // – Тошкент, «Шарқ» нашриёти, 2014 й. – 408 б.



J.R. Oppenheimer



«I am become Death, the shatterer of Worlds...»

**J. Robert Oppenheimer**

**Julius Robert OPPENHEIMER** (AQSH: 22.04.1904–18.02.1967) – nazariy va yadro fizikasi yo‘nalishida ilmiy tadqiqotlar olib borgan, «*father of the atomic bomb*» laqabi bilan tanilgan R. Oppenheimer umrining so‘nggi damlarida o‘z kashfiyotining butun insoniyatga xavf tug‘dirishini tushunib yetgan va og‘ir ruhiy depressiya holatida hayot kechirgan, kashandalikka ruju qo‘ygan, 15.02.1967-yilda halqum saratoni kasalligi oqibatida olamdan o‘tgan<sup>155</sup>.

AQSHda tashkil qilingan Los–Alamos laboratoriyasida ushbu loyiha bo‘yicha ~1500 dan ortiq olim ish olib borgan va hukumat tomonidan tadqiqotlar uchun ~2 000 000 000 AQSH dollari sarflangan<sup>156</sup>. 16.07.1945-yilda Alamogordo tog‘i (Nyu–Meksika shtati) hududida joylashgan yadro sinovlari poligonida yarim yemirilish davri –  $8,26 \times 10^7$  yilni tashkil qiluvchi –  $^{241}\text{Pu}$  radioaktiv izotopi asosida ishlab chiqilgan, «*Gadget*» yadro qurilmasi konstruksiyasiga ega bo‘lgan atom bombasi (*Trinity*) sinovdan o‘tkazilgan<sup>157</sup>. 1945-yilda  $^{235}\text{U}$  radioaktiv izotopi asosida «*Little Boy*» atom bombasi

<sup>155</sup> Оппенгеймер, Роберт // [Электрон ресурс]. Режим доступа: Дата обращения: 29.10.2015 г.

<sup>156</sup> Оппенгеймер, Роберт // [Электрон ресурс]. Режим доступа: Дата обращения: 29.10.2015 г.

<sup>157</sup> Урановые и ядерные взрывы в кимберлитах... // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.jewellery.org.ua> Дата обращения: 10.10.2015 г.

ishlab chiqiladi va 06.08.1945-yilda Xirosima (Yaponiya) shahrida sinovdan o'tkaziladi. 1946-yilda AQSH insoniyat tarixida 4- va 5-atom bombasi sinovlarini o'tkazadi («Chorraha» operatsiyasi), shuningdek, 1948-yilda atom bombasini takomillashtirish bo'yicha yana 3 ta sinov amalga oshiriladi.

1941-yilda Sobiq Ittifoq mahfiy razvedkasi agentlari tomonidan Angliyada atom bombasini ishlab chiqish bo'yicha «*Tube Alloys*» loyihasi ishlab chiqilganligi haqidagi ma'lumot etib keladi, biroq bu yo'nalishdagi axborotlar oqimi to'xtab qoladi<sup>158</sup>. 1943–1944 yillarda Sobiq Ittifoq razvedka xizmati xodimlari – K.Fuks, T.Xoll, S.Sake, B.Pontekorvo, D.Gringlass va er-xotin Rozenberglar AQSHda R.Oppengeymer va A.Eynshteyn yadro quroli ishlab chiqish dasturi ustida ish olib borayotganligi haqida ma'lumotni yetkazadi. 01.1945-yilda K.Fuks tomonidan dastlabki atom bombasining konstruksiyasi haqidagi batafsil ma'lumot Sobiq Ittifoqqa yetkaziladi.

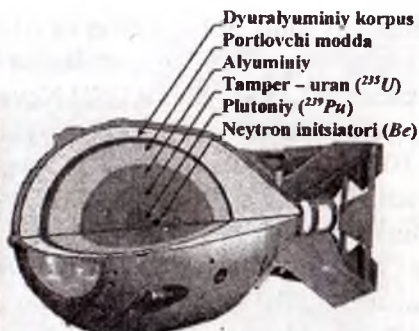
Sobiq Ittifoqda bu yo'nalishdagi ilmiy tadqiqotlar 1920-yillardan boshlangan bo'lib, akademik V.G.Xlopin, G.A.Gamov, I.V.Kurchatov, L.V.Misovskiy, F.F.Lange (1940-yilda Sobiq Ittifoqda dastlabki atom bombasini ishlab chiqqan), N.N.Semyonov kabi olimlar ish olib borishgan. 25.11.1938-yilda maxsus guruh (S.I.Vavilov, A.Iofe, A.Alixanov, I.Kurchatov va boshq.) tashkil qilingan va 1940-yilda N.Semyonov, Ya.Zeldovich, Yu.Xariton tomonidan uran izotopining yadro reaksiyasi mexanizmi o'rganilgan. 1949-yilda Sobiq Ittifoqda birinchi atom bombasi – RDS-1 («*реактивный двигатель специальный*») ishlab chiqildi va 29.08.1949-yilda Semipalatinsk yadro poligonida (Qozog'iston resp.) sinovdan o'tkazilgan<sup>159</sup>. RDS-1 konstruksiyasi markazida neytron initsiatori – yupqa qavatli  $^{210}_{84}\text{Po}$  bilan qoplangan, ~2 sm diametr o'lchamidagi *Be* joylashirilgan,  $^{239}_{94}\text{Pu}$  (~5 kg) atrofi *tamper* –  $^{238}_{92}\text{U}$  bilan qoplangan<sup>160</sup>.

<sup>158</sup> Создание советской атомной бомбы // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org...> Дата обращения: 29.10.2015 г.

<sup>159</sup> История ядерного оружия // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org...> Дата обращения: 29.10.2015 г.

<sup>160</sup> Первая советская атомная бомба // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.opocnu.com> Дата обращения: 29.10.2015 г.

© <http://www.spocna.com>



Sobiq Ittifoqda ishlab chiqarilgan dastlabki RDS-1 atom bombasi (1959-yil)

1954-yilda 11 megatonna portlash ekvivalentiga teng bo'lgan,  
 $^{238}\text{U}$  izotopi asosida ishlangan termoyadro qurolining sinovdan o'tkazilishi (AQSH)



29.08.1949-yilda Sobiq Ittifoq RDS-1 atom bombasini sinovdan o'tazilishi (Semipalitinsk poligoni, 29 kilotonna)

*«Biz tinglovchilar zalida ma'ruza tinlayotgan edik, kutilmaganda juda kuchli zarb to'lgini auditoriya oynalarini to'kib tashladi, derazaga yaqin o'tirgan talaba qizlardan birining butun yuz sohasiga oyna siniqlari sanchildi va oqibatda, 1 yildan keyin u olamdan o'tdi...»*  
22.11.1955-yil<sup>161</sup>

<sup>161</sup> Семипалатинский ядерный полигон – Pandora // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://pandora.world.su>.  
Дата обращения: 31.12.2015 г.



Shunday qilib, Sobiq Ittifoq va AQSH hukumatlari o'rtasida om-maviy qirg'in quroli bilan qurollanish bo'yicha «kim o'zar poygasi» boshlanadi. 02.1951-yilda AQSH Nevada yadro poligonida 5 ta sinov («Reynjer» operatsiyasi), 05.1951-yilda esa, «Issiqxon» operatsiyasi, 10–11.1951-yilda – «Baster–Jangl» sinov operatsiyasini amalga oshiradi. 01.11.1952-yilda AQSH «Ivy Mike» tipidagi termoyadro qurolini sinovdan o'tkazadi va bunga javoban, Sobiq Ittifoq 1953-yilda tashish qulaylashtirilgan termoyadro qurolini sinovdan o'tkazadi. 01.03.1954-yilda AQSH o'z sinovlari tarixida eng kuchli portlash hisoblangan (15 megatonna trotil ekvivalenti) – «Castle Bravo» yadro quroli sinovini amalga oshiradi. 30.10.1961-yilda Sobiq Ittifoq tomonidan, Yangi Zelandiya orolida A.Saxarov va V.Ginzburg ishlab chiqqan sxema asosida, akademik I.V.Kurchatov, A.D.Saxarov, V.B.Adamskiy, Yu.N.Babayev, Yu.N.Smirnov, Yu.A.Trutneyev tomonidan yaratilgan, termoyadro quroli ishlab chiqilishi tarixida eng kuchli portlash hisoblangan AN–602 termoyadro quroli – «Sar–bomba» (~58 megatonna trotil ekvivalentiga teng portlash quvvatiga ega), ya'ni 1945-yilda AQSH tomonidan Xirosima shahriga (Yaponiya) tashlangan atom bombasi quvvatiga solishtirilganda, ~3000 marta kuchliroq bomba sinovdan o'tkazilgan. AN–602 termoyadro bombasi maxsus modernizatsiyalashtirilgan, Tu–95V samolyoti yordamida 30.10.1961-yilda Yangi Zelandiya orolida joylashgan «Suxoy nos» yadro sinov poligonida amalga oshirilgan. Portlash natijasida hosil bo'lgan «yadro zambrug'i» yer yuzasidan ~67 km balandlikka ko'tarilgan<sup>162</sup>.

Umumiy og'irligi 26500 kg, uzunligi 8 metr va diametr o'lchami 2 metrga teng bo'lgan ushbu bomba portlash vaqtida hosil bo'lgan «olovli shar» radiusi o'lchami ~4600 metrga teng hisoblangan.

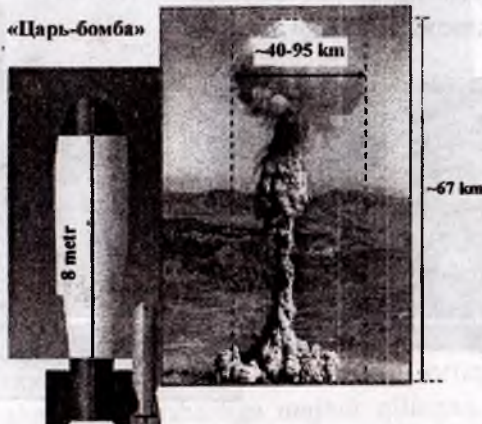
Bunda hosil bo'lgan yuqori harorat va yorug'lik nurlanishi portlash epitsentridan ~100 km uzoqlik masofasida odam organizmida III darajadagi kuyishni yuzaga keltirishi mumkinligi qayd qilingan<sup>163,164</sup>.

<sup>162</sup> Сегодня в Манеж привезут царь-бомбу «Кузькина мать» // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://russian.rt.com>... Дата обращения: 31.12.2015 г.

<sup>163</sup> Советская царь-бомба // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://tribalych.ru>... Дата обращения: 31.12.2015 г.

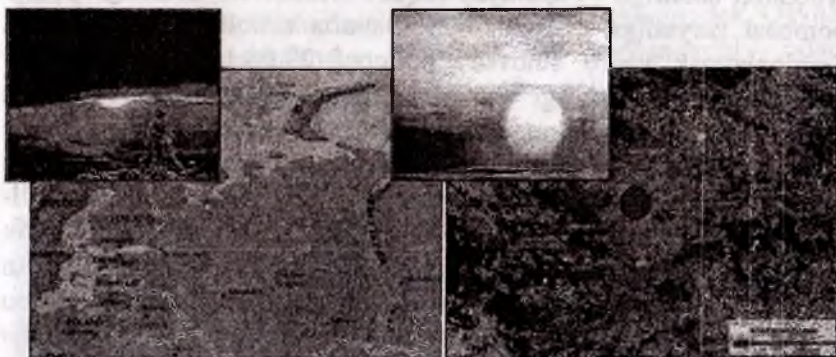
<sup>164</sup> Место испытания «Царь-бомбы» // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://wikimapia.org>... Дата обращения: 31.12.2015 г.

AN-602 («Царь-бомба») maketi



«Little Boy» atom bombasi

«Olovli shar»



Semipalatinsk (Qozog‘iston respublikasi) yadro sinovlari poligoni  $18500 \text{ km}^2$  maydonni egallovchi hududda 21.08.1947-yilda tashkil qilingan. Sinov poligonida 1949–1962 yillarda yer ustida, atmosferada va 1962–1989 yillar davomida yer ostida atom quroli sinovlari o‘tkazilgan. Jumladan, Semipalatinsk yadro sinovlari poligonida 12.08.1953-yilda RDS-6s termoyadro bombasi, 22.11.1955-yilda esa akademik **A.Saxarov** tomonidan ishlab chiqilgan – dunyoda birinchi vodorod bombasi sinovdan o‘tkaziladi. Semipalatinsk yadro sinovlari poligonida 1949–1989 yillar davomida

616 marta, jumladan 86 marta atmosferada va 340 marta yer ostida sinovlar amalga oshirilgan.



Statistik ma'lumotlarga ko'ra, 1949–1963 yillarda bu joyda amalga oshirilgan yadro sinovlari zaryadi qiymati 1945-yilda Xirosima shahriga (Yaponiya) AQSH tomonidan tashlangan atom bombasi zaryadiga nisbatan ~2500 marta ortiqligi qayd qilinadi. Semipalatinsk yadro sinovlari poligoni 29.08.1991-yilda rasmiy yopilgan. Biroq, hozirgi vaqtda poligon hududida radiatsion fon 10000–20000 *mikroRentgen/soatni* tashkil qilishi aniqlangan<sup>165</sup>. 15.01.1965-yilda yer ostida 150 *kilotonna* quvvatga ega bo'lgan atom quroli portlatilishi natijasida chuqurligi ~100 *metr* va diametr o'lchami ~400 *metrga* teng bo'lgan «Atom» ko'li hosil bo'lgan. «Atom» ko'li atrofida 3–4 *km* hududda tuproq qatlamida radionuklidlar bilan ifloslanish darajasi juda yuqoriligi qayd qilinadi. Hatto, ushbu hududga yaqin joyda istiqomat qiluvchi mahalliy aholi «Atom» ko'lidan tutilgan baliqlarni iste'mol qilishgan!...

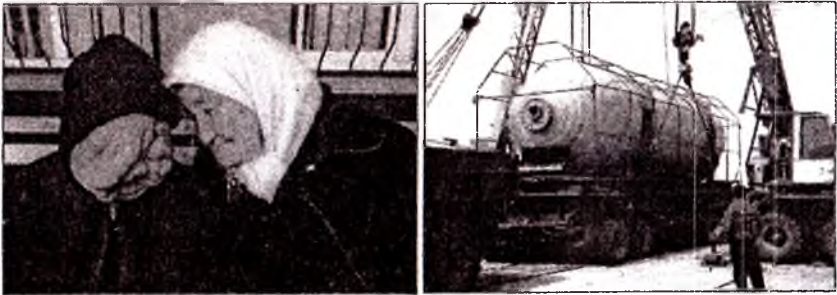
40 yil davomida poligonda 473 marta yadro quroli sinovlardan o'tkazildi, jumladan 90 marta havoda, 26 marta yer ustida, 354 marta yer osti sinovlari amalga oshirilgan. Shuningdek, kimyoviy moddalar asosida ishlab chiqilgan 175 marta bomba sinovdan o'tkaziladi. Umumiy holatda Semipalatinsk yadro sinovlari poligonida amalga oshirilgan portlashlar quvvati 50 *megatonnami* tashkil qiladi.

<sup>165</sup> Рожденным в Зоне посвящается... // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.livejournal.com>... Дата обращения: 31.12.2015 г.



Oqibatda, radioaktiv izotoplar hududda  $304 \text{ km}^2$  maydonga tarqalgan, ushbu hududda istiqomat qiluvchi  $\sim 1700\ 000$  dan ortiq aholi jiddiy radiatsion xavf sharoitida yashashga majbur qilingan. Jumladan, ushbu ekologik fojia hududida istiqomat qiluvchi aholi orasida bolalar o'limi 5–10 martaga ortgan, yuz sohasi, til, ko'z, quloq sohasi o'sma kasalliklari rivojlangan, bolalarning turli xil nuqsonlar bilan tug'ilishi darajasi keskin ortishi, shuningdek, Qaynar qishlog'i hududida «*Qaynar sindromi*» deb nomlanuvchi – odam organizmining muddatidan oldin qarib qolishi kasalligi keng miqyosda tarqalishi qayd qilingan<sup>166,167</sup>.

© <http://www.livejournal.com/>...



Rasmda keltirilgan Semipalatinsk yadro sinovlari poligoni jarblanuvchisi – Berik ismli yigit 27 yoshda bo'lib, hozirgi vaqtda

<sup>166</sup> Последствия ядерных испытаний на Семипалатинском испытательном полигоне // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://poligon.org.kz/>... Дата обращения: 31.12.2015 г.

<sup>167</sup> Семипалатинский полигон – ядерная трагедия Казахстана // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.jarih-begalinka.kz/>... Дата обращения: 31.12.2015 г.



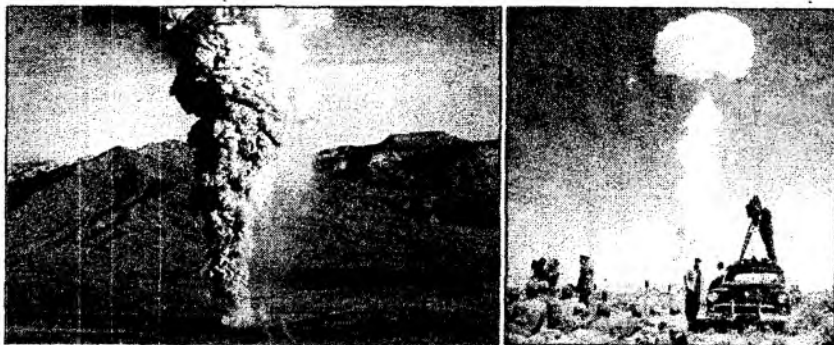
(2014-yil) hayriya tashkilotlari tomonidan yig'ilgan mablag' asosida, Italiya va Shveysariyada davolanishga hozirlanmoqda...

*«...Men ilm-fanni sevaman, chunki u insoniyat baxt-saodati uchun ko'p narsa bera oladi. Aynan shu sababli, ilm-fan taraqqiyoti insoniyatni atom va vodorod bombasidan halokatga uchrashiga olib kelishi haqidagi fikrlar barham topishi va ilm-fanning butun dunyoga qimmatli tuhfa qilishini istayman...»*

**Frederik Jolio-Kyuri**

**«Yukka-Flet» fojiasi.** Atom bombasi sinovlari atrof-muhitga jiddiy radiatsion zarar keltirishi qayd qilingan va ayrim holatlarda insoniyat uchun kutilmagan fojialarga ham sabab bo'lgan. Jumladan, 18.12.1970-yilda AQSH Nevada shtatida Yukka-Flet yadro sinovlari poligonida 275 metr chuqurlikda yer ostida 10 kilotonna quvvatga ega atom bombasi sinovdan o'tkazilgan va kutilmaganda portlash yer yuzaga plitasini yorib chiqqan va oqibatda sinovlarda ishtirok etgan 86 kishi radiatsion nurlanish olgan va 2 kishi 1974-yilda leykemiya ta'sirida vafot etgan. Shuningdek, ushbu portlash sezilarli hududda radiatsion ifloslanishni yuzaga keltirgan. Oqibatda hosil bo'lgan radiatsion bulut Nevada shtatining shimoliy qismi, Aydaxo va Kaliforniya, Oregon shtatining sharqiy qismlariga shamol ta'sirida tarqalishi qayd qilingan.

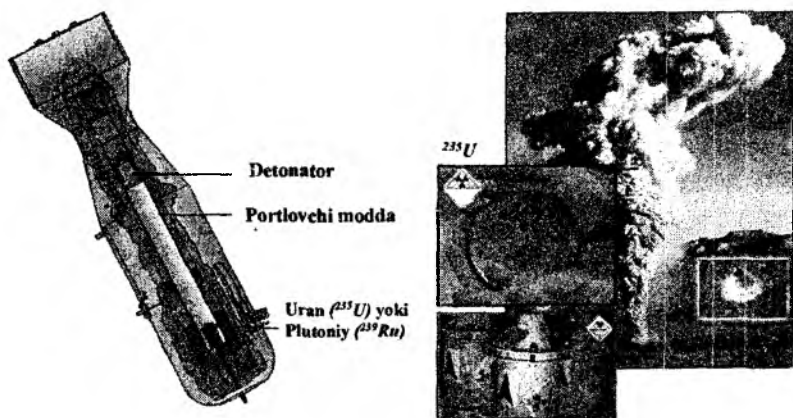
**Nevada yadro sinovlari poligoni (01.1952-yil)**



**Yukka - Flet (18.12.1970-yil)**

Nevada yadro sinovlari poligonida yer ustida, yer ostida va atmosferada 900 martadan ko‘proq sinovlar amalga oshirilgan<sup>168</sup>. Shuningdek, 1952-yilda Angliya, 1960-yilda Fransiya, 1964-yilda Xitoy, 1974-yilda Hindiston, 1998-yilda Pokiston davlatlari atom bombasi sinovlarini o‘tkazgan. Hozirgi vaqtda dunyoning 9 ta davlatida, jumladan – AQSH, Rossiya, Angliya, Fransiya, Xitoy, Hindiston, Pokiston, Isroil (tahminlarga ko‘ra) va Shimoliy Koreyada yadro quroli mavjudligi rasmiy tan olingan<sup>169</sup>. Yadro quroli sinovlari hozirgi vaqtda ham davom ettirilmoqda, jumladan Yadro xavfsizligi bo‘yicha Milliy boshqarma (NNSA) tomonidan 2015-yilda AQSH tomonidan Nevada shtatida joylashgan «Tonopo» yadro sinovlari poligonida V61–12 atom bombasi sinovlari o‘tkazilganligi haqida xabar beradi<sup>170</sup>...

**Atom qurolining ta’sir mexanizmi.** Yadro quroli (atom bombasi) – bu  $^{233}_{92}\text{U}$ ,  $^{235}_{92}\text{U}$ ,  $^{238}_{92}\text{U}$  va  $^{239}_{94}\text{Pu}$  radioaktiv izotoplari asosida ishlab chiqariluvchi, termoyadro reaksiyasi asosida portlovchi, ommaviy qirg‘in quroli hisoblanadi.



<sup>168</sup> 11 ядерных аварий и катастроф // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.adsl.zveronline.ru...> Дата обращения: 24.12.2015 г.

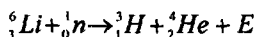
<sup>169</sup> История ядерного оружия // [Электрон ресурс]. Режим доступа: Дата обращения: 29.10.2015 г.

<sup>170</sup> США испытали ядерную бомбу // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://apostrophe.com.ua...> Дата обращения: 31.12.2015 г.

Tabiatda uran kimyoviy elementi asosan –  $^{235}_{92}\text{U}$  (0,72%) va  $^{238}_{92}\text{U}$  (99,27%) shaklida tarqalgan. Atom bombasi uchun xomashyo tarkibida  $^{235}_{92}\text{U}$  izotopining ulushi ~80% dan kam bo'lmashligi talab qilinadi. Masalan, AQSHda tarkibi boyitilgan holatda xomashyoning tarkibida  $^{235}_{92}\text{U}$  miqdori 93–97,5%gacha oshiriladi.

Yadro quroli havoda, yer yuzasida, yer ostida, suv yuzasida va suv ostida portlatilishi mumkin va 2 ta asosiy kategoriyaga ajratiladi: ya'ni, **atom quroli va termoyadro quroli**. Atom quroli yoki atom bombasi –  $^{235}_{92}\text{U}$ ,  $^{239}_{94}\text{Pu}$  radioaktiv izotoplarining bir fazali yoki bitta bosqichli tavsifga ega bo'lgan, yadro reaksiyasi natijasida portlashni yuzaga keltiruvchi qurol hisoblanadi. Termoyadro quroli (vodorod bomba) – ikki fazali yoki ikki bosqichli portlash vositasi bo'lib, birinchi bosqichda radioaktiv izotoplarning yadro reaksiyasi natijasida yuqori energiya hosil bo'ladi, ikkinchi bosqichda esa – termoyadro sintez reaksiyasi amalga oshadi, natijada qo'shimcha neytronlar hosil bo'ladi.

Yadro qurolida yoqilg'i sifatida  $^6\text{Li}$  ishlatiladi, konteyner markaziy qismda esa – portlashni yuzaga keltiruvchi  $^{244}_{94}\text{Pu}$  izotopi asosida ishlangan o'q joylashtiriladi, konteyner qobig'i  $^{238}_{92}\text{U}$  izotopidan tashkil topadi. Portlash jarayonida quyidagi tenglama asosida termoyadro reaksiyasi amalga oshadi<sup>171,172</sup>:

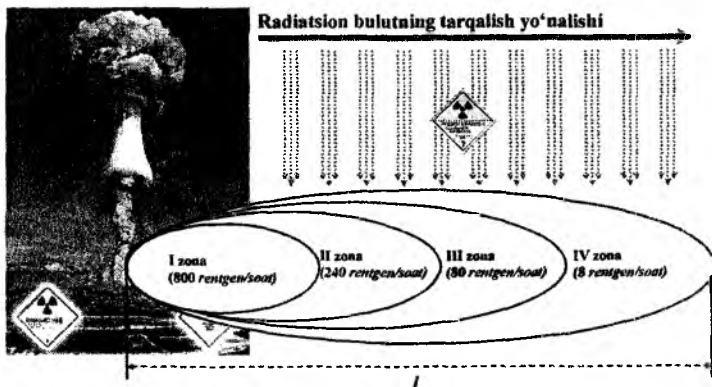


Uran ( $^{235}_{92}\text{U}$ ) va plutoniy ( $^{239}_{94}\text{Pu}$ ) atomi beqarorlik xususiyatiga ega bo'lib, yadro reaksiyasi davomida boshqa kimyoviy elementlar atomiga aylanadi, ajralib chiqqan neytronlar «zanjir» tavsifidagi reaksiyalarni keltirib chiqaradi. O'z navbatida, radioaktiv parchalanish reaksiyasi energiyasi keskin ortadi va portlash yuz beradi<sup>173</sup>.

<sup>171</sup> Термоядерное оружие // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.jewellery.org.ua> Дата обращения: 31.10.2015 г.

<sup>172</sup> Термоядерное оружие [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org...> Дата обращения: 31.10.2015 г.

<sup>173</sup> Как работает атомная бомба? // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://wan-2.knmu.info> Дата обращения: 31.10.2015 г.



Atom quroli 5 ta zararlovcchi omillarga ega hisoblanadi<sup>174</sup>:

1. **Zarba to'liqini** – portlash zonasida havo muhitning keskin siqilishi va tovush tezligida tarqalishi bilan bog'liq hisoblanadi.

2. **Yorug'lik nurlanishi** – portlash sohasida harorat yuqoriligi ta'sirida hosil bo'luvchi, ko'rinuvchi, infraqizil va ultrabinafsha nurlanish spektrlari umumiyligidan tashkil topgan bo'lib, biologik organizmlarga kuydiruvchi ta'sir ko'rsatadi.

3. **Singuvchi radiatsiya** – neytronlar va  $\gamma$ -nurlanish oqimidan tashkil topgan.

4. **Elektromagnit impuls** – neytronlar va  $\gamma$ -nurlanish oqimining muhit molekullari va atomlari ta'sirida yuzaga keluvchi qisqa davriylikka ega bo'lgan, elektr va magnit maydon hisoblanadi va deyarli barcha turdagi elektromagnit qurilmalarni ishdan chiqaradi.

5. **Radioaktiv zararlanish** – yadro buluti ta'sirida atrof-muhitning radiatsion ifloslanishi hisoblanadi.

Yadro quroli portlashi davomida hosil bo'luvchi **zarba to'liqini** yuqori tezlikda havo oqimi bo'ylab tarqalishi qayd qilinadi. Bunda odam organizmiga  $\sim 40-60$  kPa bosimdagi zarba to'liqini ta'sirida o'rtacha darajadagi jarohatlanish yuzaga kelishi qayd qilinadi. Agar, odam organizmiga  $\sim 60-100$  kPa zarba to'liqini ta'siri sharoitida og'ir darajadagi jarohatlanish kelib chiqadi. Shuningdek,  $\sim 100$  kPa dan yuqori qiymatdagi zarba to'liqini ta'sir ko'rsatgan sharoitda esa – odam organizmida chegaraviy darajada og'ir jarohatlanish

<sup>174</sup> Ядерная угроза. Основы выживания и поведения // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.liveinternet.ru> Дата обращения: 18.12.2015 г.

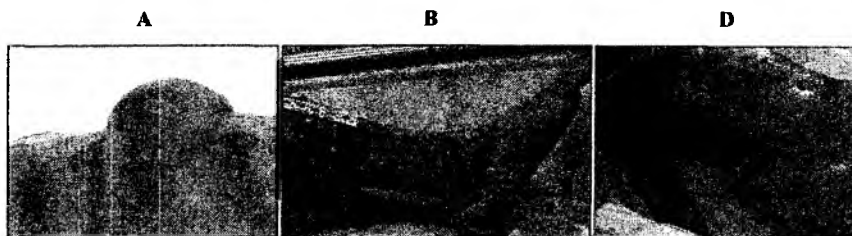


yuz berishi qayd qilinadi. Yadro quroli portlashi davomida yuzaga keluvchi yorug'lik nurlanishi ta'sirida biologik obyektida yuz beruvchi zararlanish darajasi yorug'lik impulsi qiymati, ya'ni yorug'lik nurlanishi yuzaga kelgan lahzada yorug'lik oqimiga perpendikulyar holatda joylashgan  $1 \text{ sm}^2$  yuza maydoniga to'g'ri keluvchi yorug'lik nurning energiyasi bilan ifodalanadi. Yorug'lik nurlanishi ta'sirida odam organizmida quyidagi turdagi jarohatlanishlar kelib chiqishi qayd qilinadi:

**I darajali kuyish** – yorug'lik impulsi qiymati  $100\text{--}200 \text{ kJ/m}^2$  qiymatda ta'sir ko'rsatgan holatda odam terisida qizarish, haroratning ko'tarilishi va og'riq his qilinishi yuzaga keladi;

**II darajali kuyish** – yorug'lik impulsi qiymati  $200\text{--}400 \text{ kJ/m}^2$  qiymatda ta'sir ko'rsatgan holatda odam terisida suv yig'iluvchi pufakcha–shishlar hosil bo'lishi, haroratning sezilarli darajada ko'tarilishi va kuchli og'riq his qilinishi yuzaga keladi;

**III darajali kuyish** – yorug'lik impulsi qiymati  $400\text{--}600 \text{ kJ/m}^2$  qiymatda ta'sir ko'rsatgan holatda odam terisida yara hosil bo'lishi, teri to'qimasining nobud bo'lishi, haroratning yuqori qiymatda ko'tarilishi va kuchli og'riq his qilinishi yuzaga keladi.



**Yadro quroli portlashi davomida yuzaga keluvchi yorug'lik nurlanishi ta'sirida odam organizmi teri sohasida suvli pufakcha–shish hosil bo'lishi (A), oyoq sohasi (B) va tananing (D) kuchli darajada kuyish holati<sup>175</sup>.**

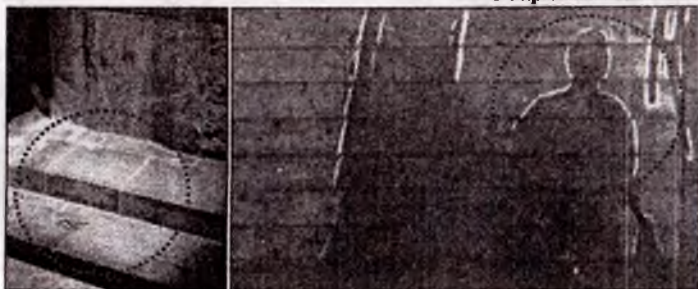
Shuningdek, yadro quroli portlashi davomida yuzaga keluvchi yorug'lik nurlanishi ta'sirida katarakta yuzaga kelishi qayd qilinadi.

<sup>175</sup> А.Д.Доника. Основы радиобиологии. Учебно–методическое пособие // (Министерство здравоохранения и социального развития. Волгоградский государственный медицинский университет. Кафедра Мобилизационной подготовки здравоохранения и медицины катастроф). – Волгоград, 2010. – 177 с.



06.06.1945-yilda AQSH tomonidan Xirosima shahriga (Yaponiya) tashlangan atom bombasi portlash epitsentriga yaqin joylashgan hududda yorug'lik va issiqlik shu darajada yuqori bo'lganki ( $\sim 4000^{\circ}\text{C}$ ), barcha biologik organizmlar bir zumda bug'lanib ketgan. Rasmda portlash lahzasida bank binosi yonida joylashgan supada o'tirgan odam va *Yorozuyo Bridge* ko'prigi beton to'sig'i yonida turgan odamning «soya» ko'rinishdagi tasviridan boshqa narsa qolmagan.

© <http://nmm.me/info/rules>



Ushbu portlashdan keyin, sanoqli sekundlar davomida  $\sim 75000$  kishi o'limga olib keluvchi darajada kuyish va jarohatlanish ta'siriga uchragan bo'lib, ularning  $\sim 65\%$ dan ko'prog'ini 9 yoshdan kichik bolalar tashkil qilishi qayd qilingan...



**Atom bombasi portlashi vaqtida yuqori harorat va yorug'lik nurlanishi ta'sirida kuyish (Xirosima sh.).**



Portlashdan omon qolgan kishilar Yaponiyada «*hibakusha*» (*radiatsion nurlanishga uchragan*) deb nomlangan va ularni kutayotgan muqarrar o'lim davrida (~2-3 yil davomida) jamoat joylaridan quvib solishgan (*disriminatsiya*), qolgan umrini qiynoq-azobda o'tkazishga mahkum bo'lishgan...



Radiasiya ta'sirini susaytirish uchun shifokor tomonidan *vitamin A* ukol qilingan va shpris ninasi sanchilgan teri sohasida esa – yiringi teshiklar hosil bo'lgan va *infeksiyon o'choq* rivojlanib, o'linga olib kelgan...



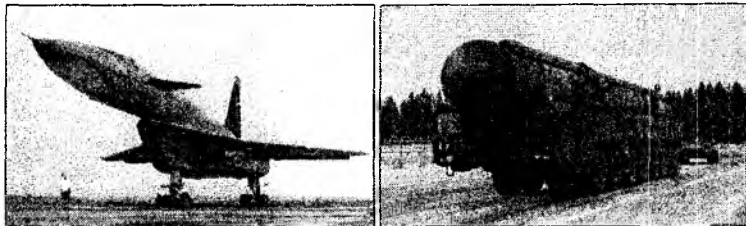
**Yosuke YAMAHATA** (fotograf) – 10.08.1945-yilda Nagasakida halokat oqibatlarini fotosuratga olish bilan shug'ullangan, AQSH senzurasidan Nagasaki-Xirosima fojiasi fototasvirlari tarqatilishi qat'iy ta'qiqlangan bo'lsa-da, keyinchalik «New York Times» gazetasi uning fotosuratlarini atom bombasining

oqibatlarini eng batafsil holatda tavsiflab bera oluvchi materiallar deb baholagan. Yuqorida keltirilgan fotosuratlar aynan, **Yosuke Yamahata** tomonidan tasvirga olingan, u 06.08.1965-yilda 48-yoshida radiatsion nurlanishi oqibatida saraton kasalligidan vafot etgan<sup>176</sup>.

Esdan chiqarmaslik kerakki, yadro qurolini saqlash, tashish, sinovlardan o'tkazish va hokazo holatlarda yo'l qo'yiluvchi texnik va boshqa tavsifga ega xatolar ham keng ko'lamdagi radiatsion halokatlarni keltirib chiqarishi ehtimolligi favqulotda darajada yuqori hisoblanadi!

**Atom qurolini saqlash, tashish davomida yuz bergan halokatlar.** 1960-yillarga kelib, Amerika tomonidan Biskay ko'rfazi, O'rta Yer dengizi, Hind okeani hududidan Sobiq Ittifoq chegarasigacha ~3000 km uzoqlik masofasida Sobiq Ittifoqqa qarshi atom qurolidan foydalanish ehtimolligi mavjud bo'lgan – tahdid zonalari tashkil qilingan. Shu sababli, Moskvada A.N.Tupolev, P.O.Suxov, A.S.Yakovlev rahbarligida atom qurolini tashish maqsadida foydalanish uchun strategik samolyotlar ishlab chiqish loyihasi ustida ish boshlanadi. AQSHda esa yuqori tezlikda harakatlanuvchi XV-70, SR-71 samolyotlari ishlab chiqiladi. Sobiq Ittifoqda 1962-yilda 2000–2300 km/s tezlikda harakatlanuvchi Tu-135, 3000–3200 km/s tezlikda harakatlanuvchi T-4, Yak-33 samolyotlari ishlab chiqilgan<sup>177</sup>.

**Atom qurolini tashishga mo'ljallangan T-4 samolyoti**



**PT-2PM2 Topol – M (Rossiya)**

<sup>176</sup> Миротворцы-экспериментаторы // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://nmm.me/info/rules> Дата обращения: 18.12.2015 г.

<sup>177</sup> T-4 // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.testpilot.ru...> Дата обращения: 27.12.2015 г.



Shuningdek, atom bombasini tashish uchun mo'ljallangan RT-2PM2 Topol-M majuasi (Rossiya), «Bora» 1239 loyihasi asosida ishlab chiqilgan suzib yuruvchi aerodrom tipida ishlangan RKVP kema kompleksi kabilar atom qurolini tashishda zamonaviy vositalar sifatida qayd qilinadi<sup>178,179</sup>.



Atrof-muhitga va odamlar salomatligiga jiddiy xavf tug'diruvchi atom halokatlari aynan, atom obyektlarini tashish vositalaridan foydalanish jarayonida yuz berganligi qayd qilinadi.

«Sovuq urush» davrida AQSH tomonidan Sobiq Ittifoqqa zaruriy holatda zarba berish uchun iloji boricha yaqin masofada bo'lish maqsadida, havoda doimiy ravishda atom bombasi yuklangan harbiy samolyotlarni chegaraga yaqin hudud havosida saqlash bo'yicha «Chrome Dome» dasturi ishlab chiqilgan. 21.01.1968-yilda Grenlandiya hududida AQSHning «North Star Bay» harbiy bazasida 4 ta vodorod bombasini tashuvchi Boeing B-52G harbiy samolyoti halokatga uchragan va o'z navbatida «Chrome Dome» harbiy dasturi tugatilgan<sup>180</sup>...

Samolyot bortida 130 tonna aviatsion yoqilg'i bo'lgan va ~900 km/s tezlikda harbiy bazaning ~15 km yaqinida muz bilan qoplangan okean hududiga qulagan. Natijada atrof-muhitga ~3,8 kg <sup>244</sup>Pu va bu miqdordan 4 marta ko'p bo'lgan <sup>238</sup>U izotopi tarqalgan. «Crested Ice» tozalash dasturi asosida 8 oy davomida 700 dan ortiq kishi radiatsion

<sup>178</sup> Пусковая установка комплекса РТ-2ПМ2 Тополь-М // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://autocatalogue.livejournal.com>... Дата обращения: 27.12.2015 г.

<sup>179</sup> Российский корабль стал сенсацией IDEF // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://goldnike-777.blogspot.com> Дата обращения: 27.12.2015 г.

<sup>180</sup> Затаявшаяся ядерная угроза // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.vesti.ru>... Дата обращения: 24.12.2015 г.

zararlangan  $\sim 6700 m^3$  qor va muz qoplamini (10500 tonna) yig'ib olish va zararsizlantirish uchun AQSHning «Savanna River» kimyo zavodiga jo'natish bilan shug'ullangan<sup>181</sup>.



• 17.01.1966-yilda «Chrome Dome» dasturi asosida navbatdagi parvozga chiqqan, bortida B28RI (1,45 Mt) yadro bombasi bo'lgan B-52G «Stratofortress» samolyoti Ispaniya hududida halokatga uchragan. Bombalardan biri O'rta Yer dengizi suvlariga qulagan, bittasi Almansora daryosi suviga tushgan va 2 tasi esa – aholi istiqomat qiluvchi Palomares hududiga yaqin joyda portlagan. O'rta Yer dengiziga tushgan bombaning quvvati 1945-yilda Xirosimaga tashlangan bombaga nisbatan  $\sim 1000$  marta kuchliligi qayd qilingan, baxtli tasodif sababli bomba portlamay qolgan va 3 oylik qidiruvdan keyin suv tagidan olib chiqilgan<sup>182</sup>...



Portlash yuz bergan Palomares hududida radioaktiv ifloslangan tuproq qatlamining katta qismi AQSH harbiy kuchlari tomonidan

<sup>181</sup> Авиакатастрофа над базой Туле // [Электрон ресурс]. Режим доступа: [wikipedia.org](http://wikipedia.org)... Дата обращения: 24.12.2015 г.

<sup>182</sup> История аварий с ядерным оружием // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.liveinternet.ru>... Дата обращения: 24.12.2015 г.

yig'ib olingan va zararsizlantirish maqsadida AQSHga olib ketilgan...



- 04.12.1965-yilda Yaponiya hududida AQSH harbiy havo kuchlariga qarashli atom bombasi yuklangan samolyot halokatga uchragan.

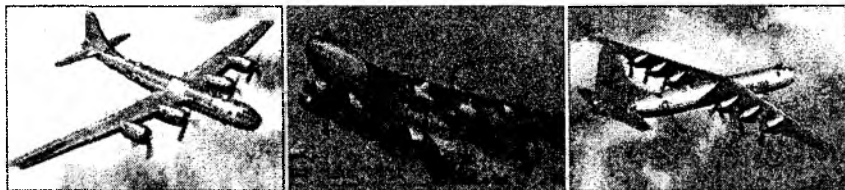
- 16.01.1966-yilda Ispaniya hududida AQSH harbiy havo kuchlariga qarashli atom bombasi yuklangan samolyot halokatga uchragan va oqibatda sezilarli hudud radiatsion zararlangan.

- 08.1950-yilda AQSHning Kaliforniyada joylashgan «Fairfield-Suisun» aviabazasidan havoga ko'tarilgan, bortida 1945-yilda Yaponiyaga tashlangan atom bombasiga nisbatan quvvati ~2 marta ortiq bo'lgan, «Mark IV» tipidagi atom bombasi yuklangan V-29 samolyoti halokatga uchragan va oqibatda 19 kishi halok bo'lgan, shuningdek, hudud sezilarli miqdorda radiatsion zararlangan<sup>183</sup>.

- 1958-yilda Taybi oroli yaqinida AQSH harbiy havo kuchlariga tegishli bo'lgan, «Mark 15» tipidagi atom bombasi yuklangan B-47 «Stratojet» samolyoti o'quv mashqi davomida halokatga uchragan va oqibatda, okean suviga qulagan<sup>184</sup>.

B-29 samolyoti

B-36 samolyoti



B-47 «Stratojet»

<sup>183</sup> Как США 5 раз чуть не взорвали сами себя // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://topwar.ru...> Дата обращения: 24.12.2015 г.

<sup>184</sup> Как США 5 раз чуть не взорвали сами себя // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://topwar.ru...> Дата обращения: 24.12.2015 г.

• 13.02.1950-yilda Tinch okeani hududida AQSH harbiy havo kuchlariga tegishli bo'lgan, atom bombasi yuklangan V-36 samolyoti halokatga uchragan.

• 10.11.1950-yilda Kanada hududida atom bombasi yuklangan V-50 samolyoti halokatga uchragan va halokat hududida joylashgan daryo suvining ~45 kg boyitilgan uran izotopi bilan ifloslanishi yuz bergan<sup>185</sup>.

• 01.1978-yilda bortida yadro reaktori mavjud bo'lgan, Sobiq Ittifoqqa tegishli bo'lgan «Kosmos-954» yerning su'niy yo'ldoshi halokatga uchragan va Kanada hududiga qulab tushgan, oqibatda Kanadaning shimoliy-g'arbiy hududida ~120 km<sup>2</sup> maydon jiddiy holatda radiatsion ifloslangan<sup>186</sup>.

Bu turdagi halokatlar ro'yxati tarkibini uzoq davom ettirish mumkin. Jumladan, bortiga atom bombasi yuklangan harbiy samolyotlar halokati – 05.02.1958-yilda AQSHning Jorjiya hududida, 28.02.1958-yilda Angliyada, 10.03.1958-yilda AQSHning Florens shahri hududida, 14.10.1959-yilda AQSHning Xardinsberg shahri hududida, 16.01.1966-yilda Ispaniya hududida ro'y bergan... Statistik ma'lumotlarga ko'ra, dunyo miqyosida o'rtacha har 10 yilda bir marta yadro reaktori, atom bombasini tashuvchi samolyotlar yoki boshqa turdagi radiatsion manbalardan foydalanish, saqlash obyektlarida jiddiy halokat yuz berishi qayd qilinadi<sup>187</sup>.

Yadro qurolini quruqlikda joylashgan harbiy bazalarda saqlash bilan birgalikda, ko'pgina davlatlar tomonidan okean va dengizlar suv hududida, maxsus suv osti kemalarida (*kraysertlar*) saqlash strategik-taktik jihatdan maqsadga muvofiq usullardan biri sifatida qayd qilinadi. Jumladan, Rossiya tomonidan 1980-yillardan boshlab, konstruksiyasida atom bombasini saqlovchi ballistik raketalar joylashtirilgan «Borey», «Vladimir Monomax», «Yasen», «Knyaz Oleg», «Aleksandr Nevskiy» tipidagi suv osti kemalarini Tinch

<sup>185</sup> История аварий с ядерным оружием // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.liveinternet.ru>... Дата обращения: 24.12.2015 г.

<sup>186</sup> 5 самых загадочных и малоизвестных радиационных катастроф // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.restbee.ru>... Дата обращения: 18.12.2015 г.

<sup>187</sup> 11 ядерных аварий и катастроф // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.adal.zuronline.ru>... Дата обращения: 24.12.2015 г.



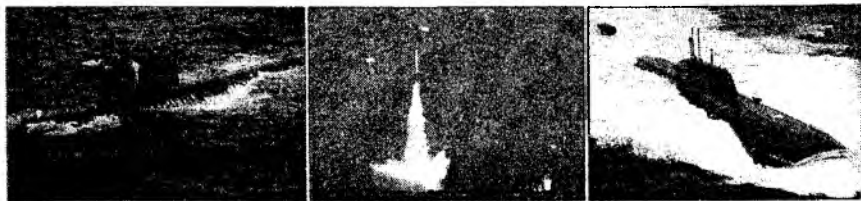
okeanida joylashgan harbiy bazalarda ushlab turish maqsadga muvofiq deb hisoblangan<sup>188</sup>.



Dastlabki, atom suv osti kemasi «*Nautilus*» AQSHda ishlab chiqarilgan bo‘lib, hozirgi vaqtda Rossiya, Angliya, Fransiya, Xitoy, Hindiston harbiy dengiz kuchlari tarkibida ushbu tipdagi kemalar mavjudligi qayd qilinadi. Atom suv osti kemalari «*Trident II D5LE*», shuningdek, «*Tomahawk*» tipdagi ballistik raketalar bilan jihozlanadi<sup>189</sup>.

04.06.1961-yilda Atlantika okeanida Sobiq Ittifoqning K-19 suv osti atom krayseri atom reaktori ishdan chiqqan va ta‘mirlash ishlarida ishtirok etgan 8 ekipaj a‘zolari 3 hafta davomida kuchli darajadagi nurlanish kasalligi oqibatida olamdan o‘tgan. Suv osti atom krayseri bazaga olib kelingan va 2 yil davomida ta‘mirlash ishlari amalga oshirilgan, 20 ta kema ekipaji navbatdagi bir necha yil davomida nurlanish kasalligidan olamdan o‘tgan<sup>190</sup>...

#### K-19 suv osti atom krayseri



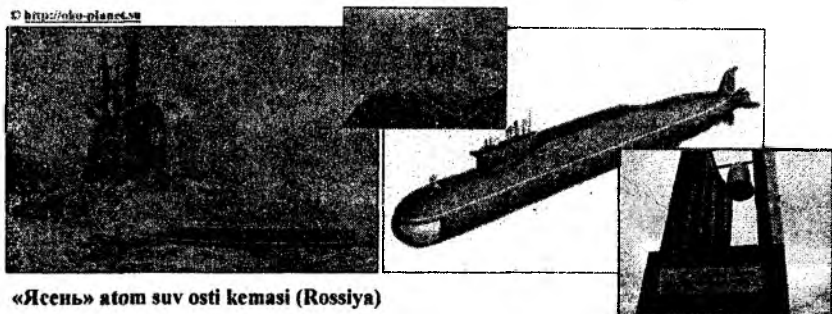
<sup>188</sup> Ракетный подводный крейсер стратегического назначения проекта 955 «Борей» // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://oko-planet.ru> Дата обращения: 30.10.2015 г.

<sup>189</sup> Атомные подводные лодки (АПЛ) (263) // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.atomic-energy.ru> Дата обращения: 30.10.2015 г.

<sup>190</sup> 11 ядерных аварий и катастроф // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.adsl.zveronline.ru...> Дата обращения: 24.12.2015 г.

12.08.2000-yilda 130 kishiga mo'ljallangan ekipajga ega, K-141 «Kursk» atom suv osti krayseri (Rossiya) Barents dengizida, harbiy-o'quv mashqlari jarayonida 108 m chuqurlikda halokatga uchraganligi qayd qilingan, oqibatda butun ekipaj a'zolari (130 kishi) halok bo'lgan. Uzunligi 154 metrga teng bo'lgan (eni 18,2 m), K-141 «Kursk» atom suv osti kemasi 16.05.1994-yilda suvga tushirilgan bo'lib, quvvati  $2 \times 190 \text{ MVt}$  ga teng bo'lgan atom reaktori bilan ta'minlangan, PKR kompleks P-700 Granit tipidagi 24 dona ZM-45 raketalari bilan jihozlangan, halokat vaqtida yadro reaktori zararlanmaganligi va radiatsiya tarqalmaganligi tasdiqlangan. K-141 «Kursk» atom suv osti krayserining halokati texnik xavfsizlik qoidalariga amal qilinmaganligi, shuningdek, ayrim taxminlarga ko'ra, yaqin masofada joylashgan «Memfis» va «Toledo» (AQSH) suv osti kemalari tomonidan torpeda hujumiga uchragan bo'lishi mumkinligi yoki 1941–1945 yillarda o'rnatilgan va portlamay qolgan suv osti minasiga duch kelgan bo'lishi ham mumkinligi qayd qilingan<sup>1</sup>...

**K-141 «Kursk» atom suv osti kemasi**



**«Ясень» atom suv osti kemasi (Rossiya)**

**K-141 «Курск» ekipaji xotirasiga o'rnatilgan, kema korpusi qoldiqlaridan ishlangan yodgorlik (Kursk sh.)**

18.01.1970-yilda «Красное Сормово» zavodida (Rossiya) «670 Skat» loyihasi bo'yicha, K-320 suv osti atom kemasi qurilishi jarayonida yadro reaktorida 5-darajadagi halokat yuz bergan va sex xodimlaridan bir qismi nurlanish kasalligi ta'sirida vafot etgan.

<sup>1</sup> K-141 «Курск» // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org> . Дата обращения: 30.10.2015 г.

10.08.1985-yilda Chajma ko'rfazi hududida Tinch okeani harbiy flotiga qarashli atom suv osti kemasida, ta'mirlash jarayonida radiatsion xavfsizlik qoidalariga amal qilinmaganligi oqibatida, 5-darajali halokat yuz bergan, portlash sohasida ~90 000 *Rentgen/soat* radiatsiya yuzaga kelgan, halokat ta'sirida 290 kishi aziyat chekkan.

*Johillik va jaholat barcha buzg'unchilik va kulfatlarning  
ham otasi, ham onasidir*  
**Azim Suyun<sup>1</sup>**

Insoniyat o'z taraqqiyoti va kelajagini kafolatlash maqsadida amalga oshirgan buyuk kashfiyotlari ayrim holatlarda uning o'zi uchun favqulotda darajada halokatli oqibatlar yuz berishi ehtimoligini yuzaga keltirishi mumkinligi tasdiqlangan. Yadro reaksiyalarining kashf qilinishi va atom energiyasidan foydalanish yo'nalishida qo'lga kiritilgan yutuqlar ham bundan mustasno emas. *Tasavvur qiling, agar radioaktiv manba qandaydir kaltafahm va johil terroristlar qo'lga tushib qolsa-chi?...*

Ommaviy qirg'in qurollari bilan qurollanish poygasi bilan tavsiflanuvchi «*sovuq urush*» davri tugaganiga qaramasdan, hozirgi vaqtda terroristlar tomonidan radiatsion nurlanish manbaining oddiy portlovchi moddalar bilan birgalikda qo'llanilishi (RDD) ehtimoligi ma'lum bir hududda kuchli radiatsion xavfni yuzaga keltirishi mumkin.

Shu sababli, amaliy maqsadlarda foydalanish uchun mo'ljallangan radioaktiv moddalar tarkibini boyitish, saqlash, tashish va ishlatish jarayoni qat'iy talab va qoidalar asosida, yuqori darajada nazorat ostida amalga oshirilishi belgilangan.

Kishilik jamiyati taraqqiyotida ko'plab harbiy janglar qayd qilinadi va urushlar haligacha davom etmoqda... Qaysidir ma'noda, bu tabiiy holat sifatida izohlanishi ham mumkin. Chunki, qanchalik buyuk tafakkur sohibi bo'lmasin, insoniyat *Homo sapiens* (odam) biologik turiga mansub hisoblanadi va o'z navbatida, shafqatsiz, «*hayot uchun kurash*» qonuniga bo'ysinishga majbur, o'zi mansub

<sup>1</sup> Суюн Азим. Ей дўст: насрий ва шеърий қайирмалар // – Тошкент, «Шарқ» нашриёти, 2014 й. – 408 б.

populyatsiya manfaatlari uchun, shunchaki och qolmaslik, qulay hayot sharoitlariga ega bo'lish, «*yashab qolish*» maqsadida, har qanday yo'l bilan bo'lsa—da, ayrim holatlarda XXI asrning «*gegemon*» davlatlari tomonidan hech kimga sir bo'lmagan «*demokratiya o'rnatish*» tamoyili asosida, boshqa davlatlar, tabiiy boyliklar zahiralariга boy bo'lgan begona mintaqalar va hududlarni egallashga moyillik darajasi yuqoriligini namoyon qiladi. O'z navbatida globallashish, siyosiy g'oyalar kurashi davrida halqaro maydonda o'z o'rniga va «*o'z so'ziga*» ega bo'lish uchun ayrim davlatlarning oshkora tarzda yadro quroliga ega bo'lish va uni o'zlarining siyosiy raqiblari va «*kushandalari*»ni cho'chitib qo'yish maqsadida ko'z—ko'z qilishga urinishlarini ham tushinish mumkindir...

Aynan, 1950-yillarda avj olgan qurollanish poygasi, «*Karib inqirozi*» kabi voqea—hodisalar bilan tarixda qolgan «*sovuq urush*» davri ham ushbu holatning yaqqol misoli hisoblanadi. Harbiy kuch—qudratga ega bo'lish, yadro qurolini tasarruf qilish davlatlarning halqaro siyosiy maydonda barqaror o'ringa ega bo'lishini belgilab bersa—da, biroq esdan chiqarmaslik kerakki, yadro qurolini saqlash, tashish, sinovlardan o'tkazish va hokazo holatlarda yo'l qo'yiluvchi texnik va boshqa tavsifga ega xatolar ham keng ko'lamdagi radiatsion halokatlarni keltirib chiqarishi ehtimolligi favqulotda darajada yuqori hisoblanadi!

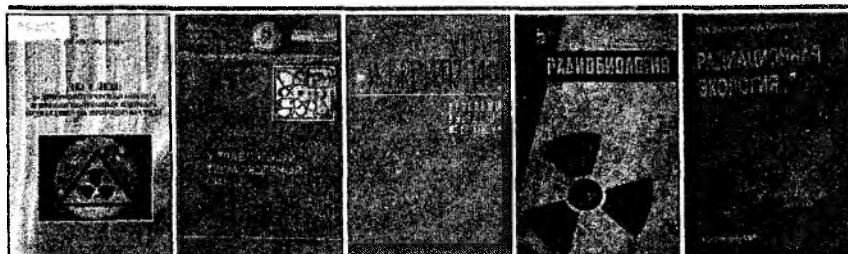
Yadro qurolidan himoyalanish maqsadlarida maxsus inshootlar, qurilmalar va individual foydalanish vositalari (respirator, maxsus kiyim va boshq.) ishlab chiqariladi. Fuqaro mudofaasi kursi bo'yicha mavjud kitob, qo'llanmalarda yadro quroli qo'llanilgan holatda qanday qoidalarga amal qilish tartibi batafsil bayon qilingan.

Radiatsion nurlanishning salbiy ta'siridan himoyalanish va nurlanish kasalligiga qarshi ishlatiluvchi moddalar umumiy nom bilan **radioprotektorlar** deb nomlanadi. Radioprotektorlar sifatida amaliyotda tarkibida oltingugurt atomi mavjud bo'lgan preparatlar (*sistamin*), serotonin hosilalari (*meksamin*), glitserat efiri (*batilol*), kaliy yodid, enteral sorbentlar, kompleksonlar (*pentasin, ferrosin*), farmakologik preparatlar (*leykogen, zimozan suspenziyasi*,

*aktovegin*), turli xil surtma malhamlardan (*tezan, parmidin surtmasi, dieton surtmasi*) foydalaniladi<sup>1</sup>.

### Nazorat uchun savollar

1. Radiatsion nurlanishning nisbiy biologik ta'sir effekti nima?
2. Biologik organizmlarning radiatsion nurlanish ta'siriga chidamlilik darajasini tushuntirib bering.
3. Chegaraviy darajada sezgirlikka ega organlar nima?
4. Hujayralarning radiatsion nurlanish ta'siriga sezgirligini baholash usullari qanday?
5. «Radiatsion gormezis» nima?
6. Radiatsion nurlanishning odam organizmiga umumiy ta'siri qanday ifodalanadi?
7. Nurlanish kasalligi qanday tasniflanadi?
8. Radiatsion sindromlarni tushuntirib bering.
9. Radiatsion nurlanishning genetik ta'siri qanday ifodalanadi?
10. Radiobiofizikaning asosiy paradoksi nima?
11. Suv radiolizi qanday hodisa?
12. Ionlashtiruvchi nurlanishning DNK makromolekulasiga ta'sirini tushuntirib bering.
13. Radiatsion nurlanishning oqsil makromolekulariga ta'sirini tavsiflang.
14. Lipidlarning radiatsion zararlanishi qanday ifodalanadi?



<sup>1</sup> Ядерная угроза. Основы выживания и поведения // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.liveinternet.ru> Дата обращения: 18.12.2015 г.

## **Foydalanilgan va qo‘shimcha o‘qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro‘yxati:**

1. E.J.Hall, A.J.Giaccia. Radiobiology for the Radiologist, 7<sup>th</sup> edn. Philadelphia: Wolters Kluwer (Lippincott, Williams and Wilkins), 2012.
2. O.A.Trowell. The sensitivity of lymphocytes to ionising radiation // In: The Journal of pathology and bacteriology. – 1952. – 64(4). – P.687–704.
3. S.V.Jargin. Hormesis and radiation safety norms // Human & experimental toxicology. – 2012. – V.31. – P.671–675.
4. А.В.Лебединский. Влияние ионизирующей радиации на организм животного и человека // Москва, 1957.
5. А.В.Яблоков. Миф о безопасности малых доз радиации: Атомная мифология // Москва. – Изд-во Центр экологической политики России, ООО «Проект-Ф», 2002. – 145 с.: ил.
6. А.Г.Конопляников. Радиобиология стволовых клеток // Москва, 1984.
7. А.Г.Свердлов. Опосредованное действие ионизирующих излучений // Москва. – Изд-во «Атомиздат», 1968. – 271 с.
8. А.И.Газпев и др. Открытие и изучение явления восстановления клеток и их генетических структур от повреждений, вызываемых ионизирующими излучениями // Пушино, 1987.
9. А.К.Гуськова, Г.Д.Байсоголов. Лучевая болезнь человека // Москва, 1970.

10. А.М.Кузин, Вторичные биогенные излучения – лучи жизни // Пушино, 1997.
11. А.М.Кузин. Прикладная радиобиология // Москва. – Изд-во «Энергоиздат», 1981.
12. А.М.Кузин. Проблема малых доз и идеи гормезиса в радиобиологии // Радиобиология. – 1991. – Т.31. – Вып.1. – С.16–21.
13. А.М.Кузин. Стимулирующее действие ионизирующего излучения на биологические процессы // Москва, 1977.
14. А.М.Кузин. Структурно–метаболическая гипотеза в радиобиологии // Москва. – Изд-во «Наука», 1970. – 175 с.
15. А.М.Кузин. Структурно–метаболическая теория в радиобиологии // Москва. – Изд-во «Наука», 1988.
16. А.Н.Несмеянов. Радиохимия // Москва. – Изд-во «Химия», 1972. – 592 с.
17. А.Ф.Цыб, Р.С.Будагов, И.А.Замулаева и др. Радиация и патология // Москва. – Изд-во «Высш. шк.», 2005. – 341 с.
18. Б.И.Поливода и др. Радиационное поражение биологических мембран // Москва. – Изд-во «Медицина», 1990.
19. Б.Н.Тарусов. Первичные процессы лучевого поражения // Москва. – Изд-во «Атомиздат», 1962. – 210 с.
20. Б.Н.Тарусов. Основы биологического действия радиоактивных излучений // Москва. – Гос. Изд-во мед. Лит. «Медгиз», 1955. – 139 с.
21. В.А.Барабой. Популярная радиобиология // Киев. – Изд-во «Наукова думка», 1988.

22. В.Бонд, Т.Флиндер, Д.Аршамбо. Радиационная гибель млекопитающих // Москва. – Изд-во «Атомиздат», 1971. – 320 с.
23. В.Г.Петин. Генетический контроль модификаций радиочувствительности клеток // Москва. – Изд-во «Энергоатомиздат», 1987.
24. В.Д Жестяников. Репарация ДНК и ее биологическое значение // Ленинград. – Изд-во «Наука, Ленингр. отд.», 1979.
25. В.Е.Комар, К.П.Хансон. Информационные макромолекулы при лучевом поражении клеток В.И.Корогодин. Проблемы пострадиационного восстановления // – Москва, 1966.
26. В.И.Корогодин. Проблемы пострадиационного восстановления // Москва. – Изд-во «Атомиздат», 1966.
27. В.И.Корогодин. Восстановление клеток от повреждений // Москва. – Изд-во «Знание», 1976.
28. В.И.Корогодин. Проблемы пострадиационного восстановления // Москва, 1964.
29. В.Н.Савин. Действие ионизирующего излучения на целостный растительный организм // Москва. – Изд-во «Энергоиздат», 1981. – 120 с.
30. Г.Дертингер, Х.Юнг. Молекулярная радиобиология // Москва. – Изд-во АН, 1973.
31. Г.С.Календо. Ранние реакции клеток на ионизирующее излучение и их роль в защите и сенсбилизации // Москва. – Изд-во ЭАИ, 1982.



32. Гуськова А.К., Байсоголов Г.Д. Лучевая болезнь человека // Москва. – Изд-во «Медицина», 1970.
33. Д.Е.Ли. Действие радиации на живые клетки // Москва. – Изд-во «Госатомиздат», 1963.
34. Д.М.Гродзинский. Радиобиология. Биологическое действие ионизирующих излучений // Москва, 1961.
35. Дж.Коггл. Биологические эффекты радиации (Пер. с англ.) // Москва. – Изд-во «Энергоатомиздат», 1986. – 184 с.
36. А.Ф.Дыб и др. Радиация и патология // Москва. – Изд-во «Высш. шк.», 2005. – 341 с.
37. Е.А.Красавин. Мутагенное действие излучений с разной ЛПЭ // Москва. – Изд-во «Энергоатомиздат», 1991. – 183 с.
38. Е.А.Красавин. Проблема ОБЭ и репарация ДНК // Москва. – Изд-во «Энергоатомиздат», 1989. – 193 с.
39. Е.И.Преображенская. Радиоустойчивость семян растений // Москва. – Изд-во «Атомиздат», 1971. – 232 с.
40. Е.Н.Гончаренко, Ю.Б.Кудряшов. Гипотеза эндогенного фона радиорезистентности // Москва. – Изд-во МГУ, 1980.
41. Е.Ф.Романцев и др. Молекулярные механизмы лучевой болезни // – Москва. – Изд-во «Медицина», 1984.
42. Жизнеспособность клеток, облученных в малых дозах (Под ред. Т.Альпер) // Москва, 1980.
43. И.Б.Моссэ. Радиация и наследственность: Генетические аспекты противорадиационной защиты // Минск. – Изд-во «Университетское», 1990. – 208 с.

44. И.Б.Токин. Проблемы радиационной цитологии // Ленинград. – Изд-во «Медицина», 1974.

45. И.Г.Акоев. Проблемы постлучевого восстановления // Москва. – Изд-во «Атомиздат», 1970.

46. И.И.Пелевина и др. Выживаемость облученных клеток млекопитающих и репарация ДНК // Москва. – Изд-во «Энергоатомиздат», 1985.

47. И.И.Пелевина, Г.Г.Афанасьев, В.Я Готлиб. Клеточные факторы реакции опухоли на облучение и химиотерапевтические воздействия // Москва. – Изд-во «Наука», 1978.

48. И.Я.Василенко, О.И.Василенко. Биологическое действие продуктов ядерного деления // Москва. – Изд-во «Бином», 2011. – 384 с.

49. К.П.Хансон, В.Е.Комар. Молекулярные механизмы радиационной гибели клеток // Москва. – Изд-во «Энергоатомиздат», 1985.

50. К.Штреффер. Канцерогенез после воздействия ионизирующих излучений // Международный журнал. радиац. мед. – 1999. – №3–4. – С.4–6.

51. Клиническая радиология: Учебное пособие (Под ред. А.Е.Сосюкина) // Москва. – Изд-во «ГЭОТАР-Медиа», 2008. – 224 с.

52. Л.И.Ильин, А.Т.Иванников. Радиоактивные вещества и раны (Метаболизм и декорпорация) // Москва. – Изд-во «Атомиздат», 1979.

53. Л.Х.Эйдус. Мембранный механизм биологического действия малых доз // Москва, 2001.
54. Лучевое поражение (острое лучевое поражение, полученное в эксперименте): Сборник (Под ред. Ю.Б.Кудряшова) // Москва. – Изд-во МГУ, 1987.
55. М.М.Виленчик. Модификация канцерогенных и противоопухолевых эффектов излучений // Москва. – Изд-во «Медицина», 1985.
56. Н.В.Лучник. Биофизика цитогенетических поражений и генетический код // Москва, 1968. – 296 с.
57. Н.В.Тимофеев–Ресовский и др. Применение принципа попадания в радиобиологии // Москва. – Изд-во «Атомиздат», 1968. – 265 с.
58. Н.М.Березина, И.К.Бобырь, Х.С.Даскалов и др. Результаты исследований и внедрение приема предпосевного гамма-облучения семян сельскохозяйственных культур в СССР и НРБ // Москва. – Изд-во «Энергоатомиздат», 1984. – 97 с.
59. Н.М.Надеждина. Отдаленные последствия острой лучевой болезни // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2009. – Т.48. – № 3. – С.17–27.
60. Неотложная помощь при острых радиационных воздействиях (Под ред. Л.А.Ильина) // Москва, 1976.
61. Радиационные поражения человека. Избранные клинические лекции (Под ред. А.Ю.Бушманова, В.Д.Ревы) // Москва. – Изд-во «Слово», 2007. – 176 с.

62. Радиация и патология: Учебное пособие (Под ред. А.Ф.Цыба) // Москва. – Изд-во «Высшая школа», 2005. – 341 с.
63. С.И.Александров. Патогенез сокращения продолжительности жизни // Современные проблемы радиобиологии. Проблемы современной геронтологии. – Москва, 1978. – С.192–204.
64. С.П.Ярмоненко, А.А.Вайнсон. Радиобиология человека и животных // Москва. – Изд-во «Высш. шк.», 2004. – 549 с.: ил.
65. С.П.Ярмоненко. Радиобиология человека и животных. Учебник // Москва. – Изд-во «Высшая школа», 1988.
66. Формирование радиобиологической реакции растений (Под общ. ред. Д.М.Гродзинского) // Киев. – Изд-во «Наукова думка», 1984. – 216 с.
67. Ш.Окада. Радиационная биохимия клетки // Москва. – Изд-во «Мир», 1974.
68. Шарпаты В.А. Радиационная химия биополимеров // Москва. – Изд-во «ГЕОС», 2008. – 250 с.
69. Э.Я.Граевский. Сульфгидрильные группы и радиочувствительность // Москва. – Изд-во. «Атомиздат», 1969.
70. Ю.Б.Кудряшов, Б.С.Беренфельд. Основы радиационной биофизики // Москва. – Изд-во МГУ, 1982. – 304 с.
71. Ю.Б.Кудряшов, Б.С.Беренфельд. Радиационная биофизика // Москва. – Изд-во Московского университета, 1979.
72. Ю.Б.Кудряшов. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) (Под ред.В.К. Мазурика, М.Ф.Ломанова) // Москва. – Изд-во «Физматлит», 2004. – 448 с.

73. Ю.Б.Кудряшов. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) // Москва. – Изд-во «ИЗМАТЛИТ», 2003. – 442 с.

74. Ю.Г.Капульцевич. Количественные закономерности лучевого поражения клеток // Москва. – Изд-во «Атомиздат», 1978. – 190 с.

75. Ю.И.Москалев. Отдаленные последствия воздействия ионизирующих излучений // Москва. – Изд-во «Медицина», 1991.

76. Я.Н.Кендыш. Биохимические механизмы радиобиологического эффекта на уровне организма // Итоги науки и техники. Радиационная биология. – Т.2. – Москва, 1974.

77. А.В.Козлова. Последствия взрывов атомных бомб в Хиросиме и Нагасаки и водородной бомбы в Бикини: Отчет об Интернациональной конференции в Токио 1955 г. // Москва. – Изд-во «Медгиз», 1957. – 167 с.

78. А.Д.Доника. Основы радиобиологии. Учебно-методическое пособие // (Министерство здравоохранения и социального развития. Волгоградский государственный медицинский университет. Кафедра Мобилизационной подготовки здравоохранения и медицины катастроф). – Волгоград, 2010. – 177 с.

79. А.С.Георгиевский, О.К.Гаврилов. Социально-гигиенические проблемы и последствия войн // Москва. – Изд-во «Медицина», 1975. – 250 с.

80. В.Т.Толок. Управляемый термоядерный синтез // Киев. – Изд-во «Знание», 1983. – 48 с.

81. Г.Д.Байсоголов, А.К.Гуськова. О классификации лучевой болезни // Мед. Радиология. – 1964. – Т.9. – №2. – С. 100–104.
82. Действие ядерного оружия (Пер. с англ. яз.) // Москва. – Изд-во «Воениздат», 1963. – 683 с.
83. Е.И.Чазов, Л.А.Ильин, А.К.Гуськова. Опасность ядерной войны. Точка зрения советских ученых–медиков // Москва. – Изд-во «Агентство печати Новости», 1982.
84. Л.А.Ильин и др. Руководство по медицинским вопросам противорадиационной защиты // Москва. – Изд-во «Медицина», 1975. – 214 с.
85. Л.А.Ильин, В.Ф.Кириллов, И.П.Коренков. Радиационная безопасность и защита. Справочник (1996).
86. Л.А.Ильин, В.Ф.Кириллов, И.П.Коренков. Радиационная гигиена. Учебник для вузов // Изд-во «ГЭОТАР–Медиа», 2010. – 384 с.
87. Н.С.Бабаев, В.Ф.Демин, Л.А.Ильин и др. Ядерная энергетика, человек и окружающая среда // Москва. – Изд-во «Энергоиздат», 1981.
88. Н.Д.Поникаров и др. Что необходимо знать о ядерном оружии и защите от него // Москва. – Изд-во «Атомиздат», 1965. – 168 с.
89. Ю.М.Широков, Н.П.Юдин. Ядерная физика // Москва. – Изд-во «Наука», 1980.

## Internet saytlari ro'yxati:

- [https://ru.wikipedia.org/wiki/Биологические\\_эффекты\\_ионизирующего\\_излучения](https://ru.wikipedia.org/wiki/Биологические_эффекты_ионизирующего_излучения)
- [https://ru.wikipedia.org/wiki/Радиобиологические\\_эффекты](https://ru.wikipedia.org/wiki/Радиобиологические_эффекты)
- [http://nuclphys.sinp.msu.ru/radiation/rad\\_10.htm](http://nuclphys.sinp.msu.ru/radiation/rad_10.htm)
- <http://nuclphys.sinp.msu.ru/radioactivity/ract16.htm>
- <http://profbeckman.narod.ru/MED9.htm>
- Г.Е.Труфанов, М.А.Асатурян. Лучевая терапия: Учебник. 2010. – 192 с. // <http://vmede.org...>



## VI bob. RADIOPROTEKTORLAR

### VI bob. RADIOPROTEKTORLAR

- 6.1. Radioprotektorlarning tasniflanishi
  - 6.2. Radioprotektorlarning ta'sir mexanizmi
  - 6.3. Kislodod «effekti»
  - 6.4. Bioflavonoidlar – potensial samarali ta'sirga ega radioprotektorlar sifatida
- Nazorat savollari  
Foydalanilgan va qo'shimcha o'qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro'yxati



Hozirgi vaqtda dunyoning ko'pgina hududlarida yadro obyekt-larida yuz bergan texnogen halokatlar oqibatida radioekologik vaziyat keskin izdan chiqishi qayd qilinadi. Bu holat samarali ta'sirga ega **radioprotektor** preparatlarni yaratish masalasining dolzarbligini belgilab beradi<sup>2</sup>.

Radiatsion nurlanishning salbiy ta'siridan himoyalaniş va nurlanish kasalligiga qarshi ishlatiluvchi moddalar umumiy nom bilan **radioprotektorlar** deb nomlanadi. Radioprotektorlar sifatida amaliyotda tarkibida oltingugurt atomi mavjud bo'lgan preparatlar (*sistamin*), serotonin hosilalari (*meksamin*), glitserat efiri (*batilol*), kaliy yodid, enteral sorbentlar, kompleksonlar (*pentasin*, *ferrosin*), farmakologik preparatlar (*leykogen*, *zimozan suspenziyasi*, *aktovegin*), turli xil surtma malhamlardan (*tezan*, *parmidin surtmasi*, *dieton surtmasi*) foydalaniladi<sup>3</sup>.

**Radioprotektor** (lotin tilida *radius* – nur va *protector* – himoya qilmoq degan ma'noni anglatadi) – biologik organizmning ionlashtiruvchi nurlanish ta'siriga chidamliligini oshiruvchi kimyoviy modda hisoblanadi. Bu yo'nalishdagi dastlabki muvaffaqiyatli sinov tajriba-

<sup>2</sup> Ю.Б.Кудряшов, Е.Н.Гончаренко. Современные проблемы противолучевой химической защиты организмов // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1999. – Т.39, – №2. – С.197-211.

<sup>3</sup> Ядерная угроза. Основы выживания и поведения // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.liveinternet.ru> Дата обращения: 18.12.2015 г.



lari 1949-yilda amalga oshirilgan. Radioprotektorlar hujayrada amalga oshuvchi fizik–kimyoviy jarayonlar, moddalar almashinuvi faolligiga ta'sir ko'rsatish orqali radiatsion nurlanishning salbiy ta'sirini susaytiradi.

1945-yilda yuz bergan «Xirosima–Nagasaki fojiasi»dan keyin radiobiofizika fan sohasi rivojlanishida yangi davr boshlangan. Ya'ni, radiatsion nurlanishning odam organizmiga ta'sir oqibatlarini aniqlangan, shuningdek, nurlanish kasalligiga qarshi davolash va profilaktika nuqtayi nazaridan samarali vositalarni yaratish yo'nalishida ilmiy tadqiqotlar boshlangan.

1955-yilda Birlashgan millatlar tashkiloti (BMT) tomonidan *Atom radiatsiyasining odam organizmiga ta'sirini o'rganish bo'yicha qo'mita* tashkil qilingan.

## 6.1. Radioprotektorlarning tasniflanishi

Ionlashtiruvchi nurlanish ta'siri davomida yoki ushbu ta'sirdan keyin, odam organizmida radiatsion zararlanishga qarshi ta'sir ko'rsatuvchi har qanday modda – radioprotektor (*Radioprotective agent*) sifatida qayd qilinishi mumkin. Umumiy holatda, radioprotektorlar 3 ta guruhga tasniflanadi<sup>1</sup>:

1. Profilaktik moddalar (*Prophylactic agents*);
2. Mitigatorlar (*Mitigators*);
3. Terapevtik (*davolovchi*) moddalar.

**Profilaktik radioprotektorlar** – radiatsion nurlanish ta'sir qilishi oldidan qo'llanilganda, ionlashtiruvchi nurlanishning organizmga salbiy ta'sirini susaytiruvchi moddalar hisoblanadi.

**Mitigatorlar** – radiatsion nurlanish ta'siri davomida yoki undan keyin, nurlanishning salbiy ta'sirini susaytirish maqsadida qo'llaniluvchi radioproteksion moddalar hisoblanadi. Mitigator moddalar radionuklidlarning biologik to'qima hujayralariga so'rilishini, yig'ilishini susaytiradi. Masalan, kaliy yodid (*KI*) qo'llanilganda qalqonsimon bez hujayralarida radioaktiv <sup>131</sup>I izotopi yig'ilishi susayishi qayd qilinadi. Kaliy yodid (*KI*) tuzi qalqonsimon bezning yodga bo'lgan talabini qondiradi va o'z navbatida, radiatsion nurlanish

<sup>1</sup> H.B.Stone et al. Models for evaluating agents intended for the prophylaxis, mitigation and treatment of radiation injuries. Report of an NCJ Workshop, December 3–4, 2003 // Radiation Research. – 2004. – V.162(6). – P.711–728.

bo'lgan talabini qondiradi va o'z navbatida, radiatsion nurlanish fonida radionuklidlarning (jumladan,  $^{131}_{53}I$ ) salbiy ta'sirini susaytiradi<sup>197</sup>.

**Terapevtik (davolovchi) moddalar** – radiatsion nurlanish ta'sirida yuzaga keluvchi patologik holatlarni (*nurlanish sindromlari*) bartaraf qilish, biologik to'qimalar hujayralari funksiyasini qayta tiklash maqsadida foydalaniluvchi radioprotektor moddalar hisoblanadi<sup>198</sup>.

Odatda, radioprotektorlar kimyoviy tuzilishi va ta'sir mexanizmiga ko'ra, tasniflanadi. Kimyoviy tuzilishiga ko'ra, radioprotektorlar quyidagi turlarga tasniflanadi:

- Tarkibida oltingugurt atomi mavjud bo'lgan radioprotektorlar (*merkaptotetilamin, aminotiol*).

- Indolilalkilaminlar (*meksamin, serotonin*).
- Arilalkilaminlar (*tiramin, noradrenalin, dofamin, adrenalin*).
- Imidazol hosilalari.
- Boshqa radioprotektorlar (*atsetilxolin*).

$B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_{12}$  vitamin, gormonlar (*estradiol, estriol, androsteron, metiltestosteron, adrenokortikotrop gormon, adrenalin, noradrenalin*) tabiiy radioprotektorlar hisoblanadi.

Ta'sir mexanizmiga ko'ra, radioprotektorlar quyidagi turlarga tasniflanadi:

- Gipoksik ta'sir ko'rsatuvchi radioprotektorlar (*serotonin, meksamin, feniltiazol, benzotiazol, ditiazin, imidazolin*);
- Gipoksik tavsifga ega bo'lmagan ta'sir ko'rsatuvchi radioprotektorlar (*sistamin, sistein, sistafos, gammafos*).

Foydalaniluvchi doza qiymatiga bog'liq holatda, radiatsion nurlanishdan himoyalash samaradorligiga ko'ra radioprotektorlar quyidagi guruhlariga taniflanadi<sup>199</sup>:

- **Mieloprotektorlar** – odatda, bir martalik radiatsion nurlanishda (1–10 Gr) samarali qo'llaniladi;

<sup>197</sup> Йодистый калий // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.gradenstroy.ru> Дата обращения: 08.10.2015 г.

<sup>198</sup> J.F.Weiss, M.R.Landauer. History and development of radiation-protective agents // Inter. J. Radiation Biol. – 2009. – V. 85(7). – P.539–573.

<sup>199</sup> Классификация радиопротекторов // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://referat-best.ru> Дата обращения: 08.10.2015 г.

- **Enteroprotektorlar** – (*tiazol, triazol, tiadiazin, geterilalkan, prostaglandin*) 10–20 Gr diapazonda radiatsion nurlanishga qarshi qo‘llanilib, organizm to‘qima hujayralarida kislorod iste‘moli qiymatini susaytiruvchi ta’sir ko‘rsatadi.

- **Serebroprotektorlar** – (*glutamatergik sinaps blokatorlari*) 80 Gr radiatsiya nurlanishi ta’siriga qarshi foydalaniladi.

Shuningdek, radioprotektorlar himoyaviy ta’sir vaqti davomiylikiga ko‘ra quyidagi turlarga tasniflanadi:

- **Qisqa vaqt davomida ta’sir ko‘rsatuvchi radioprotektorlar** (*adrenalin, noradrenalin*);

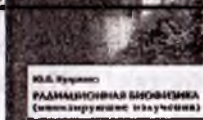
- **Uzoq vaqt davomiyligida ta’sir ko‘rsatuvchi radioprotektorlar.**

## 6.2. Radioprotektorlarning ta’sir mexanizmi

1942-yilda V.Deyl tomonidan ayrim kimyoviy moddalar (*radioprotektor*) hosil bo‘luvchi erkin radikallarni bog‘lab olishi hisobiga, radiatsion nurlanishning ferment tizimlari funksiyasiga buzuvchi ta’siri darajasini susaytirishi aniqlangan.

1960-yillarda Z.Bak va P.Aleksander tomonidan radioprotektorlarning hujayrani radiatsion nurlanish ta’siriga chidamli holatga o‘tkazishi (*«biokimyoviy shok»*) haqidagi gipotezasi, shuningdek, E.F.Romansev tomonidan *«radioprotektorlarning majmuaviy biokimyoviy ta’sir mexanizmi»* (1968), E.Ya.Graevskiy tomonidan *«sulfigidril ta’sir»* (1969) kabi gipotezalar ilgari surilgan.

1970-yillarning oxirida E.N.Goncharenko va Yu.B.Kudryashev tomonidan *«radiorezistentlikning endogen foni»* gipotezasi ilgari surilgan, ya’ni radioprotektorlar biologik to‘qimalarda lipidlarning peroksidli oksidlanishini mahsulotlari hosil bo‘lishini kamaytirishi, shuningdek, bunda radiatsion nurlanishning salbiy ta’siriga qarshilik ko‘rsatuvchi, antioksidant moddalar, tiol guruhiga ega moddalar, biogen aminlar konsentratsiyasi ortishi qayd qilinadi.



**Yuriy Borisovich KUDRYASHOV** – biologiya fanlari doktori, professor, 1962-yildan boshlab, M.V.Lomonosov nomidagi Moskva davlat universiteti Biofizika kafedrasida Radiatsion biofizika laboratoriyasi mudiri (2016), ekologik biofizika, radiatsion biofizika yo‘nalishida ilmiy tadqiqotlar olib borgan, 300 dan ortiq ilmiy ishlar, jumladan 12 ta monografiya, darslik va o‘quv qo‘llanmalari muallifi hisoblanadi<sup>200</sup>.

#### **Prof. Yu.B.Kudryashovning ayrim ilmiy ishlarining ro‘yxati<sup>201</sup>:**

1. Ю.Б.Кудряшов, Е.Н.Гончаренко. Лучевая болезнь // Ядерная энциклопедия. – Москва. – Изд-во «Благотв. фонд Ярошинской», 1996, с. 322–326.
2. Ю.Б.Кудряшов, Ю.Ф.Перов. Стресс и электромагнитные поля // – Москва. – Изд-во «Эфир», 1999.
3. Ю.Б.Кудряшов Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) Учебник // – Москва. – Изд-во «Физматлит», 2004. – 446 с.
4. Yu.B.Kudryashov, E.N.Goncharenko. Modern problems of antiradiation chemical defense of organisms / In book: The Effects of Low Dose Radiation: New Aspects of Radiobiological Research

<sup>200</sup> Кудряшов Ю.Б. // [Электрон ресурс] Режим доступа: <http://soil.msu.ru> Дата обращения: 08.10.2015 г.

<sup>201</sup> Кудряшов Юрий Борисович // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.radiobiology.biophys.msu.ru/Kudryashov.htm> Дата обращения: 08.10.2015 г.

Prompted by The Chernobyl Nuclear Disaster. Edited by E.B.Burlakova and V.I.Naidich. VSPBV, NE/Brill Academic Pubs, 2004, p. 396–419.

5. Yu.B.Kudryashov. The main principles of radiation biology // In book: The Effects of Low Dose Radiation: New Aspects of Radiobiological Research Prompted by The Chernobyl Nuclear Disaster. Edited by E.B.Burlakova and V.I.Naidich. VSPBV, NE/Brill Academic Pubs, 2004, p. 362–395.

6. Ю.Б.Кудряшов, Ю.Ф.Перов, А.Б.Рубин. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения. Учебник // – Москва. – Изд-во «Физматлит», 2008. – 184 с.

7. Yu.B.Kudryashov Radiation Biophysics (Ionizing Radiations) New York: Nova Science Publishers, Inc., 2008. – 327 p.

8. Ю.Б.Кудряшов Лучевое поражение критических систем // Лучевое поражение. – Москва. – Изд-во Московского университета, 1987. – 72 с.

Radioprotektorlarning ta'sir mexanizmi radiatsion nurlarish davomida biologik to'qima hujayralarida nurlanish ta'siriga sezgir biokimyoviy jarayonlarga ta'sir ko'rsatish orqali ifodalanadi.

Natriy nitrat ( $NaNO_3$ ) tuzi hujayralarning bo'linish jarayonini susaytiruvchi ta'sir ko'rsatishi orqali, shuningdek, metgemoglobin hosil qilish asosida radioproteksion ta'sir ko'rsatadi<sup>202,203</sup>.

Umumiy holatda radioprotektorlarning ta'sir mexanizmi quyidagi holatlar asosida tushuntiriladi:

- Erkin radikallarni o'ziga bog'lab oladi;
  - Mitoxondriyada oksidlanish–qaytarilish potentsiali qiymatini o'zgartiradi;
  - Endogen SH –guruhlarning konsentratsiyasini oshiradi;
  - Radiatsion nurlanish ta'siriga chidamlilik darajasini oshiradi.
- Masalan, serotonin, dofamin, gistamin kabi endogen aminlar

<sup>202</sup> Радиопротекторы // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://transfer.ru> Дата обращения: 08.10.2015 г.

<sup>203</sup> Радиопротекторы. Биологический энциклопедический словарь. Гл. ред. М.С.Гиляров; Редкол.: А.А.Бабаев, Г.Г.Винберг, Г.А.Заварзин и др. – 2-е изд., исправл. – Москва, 1986 // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://dic.academic.ru> Дата обращения: 08.10.2015 г.

konsentratsiyasi ortishi radiatsion nurlanish ta'siriga chidamlilik darajasini oshiradi;

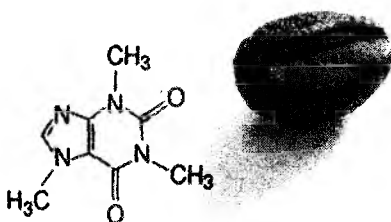
- Kislorod «*effekti*» mexanizmi faolligini susaytiradi;
- Ayrim radioprotektorlar DNK reperatsiyasi jarayonini kuchaytiradi;

- Hujayrada moddalar almashinuvi jarayoni faolligi susayishi hisobiga radiatsion nurlanish ta'siri susayadi.

Hozirgi vaqtda amaliyotda – «Sistamin gidroxlorid», «Indralin B190», «S-naftizin» radioprotektor preparatlaridan foydalaniladi.

Tadqiqotlarda statinlar (*statins*) radiatsion nurlanish sharoitida DNK reparatsiyasi jarayonini faollashtiruvchi ta'sir ko'rsatishi aniqlangan<sup>204</sup>.

Amalga oshirilgan tadqiqotlarda *in vitro* sharoitida kofein radioprotektor sifatida ta'sir ko'rsatishi va  $\gamma$ -nurlanish sharoitida DNK makromolekulalari strukturasi yuzaga keluvchi buzilishni sezilarli darajada kamaytirishi qayd qilingan<sup>205</sup>.



Shuningdek, amalga oshirilgan tadqiqotlarda biologik obyektlar tarkibida suv miqdori ortishi bilan radiatsion nurlanishning salbiy ta'siri susayishi qayd qilingan.

Ayrim tadqiqotlarda asalari (*Apis mellifera*) zaharining radioproteksion ta'siriga egaligi qayd qilingan<sup>206</sup>.

Tibbiyot amaliyotida radioprotektor preparatlardan o'sma kasalliklarini radiatsion nurlanish yordamida davolash (*onkoterapiya*) jarayonida foydalaniladi. Ma'lumki, odam organizmi to'qima hujayralarining tabiiy funksional faolligi izdan chiqishi va organizm uchun xavf tug'diruvchi hujayralarga aylanishi kuzatilgan holatda, organizm genomida bu hujayralarning «o'z-o'zini nobud qilish dasturi» ishga tushirilishi asosida yo'q qilinishi amalga oshadi.

<sup>204</sup> G.Fritz. Potential use of HMG-CoA reductase inhibitors (statins) as radioprotective agents // Br. Med. Bull. – 2011. – V.97. – P.17-26.

<sup>205</sup> С.В.Пастон, А.Е.Тарусов. Влияние кофеина на конформационные изменения ДНК при  $\gamma$ -облучении *in vitro* // Журнал структурной химии. – 2011. – Т52. – №6. – С. 1246–1251.

<sup>206</sup> А.С.Корагин и др. Сравнительная оценка противолучевых свойств животных ядов по состоянию системы крови в условиях многократного гамма-облучения // Поволжский экологический журнал. – 2005. – №2. – С.137–146.

Biroq, immun tizim funksiyasi susayishi natijasida funksiyasi ishdan chiqqan hujayralarni «*tanib olish*» jarayonining faolligi susayadi va o'z navbatida, nazoratsiz ravishda, cheksiz ko'payish xossasiga ega bo'lgan – o'sma hujayralari kelib chiqadi va organizm hayot faoliyati uchun xavf yuzaga keladi. Radiatsion terapiya odam organizmida o'sma hujayralarining ko'payishini cheklash va yo'qotishga qaratiladi. Biroq, radiatsion nurlanish ishdan chiqqan hujayralarga tanlab ta'sir ko'rsatmaydi va bunda sog'lom to'qimalarning ham radiatsion zararlanishi kuzatiladi. Shu sababli, bunday vaziyatda organizmning umumiy holatini yaxshilovchi radioprotektor preparatlardan foydalanish zaruriyati tug'iladi.

Masalan, radioterapiya amaliyotida foydalaniluvchi, tarkibi limon siropi, leysin, valin, izoleysin, taurindan tashkil topgan – «Sartar» (Rossiya) radioprotektor preparati odam organizmida zaharli moddalarning salbiy ta'sirini susaytiruvchi, antioksidant, gepatoprotektor, radioprotektor ta'sir faolligiga egaligi va immun tizim funksiyasini faollashtirishi qayd qilinadi<sup>207</sup>.

### 6.3. Kislorod «*effekti*»

**Kislorod «*effekti*»** – muhit tarkibida kislorod ( $O_2$ ) konsentratsiyasi va bosimi mavjud sharoitda radiatsion nurlanish ta'siri kuchayishi hodisasi hisoblanadi.

Kislorod «*effekti*» mexanizmi quyidagi holatlar asosida izohlanadi:

- Kislorod elektron akseptori sifatida o'rin tutadi va radiatsion nurlanish ta'sirida DNK makromolekulasida ionizatsiya jarayonida hosil bo'lgan juftlashmagan elektron kislorod bilan bog'lanadi va o'z navbatida, DNK reperatsiyasi mexanizmi faolligi susayadi;
- Shuningdek, kislorod radiatsion nurlanish jarayonida suv radiolizi faol mahsulotlari hosil bo'lishini kuchaytiradi va o'z navbatida, makromolekulalarning erkin radikallar ta'sirida buzilishi ehtimolligi darajasi ortadi.

<sup>207</sup> Sartar. Применяется при химиолучевой терапии. Радиопротектор // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://beautywev.ru...> Дата обращения: 03.01.2016 г.

1912-yilda o'sma kasalligida rentgen nurlanish yordamida davolash mexanizmini o'rganish jarayonida **G.Shvars** tomonidan nurlanish hosil qiluvchi rentgen trubkasi moslamasi bemor teri sohasiga qattiq bosilganda, bu sohada kislorod tashuvchi qon tomirlar siqilishi natijasida qon o'tishi susayishi va o'z navbatida, nurlanish ta'siri ham susayishi aniqlangan.

1949-yilda **X.Patt** tomonidan tajriba hayvonlarida sistein radiatsion nurlanish ta'sirida nobud bo'lishdan himoyalovchi ta'sir ko'rsatishi aniqlangan. Shuningdek, **N.N.Suvorov, P.G.Jerebchenko, S.P.Yarmonenko, L.Grey, D.Keyter** kabi tadqiqotchilar tomonidan biologik organizmlar to'qimalarida kislorod miqdorining kamaytirilishi radiatsion nurlanishning salbiy ta'sirini susaytirishi aniqlangan.

Ko'pgina radioprotektorlar kislorod iste'moli darajasini susaytiruvchi ta'sir ko'rsatadi (gipoksik ta'sir).

1951-yilda *L-sistein hosilalari* radioprotektor sifatida ta'sir ko'rsatishi va biologik organizmda kislorod iste'moli qiymatini susaytirishi, o'z navbatida, radiatsiyaning salbiy ta'siriga qarshilik ko'rsatishi aniqlangan. Shuningdek, *L-sistein* hosilalari *gistamin, pirodoksin* kabi preparatlar bilan birgalikda terapevtik ta'siri kuchayishi (*sinergizm*) qayd qilingan. To'qimada nafas olish jarayoni ingibitorlari – *furfurolsiangidrin, asetonsiangidrin* (sianoforlar) radioprotektor sifatida ta'sir ko'rsatishi aniqlangan.

#### **6.4. Bioflavonoidlar – potensial samarali ta'sirga ega radioprotektorlar sifatida**

Odatda, ko'pgina kimyoviy radioprotektor preparatlar yuqori darajada toksik ta'sirga egaligi va qisqa vaqt (~1–2 soat) davomida terapevtik ta'sir ko'rsatishi qayd qilinib<sup>208</sup>, shu sababli fitopreparatlar asosida, samarali ta'sirga ega bo'lgan va qo'shimcha salbiy ta'sir kuzatilmaydigan radioprotektor preparatlarning yangi avlodini yaratish muhim ahamiyatga ega hisoblanishi ta'kidlanadi<sup>209</sup>.

<sup>208</sup> С.П.Ярмоненко, А.А.Вайнсон. Радиобиология человека и животных // Москва. – Изд-во «Высш. шк.», 2004. – 549 с.

<sup>209</sup> М.В.Васин. Классификация средств профилактики лучевого поражения как формирование концептуального базиса современной радиационной фармакологии // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1999. – №2. – С.212–222.



Shuningdek, tibbiyot amaliyotida o'sma kasalligiga qarshi radiatsion terapiya usulidan foydalaniladi, biroq radiatsion nurlanish me'yoriy holatdagi biologik to'qimalarga nisbatan salbiy ta'sir ko'rsatishi tasdiqlangan<sup>210</sup>.

Shu sababli, hozirgi vaqtda kimyoviy radioprotektor moddalarning (AET, WR2721, WR 1065 va boshqalar) salbiy toksik ta'sirga egaligi uchun, tabiiy o'simlik moddalari asosida, toksik ta'sirga ega bo'lmagan radioprotektor preparatlarni ishlab chiqish yo'nalishida amalga oshiriluvchi tadqiqotlar dolzarb ahamiyatga ega hisoblanishi qayd qilinadi. Amalga oshirilgan tadqiqotlarda *in vitro* sharoitida o'simlik moddalari asosida yaratilgan ayrim radioprotektor moddalar qon tizimiga ijobiy ta'sir ko'rsatishi, shuningdek, tajriba hayvonlari organizmida immun tizimini faollashtirishi orqali terapevtik ta'sir ko'rsatishi qayd qilingan<sup>211</sup>.

- ***α-Tokoferol monoglyukozid*** – toksik ta'siri kam bo'lgan, samarali radioprotektor hisoblanadi<sup>212</sup>.

- ***Baicalein*** – 5–50 *mkM* konsentratsiyada ta'sir ko'rsatuvchi, kuchli radioprotektor bo'lib, lipidlarning peroksidlanish jarayoni ingibitori hisoblanadi.

- ***Troxerutin*** – *Sophora japonica* o'simligidan ajratib olingan flavonoid bo'lib, radiatsion nurlanish ta'siri sharoitida kuchli radioprotektor sifatida ta'sir ko'rsatishi qayd qilingan.

Kislorod erkin radikallarini bog'lab oluvchi, antioksidant ta'sir xususiyatiga ega bo'lgan flavonoidlar asosida radioprotektor vositalarni ishlab chiqish yo'nalishida ilmiy–amaliy tadqiqotlar olib borilmoqda. Flavonoidlar biologik to'qimalarda endogen antioksidant ferment tizimlarining (*superoksiddismutaza, katalaza glutation peroksidaza, glutation reduktaza*) funksiyasini faollashtirishi, immun tizimini barqarorlashtirishi, gepatoprotektor, kardioprotektor sifatida ta'sir ko'rsatishi, shuningdek, DNK darajasida yuzaga keluvchi buzilishlar darajasini susaytirishi orqali radiatsion nurlanish

<sup>210</sup> Stone HB, Coleman CN, Anscher MS, McBride WH. Effects of radiation on normal tissue: Consequences and mechanisms. *Lancet Oncol.* 2003;4:529–36.

<sup>211</sup> И.Н.Нигматулин. Изыскание противолучевых средств из класса индукторов цитокинов // Автореферат дисс. ...к.б.н. – Казань, 2007. – 24 с.

<sup>212</sup> C.K.K.Nair et al. Relevance of radioprotectors in radiotherapy: studies with tocopherol monoglucoside // *J. Environmental Pathol. Toxicol. Oncol.* – 2004. – V.23(2). – P.153–160.

sharoitida biologik organizmlarda qayta tiklanish jarayonini tezlashtirishi taxmin qilinadi<sup>213,214,215</sup>.

Shuningdek, qayd qilib o'tish kerakki, amalga oshirilgan tadqiqotlarimizda flavonoidlar polifunksional terapevtik ta'sir xususiyatlariga ega hisoblanishi kuzatildi<sup>216</sup>.

Jumladan, kversetin, rutin va katexin *in vitro* sharoitida tajriba hayvonlari miokard funksiyasi faolligini oshirishi va sezilarli darajada antiaritmik ta'sir ko'rsatishi aniqlandi<sup>217</sup>.

Shuningdek, amalga oshirilgan tajribalarda pulikarin flavonoidi kuchli hipotenziv ta'sir ko'rsatishi aniqlandi<sup>218</sup>.

Amalga oshirilgan tadqiqotlarda *Ocimum sanctum* o'simlik turidan ajratib olingan flavonoidlar tajriba hayvonlarida sezilarli darajada radioprotektor sifatida ta'sir ko'rsatishi qayd qilingan<sup>219,220</sup>.

Flavonoidlarning antioksidant ta'sir mexanizmlari radiatsion nurlanish sharoitida biologik to'qimalarda o'sma kasalliklari kelib chiqish ehtimolligi darajasini susaytirishi mumkinligi taxmin qilingan<sup>221</sup>.

Ayrim flavonoidlar (*nepitrin*, *scutellarein*, *rutin*, *naringin*) radiatsion nurlanish ta'sirida tajriba hayvonlarining nobud bo'lish darajasini kamaytirishi aniqlangan.<sup>222</sup>

Tadqiqotlarda *Pilea microphylla* o'simlik turidan ajratib olingan *kversetin-3-O-rutinozid* flavonoidi *in vivo* sharoitida tajriba hayvonlarida radiatsion nurlanishning salbiy ta'sirini kamaytirishi aniqlangan va bu ta'sir biologik to'qimalarda antioksidant tizim

<sup>213</sup> V.Benkovic et al. The Role of Flavonoids as Potential Radioprotectors // Symposium of the Croatian Radiation Protection Association; Krk (Croatia); 13-15 Apr 2011.

<sup>214</sup> Kayoko Shimoi et al. Radioprotective effect of antioxidative flavonoids in  $\gamma$ -ray irradiated mice // *Carcinogenesis*. - 1994. - V.15(11). - P.2669-2672.

<sup>215</sup> K.Reshma et al. Effect of *Ocimum* flavonoids as a radioprotector on the erythrocyte antioxidants in oral cancer // *Indian J. Clin. Biochem.* - 2005. - V.20(1). - P.160-164.

<sup>216</sup> Хушматов Ш.С., Махмудов Р.Р., Рустамов Ш.Ю. Полифункциональное фармакологическое действие экстракта подорожника большого (*Plantago major* L.) // *Инфекция, иммунитет и фармакология*. - Ташкент. - 2015. - №2. - С. 189-192.

<sup>217</sup> Хушматов Ш.С., Махмудов Р.Р., Мавлянов С.М. Сравнительное изучение инотропной и антиаритмической активности флавоноидов - кверцетина, рутина и (+)катехина // *Российский кардиологический журнал*. - Москва, Россия. - 2015. - №11(127). - С. 14-20.

<sup>218</sup> Khushmatov Sh.S. et al. Relaxant effect of the flavonoid pulicarin // *Medicinal Plant Research (Canada)*. - 2012. - V.2(5). - 5-21.

<sup>219</sup> K.Reshma et al. Effect of *Ocimum* flavonoids as a radioprotector on the erythrocyte antioxidants in oral cancer // *Indian J. Clin. Biochem.* - 2005. - V.20(1). - P.160-164.

<sup>220</sup> P.Uma Devi et al. *In vivo* radioprotection by *Ocimum* flavonoids: Survival of mice // *Radiation Research*. - 1999. - V.151(1). - P.74-78.

<sup>221</sup> K.Reshma et al. Radioprotective effects of *Ocimum* flavonoids on leukocyte oxidants and antioxidants in oral cancer // *Indian Journal of Clinical Biochemistry*. - 2008. - V. 23(2). - P.171-175.

<sup>222</sup> O.P. Agarwal, A. Nagaratnam. Radioprotective property of flavonoids in mice // *Toxicol.* - V.19(2). - P.201-204.

muvozanatini qayta tiklashi, shuningdek, radiatsion nurlanish ta'sirida rivojlanuvchi apoptoz jarayonini susaytirishi bilan bog'liq bo'lishi mumkinligi taxmin qilingan.

Tajribalarda kversetin  $\gamma$ -nurlanish va rentgen nurlanishi ta'siri sharoitida kuchli radioproteksion ta'sir faolligiga egaligi qayd qilingan<sup>223,224,225,226</sup>.

Rutin, kvarsetin qon tomirlar devori tonusini mustahkamlaydi, S vitamini o'zlashtirilishini yaxshilaydi. Amalga oshirilgan tadqiqotlarda rutin va kversetin  $\gamma$ -radiatsion nurlanish sharoitida endogen antioksidant ferment tizimlari – superoksiddismutaza, katalaza glutation peroksidaza, glutation reduktaza funksiyasini faollashtirishi, erkin radikallar konsentratsiyasini kamaytirishi, lipidlarning peroksidli oksidlanishi darajasini kamaytirishi aniqlangan<sup>227</sup>.

Ma'lumki, radiatsion nurlanish ta'sirida biologik to'qima hujayralarida navbatdagi buzilishlarning biokimyoviy zanjirini boshlab beruvchi – kislorodning faol shakli (*erkin radikal*) hosil bo'lishi jarayoni kuchayadi, aynan polifenol birikmalari, jumladan flavonoidlarning radioproteksion ta'siri antioksidant ta'sir mexanizmi orqali izohlanadi<sup>228</sup>.

*Ocimum* L. o'simlik turlaridan ajratib olingan flavonoidlar radiatsion nurlanish sharoitida ferment tizimlari faolligiga ta'sir ko'rsatish orqali radioprotektor sifatida ta'sir qilishi mumkinligi taxmin qilingan<sup>229</sup>.

Tadqiqotlarda turli xil o'simliklardan ajratib olingan flavonoidlar sezilarli darajada radioprotektor ta'sir effektiga egaligi qayd qilingan

<sup>223</sup> R.Marina et al. Effect of Quercetin on the short-term impairment of learning induced by X-rays in wistar rats. Nonlinear regression analysis of morris water maze latencies // Proceedings of Measuring Behavior 2012 (Utrecht, The Netherlands, August 28–31, 2012). Eds. A.J.Spink et al. – P.420–423.

<sup>224</sup> V.Benkovic et al. Radioprotective effects of quercetin and ethanolic extract of propolis in gamma-irradiated mice // Arh. Hig. Rada Toksikol. – 2009. – V.60. – P.129–138.

<sup>225</sup> Raman Chawla et al. 3-O- $\beta$ -D-galactopyranoside of quercetin as an active principle from high altitude *Podophyllum hexandrum* and evaluation of its radioprotective properties // Z. Naturforsch. – 2005. – P.728–738.

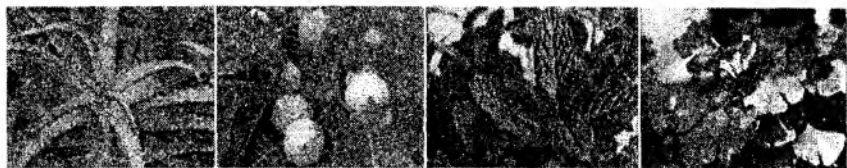
<sup>226</sup> Kayoko Shimoi et al. Radioprotective effect of antioxidative flavonoids in  $\gamma$ -ray irradiated mice // Carcinogenesis. – 1994. – V.15(11). – P.2669–2672.

<sup>227</sup> L.P.Shrikant et al. Antioxidative and radioprotective potential of rutin and quercetin in Swiss albino mice exposed to gamma radiation // J. Med. Phys. – 2013. – V.38(2). – P. 87–92.

<sup>228</sup> Compound for Radioprotection // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.i-sis.org.uk...> Дата обращения: 18.12.2015 г.

<sup>229</sup> K. Reshma et al. adioprotective effects of *Ocimum* flavonoids on leukocyte oxidants and antioxidants in oral cancer // Ind. J. Clinical Biochem. – 2008. – V.23(2). – P.171–175.

bo'lib<sup>230,231,232,233</sup>, jumladan *Alpinia galanga* L. o'simligidan ajratib olingan *galangin*, *kaempferide* flavonoidlari *in vitro* sharoitida 2 Gr  $\gamma$ -nurlanish ta'siri sharoitida DNK makromolekulasida yuzaga keluvchi buzilishlarga sezilarli darajada qarshilik ko'rsatishi aniqlangan va bu flavonoidlarning radiatsion nurlanish ta'sirida hosil bo'luvchi erkin radikallarning salbiy ta'sirini neytrallovchi ta'sir ko'rsatishi bilan bog'liqligi taxmin qilingan<sup>234</sup>.



*Aloe arborescens*

*Emblica officinalis*

*Mentha arvensis*

*Gingo biloba*

### Radioprotektor sifatida ta'sir xususiyatiga ega bo'lgan ayrim o'simlik turlari<sup>235</sup>.

Shuningdek, *hesperidin* flavonoidi tajriba hayvonlarida 10–160 mg/kg dozada qorin bo'shlig'iga in'eksiya qilingan sharoitda 2 Gr  $\gamma$ -nurlanish sharoitida DNK makromolekulasida yuzaga keluvchi buzilishlarga qarshi radioproteksion ta'sir ko'rsatishi qayd qilingan<sup>236</sup>.

Hozirgi vaqtda radioprotektor preparatlarning yangi avlodi sifatida, tarkibida bioflavonoidlar mavjud bo'lgan bir qator preparatlar ishlab chiqarilishi yo'lga qo'yilgan. Jumladan, tarkibida flavonoidlar mavjud bo'lgan «Vitokan» (Ukraina) preparati antioksidant va radioprotektor ta'sir ko'rsatishi tasdiqlangan<sup>237</sup>.

<sup>230</sup> C.K.K.Nair et al. Radioprotectors in radiotherapy // J. Radiat. Res. – 2001. – V. 159. – P.812–834.

<sup>231</sup> J.F.Weiss, M.R.Landauer. Protection against ionizing radiation by antioxidant nutrients and phytochemicals // Toxicol. – 2000. – V.189. – P.1–20.

<sup>232</sup> K.Sankaranarayanan. Estimation of the genetic risks of exposure to ionizing radiation in humans: current status and emerging perspectives // J. Radiat. Res. – 2006. – V.47. – P.B57–B66.

<sup>233</sup> D.K.Maurya et al. Some novel approaches for radioprotection and the beneficial effect of natural products // Indian J. Exp. Biol. – 2006. – V.44. – P.93–114.

<sup>234</sup> S.A.Divakaran, P.S.Hema, M.S.Nair, C.K.K.Nair. Antioxidant capacity and radioprotection by galangin and kaempferide // Int. J. Radiat. Res. – 2013. – V.11(2). – P.81–89.

<sup>235</sup> Piya Paul et al. Phytochemicals as radioprotective agents // Indian J. Natural Products and Resources. – 2011. – V. 2(2). – P. 137–150.

<sup>236</sup> S.J.Hosseini-mehr, A.Nemati. Radioprotective effects of hesperidin against gamma irradiation in mouse bone marrow cells // The British Journal of Radiology. – 2006. – V.79. – P.415–418.

<sup>237</sup> Витокан (лечение мастопатии, фибромиомы) // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://kiev.do.ua>. Режим доступа: Дата обращения: 18.12.2015 г.

Kversetin flavonoidi  $\gamma$ -nurlanish ta'siri sharoitida tajriba hayvonlarida DNK makromolekulasidagi buzilishlar yuzaga kelishini sezilarli darajada susaytirishi qayd qilingan va flavonoidlar radioprotektor sifatida ijobiy ta'sirga ega preparatlarni ishlab chiqishda istiqbolli manbalar hisoblanishi ta'kidlangan<sup>238,239</sup>.

### Nazorat uchun savollar

1. Radioprotektor nima?
2. Radioprotektorlar qanday tasniflanadi?
3. Radioprotektorlarning ta'sir mexanizmini tushintirib bering.
4. Kislород «effekti» nima?
5. Bioflavonoidlarning radioprotektorlar sifatida foydalanilish istiqbollari qanday?



### Foydalanilgan va qo'shimcha o'qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro'yxati:

1. А.Г.Гусев и др. Защита от ионизирующих излучений // Москва, 1990. – Т.1–2.
2. А.К.Гуськова, А.В.Баранова, Р.Д.Друтман и др. Руководство по организации медицинской помощи при радиационных авариях // Москва, 1985.

<sup>238</sup> Vesna Benković et al. Radioprotective effects of quercetin and ethanolic extract of propolis in gamma-irradiated mice // Archives of Industrial Hygiene and Toxicology. – 2009. – V.60(2). – P. 129–138.

<sup>239</sup> V.Benkovic et al. Radioprotective effects of propolis and quercetin in gamma-irradiated mice evaluated by the alkaline comet assay // Phytomedicine. – 2008. – V.15(10). – P. 851–858.

3. А.К.Гуськова и др. Руководство по организации медицинской помощи при радиационных авариях // Москва, 1989. – 80 с.

4. А.Н.Гребенюк и др. Медицинские средства профилактики и терапии радиационных поражений: Учебное пособие // СПб: Фолиант, 2011. – 92 с.

5. В.И.Легеза, В.Г.Владимиров. Новая классификация профилактических противолучевых средств // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1998. – Т. 38, – №3. – С.416–425.

6. В.П.Машкович. Защита от ионизирующих излучений // Москва. – Изд-во «Энергоатомиздат», 1982.

7. Е.Ф.Романцев, В.Д.Блохина, З.И.Жуланова и др. Биохимические основы действия радиопротекторов // Москва, 1980.

8. Е.Ф.Романцев. Радиация и химическая защита // Москва. – Изд-во «Атомиздат», 1968.

9. З.Бак. Химическая защита от ионизирующей радиации // Москва. – Изд-во «Атомиздат», 1968.

10. Л.Х.Эйдус, Ю.К.Корыстов. Кислород в радиобиологии // Москва, – Изд-во «Атомиздат», 1984.

11. Л.Х.Эйдус. Физико-химические основы радиобиологических процессов и защиты от излучений // Москва, 1979.

12. Л.М.Рождественский. Механизмы радиозащитного эффекта и индикация эффективности радиопротекторов // Москва. – Изд-во «Энергоатомиздат», 1985.

13. П.Куна. Химическая радиозащита // Москва, 1990. – 190 с.

14. С.П.Ярмоненко, А.А.Вайнсон, Э.Магдон. Кислородный эффект и лучевая терапия опухолей // Москва, 1980.

**Internet saytlari ro‘uxati:**

• Compound for Radioprotection // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.i-sis.org.uk...>

• Радиопротекторы. Биологический энциклопедический словарь. Гл. ред. М.С.Гиляров; Редкол.: А.А.Бабаев, Г.Г.Винберг, Г.А.Заварзин и др. – 2-е изд., исправл. – Москва, 1986 // [Электрон ресурс]. Режим доступа: // <http://dic.academic.ru> Дата обращения: 08.10.2015 г.

• Классификация радиопротекторов // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://referat-best.ru>



## VII bob. RADIATSION XAVFSIZLIK ME'YORLARI

### VII bob. RADIATSION XAVFSIZLIK ME'YORLARI

- 7.1. Chegaraviy ruxsat etilgan doza
  - 7.2. Samolyotda radiatsion nurlanish
  - 7.3. Televizor ekranlari ta'sirida radiatsion nurlanish
  - 7.4. Uyali aloqa stantsiyalari antennalari ta'siridagi elektromagnit nurlanish
  - 7.5. Uyali aloqa telefoni ta'siridagi elektromagnit nurlanish
  - 7.6. Kompyuter monitori ta'siridagi elektromagnit nurlanish
  - 7.7. «Marlboro Cowboy»ning ayanchli qismati
  - 7.8. Radiatsion oziq-ovqat mahsulotlari
  - 7.9. Eng yuqori dozaga ega bo'lgan radiatsion meval
  - 7.10. Radiatsion zambrug'lar
  - 7.11. Radiatsion kartoshka
  - 7.12. «Banan ekvivalenti»
  - 7.13. Radionuklidlarning odam organizmiga salbiy ta'sirini kamaytirish
- Nazorat savollari  
Foydalanilgan va qo'shimcha o'qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro'yxati



Radiatsion nurlanishdan himoyalalanish nuqtayi nazaridan dastlabki tavsiyalar sifatida – 1906-yilda **D.F.Reshetilo** (Rossiya) tomonidan rentgen nurlaridan tibbiyot amaliyotida diagnostika maqsadlarida foydalanish davomida maxsus ko'zoynak, himoya fartugi va ekranlaridan foydalanish zarurligi qayd qilingan. Shuningdek, 1914-yilda Rossiyada ishchi-xodimlarning kasbiy faoliyati bilan bog'liq radiatsion nurlanish olish xavfidan himoyalash bo'yicha dastlabki qoidalar ishlab chiqilishi fikri ilgari surilgan.

Hozirgi vaqtda radiatsion terapiya uslubidan tibbiyot amaliyotida davolash maqsadlarida foydalanish bilan bog'liq holatda, **Terapevtik radiologiya va onkologiya Yevropa jamiyati** (*ESTRO, The European Society for Therapeutic Radiology and Oncology*) tomonidan halqaro miqyosda muntazam ravishda qo'llanma va tavsiyalar ishlab chiqilishi yo'lga qo'yilgan<sup>240</sup>.

<sup>240</sup> Radiation biology: A handbook for teachers and students // International Atomic energy Agency. – Vienna, 2010.  
<http://www.iaea.org/books>



## Radiatsion xavfsizlik me'yorlari:

- Belgilangan radiatsion xavfsizlik me'yorlariga binoan, sanoat miqyosida ishlab chiqarish sharoitida ishchi-xodimlarning tabiiy radioaktiv manbalar ta'sirida nurlanish dozasi  $\sim 5$  mZv/yil qiymatdan oshmasligi talab qilinadi;

- Tibbiy rentgenologik diagnostika maqsadlarida amalga oshiriluvchi tekshirishlarda samarali nurlanish dozasi qiymati  $\sim 1$  mZv/yil dan oshmasligi talab qilinadi;

- Kompyuter monitoridan 5 sm uzoqlik masofasida rentgen nurlanishiining ekspozitson doza qiymati 0,1 mkZv/soat (100 mkR/soat) qiymatdan oshmasligi belgilangan<sup>241</sup>.

- Radiatsion nurlanish xavfsizligi me'yorlariga ko'ra, 200 mkR/s radiatsion nurlanish sharoitida haftasiga 40 soat davomida mehnat faoliyati bilan shug'ullanish belgilangan.

1928-yilda «Rentgen nurlanishi va radiy izotopi nurlanishidan himoya qilish Xalqaro qo'mitasi» tashkil qilingan va bu qo'mita 1950-yilda «Radiologik himoya bo'yicha Xalqaro komissiya» deb qayta nomlangan. Ushbu komissiya tomonidan radiatsion nurlanishning odam organizmiga ta'sir mexanizmlari o'rganiladi va nurlanishdan himoya qilish bo'yicha tegishli tavsiyalar-ko'rsatmalar ishlab chiqiladi.



**German Djozef MYOLLER (AQSH: Hermann Joseph Muller; 21.12.1890–05.04.1967)** – genetik, Tomas Morgan rahbarligida ilmiy tadqiqotlar olib borgan, rentgen nurlanishining drozofilla pashshasi organizmiga mutagen ta'sir mexanizmini o'rgangan va 1928-yilda rentgenolog shifokorlarning radiatsion nurlanish olish xavfi ehtimolligi yuqoriligi va bu salbiy ta'sirdan himoyalani chora-tadbirlarini ishlab chiqish muhimligini ta'kidlagan, 1946-yilda Nobel mukofoti bilan taqdirlangan<sup>242</sup>.

<sup>241</sup> М.В.Кислов и др. Организация мероприятий по измерению радиационного фона в местах пребывания населения. Методическое пособие // Москва–Новозыбков, 2012. – 38 с.

<sup>242</sup> Мёллер, Герман Джиозеф // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org...> Дата обращения: 18.12.2015 г.

1955-yilda BMT huzurida «Atom radiatsiyasi bo'yicha ilmiy qo'mita» tashkil qilingan va bu qo'mita tabiiy va antropogen tavsifda kelib chiqish xususiyatiga ega bo'lgan ionlashtiruvchi nurlanish xossalari va uning odam organizmiga, atrof-muhitga ta'sir mexanizmlari haqida ilmiy ma'lumotlarni to'plash va tahlil qilish bilan shug'ullanishi belgilangan.



1957-yilda «Atom energiyasi bo'yicha Xalqaro agentlik» tashkil qilinishi, 1963-yilda «Kosmosda, suv ostida va atmosferada yadro qurolini sinovdan o'tkazishni cheklash bo'yicha Xalqaro bitim» tuzilishi radiatsion xavfsizlik nuqtayi nazaridan, tegishli qoida va amaliy chora-tadbirlar ishlab chiqilishida muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.



**Leonid Andreevich ILIN** (Ukraina: 15.03.1928) – tibbiyot fanlari doktori, professor, akademik, radiobiolog, radiobiofizik, radiatsion nurlanishning odam organizmiga ta'sir mexanizmlarini o'rganish va radiatsion nurlanish ta'siridan himoya vositalarini ishlab chiqish yo'nalishida ilmiy tadqiqotlar olib borgan<sup>243</sup>.

### 7.1. Chegaraviy ruxsat etilgan doza

*Chegaraviy ruxsat etilgan doza* – bu cheklanmagan vaqt davomiyligida ta'sir ko'rsatishi ta'sirida biologik organizmda patologik holatlarga olib kelmaydigan radiatsiya nurlanishi dozasi qiymatini ifodalaydi. Radiatsion nurlanishning chegaraviy ruxsat etilgan dozasi 1925-yilda 1 ish kuni davomida 0,1–0,2 *Rentgen* deb belgilangan va «*Radiatsiya nurlanishidan himoya masalalari bo'yicha xalqaro komissiya*» tomonidan 1959-yilda odam organizmi uchun radiatsion nurlanishning chegaraviy ruxsat etilgan dozasi 0,1 *Ber/hafta* va mos ravishda, 5 *Ber/yil* qiymatini tashkil qilishi belgilangan. Shuningdek, ma'lum vaqt davomida mehnat faoliyati bilan shug'ullanish sharoitida radiatsion nurlanishning yig'indi chegaraviy ruxsat etilgan dozasi (*D*) quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$D = 5(N - 18)$$

Bu yerda: *N* – odam organizmining yoshi (yil hisobida); 18 – odatda, odamning kasbiy faoliyat bilan shug'ullanishni boshlash yosh davri hisoblanadi.

Shuningdek, chegaraviy ruxsat etilgan doza 0,1 *Ber/hafta* qiymati odatda, odam organizmida radiatsion nurlanish ta'siriga yuqori darajada sezgirlik xususiyatini namoyon qiluvchi organlar (*critical body*) – jumladan, jinsiy bezlar, suyak iligi, ko'z gavhari kabilar uchun ishlab chiqilgan bo'lib, radiatsion nurlanish ta'siriga nisbatan past darajada sezgirlikka ega organlar – teri, qalqonsimon bez uchun

<sup>243</sup> Леонид Ильин // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.atomic-energy.ru...> Дата обращения: 18.12.2015 г.

bu qiymat 0,6 *Ber/hafta*, ya'ni 30 *Ber/yil* qiymatini tashkil qilishi belgilangan<sup>7</sup>.

## 7.2. Samolyotda radiatsion nurlanish

Samolyotda (10,5 *km* dan yuqorida) odam organizmiga Er atmosferasining kosmik radiatsion nurlanishdan himoyalovchi ekranining ta'siri yo'qoladi, o'z navbatida Amerikadan Yevropaga bir martalik reys davomida odam organizmida o'rtacha  $\sim 0,05$  *mZv* doza radiatsiya qabul qilinishi qayd qilinadi. Reaktiv samolyot uchuvchilari yiliga o'rtacha 5 *mZv* doza radiatsiya qabul qilishi hisoblangan. Shuningdek, 15–18 *km* balandlikda uchishga moslashgan, «*Concord*» rusumidagi avialaynerlarda Atlantika okeani ustidan uchib o'tish davomida odam organizmi  $\sim 50$  *mkZv* radiatsiya olishi qayd qilinadi. Shu sababli, ushbu tipdagi samolyotlar bortiga xavfli radiatsion nurlanishdan ogohlantiruvchi dozimetrik qurilmalar o'rnatiladi<sup>8</sup>.

«*Concord*» tipidagi samolyotda  $\sim 4-5$  soat davomida parvoz qilish davomida, yo'lovchi organizmi 40–50 *mkZv* radiatsion nurlanish olishi qayd qilingan, o'z navbatida 10 marta parvozdan keyin odam organizmida 500 *mkZv* (0,5 *mZv*) radiatsion nurlanish dozasi qabul qilish kuzatiladi.



AQSH dan Yevropaga *TransAtlantic* havo yo'li bo'ylab reaktiv samolyotda parvoz qilish davomida odam organizmi  $\sim 5 \times 10^{-5}$  *Zv* radiatsion nurlanish olishi qayd qilinadi. Shuningdek, samolyotda parvoz qilish davomida radiatsion nurlanish dozasi uchish balandligi va geografik kengliklarga ham bog'liqligi aniqlangan. Jumladan,

<sup>7</sup> Предельно допустимая доза // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.medical-cnc.ru> Дата обращения: 08.10.2015 г.

<sup>8</sup> Дозы облучения в самолете // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://chomobyl.ru> обращения: 18.12.2015 г.

Parij shahridan Rio-de-Janeyroga reaktiv samolyotda  $7,2 \times 10^3$  metr balandlikda parvoz qilish davomida yo'lovchilar  $3 \times 10^{-7}$  Gr/s nurlanish olishi qayd qilingan. Shuningdek, Nanta hududidan Dakargacha oraliqda reaktiv samolyotda  $16 \times 10^3$  metr balandlikda parvoz qilish vaqtida  $45^\circ$  shimoliy kenglikda radiatsion nurlanish qiymati  $1,7 \times 10^{-6}$  Gr/s ni tashkil qilishi va  $25^\circ$  shimoliy kenglika esa – bu qiymat  $8,3 \times 10^{-6}$  Gr/s ni tashkil qilishi qayd qilingan<sup>246</sup>.

### 7.3. Televizor ekrani ta'sirida radiatsion nurlanish

Zamonaviy yassi ekranli televizorlarda ekran yaqinidagi sohada  $\sim 50$  mkR/chas radiatsion nurlanish hosil bo'lishi aniqlangan. Bunda hosil bo'luvchi  $\beta$ -nurlanish havoda 1–2 sm masofaga tarqaladi. Shu sababli, televizor ekranini qo'l bilan artish tavsiya etilmaydi!<sup>247</sup>.

Odatda, intensivlik darajasi qiymati 0,2 mkTl (mikroTesla) dan yuqori elektromagnit maydon odam organizmi salomatligi uchun salbiy ta'sir ko'rsatishi qayd qilingan. Eski tipdagi (kineskopli yoki elektron nur trubkasiga ega) ekranli televizorlarda elektromagnit maydon intensivlik darajasi qiymati 0,2 mkTl dan yuqori hisoblanadi. Shuningdek, televizor ekranidan uzoqlashish bilan, taxminan 1,1 metr masofada elektromagnit maydon sezilarli darajada susayishi kuzatiladi. Aynan eski tipdagi ekranga ega televizorlarda rentgen nurlanishi hosil bo'lishi qayd qilinadi. Zamonaviy yassi plazmali ekranga ega televizorlarda rentgen nurlanishi qiymati nisbatan pastligi qayd qilinadi!<sup>248</sup>.

Demak, kineskopli televizor ekrani rentgen nurlanishi manbai sifatida o'rin tutadi. Televizor ekranidan  $\sim 250$  sm uzoqlik masofasida odam organizmiga ta'sir ko'rsatuvchi samarali nurlanish dozasi qiymati  $2,5 \times 10^{-3}$  mkZv/soat hisoblanadi. O'z navbatida, har kuni televizor ekrani oldida o'rtacha 3 soat davomida teleko'rsatuvlarni tomosha qilish natijasida odam organizmida yil davomida 5–7 mkZv radiatsiya nurlanish olishi qayd qilinadi!<sup>249</sup>.

<sup>246</sup> Е.А.Галицкий. Радиобиология // Курс лекций. – Гродно. – Изд-во ГрГУ, 2001. – 204 с.

<sup>247</sup> Уровень радиации в Уфе онлайн // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://ufactor.ru...> Дата обращения: 18.12.2015 г.

<sup>248</sup> Как излучение телевизора влияет на нас // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://russian7.ru> Дата обращения: 18.12.2015 г.

<sup>249</sup> А.Н.Сторяжкова и др. Радиационная медицина: Учебная пособие // Минск. – Изд-во МГМИ, 2000. – 154 с.



#### 7.4. Uyali aloqa stansiyalari antennalari ta'siridagi elektromagnit nurlanish

Bevosita «Radiobiofizika» fanining tadqiqot obyekti doirasiga kiruvchi elektromagnit maydon to'liqlari spektri diapazoni hisoblanmasada, biroq odam organizmiga salbiy ta'sir ko'rsatuvchi ayrim elektromagnit maydon nurlanishi manbalari haqida to'xtalib o'tish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

**Elektromagnit to'liqlarning ta'siri** (*elektromagnit maydon ta'sirida nurlanish*) – elektromagnit maydon fazo bo'ylab tarqalishi davomidagi qayd qilinadi. Elektromagnit to'liqlar diapazoni – *radioto'liq, infraqizil nurlanish, ko'rinuvchi nur spektri, ultrabinafsha nurlanish, rentgen nurlanish* diapazonini o'z ichiga qamrab oladi. Elektromagnit nurlanish *chastota, to'liq uzunligi va qutblanish qiymati* bilan tavsiflanadi.

#### Elektromagnit nurlanish chastota diapazonlari

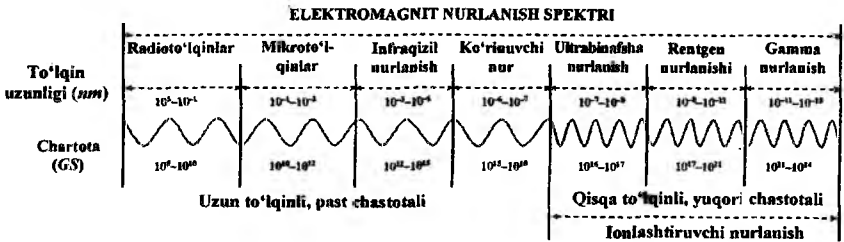
7.1–jadval

Diapazon	To'liq uzunligi ( $\lambda$ )	Chastota ( $\nu$ )
Radioto'liqlar	1 mm – 10 km	30 kGs – 300 GGs
Infraqizil nurlanish	1 mm – 780 nm	300 GGs – 429 TGs
Ko'rinuvchi nur	780–380 nm	429 TGs – 750 TGs
Ultrabinafsha nurlanish	380 nm – 10 nm	$7,5 \times 10^{14}$ Gs – $3 \times 10^{16}$ Gs

Rentgen nurlanishi	10 nm – 5 pm	$3 \times 10^{16}$ Gs – $6 \times 10^{19}$ Gs
$\gamma$ -nurlanish	5 pm dan kichik	$6 \times 10^{19}$ Gs

Ionlashtiruvchi ta'sirga ega elektromagnit nurlanish sifatida – rentgen nurlanishi,  $\gamma$ -nurlanish qayd qilinadi.

Kelib chiqishi, energiyasi, chastota va to'liq uzunligi qiymatiga ko'ra, elektromagnit maydon to'liqlari tarkibida ionlashtiruvchi xossaga ega bo'lgan nurlanish spektri diapazonida rentgen nurlanishi va  $\gamma$ -nurlanish alohida darajada o'rin tutadi.



**Rentgen nurlanishi** – energetik shkala bo'yicha, elektromagnit maydon to'liqlari diapazoni tarkibida  $10^{-4} - 10^2 \text{ \AA}$  (yoki  $10^{-14} - 10^{-8} \text{ m}$ ) to'liq uzunligidagi to'liqlardan tashkil topgan bo'lib,  $\gamma$ -nurlanish va ultrabinafsha nurlanish oralig'idagi sohani egallaydi.

**$\gamma$ -nurlanish** – to'liq uzunligi  $< 5 \times 10^{-3} \text{ nm}$  elektromagnit nurlanish diapazonini qamrab oladi.

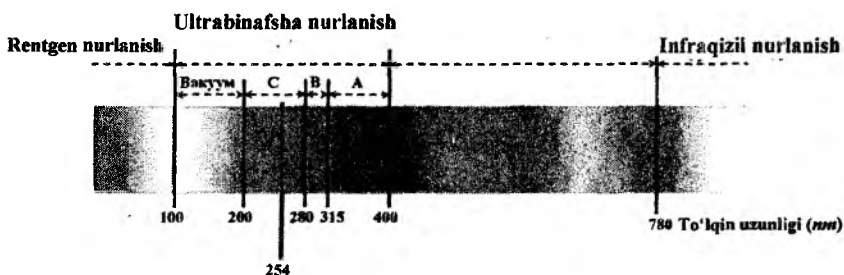
**Ultrabinafsha nurlanish** – rentgen va ko'rinuvchi nurlanish diapazoni oralig'ida joylashuvchi elektromagnit nurlanish spektri ( $\lambda = 100 - 400 \text{ nm}$ ) hisoblanadi. Shuningdek, biologik ta'sir xususiyatiga ko'ra, ultrabinafsha nurlanish quyidagi diapazonlarga tasniflanadi:

- *A* – ultrabinafsha nurlanish diapazoni ( $\lambda = 315 - 400 \text{ nm}$ );
- *B* – ultrabinafsha nurlanish diapazoni ( $\lambda = 280 - 315 \text{ nm}$ );
- *D* – ultrabinafsha nurlanish diapazoni ( $\lambda = 200 - 280 \text{ nm}$ );
- *Vakuum tavsifidagi* ultrabinafsha nurlanish diapazoni ( $\lambda = 100 - 200 \text{ nm}$ ).

*S* – ultrabinafsha nurlanish diapazoni ( $\lambda = 200 - 280 \text{ nm}$ ) bakteriya va viruslarga nisbatan yo'q qiluvchi (bakteritsid ta'sir) ta'sirga ega hisoblanadi. Bunda mikroorganizmlarning bakteritsid ta'sirga

sezgirlik maksimal darajasi 254–265 nm sohaga to‘g‘ri keladi va bu holatda mikroorganizmlar DNK va RNK makromolekularida qaytmas o‘zgarishlar yuz beradi. Shu sababli, ultrabinafsha nurlanishning ushbu diapazonidan suv va havo tarkibini patogen mikroorganizmlardan zararsizlantirish maqsadidagi texnologiyalarda foydalaniladi<sup>250</sup>.

Ultrabinafsha nurlanish intensivlik qiymati ortgan holatda, o‘simliklarda fotosintez jarayoni susayishi, o‘z navbatida qishloq xo‘jaligi ekinlari hosildorligi keskin kamayishi, okean suvlarida fitoplankton miqdori kamayishi, odam va hayvonlar organizmida kasallanishga moyillik ortishi, ko‘rish tizimi, teri kasalliklari, jumladan o‘sma kasalliklari, genetik o‘zgarishlar yuzaga kelish ehtimolligi darajasi ortishi qayd qilingan.



Ozon qavati biosferani zararli ultrabinafsha nurlanish ta‘siridan himoya qiladi. Stratosfera qatlamida ozon qavati tuzilishi va funksiyasining ilmiy asosda o‘rganilishi XX asrning 1970-yillaridan boshlangan bo‘lib, hozirgi vaqtda ayrim kimyoviy moddalar ta‘sirida ozon qavati yemirilishi aniqlangan. Masalan, Antarktika ustida stratosfera qatlamida 1975–1984 yillar davomida ozon qavati ~40%ga kamayishi aniqlangan<sup>251</sup>.

**Elektromagnit maydon** – maishiy elektr texnikalari, radio, uyali telefon, GPS navigator qurilmalari, yuqori elektr kuchlanish tarmoqlari, transformatorlar, uyali aloqa stansiyalari, simsiz Internet tarmog‘i va boshqa manbalar asosida yuzaga keladi. Shuningdek,

<sup>250</sup> Технология УФ обеззараживания // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.youtube.com...> Дата обращения: 12.11.2015 г.

<sup>251</sup> Дыры в озоновом слое Земли – суть проблемы и методы ее разрешения // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.ozonoprogram.ru...> Дата обращения: 12.11.2015 г.



su'niy yo'ldosh orqali signal qabul qiluvchi antennalar ham elektromagnit maydon hosil qiluvchi manbalar ro'yxati tarkibiga kiritiladi<sup>252,253</sup>.

Amalga oshirilgan tadqiqotlarda bu tizim elektromagnit maydoni organizmda immun tizimi funksiyasi buzilishiga olib kelishi<sup>254</sup>, xotira buzilishi<sup>255</sup>, ko'payish organlari funksiyasi buzilishga olib kelishi mumkinligi tasdiqlangan<sup>256</sup>.

Yuqori kuchlanishli elektr tarmoqlari, uyali telefon aloqa stansiyalari antennalari, radioaloqa antennalari, maishiy-turmushda ishlatiluvchi elektr qurilmalar va asbob-uskunalar hosil qiluvchi elektromagnit nurlanish odam organizmiga salbiy ta'sir ko'rsatishi tasdiqlangan<sup>257</sup>.

Elektromagnit nurlanish qiymati 900–1800 MGs ni tashkil qiluvchi uyali telefon operator stansiyasi antennalari uchun ruxsat etilgan me'yoriy qiymatlar turli xil davlatlarda o'zaro farqlanadi. Masalan, bu qiymat AQSH da 100  $mkV/sm^2$  ni tashkil qilsa, Rossiya miqyosida 10  $mkV/sm^2$ , Ukrainada esa – 2,5  $mkVt/sm^2$  belgilangan<sup>258</sup>.

Uyali telefon (*cell phone*) aloqa tizimi har birining diametr o'lchami ~1 km ga teng bo'lgan «uyacha»lardan tashkil topgan hududlar bo'yicha asosiy operator stansiyasi antennasi orqali aloqa o'rnatilishini ta'minlaydi. Operator stansiya antennasi 463–1880 MGs chastota diapazondagi elektromagnit maydon hosil qilishi qayd qilinadi. Odatda, zamonaviy texnologik tamoyillar asosida funktsiya bajaruvchi antennalarda elektromagnit maydon to'liqini «soyabon» tipida tarqatiladi va shuningdek, antenna o'rnatilgan turar-joy binolarida istiqomat qiluvchi aholi salomatligiga elektromagnit

<sup>252</sup> Электромагнитная защита – «Мастер Экранирования» // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://eco-solution.ru> Дата обращения: 12.11.2015 г.

<sup>253</sup> Есть ли вредное излучение от спутниковой антенны // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.kakprosto.ru...> Дата обращения: 12.11.2015 г.

<sup>254</sup> E.E.Fesenko et al. Microwaves and cellular immunity: I. Effect of whole body microwave irradiation on tumor necrosis factor production in mouse cells // *Bioelectrochemistry and Bioenergetics*. – 1999. – Т.49. – №.1. – С.29–35.

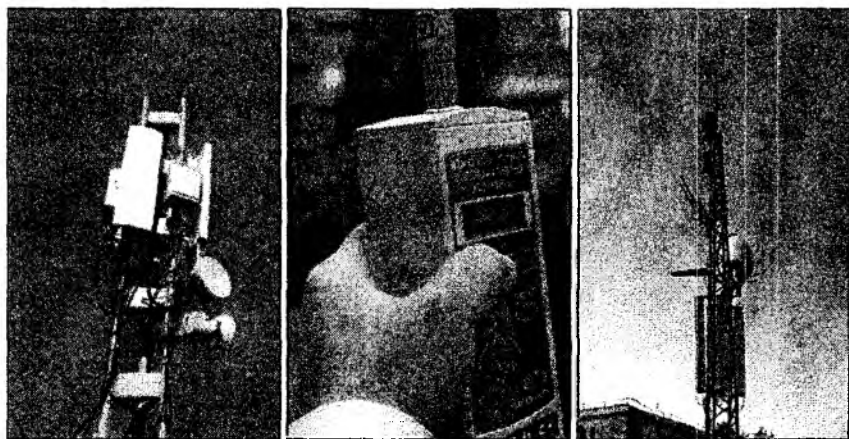
<sup>255</sup> L.G.Salford et al. Non-thermal effects of EMF upon the mammalian brain: the Lund experience // *The Environmentalist*. – 2007. – Т.27. – №.4. – С.493–500.

<sup>256</sup> A.Pyrpasoulou et al. Bone morphogenetic protein expression in newborn rat kidneys after prenatal exposure to radiofrequency radiation // *Bioelectromagnetics*. – 2004. – Т. 25. – №.3. – С.216–227.

<sup>257</sup> Измерение уровня электромагнитного излучения (ЕМИ) // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.lab.ur.ru...> Дата обращения: 19.11.2015 г.

<sup>258</sup> Электромагнитное излучение // [Электрон ресурс]. Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Электромагнитное\\_излучение&oldid=73520897](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Электромагнитное_излучение&oldid=73520897) Дата обращения: 12.11.2015 г.

maydonning salbiy ta'sirini susaytiruvchi maxsus himoya qurilmalaridan foydalaniladi<sup>259</sup>.



Hozirgi vaqtda GSM-900 standartiga mansub uyali aloqa operatorlari tomonidan doira tipidagi va sektor tipidagi ( $l = \sim 3000$  sm) antennalardan foydalaniladi.

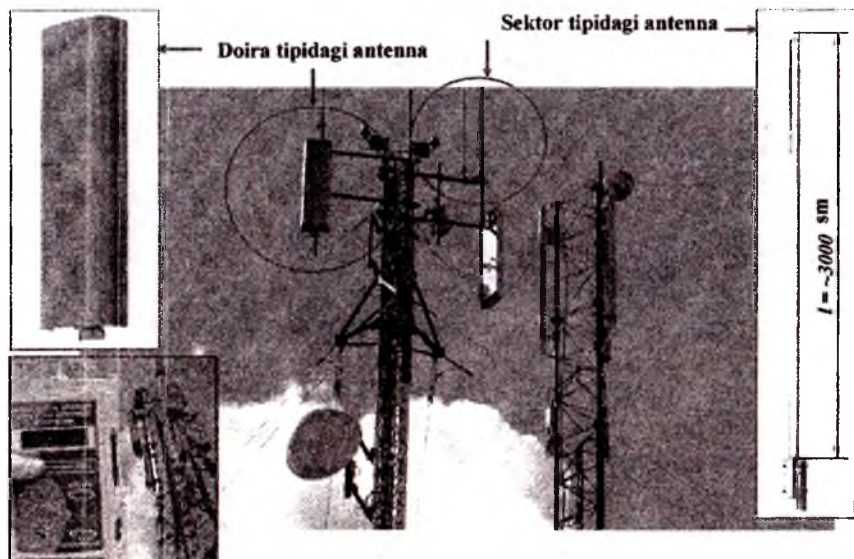
Uyali aloqa baza stansiyasi antenasidan uzoqlashish bilan elektromagnit maydonning zichligi qiymati kamayib boradi va o'z navbatida, salbiy ta'sir kuchi susayib boradi.

Hozirgi vaqtda belgilangan me'yorlarga binoan, turar-joy binolari tomiga o'rnatilgan uyali aloqa stansiyalari antennalari yaqin masofasida aholi istiqomat qilish joylarida elektromagnit maydon oqimining zichlik qiymati  $\sim 10$  mkV/sm<sup>2</sup> dan oshmasligi belgilanadi. Ayrim, Yevropa mamlakatlarida xonadonlarda uxlash xonasida bu qiymat  $\sim 10^{-5}$  mkV/sm<sup>2</sup> ga teng bo'lishi zarurligi qayd qilinadi.

Albatta, zamonaviy axborot-kommunikatsiyalari davrini uyali aloqa vositalari yoki Wi-Fi tipidagi simsiz Internet tarmoqlaridan foydalanishsiz tasavvur qilish qiyin hisoblanadi. Biroq, o'z salomatligiga befarq bo'lmagan har bir kishi ushbu vositalarning odam organizmi salomatligiga salbiy ta'sirga egaligi haqida ma'lumotlarga ega bo'lish zarur hisoblanadi.

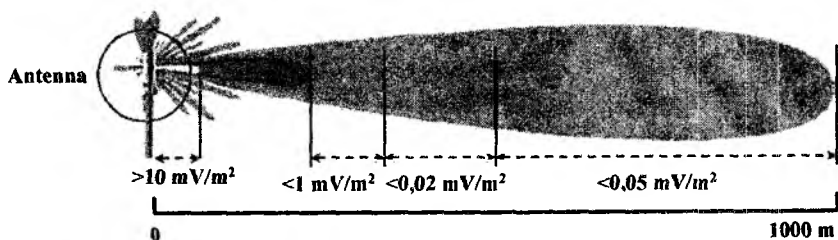
<sup>259</sup> Не бойтесь базовых станций! // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://osinform.ru>. Дата обращения: 12.11.2015 г.

Amalga oshirilgan tadqiqotlarda «Bilayn» uyali aloqa operatori (Rossiya) tomonidan foydalaniluvchi GSM va UMTS tipidagi aloqa tarmoqlari antennalari yaqinida odam organizmiga ta'sir ko'rsatishi mumkin bo'lgan elektromagnit maydon zichligi qiymati o'rtacha  $0,01-0,1 \text{ mkV/sm}^2$  ni tashkil qilishi qayd qilingan.



Elektromagnit nurlanish ta'siridan himoya zonasini yuzaga keltirish uchun, uyali aloqa baza stansiyasi antennasi ma'lum bir balandlikda joylashgan obyektlarga o'rnatiladi. Bunda antennaning elektromagnit maydoni gorizontal va vertikal yo'nalish bo'yicha tarqalish holati hisobga olinadi. Antennadan uzoqlashish masofasi ortishi bilan elektromagnit maydonning odam organizmiga salbiy ta'siri susayadi. Biroq, elektromagnit maydonning ta'sir ko'rsatish zonasi foydalaniluvchi chastota diapazoni, quvvati, antennaning o'rnatilish balandligi kabi ko'rsatkichlar bilan bog'liq hisoblanadi. Odatda, ko'pgina holatlarda shahar sharoitida uyali aloqa baza stansiyasi antennalari aholi istiqomat qiluvchi binolar va shuningdek, odamlar kasbiy faoliyat bilan shug'ullanuvchi inshootlar tomiga o'rnatiladi va bu vaziyatda elektromagnit nurlanish ta'siridan himoyalash sanitariya zonasining samarali tavsifda tasnikil qilinishi

ehtimolliigi darajasi keskin susayadi. Shuningdek, nafaqat bino va inshootlarning tomida, balki inshootlar ichki qismida, savdo markazlarida, metro liniyalarida, yer osti yo'llarida uyali aloqa operatorlari ichki antennalardan foydalanishi qayd qilinadi. O'z navbatida, uyali aloqa stansiyalari antennalarining odam organizmiga salbiy ta'siri bo'yicha ruxsat etilish ko'rsatkichlari belgilangan<sup>260</sup>.



Hozirgi vaqtda elektromagnit nurlanishdan himoyalovchi maxsus ekranlar ishlab chiqilgan va amaliyotda keng qo'llaniladi. Jumladan, «GIGAHERTZ SOLUTIONS» kompaniyasi (Germaniya) tomonidan elektromagnit nurlanishdan himoyalovchi maxsus – F54 YSHIELD tipidagi bo'yoqlar asosidagi himoya ekranidan foydalanish loyihasi amaliyotga joriy qilingan. Bu bo'yoq ekologik jihatdan xavfsiz bo'lib, inshoot ichki qismini elektromagnit maydonning salbiy ta'siridan ~99%gacha himoyalovchi ekran hosil qilishi qayd qilingan. Shuningdek, «GIGAHERTZ SOLUTIONS» kompaniyasi bu yo'nalishida HEG10 tipidagi metall to'rlarni ishlab chiqaradi<sup>261</sup>.

Eslatib o'tish kerakki, maishiy–turushda foydalaniluvchi ko'pgina elektr qurilmalari ham sezilarli qiymatdagi elektromagnit maydon hosil qilishi tasdiqlangan. Masalan, «mikroto'lqinli pech» ishlayotgan vaqtda  $\sim 30 \text{ mkV/sm}^2$ , Wi-Fi tipidagi simsiz Internet tarmog'i qurilmalari  $\sim 40 \text{ mkV/sm}^2$ , shuningdek, ayrim uyali aloqa telefonlari kirish qo'ng'iroqlarini qabul qilish vaqtida  $\sim 50 \text{ mkV/sm}^2$  zichlik qiymatiga ega elektr magnit maydon hosil qilishi aniqlangan.

<sup>260</sup> Что представляет собой базовая станция сотовой связи? // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.mobilecart.ru/>... Дата обращения: 19.11.2015 г.

<sup>261</sup> Экранирование квартиры средствами защиты от электромагнитного излучения // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://continentoil.ru/>... Дата обращения: 19.11.2015 г.

Rossiyada uyali aloqa operatorlari stansiya antenalarini yaqinida odam organizmiga ta'sir ko'rsatuvchi elektromagnit maydon zichlik qiymatining ruxsat etilish me'yori  $10 \text{ mkV/sm}^2$  qilib belgilangan, shuningdek, AQSH, Shvetsiya, Norvegiyada bu ko'rsatkich  $100 \text{ mkV/sm}^2$  ni tashkil qilishi qayd qilingan<sup>262</sup>.

## 7.5. Uyali aloqa telefoni ta'siridagi elektromagnit nurlanish

*«Biz kishilik jamiyati tarixida birinchilardan bo'lib, ongli ravishda boshimizda kuchli elektromagnit nurlanish manbasini*

*tutib turuvchi avlod hisoblanamiz!...»*

**Ross Eydi** (Kaliforniya universiteti professori)

*«Uyali telefon elektromagnit maydoni ta'sirida yomg'ir chuvalchangi organizmida oqsil makromolekulalari strukturasi o'zgarishi kuzatiladi...»*

**Uilyam Styuart** (Shotlandiya)

Ilm-fan taraqqiyoti davrida odam organizmiga elektromagnit nurlanishning ta'siri darajasi keskin ortishi qayd qilinadi. Ayniqsa, zamonaviy aloqa vositasi sifatida uyali aloqa telefonlari va smartfonlardan foydalanish ta'sirida elektromagnit nurlanish olish ehtimolligi darajasi ortadi.

Qayd qilish kerakki, biz zamonaviy bozor iqtisodiyoti sharoitida hayot kechirmoqdamiz va har qanday telefon ishlab chiqaruvchi kompaniyalar tomonidan ommaviy axborot vositalari, ayniqsa Internet tarmoqlari orqali o'z mahsulotini reklama qilish maqsadida telefon ta'siridagi elektromagnit nurlanish xavfi yuqori emasligini ta'kidlashlari kuzatiladi.

Shvetsiyalik onkolog mutaxassislar tomonidan uyali aloqa telefonlaridan o'rtacha ~10 yil foydalanish davri davomida telefondan

<sup>262</sup> Стоит ли надевать шапочки из фольги вблизи базовых станций сотовой связи? // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://life34.ru>... Дата обращения: 19.11.2015 г.

foydalanmaydiganlarga nisbatan miya o'sma kasalliklarining kelib chiqish ehtimolligi darajasi 2–5 marotaba ortishi aniqlangan<sup>263</sup>.

Shuningdek, Isroilda amalga oshirilgan ilmiy tadqiqotlarda bevosita uyali aloqa telefon stansiyalariga yaqin hududda istiqomat qiluvchi aholi orasida turli xil o'sma kasalliklarining kelib chiqishi darajasi yuqoriligi aniqlangan<sup>264</sup>.

Bevosita uyali aloqa telefon stansiyalaridan 300–400 m masofada istiqomat qiluvchi aholi orasida umumiy salomatlik holatining yomonlashishi (bosh og'rig'i, holsizlik) qayd qilinadi<sup>265</sup>. AQSH Reproduktiv tibbiyot Milliy markazida amalga oshirilgan tadqiqotlarda uyali aloqa telefonlari elektromagnit nurlanishi ta'sirida urug' hujayrasi (*spermatozoid*) harakatchanligi keskin susayishi va ularning tarkibida kislorodning faol shakli (*erkin radikallar*) konsentratsiyasi ortishi aniqlangan<sup>266</sup>.

Shuningdek, uyali telefon elektromagnit nurlanishi ko'rish organi funksiyasiga salbiy ta'sir ko'rsatishi, odam organizmining muddatidan oldin qarish jarayoni tezlashishiga olib kelishi tasdiqlangan.

Dastlabki zamonaviy uyali aloqa telefoni 1973-yilda «Motorolla Duna Tes» kompaniyasi (AQSH) tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib, hozirgi vaqtda uyali aloqa telefon stansiyalari butun dunyo miqyosida jadal rivojlanishi qayd qilinadi, jumladan BMT qoshidagi «*Xalqaro elektr aloqa ittifoqi*» tomonidan 2015-yilga kelib uyali aloqa telefonlarining soni dunyo aholisi sonidan ortib ketishi taxmin qilingan. Shu sababli, uyali telefon tarqatuvchi elektromagnit to'lqinlari ta'sirida nurlanish ehtimolligi darajasi ham ortishi kuzatiladi. Uyali aloqa telefonlaridan foydalanish davomida yuzaga keluvchi elektromagnit nurlanish dunyo miqyosida qabul qilingan standart o'lchov birligi – ya'ni, *yutilishning solishtirma koeffitsiyenti* (SAR – *specific absorption rate*) bilan ifodalanadi:

<sup>263</sup> L. Hardell, M. Carlberg. Mobile phones, cordless phones and the risk for brain tumours // *Int. J. Oncol.* – 2009. – 35(1). – P.5–17.

<sup>264</sup> R. Wolf, D. Wolf. Increased incidence of cancer near a cell-phone transmitted station // *Trends in cancer prevention: Ed. F. Columbus.* – «Nova Science Publishers, Inc.» – 2007. – P. 1–8.

<sup>265</sup> R. Santini, P. Santini, J.M. Danze et al. Study of the health of people living in the vicinity of mobile phone base stations: I. Influences of distance and sex // *Pathol. Biol.* – 2002. – V.50. – P.369–373.

<sup>266</sup> A. Agarwal et al. Effects of radiofrequency electromagnetic waves (RF-EMW) from cellular phones on human ejaculated semen: an *in vitro* pilot study // *Fertil. and Steril.* – 2009. – 92(4). – P.1318–1325.

$$SAR = \frac{\sigma \bar{E}^2}{\rho}$$

Bu yerda:  $\sigma$  – odam organizmida biologik to‘qimaning elektr o‘tkazuvchanligi ( $Sm/m$ );  $\rho$  – odam organizmida biologik to‘qimaning zichligi ( $kg/m^3$ );  $\bar{E}$  – elektr maydon kuchlanishini ifodalaydi ( $V/m$ ).

Masalan, Xalqaro *ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation)* tashkiloti tomonidan belgilangan qiymatlarga ko‘ra, «Nokia 1110» rusumidagi uyali telefonning quloq yaqinida *SAR* koefitsiyenti qiymati  $0,78 Vt/kg$  ni tashkil qilishi qayd qilinadi.

Demak, *SAR (Specific Absorption Rates)* – bir sekund davomida odam organizmida biologik to‘qimaning elektromagnit maydon ta‘sirida nurlanishi darajasini ifodalaydi. Odam organizmi uchun ruxsat etilgan xavfsiz *SAR* koefitsiyent qiymati  $\sim 2,5 mVt/kg$  ge teng hisoblanishi belgilangan. Odam organizmi salomatligiga salbiy ta‘sir ko‘rsatmasligi uchun, odatda uyali telefon ishlab chiqaruvchi kompaniyalar *SAR* koefitsiyent qiymatiga alohida e‘tibor qaratishadi. Biroq, Xitoyda ishlab chiqarilgan har qanday uyali telefon apparatlarida bu koefitsiyent qiymati talab darajasiga mos kelmasligi qayd qilinadi. Shuningdek, tashqi korpusi metaldan ishlangan «Nokia N8», «Samsung S8500» kabi rusumdagi telefonlarda *SAR* koefitsiyent qiymati nisbatan yuqoriligi kuzatiladi. Masalan, «Apple iPhone 4S» telefonida chiqish qo‘ng‘iroqlari vaqtida elektromagnit nurlanish qiymati  $6 mkVt/sm^2$ , kirish qo‘ng‘iroqlarini qabul qilish vaqtida  $7 mkVt/sm^2$  va so‘zlashish vaqtida  $3 mkVt/sm^2$  ga teng hisoblanadi; «Nokia N8» telefonida esa – chiqish qo‘ng‘iroqlari vaqtida elektromagnit nurlanish qiymati  $37 mkVt/sm^2$ , kirish qo‘ng‘iroqlarini qabul qilish vaqtida  $30 mkVt/sm^2$  va so‘zlashish vaqtida  $8 mkVt/sm^2$  ga teng hisoblanadi. Qayd qilish kerakki, Xitoyda ishlab chiqarilgan oddiy telefonlarda chiqish qo‘ng‘iroqlari vaqtida elektromagnit nurlanish qiymati o‘rtacha  $\sim 120 mkVt/sm^2$ , kirish qo‘ng‘iroqlarini qabul qilish vaqtida  $40 mkVt/sm^2$  va so‘zlashish vaqtida  $12 mkVt/sm^2$  ga teng hisoblanadi<sup>267</sup>.

<sup>267</sup> Электромагнитное излучение мобильных телефонов // [Электрон ресурс]. Режим доступа: [http:// fazanevs.ru...](http://fazanevs.ru...) Дата обращения: 12.11.2015 г.

Tadqiqotlarda eski rusumdagi telefonlarga nisbatan zamonaviy tipdagi uyali telefonlarda SAR koeffitsiyent qiymati pastligi, masalan, «Apple iPhone 6» rusumdagi uyali telefonlarda bu qiymat 1,6 *Vt/kg* ga; «Samsung Galaxy S5» telefonida 1,28 *Vt/kg* ga tengligi qayd qilinadi<sup>268</sup>.

Ma'lumki, odam organizmida har bir organ ma'lum bir aniq chastota diapazonida me'yoriy funktsiya bajaradi. Masalan, yurak ~700 *Gs*, uyqu holatida miya ~10 *Gs*, o'yg'oq holatda ~50 *Gs* chastota diapazonida fiziologik me'yor darajasida ish bajarishi qayd qilinadi. Hozirgi vaqtda uyali telefonlar va telekommunikatsiya tarmoqlarida foydalaniluvchi elektromagnit to'lqinlar chastotasi 900 *MGs*–1,8 *GGs* dan 2,1 *GGs* gacha diapazonni tashkil qiladi. Agar, foydalaniluvchi texnologik manba, jumladan uyali aloqa vositalari hosil qiluvchi elektr magnit maydon chastotasi ushbu biologik chastota diapazoniga salbiy ta'sir ko'rsatuvchi qiymat spektriga ega bo'lsa, u holda odam organizmida jiddiy patologik oqibatlarga olib kelishi aniqlangan.

Amalga oshirilgan tajribalarda uyali telefoni elektromagnit maydoni xotira va diqqat jamlanishi jarayonlarni regulatsiya qiluvchi bosh miya gippokamp sohasiga kuchli salbiy ta'sir ko'rsatishi, ruhiy bezovtalik holatini keltirib chiqarishi qayd qilingan. Bolalarda miyaning morfo–funktional jihatdan o'ziga xos tuzilishiga bog'liq holatda, uyali telefon elektromagnit maydoni bosh miya po'stlog'i, gippokamp va gipotalamus, ko'rish sohasiga nisbatan kuchli ta'sir ko'rsatishi aniqlangan. Uyali telefon elektromagnit maydoni ta'sirida bolalarda aqliy rivojlanishdan orqada qolish, xotira yomonlashishi qayd qilinadi<sup>269,270</sup>.

Odatda, uyali aloqa telefonidan 14 yoshdan keyin va kuniga o'rtacha 20 minut foydalanish tavsiya qilinadi. Amerika va ko'pgina Yevropa mamlakatlarida bolalarga uyali telefondan foydalanishga ruxsat etilmaydi. Shuningdek, uyali telefon elektromagnit nurlanishi

<sup>268</sup> Уровень излучаемой радиации iPhone 6 близок к разрешенному пределу // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://24life.ru> Дата обращения: 12.11.2015 г.

<sup>269</sup> Н.И.Хорсева и др. Психофизиологические показатели детей пользователей мобильной связью. Сообщение 1. Современное состояние проблемы // Радиационная биология, радиоэкология. – 2011. – Т.51. – № 5. – С.611–616.

<sup>270</sup> О.А.Пчельник, П.В.Нефёдов. Мобильная связь и здоровье населения // Fundamental research. – 2013. – №12. – С.356–360.



o'sayotgan bola organizmida bosh miyaga voyaga yetgan odamga nisbatan kuchli ta'sir ko'rsatishi aniqlangan.

**Elektromagnit nurlanish ta'sir  
qiluvchi bosh miya sohasi**



8 yoshgacha bolalarda



8-16 yosh oralig'idagi  
o'smirlarda bolalarda



Voyaga yetgan odamga



IARC (*International Agency for Research on Cancer*) tomonidan qabul qilingan tasniflashga binoan, elektromagnit maydon, jumladan uyali telefonlar hosil qiluvchi elektromagnit maydon miya o'sma kasalligini (*glioma*) keltirib chiqaruvchi omillar ro'yxati tarkibiga kiritilgan<sup>271</sup>.

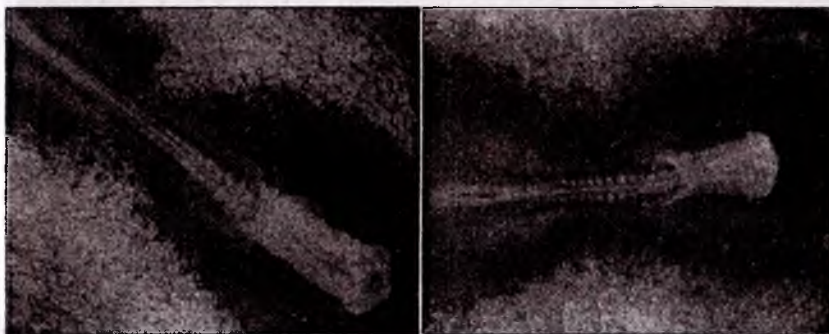
Uyali telefon qo'ng'irog'i vaqtida uning yaqiniga o'rnatilgan termodatchik qurilmasida harorat qiymati  $\sim 5^{\circ}\text{C}$  ga ko'tarilishi qayd qilinadi. Ya'ni, uyali telefon bosh miyaga o'ziga xos «mikroto'lqinli pech» sifatida ta'sir ko'rsatadi. Uyali telefon elektromagnit maydoni bosh miya to'qimalariga  $\sim 37,5$  mm gacha kirib borishi aniqlangan<sup>272</sup>. Uyali telefonlar elektromagnit maydoni odam organizmida o'sma kasalliklari, asab tizimida yuz beruvchi patologik buzilishlar asosida hulq-atvor o'zgarishi, Parkinson va Alzgeymer kasalligini keltirib

<sup>271</sup> Ю.Г.Григорьев, А.П.Бирюков. Радиобиология мобильной связи: современные аспекты фундаментальных и прикладных исследований // Медико-биологические проблемы жизнедеятельности. – 2014. – № 1(11). – 6–16.

<sup>272</sup> Защита от излучения мобильного телефона // [Электрон ресурс]. <http://www.izluchenie.net...> Дата обращения: 12.11.2015 г.

chiqarishi mumkinligi tasdiqlangan. Tajribalarda  $1 \text{ Vt/sm}^2$  quvvatga ega bo'lgan, 1800 MGs chastotada ishlovchi uyali telefonlar ta'sirida odam organizmida eritrotsitlarda sezilarli morfo–funktional o'zgarishlar kelib chiqishi qayd qilingan<sup>273</sup>. O'sma kasalliklarini o'rganish xalqaro agentligi uyali telefonini o'sma kasalliklarni keltirib chiqaruvchi 2V sinfga kiritiluvchi moddalar va vositalar ro'yxati (jumladan, DDT, benzin, xloroform va boshqalar) tarkibiga qo'shish maqsadga muvofiq hisoblanishini qayd qilgan (01.06.2011)<sup>274</sup>. Tajribalarda urug'lantirilgan bedana (*Coturnix coturnix*) tuxumida «Motorola W320» rusumidagi (GSM 850 MGs, SAR koefitsiyenti 0,75 Vt/kg) uyali telefon elektromagnit taydoni ta'sirida embrion rivojlanishida sezilarli morfologik deformatsion o'zgarishlar yuzaga kelishi aniqlangan<sup>275</sup>.

Motorola W320, GSM 850 MGs  
elektromagnit maydoni ta'siri



Me'yoriy holatdagi bedana (*Coturnix coturnix*)  
embrioni

Hozirgi vaqtda «Winalite International» kabi ayrim kompaniyalar tomonidan uyali telefonlar elektromagnit maydonidan odam organizmini sezilarli darajada himoya qiluvchi WINGUARD kartalari ishlab chiqarilishi yo'lga qo'yilgan. Telefonga

<sup>273</sup> П.Н.Колбасин и др. Влияние электромагнитного излучения средств мобильной связи на морфологическую структуру эритроцитов человека // Таурический медико–биологический вестник. – 2013. – Т.16. – №1. – Ч.2(61). – С. 82–84.

<sup>274</sup> Здоровье и мобильный телефон // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>... Дата обращения: 12.11.2015 г.

<sup>275</sup> И.Л.Якименко и др. Влияние электромагнитного излучения мобильного телефона на сомитогенез птицы // Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine. – 2011. – №1. – С. 146–152.

yopishtiriluvchi ushbu karta ~93,7%gacha elektromagnit maydon ta'sirini o'ziga yutishi va odam organizmiga salbiy ta'sirini keskin kamaytirishi qayd qilinadi<sup>276</sup>.



**O'z salomatliging uchun e'tiborsiz bo'lma!**

- ✓ Elektromagnit nurlanish bosh miya postloq sohasiga salbiy ta'sir ko'rsatadi
- ✓ Bosh miya og'rig'i, xotira buzilishi yuzaga keladi
- ✓ Bosh miyada o'sma kasalliklari yuzaga kelish havfi ehtimoligi darajasi ortadi



• Uyali telefonni ko'krak sohasida, bel sohasiga yaqin olib yurmaslik tavsiya qilinadi;

• Esda saqlash kerakki, uyali telefonlar va smartfonlarda elektromagnit nurlanish raqam terish lahzasida eng yuqori qiymatda bo'lishi va bu vaqtda uni quloqqa yaqinlashtirmaslik, ekranda abonent bilan aloqa bog'lanishi haqida axborot paydo bo'lishidan keyingina, quloqqa sohasi yaqinlashtirish tavsiya qilinadi<sup>277</sup>.

IARC tomonidan uyali telefonlar elektromagnit maydoni birinchi navbatda miya o'sma kasalliklarini keltiruvchi chiqaruvchi omillar ro'yxati tarkibiga kiritiladi<sup>278</sup>.

## 7.6. Kompyuter monitori ta'siridagi elektromagnit nurlanish

*«Texnika taraqqiyoti davrlar o'tishi bilan shunday darajaga keladiki,*

*odamlar o'zlarisiz ham yura olishadi»*

**Eji Les**

~5 soat ishlash davomida kompyuter monitori ta'sirida foydalanuvchi organizmda ~20 mkZv radiatsion nurlanish olishiga

<sup>276</sup> Противорадиационная карта-наклейка «WInguard» на мобильный телефон // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://mywinalite.ru> Дата обращения: 12.11.2015 г.

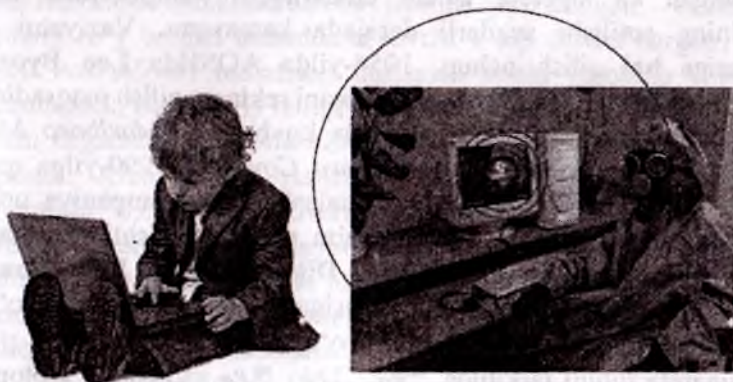
<sup>277</sup> Л.Ф. Долина. Электромагнитное излучение мобильных телефонов и смартфонов // Электромагнитна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2014. – №7. – С. 35–39.

<sup>278</sup> IARC classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.iarc.fr>... Дата обращения: 11.11.2015 г.

olib kelishi, o'z navbatida ushbu ko'rsatib o'tilgan davriylikda 10–20 hafta davomida ishlashda odam organizmida 1 *mZv* atrofida radiatsion nurlanish qayd qilinadi. Odatda, kompyuterda ishlash vaqti sutkada 6 soatdan ortmasligi belgilangan. Kompyuter tizim bloki 40–70 *GGs* dan yuqori qiymatdagi chastotada funktsiya bajarishi elektromagnit maydon ta'sirida nurlanish olish darajasini oshiradi.

Zamonaviy suyuq kristalli kompyuter monitorida elektromagnit nurlanish ta'siri keskin kamaytirilsada, amalga oshirilgan tadqiqotlarda ko'pgina rusumdagi *Notebook* tipidagi ixcham kompyuterlar monitorida sezilarli salbiy ta'sirga ega elektromagnit maydon hosil bo'lishi aniqlangan<sup>279</sup>.

Kompyuterdan himoya vositalarisiz, uzoq vaqt davomida foydalanishda elektromagnit maydon ta'sirida odam organizmida ~60% holatda ko'rish organi kasalliklari, ~60% holatda yurak qon-tomir tizimi kasalliklari, ~40% holatda oshqozon–ichak tizimi kasalliklari, ~10% holatda dermatologik kasalliklar, turli xil o'sma kasalliklari kelib chiqish xavfi ehtimolligi darajasi ortishi aniqlangan.



Shuningdek, kompyuterda ishlashda belgilangan vaqt me'yoriga amal qilmaslik ta'sirida odam organizmida bosh og'rig'i uyquning buzilishi, xotira susayishi, toliqish kabi salomatlik holatining pasayishi qayd qilinadi. Ayniqsa, yosh bolalar va homilador ayollarda kompyuter elektromagnit maydonning salbiy ta'siri sezilarli darajada

<sup>279</sup> Защита от электромагнитного излучения // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://gamma7.m-l-m.info>  
Дата обращения: 18.12.2015 г.



yuqori bo'lishi tasdiqlangan<sup>280</sup>. O'sma kasalliklarini o'rganish halqaro agentligi (IARC) tomonidan hozirgi vaqtda keng ommalashgan, zamonaviy *Wi-Fi* tipidagi simsiz ulanish tarmoqlari elektromagnit maydoni odam organizmiga kanserogen ta'sir ko'rsatishi qayd qilingan<sup>281</sup>.

### 7.7. «Marlboro Cowboy» ning ayanchli qismati

Statistik ma'lumotlarga ko'ra, dunyo miqyosida o'pka saratoni kasalligidan olamdan o'tuvchilarning ~90% qismi, surunkali bronxit kasalligi oqibatida olamdan o'tuvchilarning ~75% qismi va yurak ishemiya kasalligidan olamdan o'tuvchi bemorlarning ~25% qismi aynan, kashandalik oqibati hisoblanadi. Har ~10 sekund davomida dunyo miqyosida o'rtacha bitta kashanda hayotdan ko'z yumadi, 2020-yilga kelib, bu ko'rsatkich 3 sekundni tashkil qilishi taxmin qilingan.

1953-yilda kashandalik saraton kasalligini keltirib chiqarishi aniqlangan va sigereta ishlab chiqaruvchi kompaniyalar mahsulotining sotilishi sezilarli darajada kamaygan. Vaziyatni o'z foydasiga hal qilish uchun, 1954-yilda AQSHda Leo Byornet tomonidan filtrli «Marlboro» sigaretasini reklama qilish maqsadida – erkinlikni xush ko'ruvchi, kashanda kovboy – «Marlboro Man» timsoli ishlab chiqiladi va «Marlboro Cowboy» 1999-yilga qadar butun dunyo miqyosida keng ommalashadi va kompaniya uchun kutilgan natijani beradi. Biroq, ushbu reklamada ishtirok etgan – Ueyn Maklaren, Devid Maklin, Dik Molot va Erik Louson «Marlboro Red» sigareta kashandasiga aylangan va barchasi o'pka saratoni kasalligi oqibatida olamdan o'tgan<sup>282,283</sup>.

Sigareta tutuni tarkibida <sup>226</sup><sub>88</sub>Ra, <sup>210</sup><sub>82</sub>Pb, <sup>209</sup><sub>84</sub>Po radioaktiv izotoplari mavjud bo'lib, radioaktiv parchalanish davomida rentgen va  $\gamma$ -nurlanishga nisbatan ~20 marta xavfli hisoblangan,  $\alpha$ -zarrachalar

<sup>280</sup> Проф. И.Литвак. К чему приводит вредное воздействие компьютера? // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://googlegifts.ru> Дата обращения: 18.12.2015 г.

<sup>281</sup> IARC classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to humans (PDF). World Health Organization press release N 208 (Press release). International Agency for Research on Cancer. 2011-05-31.

<sup>282</sup> Человек Мальборо // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org...> Дата обращения: 19.12.2015 г.

<sup>283</sup> Печальная судьба «Ковбой Мальборо» // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.pravda.ru...> Дата обращения: 19.12.2015 г.

hosil qilishi aniqlangan. Shuningdek, odam o'pka alveolarining (~700 000 dona) kislorodni o'zlashtiruvchi yuza maydoni ~160 m<sup>2</sup> ni tashkil qiladi va shu sababli, sigareta tutuni tarkibidagi radioaktiv izotoplarning ta'sir ko'rsatish maydoni ham keskin ortadi.



Kuniga ~30 dona sigaret chekuvchi ashaddiy kashandalar organizmi yiliga 250 *mikroZivert* radiatsion nurlanish olishi qayd qilinadi. Solishtirish uchun, tasavvur qiling, dunyo miqyosida eng yirik radiatsion halokatlardan biri sifatida qayd qilingan – «*Chernobil fojiasi*» ro'y bergan hududda o'suvchi 1 tup daraxt barglari yiliga ~200 *mikroZivert* radiatsion nurlanish olishi hisoblab chiqilgan. Shuningdek, zamonaviy rentgen apparatida tashxis qo'yish davomida odam organizmi ~52 *mikroZivert* radiatsion nurlanish olishi qayd qilinadi. Atom elektr stansiyasi yaqinida yashovchi aholi yil davomida 0,0001 *milliZivert* radiatsion nurlanish olishi qayd qilingan. Demak, Siz chekayotgan har bir dona sigareta qo'shimcha radiatsion nurlanish manbai hisoblanadi va sigareta tarkibida o'pka saratoniga olib keluvchi (*kanserogen*) zararli moddalardan biri aynan, radioaktiv izotoplar hisoblanadi<sup>284</sup>.

Tamaki o'stirilishida foydalaniluvchi mineral o'g'itlar tarkibida <sup>226</sup><sub>88</sub>Ra, <sup>210</sup><sub>82</sub>Pb, <sup>209</sup><sub>84</sub>Po radioaktiv izotoplari mavjud bo'lib, bevosita o'simlik tomonidan o'zlashtiriladi va yakuniy holatda, sigareta tutuni tarkibida odam organizmiga so'riladi<sup>285</sup>.

<sup>284</sup> Радиация и сигарета // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://10.rospotrebnadzor.ru>... Дата обращения: 19.12.2015 г.

<sup>285</sup> Табак и радиация // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://llolll.ru>... Дата обращения: 19.12.2015 г.



Sigareta tutuni tarkibida ~6000 dan ortiq turli xil kimyoviy moddalar mavjud bo'lib, 30 dan ortig'i odam organizmiga kuchli zararli ta'sirga ega hisoblanadi. Ayniqsa, sigareta tutuni tarkibida mavjud bo'lgan radioaktiv izotoplar ta'sirida odam organizmida mutatsiyalar yuzaga kelish ehtimolligi yuqoriligi qayd qilingan. Bir dona sigareta tutuni odam organizmi to'qima hujayralarida ~100 000 ta mutatsiyani keltirib chiqarish kuchiga ega hisoblanadi<sup>286!</sup>

Sigareta tutuni tarkibida radioaktiv  $^{209}_{84}Po$  izotopi saraton kasalligini keltirib chiqaruvchi asosiy izotop hisoblanadi<sup>287,288</sup>.

Qishloq xo'jaligi oziq-ovqat mahsulotlari tarkibida asosan –  $^{137}_{55}Cs$ ,  $^{90}_{38}Sr$  va  $^{40}_{19}K$  radioaktiv izotoplari yig'ilishi aniqlangan. Bu radionuklidlar tuproq qatlami tarkibidan o'tishi hisobiga, minimal miqdorda donli ekinlar, ildizmeva va tugunaklarda yig'ilishi va maksimal miqdorda makkajo'huri, dukkakli o'simliklar tarkibida yig'ilishi qayd qilingan.

## 7.8. Radiatsion oziq-ovqat mahsulotlari

Qishloq xo'jaligi parrandalari va chorva mollari go'sht, sut va tuxum mahsulotlari tarkibida radionuklidlarning to'planishi radioaktiv izotoplarning fizik-kimyoviy xossalari, biologik organizmlarning yoshi, fiziologik holatiga bog'liq o'zaro farqlanadi. Jumladan, chorva mollari tanasida  $^{137}_{55}Cs$  izotopi asosan muskul

<sup>286</sup> Выплюньте гадость! Каждая сигарета – это дополнительная доза радиации // «Аргументы и факты». – 2014. – №12.

<sup>287</sup> Сигареты содержат радиацию // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.utro.ru...> Дата обращения: 19.12.2015 г.

<sup>288</sup> Сигареты – источник радиации // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.kp.ru...> Дата обращения: 19.12.2015 г.

to'qimasida,  $^{90}_{38}\text{Sr}$  izotopi esa – suyaklar tarkibida to'planishi aniqlangan. Hayvon organizmi yoshi ortib borishi bilan radioaktiv izotoplarning organizmdan chiqib ketish qiymati pasayib boradi<sup>1</sup>.

Parranda tuxumi tarkibida radionuklidlar asosan tuxum po'chog'i tarkibida va kam miqdorda tuxumning sariqlik qismida to'planishi aniqlangan.

Oziq–ovqat mahsulotlari tarkibida radioaktiv  $^{90}_{38}\text{Sr}$  va  $^{137}_{55}\text{Cs}$  izotoplarini o'lashda maxsus ishlab chiqilgan ko'rsatmalar qoidalari asosida, ssintillyatsion va yarim o'tkazgichli  $\gamma$ -spektrometr qurilmalaridan foydalanish tavsiya qilinadi<sup>2</sup>.

### Ayrim oziq–ovqat mahsulotlari tarkibida radionuklidlarning miqdori<sup>3</sup>

7.2–jadval

Mahsulot nomi	Solishtirma radioaktivlik qiymati (Bk/kg)	
	Radioaktiv $^{40}_{19}\text{K}$ izotopi bo'yicha	Radioaktiv $^{226}_{88}\text{Ra}$ izotopi bo'yicha
Bug'doy	148	0,074–0,096
Kartoshka	129,5	0,022–0,044
No'xat	273,8	0,29–0,87
Mol go'shti	85,1	0,029–0,074
Baliq go'shti	77,7	0,015–0,027
Sut	44,4	0,001–0,011

Ayrim oziq–ovqat mahsulotlarida radionuklidlarning ruxsat etilgan me'yoriy qiymati quyidagi ko'rinishda belgilangan<sup>4</sup>:

- Sut tarkibida 30–100 Bk/kg;
- Mol va qo'y go'shti – 500 Bk/kg;
- Parranda go'shti – 180 Bk/kg;
- Sabzavotlar – 100 Bk/kg;

<sup>1</sup> Накопление радионуклидов в сельскохозяйственных культурах // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://only-maps.ru...> Дата обращения: 18.12.2015 г.

<sup>2</sup> 2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность радиационный контроль... // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.alppp.ru...> Дата обращения: 18.12.2015 г.

<sup>3</sup> В.Ф.Авсеевко. Дозиметрические и радиометрические приборы и измерения // Киев. – Изд-во «Урожай», 1990. – 144 с.

<sup>4</sup> Нормы содержания радионуклидов в пищевых продуктах // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://studopedia.org...> Дата обращения: 18.12.2015 г.



- Mevalar – 40 Bk/kg;
- Don mahsulotlari – 90 Bk/kg;
- Oziq–ovqat maqsadida foydalaniluvchi zambrug‘lar – 370 Bk/kg.

Odam organizmiga radionuklidlarning ~30–50%gacha qismi non mahsulotlari bilan birgalikda kirishi, ushbu ko‘rsatkich bo‘yicha ikkinchi o‘rinda sut va sut mahsulotlari va uchinchi o‘rinda kartoshka, meva va sabzavotlar, keyingi o‘rinda esa – go‘sht va baliq mahsulotlari turishi qayd qilingan.

Shuningdek, qishloq xo‘jaligida tarkibida radionuklidlarning to‘planishi darajasiga ko‘ra quyidagi ketma–ketlik qayd qilinadi:

*Loviya > no‘xat > sabzi > lavlagi > kartoshka > sarimsoq piyoz > piyoz > pomidor > bodring > karam.*

Umuman turli xil oziq–ovqat mahsulotlari tarkibida mavjud bo‘lgan radioaktiv izotoplar ta‘sirida odam organizmi yil davomida o‘rtacha ~40 *milliBer* radiatsion nurlanish olishi hisoblab chiqilgan. Ayrim mahsulotlar, jumladan kartoshka, dukkakli mevalar, yong‘oq va kungaboqar urug‘i tarkibida radioaktiv izotoplar miqdori sezilarli darajada yuqoriligi aniqlangan.

### Ayrim oziq–ovqat mahsulotlari tarkibida $^{90}_{38}\text{Sr}$ radioaktiv izotopining to‘planish qiymati

7.3–jadval

Oziq–ovqat mahsulotining nomi	$^{90}_{38}\text{Sr}$ miqdori
Ichimlik suvi	0,37 Bk/l
Sut va sut mahsulotlari Non va non mahsulotlari Kartoshka	3,7 Bk/l

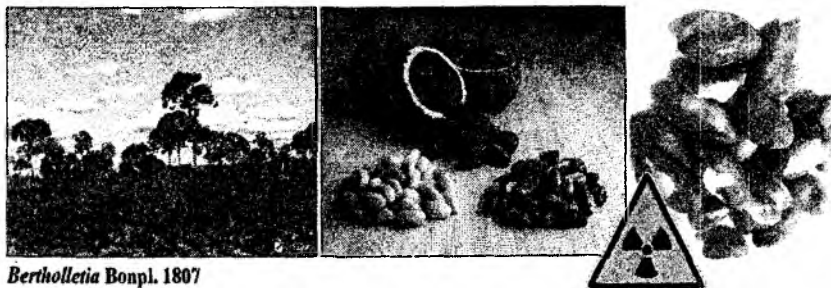
### 7.9. Eng yuqori dozaga ega bo‘lgan radiatsion meva!

*Braziliya yong‘og‘i* – oziq–ovqat mahsulotlari orasida eng yuqori qiymatda radiatsion nurlanish olishga sabab bo‘luvchi manbalardan biri hisoblanadi. Bu meva daraxtining ildizi tuproq qatlamiga chuqur kirib borishi va tarmoqlanishi natijasida, tuproq qatlami tarkibida

mavjud bo'lgan radioaktiv  $^{226}_{88}\text{Ra}$  izotopi meva tarkibida yuqori konsentratsiyada to'planadi<sup>1,2</sup>.

Braziliya yong'og'i Amazonka daryosi havzasida o'suvchi (50–60 m) 500–1000 yil yashovchi daraxt (*Bertholletia* Bonpl. 1807) mevasi (~2 kg) hisoblanib, bitta daraxtda 200 kg gacha meva yig'ishtirib olinadi, tarkibida E, C, B vitamin, 10 ga yaqin mikroelementlar, flavonoidlar, 18 ta aminokislota, quruq og'irligiga nisbatan ~70% moy, ~20% oqsil, ~10% uglevod mavjudligi aniqlangan va odam organizmida immunitetni kuchaytiruvchi ta'sirga ega. Hozirgi vaqtda Braziliya yong'og'i oziq–ovqat sanoatida va farmasevtikada keng miqyosda foydaniladi.

Braziliya yong'og'ining radiatsion nurlanish doza qiymati ~40–260 Bk/kg ni tashkil qiladi va bu qiymat tarkibida radionuklidlar yig'iluvchi boshqa oziq–ovqat mahsulotlariga nisbatan solishtirganda ~1000 martagacha yuqoriligi qayd qilinadi<sup>3,4,5</sup>.



*Bertholletia* Bonpl. 1807

Braziliya yong'og'i tarkibida  $^{40}_{19}\text{K}$ ,  $^{226}_{88}\text{Ra}$ ,  $^{228}_{88}\text{Ra}$  radioaktiv izotoplari mavjudligi aniqlangan bo'lib, mahsulotning har 1 kg miqdori tarkibida radiatsion nurlanish doza qiymati ~12 000 pikoKyurini tashkil qilishi qayd qilingan.

<sup>1</sup> Вы даже не подозревали! Радиация, которая рядом с нами // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://heart4life.com.ua> Дата обращения: 19.12.2015 г.

<sup>2</sup> 9 Вещей, о которых вы не знали, что они радиоактивны // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.bugaga.ru...> Дата обращения: 19.12.2015 г.

<sup>3</sup> Польза и вред бразильского ореха // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.avzdorov.ru...> Дата обращения: 24.12.2015 г.

<sup>4</sup> Экзотический бразильский орех, польза и вред // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://avzdorove.ru> Дата обращения: 24.12.2015 г.

<sup>5</sup> Бразильский орех // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org...> Дата обращения: 24.12.2015 г.

## 7.10. Radiatsion zambrug‘lar

Amalga oshirilgan tekshirishlar natijasida Chernobil atom halokati yuz bergan hudud yaqinida joylashgan o‘rmonlarda radiatsion nurlanish doza qiymati asosan, 3–5 *sm* tuproq qatlamida to‘planishi aniqlangan. O‘z navbatida, aynan ushbu qatlamda o‘sovchi zambrug‘lar tarkibida radioaktiv izotoplar yuqori konsentratsiyada yig‘ilishi qayd qilinadi. Ayrim turdagi zambrug‘lar tarkibida radionuklidlar sezilarli yuqori darajada to‘planishi aniqlangan<sup>10</sup>. Jumladan, Chernobil atom halokati yuz bergan hudud yaqinida joylashgan o‘rmonlarda o‘sovchi zambrug‘lar tarkibida radioaktiv <sup>137</sup><sub>55</sub>Cs izotopi 826–11986 *Bk/kg* gachani tashkil qilishi aniqlangan<sup>11</sup>.

Odatda, tarkibida radioaktiv izotoplar to‘plovchi zambrug‘larda me‘yoriy qiymat 370 *Bk/kg* ni tashkil qilishi belgilangan.



Tuproq tarkibidagi radioaktiv izotoplar zambrug‘ turlarida turli xil darajada adsorbsiyalanishi aniqlangan. Shu sababli, oziq–ovqat maqsadlarida foydalanishdan oldin terib olingan zambrug‘larni osh tuzi eritmasida (1 *litr* suvda 30 *gramm* osh tuzi eritiladi) bir necha soat davomida saqlash va bunda har 10–20 minutda eritmani almashtirib turish, keyin esa – sirka va limon kislotasi eritmasi bilan yuvish tavsiya qilinadi. Ushbu ko‘rinishda ishlov berilgan zambrug‘lar tuzli suvda (1 *litr* suvda 30 *gramm* osh tuzi eritiladi) 50 minutdan kam bo‘lmagan vaqt davomida qaynatib pishirish va har

<sup>10</sup> Опасьтесь радионуклидных грибов // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.camarade.biz>... Дата обращения: 24.12.2015 г.

<sup>11</sup> Собранные в лесу грибы проверяйте на радиацию! // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.vetka.by>... Дата обращения: 24.12.2015 г.

10–20 minutda eritmani almashtirib turish davomida radionuklidlarning asosiy qismi (~99%) eritma muhitiga chiqib ketishi aniqlangan<sup>1</sup>.

**Esdan chiqarmang!** Iste'mol qilingan zambrug' tarkibida mavjud bo'lgan radioaktiv izotoplar (*radionuklidlar*) jigar, oshqozon osti beziga salbiy ta'sir ko'rsatadi, shuningdek, radioaktiv izotoplar gen darajasida buzuvchi ta'sir ko'rsatish xossasiga ega hisoblanadi<sup>2</sup>.

## 7.11. Radiatsion kartoshka

Kartoshka tugunagi tarkibida tuproq qatlamidan o'tuvchi, <sup>137</sup>Cs (~30 Bk/kg) va <sup>90</sup>Sr (~10 Bk/kg) radioaktiv izotoplari to'planishi qayd qilingan<sup>3</sup>.

«Chernobil fojiasi» yuz bergan hudud yaqinida hozirgi vaqtda qishloq xo'jaligida foydalaniluvchi yer maydonlarida ~30 sm chuqurlikdagi tuproq qatlamida radiatsion nurlanish doza qiymati ~15 mikroRentgen/soatni tashkil qilishi aniqlangan.



Shuningdek, bu tuproq qatlamida yetishtirilgan kartoshka tugunaklarida <sup>90</sup>Sr radioaktiv izotopi bo'yicha radiatsion nurlanish doza qiymati 40,5 Bk/kg, <sup>40</sup>K radioaktiv izotopi bo'yicha radiatsion nurlanish doza qiymati 85,7 Bk/kg ga tengligi qayd qilingan. Ta'kidlab o'tish kerakki, ushbu hududda belgilangan me'yoriy

<sup>1</sup> Грибы и радиация // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://gribnik-club.ru>... Дата обращения: 24.12.2015 г.

<sup>2</sup> Радиация в грибах может в 20 раз превышать норму! // <http://socks.ru>... Дата обращения: 22.12.2015 г.

<sup>3</sup> И.М.Богдевич. Возделывание картофеля в частном секторе на территории, загрязненной радионуклидами // Землярство і ахова раслін. – 2004. – №4. – 32–34.

tugunaklarida ruxsat etilgan radiatsion nurlanish qiymati 3,7 Bk/kg ga teng hisoblanadi.  $^{90}\text{Sr}$  radioaktiv izotopi odam organizmida, ayniqsa bolalarda qon tizimiga salbiy ta'sir ko'rsatishi va o'sma kasalliklarini keltirib chiqarishi ehtimolligi yuqoriligi ta'kidlangan<sup>303</sup>.

Shuningdek, ayrim adabiyot manbalarida tuproq tarkibidagi radioaktiv izotoplar deyarli to'liq holatda kartoshka tugunagining tashqi qobig'ida adsorbsiyalanishi va tozalangan holatda odam organizmi uchun radiatsion nurlanish havfini keltirib chiqarmasligi qayd qilingan<sup>304</sup>.

## 7.12. «Banan ekvivalenti»

**Banan** – tropik va subtropik mintaqalarda o'suvchi banan daraxti (*Musa*) mevasi hisoblanib, ayrim hududlarda istiqomat qiluvchi aholining asosiy oziq-ovqatlaridan biri hisoblanadi. Masalan, Samoa aholisi o'rtacha jon boshiga ~85 kg banan iste'mol qilishi qayd qilingan. 100 gramm banan mevasi tarkibida 1,1–1,87 mg oqsil, 19,33–25,8 mg uglevod, 0,6–1,48 mg kaliy, 16,3–50,4 mg fosfor, B<sub>1</sub> vitamini 0,04–0,54 mg, aminokislotalar va boshqa qimmatli ozuqa moddalari mavjud hisoblanadi<sup>305</sup>.

Yadro energetikasi sohasida faoliyat ko'rsatuvchi ayrim mu-taxassislar tomonidan o'rganilayotgan radioaktiv manbaning radiatsion doza qiymatini banan mevasi tarkibida mavjud bo'lgan radioaktiv  $^{40}\text{K}$  izotopi faolligiga solishtirish asosida – «*banan ekvivalenti*» birligidan foydalanish tavsiya qilinadi.

«*Banan ekvivalenti*» – bu bir dona banan mevasini iste'mol qilish natijasida odam organizmi qcbul qiluvchi radiatsiya nurlanishi doza qiymatiga teng nurlanish qiymati hisoblanadi<sup>306</sup>.

Banan mevasi tarkibida ~0,42 gramm miqdorda kaliy moddasi mavjud bo'lib, 150 gramm og'irlikdagi banan mevasi tarkibida radioaktiv  $^{40}\text{K}$  izotopi ta'sirida ~520 pikoKyuri (1 Kyurining

<sup>303</sup> Картофель и молоко из-под Воложина в 10 раз превысили нормы по радиации // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://euroradio.fm/ru...> Дата обращения: 22.12.2015 г.

<sup>304</sup> Картофель не пропускает радионуклиды за пределы кожуры // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://radiofobia.com...> Дата обращения: 22.12.2015 г.

<sup>305</sup> Банан // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org..> Дата обращения: 18.12.2015 г.

<sup>306</sup> Банановый эквивалент // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org...> Дата обращения: 18.12.2015 г.



trilliondan bir qismi) radiatsion nurlanish dozasi yuzaga kelishi qayd qilinadi. Agar, har kuni 1 dona banan iste'mol qilinsa, u holda 1 yilda (365 kun) odam organizmi 36 *mikroZivert* radiatsion nurlanish olishi qayd qilinadi.

### 7.13. Radionuklidlarning odam organizmiga salbiy ta'sirini kamaytirish

Radionuklidlar odam organizmiga – oshqozon–ichak tizimi, nafas olish yo'llari va teri orqali tushishi qayd qilinadi. Bunda radionuklidlarning asosiy qismi ovqat hazm qilish va nafas olish tizimi orqali kirishi aniqlangan. Radionuklidlar ovqat hazm qilish tizimi funksiyasini buzadi, asab tizimi faoliyatini ishdan chiqaradi, gen darajasida mutatsiyalar yuzaga kelishiga sabab bo'ladi, organizmning ferment tizimlari funksiyasiga salbiy ta'sir ko'rsatdi va antioksidant tizim faolligini izdan chiqaradi. Radionuklidlar ta'sirida odam organizmida o'sma kasalliklari yuzaga kelish ehtimolligi darajasi keskin ortadi.



Tuproq tarkibida mavjud bo'lgan  $^{90}_{38}\text{Sr}$  va  $^{137}_{55}\text{Cs}$  radioaktiv izotoplarining qishloq xo'jaligida yetishtiriluvchi oziq-ovqat mahsulotlari tarkibida radionuklidlar shaklidagi konsentratsiyasini kamaytirish maqsadida tuproq qatlamida kimyoviy melioratsiya chora-tadbirlari o'tkazilishi maqsadga muvofiq hisoblanadi. Jumladan,  $\text{Ca}_2\text{CO}_3$  va shuningdek, organik o'g'itlar ta'sirida tuproq muhiti neytral holatga o'tishi, o'z navbatida unumdorlik ortishi va radionuklidlarning o'simliklarga so'rilishi sezilarli darajada kamayishi aniqlangan<sup>307,308</sup>.



Qishloq xo'jaligi oziq-ovqat mahsulotlari tayyor iste'mol mahsuloti sifatida qayta ishlanishi (yuvish, tozalash, pishirish va hokazo) jarayonida tarkibida radionuklidlar konsentratsiyasi sezilarli darajada kamayishi qayd qilinadi. Masalan, kartoshka, pomidor, bodring kabi oziq-ovqat mahsulotlarini tozalash va suv oqimida yaxshilab yuvish natijasida tarkibidagi radionuklidlar miqdori ~5 martagacha, karamning tashqi ikkita qavati olib tashlanganda tarkibidagi radionuklidlar miqdori ~5 martagacha va lavlagi, sabzi kabi ildizmevalar tashqi po'sti tozalangandan keyin yuvilganda tarkibidagi radionuklidlar miqdori ~15–20 martagacha kamayishi aniqlangan. Shuningdek, sabzi, lavlagi, sholg'om kabi ildizmevalar tarkibida 80%gacha radioaktiv izotoplar aynan, ildizmevaning yuqorigi 1–1,5 *sm* yuqori qismida to'planishi aniqlangan va iste'mol

<sup>307</sup> Методы эффективной защиты овощей от радионуклидов // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://chernobyl.in.ua...> Дата обращения: 18.12.2015 г.

<sup>308</sup> Допустимые уровни содержания  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в продуктах питания и питьевой воде в Белоруссии, России, Украине и Японии // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://chernobyl.in.ua...> Дата обращения: 18.12.2015 г.

qilishga tayyorlashdan oldin ushbu qismni kesib tashlash tavsiya qilinadi.



Ayrim meva va sabzavotlar, jumladan – lavlagi, sabzi, baqlajon, o‘rik, behi, gilos, nok, zaytun mevasi, limon, mandarin, apelsin, shaftoli, qovun, tarvuz odam organizmida radionuklidlardan tozalovchi xususiyatga ega hisoblanadi.

Tarkibida kaliy moddasi ko‘p bo‘lgan oziq-ovqat mahsulotlari organizmda radioaktiv  $^{137}_{55}\text{Cs}$  izotopi to‘planishiga qarshilik ko‘rsatishi aniqlangan. Shuningdek, tarkibida kalsiy moddasi ko‘p bo‘lgan oziq-ovqat mahsulotlari odam organizmida  $^{90}_{38}\text{Sr}$  izotopi to‘planishiga qarshilik ko‘rsatadi. A, E, C vitaminlar esa – antioksidant ta’sir faolligi orqali odam organizmida radionuklidlarning radiatsion nurlanishni keltirib chiqaruvchi salbiy ta’sirini susaytiradi<sup>309</sup>.



Radionuklidlarning odam organizmidan chiqarib yuborilishida parhez usuli muhim ahamiyatga ega hisoblanishi tasdiqlangan. Ochlik holatida odam organizmida to‘qima hujayralarining bo‘linish

<sup>309</sup> Нормы содержания радионуклидов в пищевых продуктах // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://studopedia.org...> Дата обращения: 24.12.2015 г.



tezligi susayadi va nuklein kislotalaraning reparatsiya mexanizmini faollashtiruvchi fermentlar funksiyasi kuchayadi.

Shuningdek, ovqat ratsioni tarkibida bodom, yong'och, suli, yasmiq, olma, loviya, oshqovoq, dengiz karami organizmni radiatsion izotoplardan tozalovchi ta'sir ko'rsatishi aniqlangan<sup>310</sup>.

Qoraqat (*Ribes*) mevasi tarkibida yuqori konsentratsiyada C vitamini mavjud bo'lib, odam organizmi immunitetini kuchaytirishi, infeksiyon kasalliklar ta'siridan himoyalashi aniqlangan. Ayniqsa, qizil qoraqat tarkibida A, C, E vitamini, flavonoidlar radiatsion nurlanish xavfi ortishi sharoitida antioksidant ta'sir faolligiga egaligi qayd qilinadi<sup>311</sup>.

Qand lavlagi, quritilgan o'rik, qoraqat mevasi, petrushka radionuklidlarning odam organizmiga so'rilishiga qarshilik ko'rsatishi qayd qilinadi.

Sut va sut mahsulotlari, ayniqsa tvorog odam organizmida <sup>90</sup>Sr izotopining chiqarib yuborilishida muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Mol go'shti tarkibida radioaktiv izotoplar sezilarli miqdorda yig'ilishi qayd qilinib, ovqat ratsioni tarkibida miqdori kamaytirilishi tavsiya qilinadi<sup>312</sup>.

Tabiiy uzum vinosi, bug'doy spiriti asosida, yuqori darajada tozalash texnologiyasi yordamida tayyorlangan spirtli ichimliklar organizm salomatligi uchun zararli hisoblanmagan me'yoriy miqdorda iste'mol qilinishi ham radiatsion nurlanish va radionuklidlarning zararli ta'siridan himoya qiluvchi ta'sir ko'rsatishi aniqlangan.

Odam organizmini radiatsion nurlanish ta'siridan himoya qilishda J.Shishko tomonidan na'matak damlamasi, qarag'ay novdalari damlamasi ijobiy ta'sir ko'rsatishi qayd qilingan.

Meva sharbatlari odam organizmida radionuklidlarning chiqarib yuborilishida samarali ta'sir ko'rsatishi aniqlangan.

<sup>310</sup> Как вывести радиацию из организма // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://ibeauty-health.com>... Дата обращения: 24.12.2015 г.

<sup>311</sup> Красная смородина – полезная летняя ягода // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://priroda-znaet.ru>... Дата обращения: 24.12.2015 г.

<sup>312</sup> Как вывести радиацию из организма // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://ibeauty-health.com>... Дата обращения: 24.12.2015 г.



Faollashtirilgan ko'mir tabletkasi organizmdan radionuklidlarni chiqarib yuborishda foydalaniladi. Shuningdek, kashtan mevasi damlamasi, bargizub, qayin novdasi damlamasi, ko'k choy, asal radiatsion nurlanish ta'sirida odam organizmini himoya qilishi aniqlangan<sup>313</sup>. Bundan tashqari, hozirgi vaqtda tarkibida kremniy mavjud bo'lgan sorbentlardan (masalan, *montmorillonit*) foydalanib, radionuklidlarning organizmdan samarali tarzda chiqarib yuborilishi tavsiya qilinadi<sup>314</sup>.

### Nazorat uchun savollar

1. Chegaraviy ruxsat etilgan doza nima?
2. Samolyotda radiatsion nurlanish olish qiymatini tushuntirib bering.
3. Televizor ekrani ta'sirida radiatsion nurlanish dozasi qanday?
4. Uyali aloqa stansiyalari antennalari ta'siridagi elektromagnit nurlanish olish xavfi qanday?
5. Uyali aloqa telefoni ta'siridagi elektromagnit nurlanishga tavsif bering.
6. Kompyuter monitori ta'siridagi elektromagnit nurlanishga tavsif bering.
7. Kashandalik va radiatsion nurlanish xavfi o'rtasidagi bog'liqlikni tushuntirib bering.
8. Radiatsion oziq-ovqat mahsulotlari haqida ma'lumot bering.
9. Radionuklidlarning odam organizmiga salbiy ta'sirini kamaytirishning qanday usullari mavjud?

<sup>313</sup> Радионуклиды в организме человека // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://comonme.com>... Дата обращения: 24.12.2015 г.

<sup>314</sup> Сорбенты против последствий радиационного излучения // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://arnika-intel.ru> Дата обращения: 08.10.2015 г.

## **Foydalanilgan va qo‘shimcha o‘qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro‘yxati:**

1. А.В.Сидоренко. Проблемы мобильной связи и здоровье человека // Бюллетень медицинских Интернет–конференций. – 2012. – Т.2. – №6. – С. 453–457.
2. В.Г.Владимиров, Т.К.Джаракян. Радиозащитные эффекты у животных и человека // Москва, 1983.
3. В.П.Машкович, А.В.Кудрявцева Защита от ионизирующих излучений: Справочник // Москва. – Изд–во «Энергоатомиздат», 1995. – 495 с.
4. В.Ф.Кириллов и др. Руководство к практическим занятиям по радиационной гигиене // Москва. – Изд–во ГОУ ВУНМЦ МЗРФ, 2001. – 224 с.
5. В.Ф.Козлов. Справочник по радиационной безопасности // Москва. – Изд–во «Энергоатомиздат», 1991.
6. В.Я.Голиков и др. Радиационная безопасность пациентов–детей при рентгенологических исследованиях // Москва, 1987. – 22 с.
7. Военная токсикология, радиобиология и медицинская защита: Учебник (Под ред. С.А. Куценко) // Санкт–Петербург. – Изд–во «Фолиант», 2004. – 528 с.
8. И.М.Белоусова. Естественная радиоактивность // Москва. – Изд–во «Медгиз», 1960.
9. Исследования электромагнитных взаимодействия ядер: вчера, сегодня, завтра: Сборник статей (Под общей редакцией

проф. В.Г.Недорезова, проф. Б.С.Ишханова, проф. В.В.Варламова) // Москва. – Изд–во «Университетская книга», 2011. – 204 с.

10. Л.А.Булдаков. Радиоактивные вещества и человек // Москва. – Изд–во «Энергоатомиздат», 1990.

11. Л.А.Булдаков, В.С.Калистратова. Радиоактивное излучение и здоровье // Москва. – Изд–во «Информ–атом», 2003. – 165 с.

12. Л.А.Ильин и др. Радиационная безопасность и защита. Справочник // Москва. – Изд–во «Медицина», 1996. – 336 с.

13. Л.А.Ильин и др. Радиационная гигиена: Уч–к // Москва. – Изд–во «Медицина», 1999. – 384 с.

14. Л.А.Ильин, В.Ф.Кириллов, И.П.Коренков. Радиационная гигиена // Учеб. для вузов. – Москва. – Изд–во «ГЭОТАР–Медиа», 2010. – 384 с.: ил.

15. Л.М.Тугошина, И.Д.Петрова. Радиация и человек // Москва. – Изд–во «Знание», 1987.

16. М.М.Голутвина, Абрамов Ю.В. Контроль за поступлением радиоактивных веществ в организм человека и их содержанием // Москва. – Изд–во «Энергоатомиздат», 1989.

17. Н.Лысенко и др. Радиобиология // Москва. – Изд–во «Лань», 2012. – 576 с.

18. Н.Н.Петров. Человек в чрезвычайных ситуациях. Учебное пособие // Челябинск. Южно–Уральское книжное изд–во, 1995.

19. Нормы радиационной безопасности НРБ – 76/87. Основные санитарные правила ОСП – 72/87. – 3-е изд. // Москва. – Изд-во «Энергоатомиздат», 1988.

20. Практикум по токсикологии, радиобиологии и медицинской защите: Учебное пособие (Под ред. А.Н.Гребенюка) // Санкт-Петербург. – Изд-во «Фолиант», 2011. – 296 с.

21. Руководство по радиационной гематологии // Москва. – Изд-во «Медицина», 1974. – 328 с.

22. С.А.Куценко. Военная токсикология, радиобиология, и медицинская защита // Санкт-Петербург. – Изд-во «Фолиант», 2004. – С.528.

23. С.П.Ландау–Тылкина. Радиация и жизнь // Москва. – Изд-во «Атомиздат», 1974.

24. У.Я.Маргулис. Атомная энергия и радиационная безопасность // Москва. – Изд-во «Энергоатомиздат», 1988.

25. Х.Фриц–Ниггли. Радиобиология. Ее основы и достижения (Перевод.: М.Цубина и др.) // Москва. – Изд – во «Гос атомиздат», 1961.

26. Ю.Енгелфрид, Д.Малхолл, Т.В.Плетнева. Как защитить себя от опасных веществ в быту (Под ред. М.Браунгарта, Л.А.Алексеевой) // Москва. – Изд-во МГУ, 1994.

#### **Internet saytlari ro‘yxati:**

- <http://bid-online.ru/ponvatie-o-radiacii/>
- <https://books.google.co.uz/books...>

- <http://обж.пф/stati-obzh/radiaciva-i-radon/>
- <http://hi-edu.ru/e-books/xbook074/01/part-001.htm>
- [http://ftmk.mpei.ac.ru/bgd/\\_private/Radiaziva/X\\_6\\_effektiv.htm](http://ftmk.mpei.ac.ru/bgd/_private/Radiaziva/X_6_effektiv.htm)
- ВОЗ подтвердила связь мобильной связи и онкологии // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.kosmohumanizm.ru...>

• Здоровье и мобильный телефон // [Электрон ресурс].  
Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org...>

• Ю.Г.Григорьев, О.А.Григорьев. Сотовая связь и здоровье: электромагнитная обстановка, радиобиологические и гигиенические проблемы, прогноз опасности // ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И.Бурназяна ФМБА России. – Москва. – Изд-во «Экономика», 2013. – 567 с. <http://www.economizdat.ru/shop/product/609>

## VIII bob. RADIATSION EKOLOGIYA

### VIII bob. RADIATSION EKOLOGIYA

- 8.1. Radiatsion monitoring
  - 8.2. Radiatsion fon
    - 8.2.1. Tabiiy radiatsion fon
    - 8.2.2. Kosmik radiatsiya
    - 8.2.3. Quyosh radiatsiyasi
    - 8.2.4. Erning radiatsion «belbog'i»
    - 8.2.5. Texnogen radiatsion fon
  - 8.3. Radionuklidlar
    - 8.3.1. Radon radioaktiv izotopi
- Nazorat savollari  
Foydalanilgan va qo'shimcha o'qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro'yxati



Bilasizmi, XX asrning o'rtalariga kelib, atom (yadro) energiyasi – «*kelajak energiyasi*» deb nomlangan, albatta bu fikr hozirgi kunda ham ko'plab olimlar tomonidan tasdiqlanmoqda. Aslida, shundaymi?

«*Radioekologiya*» atamasi 1956-yilda fanga kiritilgan bo'lib, radioekologiya fan sohasi XX asrning 1950-yillarida yadro quroli sinovlari, atom elektr stansiyalari va yadro obyektlarida yuz bergan halokatlar ta'sirida atrof–muhitning radiatsion ifloslanish darajasi ortishi bilan bog'liq holatda shakllangan.

**Radiatsion ekologiya** – tabiiy va su'niy (antropogen) manbalar asosidagi ionlashtiruvchi radiatsion nurlanishning (*radionuklidlar*) biotsenozlarga ta'sir mexanizmlarini o'rganuvchi fan sohasi hisoblanadi.

✓ «*Radioekologiya – bu ionlashtiruvchi nurlanishning doimiy ta'siri sharoitida, organizmlar va ularning jamoalarining o'zaro va atrof–muhit bilan munosabatlarini o'rganuvchi fan sohasi hisoblanadi*»<sup>315</sup>.

✓ «*Radiatsion ekologiya (radioekologiya) – tirik organizmlar va ularning jamoalarining tabiiy radionuklidlar yoki texnogen*

<sup>315</sup> Г.А.Соколик и др. Основы радиоэкологии и безопасной жизнедеятельности: Пособие для учителей общеобразоват. учреждений (Под общ. ред. Т.Н.Ковалевой, Г.А.Соколик, С.В.Овсянниковой) // Минск. – Изд. – во «ТОНПИК», 2008. – 366 с.

*tavsifdagi radioaktiv ifloslanish manbalari ta'siri sharoitda mavjudlik xususiyatlarini o'rganuvchi fan sohasi hisoblanadi»<sup>1</sup>.*

Rossiyada radioekologiya fani rivojlanishiga V.I.Vernadskiy, L.P.Rixvanov, A.M.Kuzin, A.A.Peredelskiy, V.M.Klechkovskiy, N.V.Timofeev–Resovskiy, F.A.Tixomirov, R.M.Aleksaxin, V.A.Shevchenko kabi olimlar katta hissa qo'shishgan.

Radioekologiya fani tabiiy va antropogen kelib chiqish tavsifiga ega bo'lgan ionlashtiruvchi nurlanish turlari va manbalarini o'rganadi, radionuklidlarning biosfera tarkibiy qismlariga tushish qonuniyatlarini tadqiq qiladi va quyidagi bo'limlarga ajratiladi:

• **Nazariy radioekologiya** – radionuklidlarning ekotizimlarda migratsiyasi masalalarini o'rganadi;

• **Ekspperimental radioekologiya** – biologik organizmlarga ionlashtiruvchi nurlanishning ta'sir mexanizmlarini o'rganadi va ularni radiatsion nurlanishdan himoya qilish chora–tadbirlarini ilmiy asoslab beradi.

Radioekologiya bevosita – *hayvonlar radioekologiyasi, o'simliklar radioekologiyasi, gidroradioekologiya, mikroorganizmlar radioekologiyasi, o'rmonlar radioekologiyasi, qishloq xo'jaligi radioekologiyasi* va boshqa yo'nalishlarga ajratiladi.



**Vladimir Andreevich SHEVCHENKO**  
(Rossiya: 17.07.1936–29.07.2005) – biologiya fanlari doktori, professor, radiobiolog, Rossiya Fanlar akademiyasi Biofizika instituti Radiatsion genetika laboratoriyasida ilmiy faoliyat olib borgan, texnogen radiatsion halokatlarning ekologik ta'siri yo'nalishida ilmiy tadqiqotlar olib borgan, radionuklidlarning o'simlik va hayvonot

olamiga ta'sirini o'rgangan. V.A.Shevchenko 1995–2001 yillar davomida BMT Atom radiatsiyasining ta'siri bo'yicha ilmiy qo'mita tarkibida radiatsion genetika sohasi yo'nalishida ekspert sifatida faoliyat olib borgan, shuningdek, Rossiya Radiobiologiya jamiyatining raisi sifatida ishlagan<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Радиационная экология // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org...> Дата обращения: 01.11.2015 г.

<sup>2</sup> Шевченко, Владимир Андреевич // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org...> Дата обращения: 18.12.2015 г.



## V.A.Shevchenkoning ayrim ilmiy ishlarining ro'yxati:

1. В.А.Шевченко. Радиационная генетика одноклеточных водорослей // Москва. – Изд – во «Наука», 1979. – 254 с.
2. В.А.Шевченко и др. Генетические последствия действия ионизирующих излучений на популяции // Москва. – Госкомитет по использованию атомной энергии СССР, 1980. – 40 с.
3. В.А.Шевченко, М.Д.Померанцева. Генетические последствия действия ионизирующих излучений // Москва. – Изд–во «Наука», 1985. – 279 с.
4. В.А.Шевченко и др. Радиационная генетика природных популяций: Генетические последствия Кыштымской аварии // Москва. – Изд–во «Наука», 1992. – 218 с.

### 8.1. Radiatsion monitoring

Ma'lumki, ekologik biofizika, jumladan radiatsion ekologiya fan sohalarining amaliy jihatdan muhim vazifalaridan biri – bu atrof–muhitning atropogen omillar ta'sirida ifloslanish (kimyoviy va fizik, jumladan radiatsion) darajasini monitoring qilish va uni bartaraf qilish chora–tadbirlarini ishlab chiqishni ilmiy jihatdan asoslab berishdan tashkil topadi. Ushbu maqsadda 1989-yilda atrof–muhitning ifloslanish darajasini baholash uchun, Xalqaro «*Biotest*» dasturi ishlab chiqilgan<sup>1</sup>.

Radiatsion ekologiyada atrof–muhitning turli xil toksik ta'sir ko'rsatish xossasiga ega bo'lgan, radioaktiv chiqindilar bilan ifloslanish darajasini baholashda *biotest* va *bioindikatsiya* uslublaridan foydalaniladi<sup>2</sup>:

• ***Biotest* (bioassay)** – laboratoriya sharoitida ifloslanish muhiti tarkibidan olingan biologik obyektlar sinov namunalariining morfologik, genetik, biokimyoviy va hokazo struktura–funktional tizimlaridagi o'zgarishlar asosida muhitning ifloslanish darajasini baholash uslubi hisoblanadi.

---

<sup>1</sup> В.М.Захаров и др. Здоровье среды: методика оценки // Москва. – Изд–во Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.

<sup>2</sup> А.Г.Бубнов и др. Биотестовый анализ – интегральный метод оценки качества объектов окружающей среды: учебно–методическое пособие (Под общ. ред. В.И.Гриневича) // ГОУ ВПО Иван. гос. хим.–технол. ун–т. – Иваново, 2007. – 112 с.

• **Bioindikatsiya (bioindication)** – yashash muhitida tabiiy va antropogen tavsifga ega zararli chiqindilar ta'siriga nisbatan tirik organizmlarning javob reaksiyasi asosida, mavjud holatni baholash uslubi hisoblanadi.

Radiatsion ekologiyada radiatsion nurlanish energiyasini hisoblashda yutilgan modda sifatida atmosfera havosi tanlab olinadi, bu holatda **havoda yutilish dozasi** tushunchasi qabul qilinadi. Masalan, faollik qiymati  $A$  bilan ifodalanuvchi, izotrop tavsifga ega foton nurlanishining nurlantirish manбайдan  $x$  masofada **havoda yutilish dozasi** ( $\dot{D}$ ) qiymati quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\dot{D} = \frac{A \cdot \sum_{i=1}^i E_{\gamma i} n_{\gamma i} \mu_{eni} \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}}{4 \pi x^2 \cdot \rho^{havo}} \text{ Gr/s}$$

Bu yerda:  $A$  – radionuklidning faolligi ( $Bk$ );  $n_{\gamma}$  – energiya qiymati  $E_{\gamma}$  ( $MeV$ ) ga teng bo'lgan, 1 ta parchalanish davomidagi fotonlar son qiymati;  $\mu_{eni}^{havo}$  – energiya qiymati  $E_{\gamma}$  ga teng bo'lgan fotonlarning havoda yutilish koeffitsiyenti ( $m^{-1}$ );  $\rho^{havo}$  – havoning zichligi ( $kg/m^3$ );  $x$  – nurlantirish manбайдan hisoblash amalga oshirilgan nuqtagacha bo'lgan masofani ifodalaydi ( $m$ ).

**Biologik to'qima yoki organda yutilgan doza** ( $D_T$ ) – bu to'qima yoki organ tomonidan yutilgan, o'rtacha doza qiymatini ifodalaydi, ya'ni bunda yutilgan nurlanish energiyasining to'qima yoki organda bir tekisda taqsimlanishi e'tiborga olinadi.

Alohida olingan to'qima yoki organga ( $T$ ) ta'sir ko'rsatuvchi, har xil turdagi va energiyadagi, ya'ni  $R$  parametr bilan tavsiflanuvchi ionlashtiruvchi nurlanish aralash maydonining ta'sir ko'rsatkichi sifatida **ekvivalent doza** qabul qilinadi.

**Ekvivalent doza** ( $H$ ) quyidagi tenglama orqali ifodalanadi<sup>1</sup>:

$$H = \sum_R w_R D_{T,R}$$

<sup>1</sup> В. К. Сахаров. Радиэкология: Учебное пособие // СПб – Изд-во «Лань», 2006. – 320 с.: ил.

Bu yerda  $w_R$  radiatsion koeffitsiyent qiymati tegishli jadval asosida aniqlanadi (8.1–jadval):

8.1–jadval

Nurlanish turi	Energiya diapazoni	$w_R$
Foton, elektron	Barcha energiyalar diapazoni	1
Neytron	< 10 keV, >20 MeV	5
	10–100 keV, 2–20 MeV	10
	0,1–2 MeV	20
Proton	>2 MeV	5
$\alpha$ -zarrachalar	Barcha energiyalar diapazoni	20

Ekvivalent doza o‘lchov birligi *Zivert* (Zv) hisoblanadi:  $1 \text{ Zv} = 1 \text{ Gr} \cdot w_R$

Biologik organizmda to‘qima va organlarning turli xil darajada nurlanishi davomida umumiy holatda organizmga radiatsion nurlanishning salbiy ta‘sirini baholash uchun *effektiv doza* tushunchasi kiritiladi.

*Effektiv doza* ( $E$ ) – organizmning barcha to‘qima va organlarida yutilgan ekvivalent doza umumiy yig‘indisi hisoblanadi:

$$E = \sum_T H_T w_T = \sum_T w_T \cdot \sum_R w_R D_{T,R}$$

## 8.2. Radiatsion fon

*Radiatsion fon* – bu biologik obyektlarga, jumladan odam organizmiga doimiy ravishda ta‘sir ko‘rsatuvchi, Yer qobig‘ida mavjud bo‘lgan radioaktiv kimyoviy elementlar (*radionuklidlar*) va kosmik nurlanishlar, texnogen radionuklidlar ta‘sirida yuzaga keluvchi ionlashtiruvchi nurlanish hisoblanadi.

Insoniyat tomonidan erishilgan zamonaviy fan–texnika taraqqiyoti davri sanoat miqyosidagi ishlab chiqarishning favqulotda

yuqori darajada rivojlanishi, o'z navbatida har yili Yer qa'ridan ~100 000 000 000 tonnadan ortiq turli xil jinslar qazib olinishi, ~1 000 000 000 tonna yoqilg'i yondirilishi, atmosferaga ~20 000 000 000 tonna  $CO_2$ , ~300 000 000 tonna  $CO$ , ~50 000 000 tonna  $NO_x$ , ~150 000 000 tonna  $SO_2$ , ~5000 000 tonna  $H_2S$ , shuningdek, ~400 000 000 tonnadan ortiq turli xil zararli chang, aerozollar ajratilishi, gidrosferaga ~600 000 000 000 tonnadan ortiq chiqindilar, ~10 000 000 tonna neft va neft mahsulotlari chiqarib tashlanishi, qishloq xo'jaligida dunyo miqyosida ekin maydonlari tuproqlari tarkibiga ~100 000 000 tonna atrofida kimyoviy mineral o'g'itlar qo'shilishi, biosferaga ~100 000 000 tonnadan ortiq ksenobiotiklar qo'shilishi hisoblab chiqilgan.

Global miqyosda radioaktiv ifloslanish 1970-yillarga kelib, yadro qurolining sinovlari natijasida  $5,5 \times 10^{-19}$  Bk ni tashkil qilishi, shuningdek, dunyo okeaniga radioaktiv chiqindilarning chiqarib tashlanishi hisobiga  $1,7 \times 10^{17}$  Bk ifloslanish yuzaga kelishi qayd qilingan.

Radiatsion fon ta'sirida odam organizmining radiatsion nurlanish olish jarayoni – **tashqi va ichki nurlanish** tavsiflariga ega hisoblanadi.

**Tashqi nurlanish** – bu odam organizmidan tashqarida joylashgan, ya'ni tashqi muhitda joylashgan radiatsion manbalar va kosmik nurlanishlar ta'sirida yuzaga keladi. Jumladan, turli xil metallar, toshko'mir, neft va gaz va qurilish materiallari tarkibida mavjud bo'lgan radioaktiv elementlar ta'sirida odam organizmi doimiy ravishda radiatsion nurlanish ta'sirida bo'lishi qayd qilinadi. Tashqi muhitda joylashgan radiatsion manbalar ta'sirida odam organizmi ~35 mBer/yil radiatsion nurlanish olishi qayd qilinadi.

**Ichki nurlanish** – bu odam organizmiga tushuvchi radionuklidlar ta'sirida yuzaga keladi. Organizmga tushuvchi radionuklidlar ta'sirida odam organizmi ~135 mBer/yil nurlanish olishi qayd qilinadi.

Shunday qilib, tashqi va ichki nurlanish ta'sirida odam organizmi yil davomida ~170–200 mBer/yil radiatsion nurlanish olishi kuza-tiladi.

Radiatsion nurlanish manbalari *tabiiy* va *sun'iy* turlarga ajratiladi.

## 8.2.1. Tabiiy radiatsion fon

Yer biosferasida *tabiiy radiatsion fon* – Yer qobig‘ida mavjud bo‘lgan radioaktiv kimyoviy elementlar (*radionuklidlar*) va kosmik nurlanishlar ta‘sirida shakllanadi.

*Tabiiy radiatsion fon* sharoitida odam organizmi yil davomida kosmik radiatsion nurlanish ta‘sirida ~30–50 *milliBer*, tuproq va havo tarkibidagi radionuklidlar ( $^{40}_{19}K$ ,  $^{14}_6C$ ,  $^3_1H$ ,  $^{210}_{84}Po$ ,  $^{226}_{88}Ra$ ,  $^{228}_{90}Th$ ) ta‘sirida ~80 *milliBer* radiatsion nurlanish olishi qayd qilinadi<sup>1</sup>.

Umumiy holatda, tabiiy radioaktiv nurlanish manbalari (kosmik nurlanish, tuproq–suvning tabiiy radioaktivligi va boshq.) ta‘sirida o‘rtacha ~125 *mBer/yil* ekvivalent dozadagi radiatsion nurlanish yuzaga keladi.

*Tabiiy radiatsion nurlanish* manbalari – kosmik radiatsiya, tog‘ jinslarining  $\gamma$ -nurlanishi kabilardan tashkil topadi.

Yer qatlamida mavjud bo‘lgan radioaktiv kimyoviy elementlar –  $^{235}_{92}U$ ,  $^{132}_{55}Cs$ ,  $^{226}_{88}Ra$ ,  $^{40}_{19}K$ ,  $^{214}_{83}Bi$ ,  $^{228}_{90}Th$ ,  $^{228}_{89}Ac$  izotoplari ta‘sirida biosferada *tabiiy radiatsion fon* yuzaga keladi.

Yer sharining turli xil mintaqalarida tabiiy radiatsion fon qiymati o‘zaro farqlanadi. Yer sharining ayrim hududlarida tabiiy radioaktiv fon qiymati ~4–12 *mkR/s* ni tashkil qiladi va bu hududlarda (Braziliya, Fransiya, Hindiston, Misr) istiqomat qiluvchi aholining radiatsion nurlanishi qiymati ~30–100 *mBer/yilga* teng hisoblanadi.

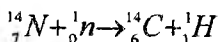
Fransiya, AQSH, Yaponiyada taxminan 95% aholi istiqomat qiluvchi hududlarda nurlanish dozasi 0,3–0,6 *mZv/yilga* tengligi qayd qilingan. Braziliyaning Posus–di–Kaldas shahri hududining ayrim joylarida bu qiymat 250 *mZv/yilga* teng hisoblanadi. Hindistonning ayrim hududlarida  $^{228}_{90}Th$  radioaktiv izotopi ko‘p tarqalganligi ta‘sirida nurlanish dozasi ~8,5 *mZv/yilga* teng hisoblanadi. Eronning Ramser shahri hududida bu qiymat ~400 *mZv/yilni* tashkil qiladi.

<sup>1</sup> Сорбенты против последствий радиационного излучения // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://arnika-mebel.ru> Дата обращения: 08.10.2015 г.

## 8.2.2. Kosmik radiatsiya

Asosiy tabiiy radiatsiya turlaridan biri – bu *kosmik radiatsiya* hisoblanadi. Kosmik radiatsion nurlanishni asosan Galaktikada qayd qilinuvchi kosmik nurlanish va Quyoshdan chiquvchi musbat zaryadli protonlar oqimi yuzaga keltiradi. Kosmik radiatsiya Galaktikada va Quyoshda sodir bo‘luvchi portlashlar natijasida hosil bo‘ladi. Kosmik radiatsiya mavjudligi haqidagi dastlabki ma’lumotlar 1950-yillarda Erning «Explorer–I» su’niy yo‘ldoshi (AQSH) tomonidan qayd qilingan<sup>2</sup>. Hozirgi vaqtda kosmik radiatsiya holati haqidagi nisbatan batafsil ma’lumotlar «Mars Science Laboratory» stansiyasida (AQSH) mavjud bo‘lgan RAD qurilmasi yordamida olinadi. Jumladan, kosmik stansiyada kosmonavt 6 oy davomida o‘rtacha ~80 mZv radiatsion nurlanish olishi aniqlangan, Mars planetasida esa – ushbu ko‘rsatilgan vaqt davomida ~120 mZv radiatsion nurlanish qabul qilishi qayd qilingan<sup>3</sup>. Kosmik nurlanishning tarkibining ~80–90% qismi protonlar, ~10–20% qismi  $\alpha$ -zarrachalar, ~0,7–1% qismi neytronlar, foton, elektron va shuningdek, – C, N va O atomlari yadrosidan tashkil topgan. **Birlamchi kosmik nurlanish** oqimi energiyasi ~10<sup>20</sup> eV gacha yetishi taxmin qilinadi. Birlamchi kosmik nurlanish oqimining atmosfera qatlamida atom yadrolari bilan to‘qnashishi natijasida  $\gamma$ -fotonlar, elektronlar, mezon va neytronlar oqimi hosil bo‘ladi. Jumladan, Yer yuzasigacha faqat, ~0,05% birlamchi kosmik nurlanish etib kelishi qayd qilinadi.

**Kosmogen radionuklidlar** atmosfera havosi tarkibida mavjud bo‘lgan – N, O, Ar va boshqa kimyoviy elementlar atom yadrosi bilan proton va neytronlar ta’sirlashishi natijasida yuzaga kelishi qayd qilinadi:



Kosmik nurlanish ta’sirida ham odam organizmi ~35 mBer/yil radiatsion nurlanish olishi hisoblab chiqilgan. Shuningdek, ekvator

<sup>2</sup> Радиоактивный космос // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://nuclphys.sinp.msu.ru...> Дата обращения: 12.11.2015 г.

<sup>3</sup> Космическая радиация и ее опасность в космических полетах // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://kosmolemta.com...> Дата обращения: 12.11.2015 г.

hududida kosmik nurlanish qiymati  $\sim 260\text{--}270 \text{ mkZv/yil}$  va shimoliy kengliklarda  $\sim 270\text{--}290 \text{ mkZv/yil}$  ni tashkil qilishi qayd qilinadi.

### 8.2.3. Quyosh radiatsiyasi

**Quyosh radiatsiyasi** – bu Quyoshda amalga oshuvchi elektromagnit va korpuskulyar tavsifga ega nurlanish hodisasi hisoblanadi. Bunda elektromagnit nurlanish –  $\gamma$ – nurlanishdan radioto‘lqinlarga gacha diapazonni o‘z ichiga qamrab oladi, korpuskulyar nurlanish esa – asosan, proton va elektronlar oqimidan tashkil topadi.

Odatda, Quyosh yuzasida harorat taxminan o‘rtacha  $+5700^\circ\text{C}$  ni tashkil qilishi qayd qilinib,  $\sim 11$  yilda bir marta Quyosh yuzasida ayrim sohalarda haroratning  $+1000\ 000^\circ\text{C}$  gacha ko‘tarilishi yuzaga keladi va natijada Quyosh xromosferasida kuchli «*chaqnash*» yuz beradi, bu vaqtda ko‘rinuvchi, ultrabinafsha va rentgen nurlanishi spektrlarini qamrab oluvchi energiya elektromagnit nurlanish shaklida ajraladi, o‘z navbatida  $5 \times 10^{-5}\text{--}7 \times 10^{-5} \text{ m/s}$  tezlikda Yer atmosferasiga yetib keladi. Quyosh xromosferasida yuzaga keluvchi faollik hodisasini miqdoriy tavsiflashda yuzaga keluvchi umumiy «*dog‘lar*» (kuchli magnit maydonga ega sohalar) soni ( $f$ ) va ularning o‘nlik shaklidagi qiymati yig‘indisi bilan ifodalanuvchi *Volf soni* ( $W$ ) indeksidan foydalaniladi:

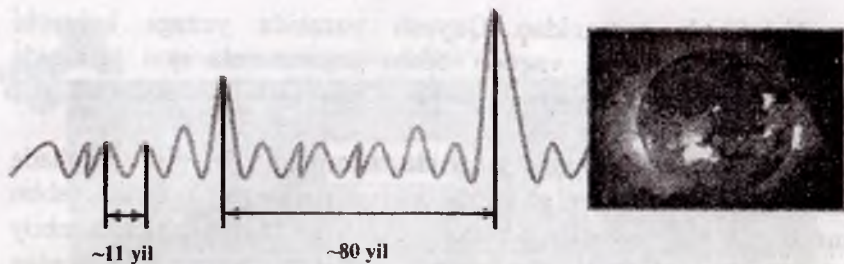
$$W = k(f + 10g)$$

Bu yerda:  $k$  – empirik koeffitsiyentni ifodalaydi.

*Volf soni* qiymati o‘rtacha har  $\sim 11$  yilda maksimal qiymatga ko‘tarilishi (40–120) qayd qilinadi.

Quyoshda yuzasida qayd qilinuvchi «*chaqnash*» (Quyosh radiatsiyasi faolligi) hodisasi o‘rtacha har  $\sim 11$  yilda bir marta takrorlanishi taxmin qilinsa-da, bu oraliq davr 7,5–16 yilni tashkil qilishi ham mumkin. Shuningdek, har  $\sim 80$  yilda bir marta Quyosh yuzasida juda kuchli intensivlikda «*chaqnash*» hodisasi ro‘y berishi taxmin qilinadi<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Г.А.Соколик и др. Основы радиэкологии и безопасной жизнедеятельности: Пособие для учителей среднего образования учреждений (Под общ. ред. Т.Н.Ковалевой, Г.А.Соколик, С.В.Овсянниковой) // Минск. – Изд-во «Тонпик», 2008. – 366 с.



Quyosh yuzasida «chaqnash» yuz bergan vaqtda, fazoda parvoz qilayotgan kosmik kema bortida  $\sim 0,01-0,35$  Zv va shuningdek, kosmik bo'shliqda bo'lgan kosmonavt tanasida  $\sim 4$  Zv radiatsion nurlanish qayd qilinishi mumkin<sup>5</sup>.

Quyosh yuzasida yuzaga keluvchi «chaqnash» hodisasi ta'sirida qayd qilinuvchi radiatsion nurlanish Yer biosferasida sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi. Jumladan, K.Morrel (Angliya) tomonidan qayd qilinishicha, Yer yuzasida  $\sim 80\%$  o'z joniga qasd qilish holatlari aynan, Quyosh yuzasida yuzaga keluvchi «chaqnash» hodisasi vaqtida kuzatiladi, shuningdek, miokard infarktidan olamdan o'tish holatlarining soni 11–16 marta ortishi, odam organizmida bosh miya funksiyasi o'zgarishi, ruhiy o'zgarishlar ro'y berishi natijasida avtohalokatlar soni ortishi aniqlangan.



<sup>5</sup> Радиоактивный космос // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://auclphys.sinp.msu.ru...> Дата обращения: 12.11.2015 г.



**N.A.Shuls** tomonidan Quyosh yuzasida yuzaga keluvchi «*chaqnash*» hodisasi vaqtida odam organizmida qon tarkibida leykotsitlar konsentratsiyasi keskin kamayishi (*leykopeniya*) yuz berishi aniqlangan.

06.1972-yilda Quyosh yuzasida taxminan  $1,5 \times 10^{15} \text{ m}^2$  sohada haroratning  $\sim 900\,000^\circ\text{C}$  ga ko'tarilishi qayd qilingan va aynan, ushbu sutkalarda Yer yuzasida Shimoliy Amerika hududida katta tabiiy talafotlarga sabab bo'lgan «*Agness*» dovuli yuz bergan, 27 sutkadan keyin Quyosh yuzasida yana qaytadan «*chaqnash*» sodir bo'lishi vaqtida ham – «*Rita*», «*Syuzen*» va «*Tess*» tayfunlari yuz bergan<sup>6</sup>.

#### 8.2.4. Yerning radiatsion «*belbog'i*»

Yer planetasining magnit maydoni biosferani kosmik radiatsion nurlanishdan himoya qiladi. Biroq, kosmik radiatsiyaning ma'lum bir qismi Yer atmosferasiga kirib keladi va «*qutb yog'dusi*»ni yuzaga keltiradi. Yer atmosferasining kosmik radiatsion nurlanishdan himoyalovchi to'sig'i  $\sim 80 \text{ sm}$  qo'rg'oshin ( $^{207}_{82}\text{Pb}$ ) elementidan ishlangan qatlama ekvivalent hisoblanadi.

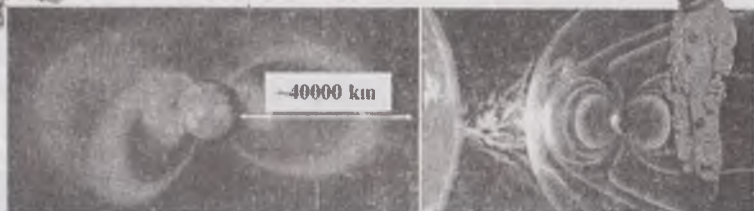
Yer atmosferasida kosmik radiatsion nurlanish oqimini yopiq traektoriya bo'ylab, turli xil yo'nalishda qaytaruvchi – magnit maydon sohalari («*belbog'*») mavjud hisoblanadi. 1958-yilda **Van-Alen** (AQSH) tomonidan Yerning ichki «*belbog'i*» (*Van-Allen belbog'i*, *Van Allen belt*) aniqlangan, keyinchalik **Vernov** va **Chudakov** tomonidan tashqi «*belbog'*» mavjudligi qayd qilingan.

*Tashqi qavat* – ekvator ustidan  $\sim 18\text{--}57 \text{ km}$  balandlikda joylashgan bo'lib, tarkibi asosan, maksimal zich holatdagi protonlar oqimidan tashkil topgan va *ichki qavat* – asosan, elektronlardan tuzilgan bo'lib, Yer yuzasidan  $\sim 22 \times 10^6 \text{ metr}$  balandlikda joylashgan. Ichki radiatsion «*belbog'*» qavati yer yuzasidan  $\sim 3\text{--}12 \text{ km}$  balandlikda joylashgan bo'lib, shimoldan janubga tomon yo'nalishda,  $30^\circ$  va  $60^\circ$  oralig'ida joylashadi. Yerning radiatsion «*belbog'i*» kosmik nurlanishdan biosferani himoya qiladi.

<sup>6</sup> Е.А.Ганицкий. Радиобиология // Курс лекций. – Гродно. – Изд-во ГрГУ, 2001. – 204 с. .

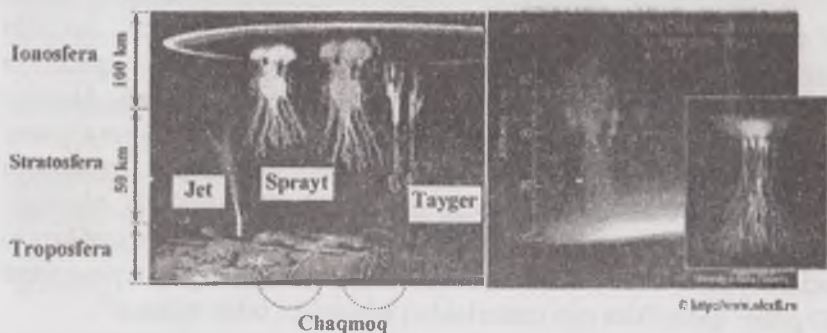


### Yerning ichki radiatsion «belbog'i»



### Yerning tashqi radiatsion «belbog'i»

Shuningdek, Yerning ichki va tashqi Van–Alen «belbog'»lari oralig'ida zaryadlangan zarrachalar oqimi kuzatilmaydigan – «xavfsiz zona» (kosmik parvozlar nuqtayi nazaridan) mavjudligi aniqlangan. NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) tomonidan amalga oshirilgan kosmik tadqiqotlar natijasida, troposferada chaqmoq yuz bergan vaqtda Yer atmosferasining stratosfera va ionosfera qatlamlarida o'ziga xos shakllar (*jet, sprayt, tayger*) yuzaga kelishi qayd qilingan va bu elektromagnit hodisalar aynan, Yerning radiatsion «belbog'lari» oralig'ida «xavfsiz zona» shakllanishida neytrallovchi omil sifatida muhim ahamiyatga ega hisoblanishi mumkinligi taxmin qilingan<sup>7</sup>.



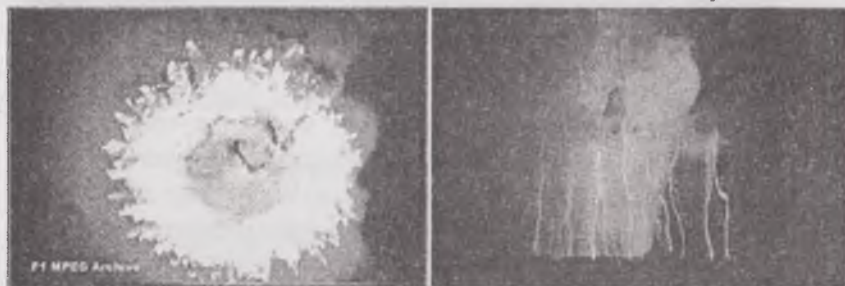
Jumladan, 09.08.1962-yilda AQSH tomonidan «Starfish Prime» loyihasi asosida, Yer yuzasidan ~400 km balandlikda kosmik fazoda 1,45 megatonna quvvatga ega bo'lgan yadro quroli portlatilgan va

<sup>7</sup> Радиационные пояса Ван-Алена // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.alexfl.ru> Дата обращения: 08.12.2015 г.

natijada Yerning radiatsion «*belbog'i*» zonasida radiatsion nurlanish qiymati ~2–3 marotaba ortganligi va 7 ta Yerning su'niy yo'ldoshlari, telekommunikatsiya tarmoqlari, elektron apparatlar ishdan chiqishi qayd qilingan. Ma'lum vaqt o'tgandan keyin, kuchli chaqmoq ta'sirida radiatsion zonada nurlanish qiymati muvozanatlashgan.

Chaqmoq ehaqishi

© <http://www.alect.ru>



Portlash epitsentridan ~3200 km uzoqlikda joylashgan Samoa orolidan tushirilgan fototasvir (09.08.1962-yil)

Shunday qilib, Yerning radiatsion «*belbog'i*» zonasida chaqmoq kosmik radiatsiya nurlanishini neytrallovchi ta'sir ko'rsatishi taxmin qilinadi<sup>8</sup>.

Yerning ichki radiatsion «*belbog'i*» zonasida protonlar oqimi ta'sirida ~50–100 *rentgen/soat* radiatsion nurlanish hosil bo'lishi aniqlangan. Tashqi radiatsion «*belbog'*» zonasida esa – radiatsiya qiymati ~1000 *rentgen/soat*, gacha yetishi qayd qilinadi. Hozirgi vaqtda amaliyotda foydalaniluvchi har qanday kosmik kema tashqi qobig'i ushbu radiatsion «*belbog'lar*» zonasidagi radiatsion nurlanishdan kosmonavtlarni to'liq holatda himoya qila olmaydi. Masalan, Yerning ichki radiatsion «*belbog'i*» zonasida kuzatiluvchi radiatsiyadan himoyalani uchun, kosmik kemaning tashqi qoplami 80 *g/sm<sup>2</sup>* qalinlikka ega materialdan ishlanishi talab qilinadi<sup>9</sup>.

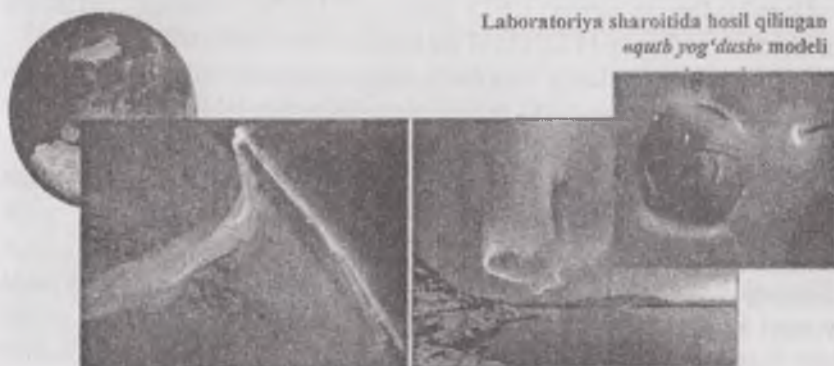
Yerning magnit maydoni kosmik nurlanish oqimi yo'nalishini o'zgartiradi, biroq qutblarda kosmik nurlanishning ma'lum bir qismi

<sup>8</sup> Радиационные пояса Ван-Алена // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.alect.ru> дата обращения: 08.12.2015 г.

<sup>9</sup> Необычное кольцо радиации в космосе // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://kosmos.of.by> Дата обращения: 08.12.2015 г.

Yerning radiatsion «belbog'i»ni yorib o'tadi va natijada yer atmosferasida «quth yog'dusi» deb nomlanuvchi hodisa ro'y beradi<sup>10</sup>.

«Quth yog'dusi» – Quyoshdan keluvchi zaryadlangan zarrachalar (nurlanish) oqimining Yer atmosferasi yuqori qismida (magnitosfera) gaz molekula va atomlari bilan to'qnashishi natijasida lyuminessensiya hodisasini yuzaga keltirishi hisoblanadi<sup>11,12,13</sup>.



### 8.2.5. Texnogen radiatsion fon

**Texnogen radiatsion fon** – bevosita odam faoliyati bilan bog'liq holatda, Yer qa'ridan foydali qazilma ma'danlari, qurilish materiallarini qazib olish, katta miqdorda saqlash, qayta ishlash va foydalanish, atom texnologiyalaridan foydalanish va radioaktiv chiqindilarni saqlash va qayta ishlash jarayonida yuzaga keladi.

Odatda, radiatsion fon qiymatini o'lchash birligi sifatida **ekspozitsion doza quvvati** birligidan foydalaniladi. Belgilangan me'yorlar bo'yicha, 5–25 *mkRentgen/soat* qiymatidagi radiatsion fon odam organizmi uchun me'yoriy darajadagi radiatsiya deb qabul qilingan.

<sup>10</sup> Г.А.Соколик и др. Основы радиоекологии и безопасной жизнедеятельности: Пособие для учителей общеобразоват. учреждений (Под общ. ред. Т.Н.Ковалевой, Г.А.Соколик, С.В.Овсянниковой) // Минск. – Изд-во «Тонтик», 2008. – 366 с.

<sup>11</sup> Полярное сияние // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>.. Дата обращения: 08.12.2015 г.

<sup>12</sup> И.Л.Александров. Полярные сияния // *Соросовский образовательный журнал*. – 2001. – №5. – С.75–79.

<sup>13</sup> Ю.Г.Мизун. Полярные сияния // Москва – Изд-во «Наука». 1983. – 136 с.

Odam organizmi tomonidan qabul qilinuvchi umumiy samarali ekvivalent nurlanish dozasi qiymati (2,421  $mZv$ ) tarkibida – tabiiy radionuklidlar ta'sirida nurlanish 2  $mZv$  (~82,61%) va texnogen tavsifga ega radiatsion manbalar ta'sirida radiatsion nurlanish 0,421  $mZv$  (~17,39%) ga teng hisoblanishi qayd qilinadi. Bunda tabiiy radiatsion nurlanish qiymati tarkibida Yer qobig'ida joylashgan radionuklidlar ta'sirida 1,675  $mZv$  (69,186%), kosmik nurlanish ta'sirida 0,315  $mZv$  (13,011%) ga tengligi qayd qilinadi<sup>14</sup>.

Ko'pgina holatlarda tarkibida tabiiy radionuklidlar yuqori konsentratsiyada to'planuvchi tabiiy materiallardan ishlangan obyektlar texnogen tavsifga ega radiatsion fonni yuzaga keltirishi qayd qilinadi. Masalan, dunyo miqyosida radiatsion nurlanish dozasi nisbatan yuqori bo'lgan inshootlardan biri – bu dunyoning eng yirik vokzallaridan biri bo'lgan Nyu–York vokzali (*Grand Central Station*) hisoblanadi. Bu inshoot poydevori va devorlari tarkibida yuqori konsentratsiyada radioaktiv izotoplar mavjud bo'lgan granit tog' jinsidan qurilgan. Bu vokzalda ~1 soat davomida poezdni kutish davomida odam organizmi ~0,06 *milliRem* qiymatda radiatsion nurlanish olishi qayd qilingan<sup>15</sup>.



Qurilish materiallari tarkibida mavjud bo'lgan radioaktiv izotoplar ta'sirida yuzaga keluvchi radiatsion fon bino va inshootlar ichki qismida 15–20  $mkR/soat$  ruxsat etilish qiymatida belgilanadi.

<sup>14</sup> В.Хижняк. Пособие для граждан «Осторожно! Радиация» // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://nucleartmo.ru> Дата обращения: 08.10.2015 г.

<sup>15</sup> Тройка вещей, о которых Вы не знали, что они радиоактивны // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://ecolinet.ru...> Дата обращения: 08.10.2015 г.



**Ayrim qurilish materiallari tarkibida radiy ( $^{226}_{88}\text{Ra}$ ) va toriy ( $^{232}_{90}\text{Th}$ ) radioaktiv izotoplarining solishtirma faolligi qiymati<sup>16</sup>**

8.2-jadval

Qurilish materiali	$^{226}_{88}\text{Ra}$ (Бк · кг <sup>-1</sup> )	$^{232}_{90}\text{Th}$ (Бк · кг <sup>-1</sup> )
Sement	9–168	4–81
G'isht	33–152	21–178
Beton	11–80	9–105
Cherepitsa	63–91	32–64

Shuningdek, ustki qismi granit bilan qoplangan oshxona stoli, granit qurilish materiali ishlatilgan uy jihozlari, ayrim turdagi manzarali sopol buyumlar, ayniqsa – 1960-yilga qadar ishlab chiqarishda urfga aylangan, qizg'ish va jigarrang tusli chinni va sopol idishlar materiali tarkibida radioaktiv  $^{238}_{92}\text{U}$  izotopi yuqori konsentratsiyada mavjudligi aniqlangan<sup>17</sup>.

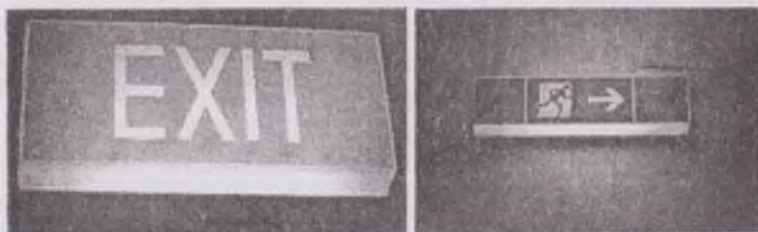


Tabiiy yoki texnogen tavsifda halokat yuz bergan favqulotda vaziyatlarda fuqaro mudofaasi xavfsizligini ta'minlash maqsadida, ommaviy foydalanishga mo'ljallangan bino va inshootlar evakuatsion chiqish yo'laklarini ko'rsatish belgilari nur sochuvchi harflar bilan «Exit» yozuvi qayd qilinadi. Bu yorug'lik nurlanishi

<sup>16</sup> Е.В.Судейманов, А.О.Коршунов. Радиоактивность в окружающей среде. Радиационный фон внутри помещений // Учебное пособие. Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского. – Нижегородск, 2012.

<sup>17</sup> Тройка вещей, о которых Вы не знали, что они радиоактивны // [Электрон ресурс] Режим доступа: <http://esonet.ru...> Дата обращения: 08.10.2015 г.

elektr quvvati yordamida hosil qilinmaydi, chunki favqulotda halokat ro‘y bergan vaziyatda elektr toki o‘chib qolishi tabiiy holat hisoblanadi, shu sababli bu moslamalarda radioaktiv  $^3\text{H}$  izotopidan foydalaniladi<sup>18</sup>.



Bundan tashqari, silliq va bejirim ko‘rinishda ishlab chiqariluvchi jurnal sahifalarini tayyorlashda tarkibida radioaktiv  $^{228}\text{Th}$  va  $^{232}\text{U}$  izotoplari sezilarli miqdorda mavjud bo‘lgan oq loy – kaolin ishlatiladi<sup>19</sup>.



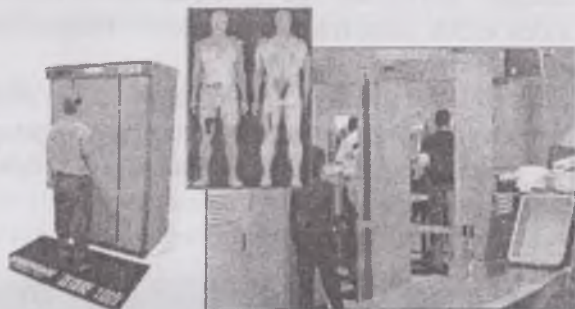
Aeroportlarda foydalaniluvchi «backscatter machine» tipidagi skaner qurilmasi rentgen nurlanishi asosida funktsiya bajaradi. Ushbu skaner qurilmasini ishlab chiqaruvchi kompaniyalar tomonidan bir martalik skanerdan o‘tish davomida yo‘lovchi organizmi tomonidan olinuvchi radiatsion nurlanish doza qiymati odatdagi tibbiy rentgen apparatidan foydalanishga nisbatan  $\sim 1/1000$  qismni tashkil qilishi ta’kidlanadi. Shuningdek, yo‘lovchilar buyumlarini tekshirishga

<sup>18</sup> Тройка вещей, о которых Вы не знали, что они радиоактивны // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://econet.ru...> Дата обращения: 08.10.2015 г.

<sup>19</sup> 9 радиоактивных вещей // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.medsovet.info...> Дата обращения: 08.10.2015 г.

mo'ljallangan – «FEP ME640» skaner qurilmasida sezilarli darajada kuchli dozaga ega rentgen nurlanishidan foydalaniladi<sup>20</sup>.

Tibbiyot mutaxassislari tomonidan aeroport skaner qurilmalari odam organizmida o'sma kasalligini, jumladan teri, ko'krak bezi saratoni va melanoma kasalligini keltirib chiqarish ehtimolligi mavjudligini qayd qilgan<sup>21</sup>.



«FEP ME640» skaner qurilmasi



Hozirgi vaqtda AQSH, Angliya aeroportlariga o'rnatilgan rentgen skanerlari odam organizmiga  $\sim 0,005-0,01$  *milliRem* radiatsion nurlanish berishi aniqlangan. Solishtirish uchun qayd qilish mumkin – mammografiya usulida ko'krak bezining rentgen apparatida tekshirilishi davomida odam organizmi  $\sim 13$  *milliRem* radiatsion nurlanish oladi<sup>22</sup>.

<sup>20</sup> Скандеры в аэропортах и уровень радиации при перелетах // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.livejournal.com>. Дата обращения: 08.10.2015 г.

<sup>21</sup> Скандеры в аэропортах вызывают рак // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.zdorovicinfo.ru>... Дата обращения: 08.10.2015 г.

<sup>22</sup> Скандер в аэропорту – коварный убийца? // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.missus.ru>... Дата обращения: 08.10.2015 г.



AQSH aeroportlarida foydalaniluvchi «Rapiscan Secure 1000 SP» skanerida bo‘yi 178,6 *sm* va tana vazni 73,2 *kg* odam organizmi bir marta skanerdan o‘tkazilganda 11,1 *nanoZivert* radiatsion nurlanish olishi aniqlangan<sup>24</sup>.

Radiatsion nurlanishning *sun‘iy manbalari* – tibbiyot (rentgenodiagnostika, radiatsion terapiya) va sanoat maqsadlarida foydalaniluvchi rentgen nurlanishi va  $\gamma$ -nurlanishini hosil qiluvchi qurilmalar, atom elektr stansiyalari, radioaktiv chiqindilarni qayta ishlash va saqlash obyektlari hisoblanadi.

Shuningdek, tibbiyot amaliyoti foydalaniluvchi o‘pka flyuorografiyasida tasmali (eski) yoki raqamli (zamonaviy) tipdagi rentgen apparatlaridan foydalanishga bog‘liq holatda,  $\sim 0,1-0,9$  *mZv* radiatsiya olish qayd qilinadi.



Stomatologik rentgen apparatidan bir marta foydalanish davomida 3 *mZv* radiatsion nurlanish olish qayd qilinadi.

Rentgen tomografiya usuli yordamida odam organizmida to‘liq tekshirish davomida  $\sim 15-20$  *mZv* radiatsiya olish qayd qilinadi.

<sup>24</sup> Радиация от сканера аэропорта, какую дозу облучения мы получаем от нее? // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.travelnews24.ru...> Дата обращения: 08.10.2015 г

### 8.3. Radionuklidlar

**Radionuklidlar** (*radioaktiv kimyoviy element izotoplari*) – tarkibida vaqt o'tishi davomida parchalanish xossasini namoyon qiluvchi, beqaror holatdagi yadroga ega bo'lgan kimyoviy elementlar hisoblanadi.

Yer biosferasi tarkibida ~80 dan ortiq tabiiy radionuklidlar mavjud bo'lib, **birlamchi** va **kosmogen radionuklidlar** guruhlariga ajratiladi.

**Birlamchi radionuklidlar** – o'z navbatida, yarim parchalanish davri  $3 \times 10^{-7}$  yildan (masalan,  $^{212}\text{Po}$ )  $1,41 \times 10^{10}$  yilgacha (masalan,  $^{232}\text{Th}$ ) bo'lgan 43 ta **og'ir radionuklidlar** va yarim parchalanish davri  $1,3 \times 10^9 - 1,4 \times 10^{21}$  yilni tashkil qiluvchi – **uzoq vaqt davomida mavjud bo'luvchi radionuklidlar** guruhlariga ajratiladi.

**Kosmogen radionuklidlar** – asosan, atmosferada kosmik nurlanish ta'sirida hosil bo'luvchi, yarim parchalanish davri 37,3 minutdan (masalan,  $^{38}\text{Cl}$ )  $7,4 \times 10^5$  yilgacha (masalan,  $^{26}\text{Al}$ ) bo'lgan, 20 ta radionukliddan tashkil topadi ( $^3\text{H}$ ,  $^7\text{Be}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{22}\text{Na}$  va boshqalar).

Odatda, tabiiy radionuklidlar – **og'ir va yengil radionuklidlar** guruhlariga ajratiladi<sup>25</sup>.

**Yengil radionuklidlar** guruhiga –  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{40}\text{K}$  kabi radioaktiv izotoplar kiritiladi.

**Tritiy** ( $^3\text{H}$ ) – yarim parchalanish davri 12,34 yilni tashkil qiladi.

**Uglerod** – tabiatda  $^{14}\text{C}$  radioaktiv izotop shaklida uchraydi, yarim parchalanish davri 5730 yilga teng, litosfera, biosfera, gidrosferada faol tarzda migratsiyalanish xossasiga ega hisoblanadi.

**Kaliy** –  $^{40}\text{K}$  izotopining yarim parchalanish davri  $1,28 \times 10^9$  yilga teng, tuproq qatlamining tabiiy radioaktiv fonida muhim o'rin tutadi.

**Og'ir radionuklidlar** guruhi –  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{208}\text{Pb}$ ,  $^{222}\text{Rn}$  kabi radioaktiv izotoplardan tashkil topadi.

**Uran** – odatda, tabiatda 3 ta radioaktiv izotoplar:  $^{234}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$  va  $^{238}\text{U}$  shaklida uchraydi. Ayniqsa,  $^{238}\text{U}$  izotopi radiologik nuqtayi nazardan muhim ahamiyatga ega bo'lib, yarim parchalanish davri  $4,5 \times 10^9$

<sup>25</sup> Р.М.Алексахин и др. Сельскохозяйственная радиэкология // (Под ред. Р.М.Алексахина, Н.А.Корнеева) Москва. – Изд-во «Экология», 1992. – 400 с.

yilga teng, tabiiy radioaktiv fon tarkibida uran izotoplari asosan Yer qatlamida tarqalgan.

**Toriy** – tabiatda 6 ta radioaktiv izotoplar shaklida uchraydi, radiologik nuqtayi nazardan  $^{232}\text{Th}$  izotopi muhim ahamiyatga ega hisoblanib, yarim parchalanish davri  $1,41 \times 10^{10}$  yilga teng, tuproqlar qatlami tarkibida miqdori  $\sim 31,1 \text{ Bk/kg}$  ni tashkil qiladi.

**Radiy** – asosan, 4 ta radioaktiv izotopga ega bo‘lib, ulardan asosiysi  $^{226}\text{Ra}$  hisoblanadi va uning yarim parchalanish davri 1622 yilga teng, tuproq qatlamida keng tarqalgan.

$^{226}\text{Ra}$  (*Radium*) elementi 26.12.1898-yilda Mariya Sklodovskaya–Kyuri va Per Kyuri tomonidan aniqlangan bo‘lib, 1910-yilda Andre Debern bilan birgalikda toza holatda ajratib olingan. 1918-yilda Rossiyada Rentgen institutida radioaktiv elementlar, jumladan birinchi navbatda radioaktiv  $^{226}\text{Ra}$  (*radius–nur*) xossalari o‘rganishga ixtisoslashtirilgan – Radiy bo‘limi tashkil qilingan. Tabiatda  $^{226}\text{Ra}$  juda kam uchraydi,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$  va  $^{232}\text{Th}$  izotoplarining radioaktiv parchalanishi natijasida hosil bo‘ladi. Radioaktiv  $^{226}\text{Ra}$  izotopi biologik organizmga favqulotda xavfli ta’sir ko‘rsatadi, jumladan suyak iligi hujayralarida to‘planishi, osteoporoz, qon hosil qiluvchi hujayralar funksiyasi buzilishi, o‘sma kasalliklariga olib kelishi aniqlangan.

Radioaktiv  $^{226}\text{Ra}$  izotopining salbiy ta’siri aniqlangunga qadar, undan pardoziy–andoz kukunlari va surtmalari tarkibida foydalanilgan<sup>345</sup>.

**Poloniy** – tabiatda 7 ta radioaktiv izotopga ega bo‘lib, ulardan biri –  $^{210}\text{Po}$  yarim parchalanish davri 138,4 sutkaga teng, Yer qobig‘i tarkibida uning o‘rtacha konsentratsiyasi  $\sim 2 \times 10^{-14}\%$  ni tashkil qiladi. Shuningdek,  $^{210}\text{Po}$  mineral o‘g‘itlar tarkibida mavjudligi qayd qilinadi, jumladan apatit tarkibida –  $30 \text{ Bk/kg}$  ni tashkil qiladi.

**Qo‘rg‘oshin** – tabiatda 4 ta radioaktiv izotopga ega bo‘lib ( $^{204}\text{Pb}$ ,  $^{206}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}$ ,  $^{208}\text{Pb}$ ) tuproq qatlamida keng tarqalgan.

**Radon** – radiologik nuqtayi nazardan  $^{222}\text{Rn}$  izotopi muhim ahamiyatga ega bo‘lib, yarim parchalanish davri 3,825 sutkaga teng.

<sup>345</sup> Радий // [Электрон ресурс] Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org> . Дата обращения: 03.01.2016 г.

Sun'iy radionuklidlar antropogen–texnogen tavsifda hosil qilinuvchi radioaktiv izotoplar hisoblanadi<sup>346</sup>.



Tuproq qatlamida  $^{59}\text{Fe}$ ,  $^{65}\text{Zn}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{95}\text{Nb}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{212}\text{Po}$  va boshqa radionuklidlar tabiiy radioaktiv fonni belgilab beradi. Tuproq tarkibida radionuklidlar kation shaklida ion almashinuv tavsifidagi adsorbsiyalanish asosida organik va anorganik kolloid adsorbent moddalar bilan birgalikda qayd qilinadi. Bunda adsorbsiya jarayoni *Freyndlix tenglamasi* bilan ifodalanadi:

$$Q = mC^m$$

Bu yerda:  $Q$  – adsorbsiyalanuvchi modda miqdori;  $C$  – muvozanat holatidagi konsentratsiya;  $m$  va  $n$  – empirik o'zgarimas (*const.*) qiymatlarni ifodalaydi.

<sup>346</sup> Р.М.Алексахин и др. Сельскохозяйственная радиоэкология // (Под ред. Р.М.Алексашина, Н.А.Корнеева) Москва – Изд-во «Экология», 1992. – 400 с.

### 8.3.1. Radon radioaktiv izotopi

1899-yilda **Mariya Sklodovskaya–Kyuri** va **Per Kyuri** radiy ( $^{226}_{88}\text{Ra}$ ) radioaktiv izotopi bilan tegish sohasida gaz bir necha oy davomida radioaktivlik xossasiga ega bo‘lib qolishini aniqlashgan<sup>347</sup>. Shuningdek, 1899-yilda **Ernest Rezerford** va **Robert Ouens** tomonidan toriy ( $^{232}_{90}\text{Th}$ ) izotopining radioaktiv preparatlarining radioaktivlik xossasi vaqt o‘tishi bilan o‘zgarishi aniqlangan va keyinchalik, Ernest Rezerford  $^{232}_{90}\text{Th}$  izotopining radioaktiv parchalanishi jarayonida  $\alpha$ -zarrachalardan tashqari  $^{222}_{86}\text{Rn}$  izotopining atrofida havo tarkibining radioaktivlik xossasiga ega bo‘lib qolishni belgilab beruvchi qandaydir no‘malum moddani ham hosil qilishini qayd qilgan va bu moddani *Em (emanatio – tugash)* simvoli bilan belgilashni taklif qilgan<sup>348</sup>. 1901-yilda E.Rezerford  $^{226}_{88}\text{Ra}$  izotopi preparatlarida ham *emanatsiya hodisasi* kuzatilishini qayd qilgan va navbatdagi tadqiqotlarda bu modda – inert gaz, radioaktiv  $^{222}_{86}\text{Rn}$  (*Radon*) izotopi hisoblanishi aniqlangan<sup>349,350</sup>. 1908-yilda **W.Ramsay** va **R.W.Gray** tomonidan ushbu modda toza holatda ajratib olingan va *Niton (nitens – shu’lalanuvchi)* deb nomlash taklif qilingan<sup>351</sup>. Bu element 1923-yilda  $^{222}_{86}\text{Rn}$  (*Radon*) deb nomlangan. 1 gramm  $^{226}_{88}\text{Ra}$  izotopi radioaktiv parchalanish natijasida 1 sutka davomida  $\sim 1 \text{ mm}^3$   $^{222}_{86}\text{Rn}$  hosil qilishi aniqlangan<sup>352</sup>. Yer planetasida odam organizmiga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatuvchi tabiiy radioaktiv manbalardan biri – bu radon ( $^{222}_{86}\text{Rn}$ ) izotopi hisoblanadi.  $^{222}_{86}\text{Rn}$  izotopi atmosfera havosidan  $\sim 7,5$  marta og‘ir bo‘lgan, gazsimon shaklda qayd qilinib, atmosfera havosi tarkibida  $\sim 100 \text{ Bk/m}^3$  konsentratsiyadan boshlab, odam organizmi salomatligi uchun jiddiy xavfli holatni yuzaga keltiradi.

<sup>347</sup> P.Curie, Marie Curie. Sur la radioactivite provoquee par les rayons de Becquerel // Comptes rendus hebdomadaires des seances de l'Académie des sciences. – 1899. – V.129. – P.714–716.

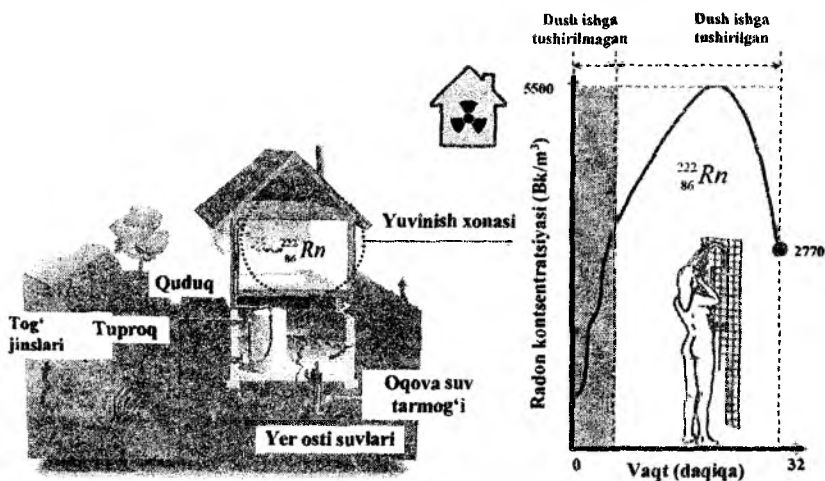
<sup>348</sup> E.Rutherford, R.B.Owens. Thorium and uranium radiation // Trans. R. Soc. Can. 1899. 2: 9–12.

<sup>349</sup> E.Rutherford. A radioactive substance emitted from thorium compounds // Phil. Mag. – 1900. 40:1–4.

<sup>350</sup> E.Rutherford, H.T.Brooks. The new gas from radium // Trans. R. Soc. Can. 1901. 7: 21–25.

<sup>351</sup> W.Ramsay, R.W.Gray. La densité de l'emanation du radium // Comptes rendus hebdomadaires des seances de l'Académie des sciences. – 1910. – V.151. – P.126–128.

<sup>352</sup> Радон // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org> .. Дата обращения: 02.01.2016 г.



**Radon ( $^{222}_{86}\text{Rn}$ ) radioaktiv izotopining turar-joy binosiga kirib kelish manbalari va yuvinish xonasida suv ochilgan holatda konsentratsiyasining ortib borishi<sup>353</sup>.**

Radon izotopi qurilish materiallari tarkibida, tuproq qatlamida, yer osti suvlari, tabiiy gaz, toshko'mir, quduq suvi tarkibidan odam istiqomat qiluvchi binolar atmosferasiga kirib kelish ehtimolligi darajasi yuqori hisoblanadi<sup>354</sup>.

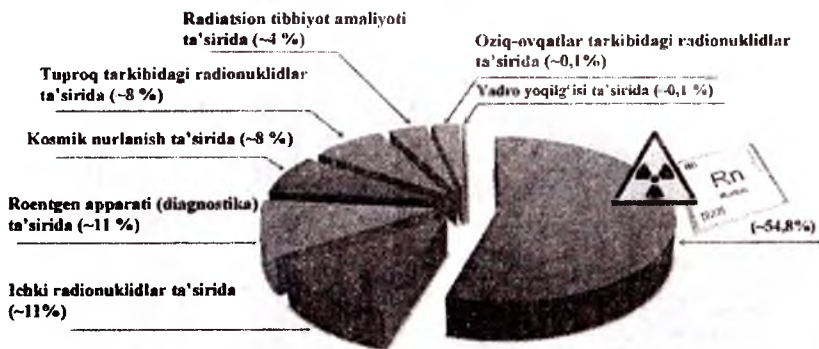
Jumladan, yuvinish xonasi havosi tarkibida radon ( $^{222}_{86}\text{Rn}$ ) radioaktiv izotopining o'rtacha konsentratsiyasi qiymati  $8,5 \text{ Bk/m}^3$ , oshxonada  $3 \text{ Bk/m}^3$  va yashash xonasida  $0,23 \text{ Bk/m}^3$  ni tashkil qilishi qayd qilinadi.

Ayniqsa, yer osti qazilma boyliklari qazib olinuvchi shaxtalar havosi tarkibida ushbu radioaktiv izotop konsentratsiyasi yetarlicha darajada yuqori bo'lishi qayd qilinadi.  $^{222}_{86}\text{Rn}$  radioaktiv izotopi odam organizmiga nafas olish yo'llari orqali kiradi va nafas yo'llari o'sma kasalliklarini keltirib chiqarishi aniqlangan.

<sup>353</sup> E.В.Сулейманов, А.О.Коршунов. Радиоактивность в окружающей среде. Радиационный фон внутри помещений // Учебное пособие. Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского. – Нижегородск, 2012.

<sup>354</sup> Радон в квартире // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://xave.su...> Дата обращения: 02.01.2016 г.





## Odam organizmiga ta'sir ko'rsatuvchi turli xil radiatsion manbalar ta'sirida yuzaga keluvchi nurlanish dozasiining foiz qiymati<sup>355</sup>.

1789-yildan boshlab, XX asrning boshlarigacha qazilma konlardan olingan uran turli xil ma'danlar tarkibida sopol va shisha buyumlarning ustini bo'yashda ishlatiluvchi bo'yoq mahsulotlari ishlab chiqarishda foydalanilgan. 1939-yildan boshlab, atom bombasi ishlab chiqarish dasturi asosida yirik uran foydali qazilma konlari ishga tushirilgan. Qazilma konlari qatlamlarida ma'danlar tarkibida uran elementi 0,1–0,5%ni tashkil qiladi. Faqat, Kanada hududida joylashgan ayrim foydali qazilma konlarida ma'dan tarkibida uranning miqdori ~10%ni tashkil qilishi aniqlangan.

Foydali qazilmalar, jumladan oltin qazib olinuvchi shaxtalar.– yer ostida, ma'lum chuqurlik qatlamida joylashgan, o'ziga xos biotik va abiotik omillar va mehnat sharoitlari bilan tavsiflanuvchi ekologik tizim sifatida qarab chiqilishi mumkin.



<sup>355</sup> E.В.Сулейманов, А.О.Коршунов. Радиоактивность в окружающей среде. Радиационный фон внутри помещений // Учебное пособие. Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского. – Нижегородск, 2012.

Foydali qazilmalar qazib olish davomida tog' jinslari va ma'danlar tarkibida mavjud bo'lgan tabiiy radionuklidlar odam organizmining radiatsion nurlanish olish ehtimolligi xavfini yuzaga keltiradi. Jumladan, amalga oshirilgan tadqiqotlarda kechki paleozoy va karbon davrlarida shakllangan granitlar qatlami tarkibida radioaktiv  $^{235}_{92}\text{U}$ ,  $^{228}_{90}\text{Th}$  izotoplari konsentratsiyasi yuqoriligi va radiatsion nurlanish intensivlik qiymati  $232\text{ mkR/soatni}$  tashkil qilishi aniqlangan.

Rossiya hududida joylashgan 142 ta toshko'mir shaxtalarida amalga oshirilgan tekshirishlar natijasida, shaxtalarda radioaktiv  $^{222}_{86}\text{Rn}$  solishtirma faollik qiymati  $226\text{ Bk/kg}$  ga tengligi va ushbu shaxtalarda ishlovchi ishchi-xodimlar organizmida  $0,2-0,1\text{ mZv/yil}$  radiatsion nurlanish olishi qayd qilingan.

Shuningdek, tog' jinslari tarkibida  $^{226}_{88}\text{Ra}$ ,  $^{222}_{86}\text{Rn}$  izotoplari radiatsion fon shakllanishida muhim o'rin tutishi qayd qilingan<sup>356</sup>.

Hozirgi vaqtda dunyoning ko'pgina davlatlarida elektr energiyasining sezilarli darajadagi qismi aynan, atom elektr stansiyalarida hosil qilinadi. Masalan, Fransiyada ~75% elektr energiyasi AESlarda ishlab chiqariladi va «Areva» kompaniyasi tomonidan radioaktiv yoqilg'i sifatida uranning asosiy qismi Nigeriyada (Afrika) joylashgan uran qazilma konlaridan qazib olinadi<sup>357</sup>.

© <http://deadbees.net..>



<sup>356</sup> Д.Г.Тараборин. Оценка состояния радиационной обстановки горнорудных районов Южного Урала и основы районирования территории по степени радиационной опасности // Вестник ОГУ - 2005. - №5. - С 107-111.

<sup>357</sup> В стране Нигер // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://deadbees.net..> Дата обращения: 02.01.2016 г.



Uran qazib olish konlarida 1 kg  $U_3O_8$  ma'dani tarkibida  $\sim 4$  mKyuri ( $1,5 \times 10^8$  Bk) radiatsiya dozasi qayd qilinadi. Shuningdek, bu shaxtalarda ishchi-xodimlar organizmiga radiatsion xavf tug'diruvchi asosiy manba – bu radioaktiv  $^{222}Rn$  gazi hisoblanadi<sup>358</sup>.



Uran koni (Rossiya)

1980-yillarda Sobiq Ittifoq dunyo miqyosida yiliga  $\sim 16$  000 tonna uran saqlovchi ma'dan qazib olingan. Jumladan, asosiy uran konlari Qirg'iziston, Qozog'iston, O'zbekiston, Ukraina, Rossiya, Bolgariya hududlarida joylashgan. Hozirgi vaqtda ushbu konlarning ko'pchiligi tugatilgan bo'lsada, atrof-muhitning sezilarli darajada radiatsion ifloslanishini keltirib chiqarganligi qayd qilinadi<sup>359</sup>.

Uran qazib olish va boyitish kompleksi (Rossiya)



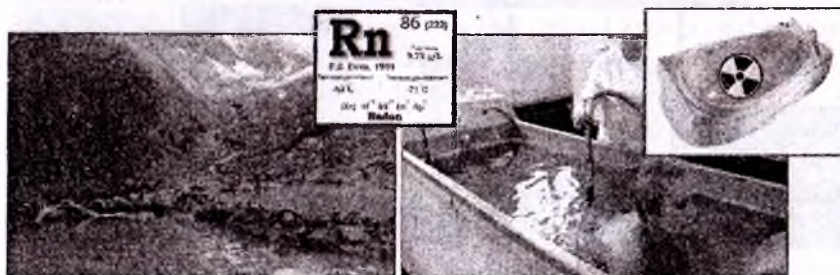
Radiatsion xavfsizlik nuqtai nazaridan, shaxtalarda radioaktiv  $^{222}Rn$  gazi va boshqa radionuklidlar yuqori konsentratsiyada to'planishi aniqlangan bo'lib, shaxtada ishlovchi ishchi-xodimlarning

<sup>358</sup> Облучение при добыче урана // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://chomobv.ru>... Дата обращения: 02.01.2016 г.

<sup>359</sup> Урановые рудники СССР // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://miningwiki.ru>... Дата обращения: 02.01.2016 г.

o'pka kasalliklari, o'sma kasalliklariga (*saraton*) chalinish ehtimolligi darajasi nisbatan yuqori hisoblanadi. Shuningdek, ularning organizmida muddatidan oldin qarish jarayoni, jinsiy bezlar funksiyasi susayishi, avlodning genetik-irsiy nuqsonlar bilan tug'ilish ehtimolligi ortishi aniqlangan.

Shuningdek, hozirgi vaqtda tibbiyot amaliyotida odam organizmining umumiy holatini yaxshilovchi noan'anaviy davolash uslublaridan biri sifatida – tarkibida kam miqdorda radioaktiv  $^{222}_{86}\text{Rn}$  izotopi mavjud bo'lgan suvda cho'milishdan foydalaniladi. Amalga oshirilgan tadqiqotlarda radioaktiv  $^{222}_{86}\text{Rn}$  izotopi parchalanishi natijasida hosil bo'lgan inert gazlar odam organizmiga ijobiy davolovchi ta'sir ko'rsatishi aniqlangan. Biroq, radioaktiv  $^{222}_{86}\text{Rn}$  izotopi radiatsion nurlanishni keltirib chiqarish xavfi yuqoriligi sababli, bu davolash kursi mutaxassis-shifokorning qat'iy nazorati ostida amalga oshirilishi belgilangan. Bu davolash uslubi ayrim davlatlarda salomatlikni tiklash sihatgohlarida tabiiy havzalarda va shuningdek, davolash xonalarida, maxsus hammomlarda amalga oshiriladi. Bunda 200 ml suv tarkibiga odam organizmida radiatsion nurlanish xavfini keltirib chiqarmaydigan kam konsentratsiyada (pag'ona darajasining quyi qiymatidan ~15 marta kam) radioaktiv  $^{222}_{86}\text{Rn}$  izotopi qo'shiladi va davolash kursi xavfsizlik texnikasi qoidalariga qat'iy amal qilingan holatda, 30–60 minut davomiylikida 10–15 ta seansdan tashkil topadi.



Bunda radioaktiv  $^{222}_{86}\text{Rn}$  izotopi parchalanishi natijasida hosil bo'lgan inert gazlar teri orqali odam organizmiga singishi va ichki organlar funksional faolligiga ijobiy ta'sir ko'rsatishi, immun tizimi

faolligini oshirishi, markaziy asab tizimiga tinchlantiruvchi ta'sir ko'rsatishi, qon bosimini me'yoriga keltirishi, yurak funksiyasini yaxshilashi qayd qilinadi. Albatta, ko'plab sog'lom turmush tarzi tarafdorlari hisoblangan ekspertlar radioaktiv  $^{222}\text{Rn}$  izotopidan bu ko'rinishda davolash maqsadlarida foydalanishga qarshi fikr bildirishadi<sup>360</sup>.

## Nazorat uchun savollar

1. Radiatsion ekologiya nimani o'rganadi?
2. Radiatsion monitoring nima?
3. Radiatsion fon nima?
4. Tabiiy radiatsion fon nima?
5. Kosmik radiatsiyaning tarkibi qanday tuzilgan?
6. Quyosh radiatsiyasi nima?
7. Yerning radiatsion «belbog'i»ning funksiyasi qanday?
8. Texnogen radiatsion fon nima?
9. Radionuklidlar turlarini sanab bering.
10. Radon radioaktiv izotopi haqida qanday tushunchaga egasiz?



<sup>360</sup> Радоновые ванны польза и вред для здоровья // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://zonavannoi.ru...>  
Дата обращения: 02.01.2016 г.



Yakuniy xulosa o'rnida qayd qilish mumkinki, hozirgi vaqtda **radiobiologiya** fani – radiatsion nurlanishning turlari, xossalari, biologik ta'sir mexanizmi va unga qarshi kurash chora–tadbirlarini ishlab chiqishni o'rganuvchi fan sifatida nazariy va amaliy jihatdan muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

☑ **Radiobiologiya** – bu, ionlashtiruvchi va ionlashtiruvchi ta'sirga ega bo'lmagan nurlanishning biologik ta'sir mexanizmlarini o'rganuvchi, jumladan radiatsion energiyaning alohida molekularlar tomonidan yutilishidan tortib, hujayra va organizm darajasida yuz beruvchi murakkab tavsifga ega biologik o'zgarishlargacha jarayonlarni tavsiflovchi fan sohasi hisoblanadi.

Yuqorida ta'kidlanganidek, hozirgi vaqtda «Radiobiologiya» fanini o'rganishning dolzarbligi – bevosita, nazariy jihatdan radiatsion nurlanish va uning biologik obyektlarga (jumladan, odam organizmiga) ta'sir mexanizmlari haqida ilmiy bilimga ega bo'lish, amaliy jihatdan tabiiy radiatsion fon, tibbiy rentgenologik diagnostika qurilmalari, maishiy turmushda foydaluvchi qurilmalar ta'sirida nurlanish kelib chiqishi xavfidan ogoh bo'lish bilan bog'liq hisoblanadi.

Shuningdek, XXI asrda dunyo miqyosida ayrim davlatlarning ommaviy qirg'in qurollariga egalik qilish «*po'ygasi*» davom etishi insoniyat uchun radiatsion xavf yuzaga kelish ehtimolligi darajasini oshirmoqda. Jumladan, Koreya xalq demokratik respublikasi hukumati tomonidan yadro qurolini ishlab chiqish dasturi 10.02.2005-yildan boshlab oshkora amalga oshirila boshlangan va 09.10.2006-yilda birinchi yadro quroli sinovdan o'tkazilgan. Hozirgi vaqtda dunyo hamjamiyati Shimoliy Koreya prezidenti – Kim Chen In siyosatiga tashvish bilan munosabat bildirmoqda.

2017-yilda Koreya hukumati tomonidan o'rtacha uzoqlik masofasida uchirishga mo'ljallangan «Xvason–12» ballistik raketalarini sinovdan o'tkazish ishlari boshlangan. Shimoliy Koreyaning STAK axborot agentligi tomonidan tarqatilgan ma'lumotlarga ko'ra, Shimoliy Koreya hukumati qit'alararo uzoq masofalarda yadro qurolidan foydalanish imkonini beruvchi «Xvanson–15» ballistik raketasini sinovdan o'tkazgan... Ushbu raketa 29.11.2017-yilda 4475 metr balandlikda 950 km masofada dastlabki sinovlardan o'tkazilgan va raketa konstruksiyasi butun AQSH hududiga teng yer yuzasini

butunlay vayron qilish quvvatiga ega bo‘lgan yadro zaryadini tashish funksiyasiga egaligi qayd qilingan<sup>361,362,363</sup>



Bu loyiha Koreya hukumati tomonidan AQSH kabi gegemon davlatlarning bosimi sharoitida Koreyaning barqaror iqtisodiy–ijtimoiy rivojlanish maqsadlariga qaratilgani ta’kidlangan bo‘lsa-da, biroq qaysidir davlatning oshkora yoki yashirin tarzda qudratli ommaviy qirg‘in qurollariga egalik qilishi – insoniyat taraqqiyoti, planetamiz kelajagi uchun obyektiv xavf hisoblanishi, insoniyat uchun ayanchli fojialarga olib kelishi ehtimolligi mavjudligini ifodalashi ayni haqiqat hisoblanadi. Kishilik jamiyati tarixida *«urushning o‘ziga xos qonuniyatlari»* asosida amalga oshirilgan amaliyot sifatida qayd qilinuvchi – *«Xirosima–Nagasaki fojiasi»* va boshqa har qanday yadro sinovlari va amaliyotlarini hech qanday umuminsoniy qoidame‘yorlar bilan asoslash mumkin emasligi tasdiqlangan...

Shu sababli dunyo hamjamiyati tomonidan «Yadro qurolsiz dunyo» yo‘nalishida amalga oshiriluvchi har qanday dunyoda tinchlikni ta‘minlashga qaratilgan nazariy–amaliy dasturlar ijobiy baholanadi.

✓ **Radiatsion fizika** yo‘nalishida amalga oshiriluvchi har qanday ilmiy tadqiqotlar insoniyatning barqaror taraqqiyoti uchun xizmat qilishi shart!

<sup>361</sup> Kim Чен Ын заявил, что запуск ракеты «Хвансон–15» стал завершением создания ядерных сил КНДР // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://gordonua.com/news/worldnews/kim-chen-yn-zavavil-cto-zapusk-rakety-hvason-15-stal-zaversheniem-sozdaniya-yadernyx-sil-kndr-219557.html> Дата обращения: 25.12.2017 г.

<sup>362</sup> КНДР объявила об успешном испытании межконтинентальной баллистической ракеты «Хвансон–15» // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://rus.postimees.ee/4326799/kndr-obvavila-ob-uspehnom-ispytani-mezhkontinentalnoy-ballisticheskoy-rakety-hvason-15> Дата обращения: 25.12.2017 г.

<sup>363</sup> Kim Чен Ын назвал последнее ракетное испытание КНДР «прелюдией» к удару по Гуаму // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://news.mail.ru/politics/30837696/?frommail=1> Дата обращения: 25.12.2017 г.

## **Foydalanilgan va qo‘shimcha o‘qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro‘yxati:**

1. I.M.Gudkov, M.M.Vinichuk. Radiobiology and Radioecology // Kiev. – NAUU, 2006. – 295 p.
2. M.Pöschl, L.M.L.Nollet. Radionuclide Concentrations in Food and the Environment. Taylor & Francis Group, LLC. 2007.
3. Лукутцов А.А. Радиоактивность и экология. Радиоактивность в природе – Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 1994, 31 с.
4. Мотесович А.А. Актуальные проблемы состояния и охраны природной среды в Белоруссии – Минск, 1990, 16 с.
5. Руднев А.В. Радиационная экология – Москва, Изд-во МГУ, 1990.
6. Бубнов А.Г. и др. Биотестовый анализ – интегральный метод оценки качества объектов окружающей среды. Учебно-методическое пособие. – Иваново: ГОУ ВПО Иван. гос. хим.–технол. ун-т. 2007, 112 с.
7. Белов А.Д., Кишин В.А. Ветеринарная радиобиология – Москва: Изд-во «Агропромиздат», 1987.
8. Фокин А.Д., Лурье А.А., Торшин С.П. Сельскохозяйственная радиология. – Москва: Изд-во «Дрофа», 2005, 367 с.
9. Чумаков А.И. Действие космической радиации на интегральные схемы – Москва: Радио и связь, 2004, 320 с.
10. Кузин А.М. Роль природного радиационного фона и вторичного биогенного излучения в явлении жизни. – Москва: Изд-во «Наука», 2002.

11. Тепляков Б.И. Основы сельскохозяйственной радиэкологии: Курс лекций. – Новосибирск: Новосиб. гос. аграр. ун–т. 2010, 146 с.

12. Аненков Б.Н., Юдинцева Е.В. Основы сельскохозяйственной радиологии. –Москва: Изд–во «Агропромиздат», 1991, 270 с.

13. Гайченко В.А. и др. Практикум по радиобиологии и радиэкологии. –Киев: – Изд–во «Кондор», 2010, 286 с.

14. Рачинский В.В. Курс основ атомной техники в сельском хозяйстве. –Москва: Изд–во «Атомиздат», 1978, 384 с.

15. Селегей В.В. Радиоактивное загрязнение г. Новосибирска – прошлое и настоящее. –Новосибирск, 1997, 146 с.

16. Кицно В.Е. и др. Основы радиобиологии и радиэкологии. –Киев: Изд–во «Хай–Тек Пресс», 2008 (2010), 320 с.

17. Прохоров В.И. Миграция радиоактивных загрязнений в почвах. –Москва: Изд–во «Энергоатомиздат», 1981.

18. Сахаров В.К. Радиэкология. Учебное пособие. –СПб.: Изд–во «Лань», 2006, 320 с.

19. Захаров В.М. и др. Здоровье среды: методика оценки. –Москва: Изд–во Центр экологической политики России, 2000, 68 с.

20. Прохоров В.М. Миграция радиоактивных загрязнений в почвах. – Москва: Изд–во «Энергоиздат», 1981, 98 с.

21. Ветров В.С. и др. Радиационная обработка отходов для сельскохозяйственного использования. –Москва: Изд-во «Энергоатомиздат», 1984, 150 с.

22. Галабуха В.С., Фрадкин Г.Е. Накопление радиоактивных элементов в организме и их выведение –Москва, 1958, 220 с.

23. Журавлев В.Ф. Токсикология радиоактивных веществ –Москва, 1990, 336 с.

24. Виленчик М.М. Радиобиологические эффекты и окружающая среда. – М.: Энергоатомиздат, 1991, 158 с.

25. Туников Г.М. и др. Сельскохозяйственная радиэкология. Учебное пособие. – Рязань, 2004, 234 с.

26. Плохих Г.П. Радиация и окружающая среда. Челябинская областная общественная просветительская экологическая организация «Движение за ядерную безопасность» (Проект МАТРА). – Челябинск, 1998.

27. Криволицкий Д.А. и др. Действие ионизирующей радиации на биогеоценоз. –Москва: Изд-во «Наука», 1988, 240 с.

28. Гродзинский Д.М. Естественная радиоактивность растений и почв. –Киев: Изд-во «Наукова думка», 1965, 216 с.

29. Гродзинский Д.М. Радиобиология растений. –Киев: Изд-во «Наук. Думка», 1989.

30. Сулейманов Е.В., Коршунов А.О. Радиоактивность в окружающей среде. Радиационный фон внутри помещений.



Учебное пособие. – Нижегородск, Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского, 2012.

31. Юдинцева Е.В., Гулякин И.В. Агрехимия радиоактивных изотопов стронция и цезия. –Москва: Изд–во «Атомиздат», 1968, 472 с.

32. Воробейчик Е.Л. и др. Экологическое нормирование техногенных загрязнений. –Екатеринбург. Изд–во «Наука», 1994, 273 с.

33. Гулякин И.В., Юдинцева Е.В. Сельскохозяйственная радиобиология. –Москва: Изд–во «Колос», 1973, 272 с.

34. Гудков И.Н. Основы общей и сельскохозяйственной радиобиологии. Учебник для вузов. – Киев: Изд–во УСХА, 1991. 328 с.

35. Гудков И.Н. Основы общей и сельскохозяйственной радиобиологии. –Киев: Изд–во УСХА, 1991, 328 с.

36. Гудков И.Н. Основы общей и сельскохозяйственной радиобиологии. –Киев: Изд–во УСХА, 1991.

37. Булдаков Л.А. Радиоактивные вещества и человек. –Москва: Изд–во «Энергоатомиздат», 1990.

38. Перцев Л.А. Ионизирующие излучения биосферы. –Москва: Изд–во «Атомиздат», 1973.

39. Новиков Л.С. Радиационные воздействия на материалы космических аппаратов. Учебное пособие. –Москва: Изд–во «Университетская книга», 2010, 192 с.

40. Давыдов М. и др. Радиозэкология. –Москва: Изд-во «Феникс», 2013, 640 с.

41. Виленчик М.М. Радиобиологические эффекты и окружающая среда. –Москва: Изд-во «Энергоатомиздат», 1983.

42. Международная шкала ядерных событий (ИНЕС). Руководство для пользователей (Перевод с английского и редакция Ю.К.Жук). Изд. 2001. (IAEA-INES-2001). Подготовлено совместно МАГАТЭ и АЯЭ ОЭСР.

43. Корнеев Н.А. и др. Снижение радиоактивности в растениях и продуктах животноводства. –Москва: Изд-во «Колос», 1977, 208 с.

44. Корнеев Н.А., Сироткин А.Н. Основы радиозэкологии сельскохозяйственных животных. –Москва: Изд-во «Энергоиздат», 1987, 207 с.

45. Булгаков Н.Г. и др. Региональный экологический контроль на основе биотических и абиотических данных мониторинга. Экологический мониторинг. Методы биологического и физико-химического мониторинга. В 5 ч, Ч.5. Учеб. пос. – Н.Новгород. – Изд-во Нижег. ун-та, 2003, 399 с.

46. Гусев Н.Г., Беляев В.А. Радиоактивные выбросы в биосфере. Справочник. –Москва: Изд-во «Энергоатомиздат», 1986.

47. Гусев Н.Г., Беляев В.А. Радиоактивные выбросы в биосфере: Справочник. –Москва: Изд-во «Энергоатомиздат», 1991, 256 с.

48. Барсуков О.А., Барсуков К.А. Радиационная экология. –Москва: Изд-во «Научный мир», 2003, 253 с.

49. Пособие для учителей общеобразоват. учреждений (Под общ. ред. Т.Н.Ковалевой, Г.А.Соколик, С.В.Овсянниковой) –Минск: Изд-во «Тонпик», 2008, 366 с.

50. Алиев Р., Калмыков С. Радиоактивность. –Москва: Изд-во «Лань», 2013, 306 с.

51. Алексахин Р.М. и др. Сельскохозяйственная радио-экология. –Москва: Изд-во «Экология», 1992, 400 с.

52. Алексахин Р.М. Радиоактивное загрязнение почвы и растений. –Москва: Изд-во Акад. наук, 1963, 132 с.

53. Алексахин Р.М. Ядерная энергия и биосфера. –Москва: Изд-во «Энергоатомиздат», 1982.

54. Радиационные условия в космическом пространстве. Учебное пособие (Под ред. М.И.Панасюка). –Москва: Изд-во «Библион – Русская книга», 2006, 132 с.

55. Радиоактивность и пища человека (Под ред. В.М.Клечковского). –Москва: Изд-во «Атомиздат», 1971.

56. Смирнов С. Радиационная экология. Серия: Физические основы экологии. –Москва: Изд-во МНЭПУ, 2000.

57. Шарова Т.В. Радиоактивность и экология. Радиоактивность в окружающей среде. – Н.Новгород: Изд-во ННГУ, 1994, 56 с.

58. Ашимхина Т.Я. и др. Биоиндикация и биотестирование природных сред как основа экологического контроля на территории зоны защитных мероприятий объекта по уничтожению химического оружия // Рос. хим. Журн, 2007, №2, 59–63 с.

59. Тихомиров Ф.А. Действие ионизирующих излучений на экологические системы. –Москва: Изд–во «Атомиздат», 1972. 176 с.

60. Тихомиров Ф.А. Радиоизотопы в почвоведении. –Москва: Изд–во Моск. ун–та, 1985, 92 с.

61. Павлоцкая Ф.И. Миграция радиоактивных продуктов глобальных выпадений в почвах. –Москва: Изд–во «Атомиздат», 1974, 215 с.

62. Тюрюканова Э.Б. Экология стронция–90 в почвах. –Москва: Изд–во «Атомиздат», 1976.

63. Поляков Ю.А. Радиоэкология и дезактивация почв. –Москва: Изд–во «Атомиздат», 1970, 303 с.

64. Сапожников Ю.А. и др. Радиоактивность окружающей среды. –Москва: Изд–во «Бином», 2006, 286 с.

65. Пивоваров Ю.П., Михалёв В.П. Радиационная экология. Учебное пособие для высших учебных заведений. –Москва: Издательский центр «Академия», 2004, 240 с.

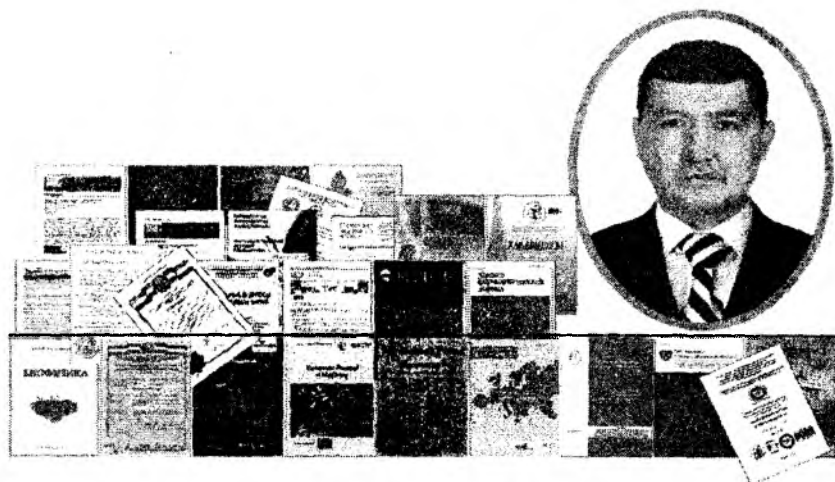
#### **Internet saytlari ro‘uxati:**

- Радиационные пояса Ван–Алена // [Электрон ресурс].

Режим доступа: <http://www.alexfl.ru>

- Радиационная экология // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org...>
- Радиоактивный космос // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://nuclphys.sinp.msu.ru...>
- Радиационные пояса Ван–Алена // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.alexfl.ru>
- В.Хижняк. Пособие для граждан «Осторожно! Радиация» // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://nuclearno.ru>
- Тройка вещей, о которых Вы не знали, что они радиоактивны // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://econet.ru...>
- Тройка вещей, о которых Вы не знали, что они радиоактивны // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://econet.ru...>
- 9 радиоактивных вещей // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.medsovet.info...>
- Сканеры в аэропортах и уровень радиации при перелетах // [Электрон ресурс]. Режим доступа: <http://www.live-journal.com...>

## O'quv qo'llanma mualliflari haqida ma'lumot



### Shunqor Sadullayevich XUSHMATOV

Sh.S.Xushmatov 1980-yil 13-martda Samarqand viloyati Payariq tumani Nakurt mahallasida tug'ilgan, 1998–2002-yillarda M.Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti Biologiya–tuproqshunoslik fakulteti bakalavr bosqichi, 2002–2004-yillarda magistratura bosqichini imtiyozli diplom bilan tamomlagan, 2005–2006-yillarda O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi cobiq Fiziologiya va biofizika institutida stajyor–tadqiqotchi lavozimida ishlagan, 2006–2009-yillarda O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi cobiq Fiziologiya va biofizika institutida aspiranturada o'qigan, 2009–2011-yillarda Hujayra biofizikasi laboratoriyasi kichik ilmiy xodimi, 2011–2012-yillarda Hujayra biofizikasi laboratoriyasi katta ilmiy xodimi lavozimida ishlagan. Sh.S.Xushmatov 2010-yilda 03.00.13–*odam va hayvonlar fiziologiyasi* ixtisosligi bo'yicha nomzodlik dissertatsiyasini himoya qilgan, 02.01.2014-yildan boshlab, O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi akademik O.S.Sodiqov nomidagi Bioorganik kimyo institutida 03.00.02–*biofizika va radiobiologiya* ixtisosligi bo'yicha «*Biologik faol moddalarning kardiomiotsitlarda kalsiyga bog'liq jarayonlarga ta'sirini tavsiflash*» mavzusida doktorlik dissertatsiyasi ustida ish olib bormoqda.

Sh.S.Xushmatov 125 dan ortiq ilmiy ishlar, «*Biofizika*» o'quv qo'llanmasi, 3 ta mualliflik guvohnomasi, jumladan «*Biofizika*» multimedia qo'llanmasi muallifi hisoblanadi.

### **Sh.S.Xushmatovning ayrim ilmiy ishlarining ro'yxati:**

1. Sh.S.Khushmatov, K.A.Eshbakova, D.Alimova. The inotropic effects of 3'4'-dimethyl quercetin in isolated rat papillary muscle // *European Journal of Medicine*. – 2015. – V.9(3). – P.170–179 (Global Impact Factor – 0,876).

2. Sh.S.Khushmatov. The effect of the diterpene alkaloids on transmembrane action potential of isolated rat myocardium // *Journal European Applied Sciences (Europäische Fachhochschule)*. Germany. – 2015. – №.4. – P.5–8.

3. Sh.S.Khushmatov Sh., K.A.Eshbakova, D.Alimova. Antiarrhythmic effect of dimethyl quercetin on aconitine-induced arrhythmias in rat papillary muscle // *Ежемесячный научный медицинский журнал «Интер–медикал». Международное научное объединение «Inter–Medical» (Россия)*, 2015, №6(12), 49–53 с.

4. Хушматов Ш.С., Махмудов Р.Р., Мавлянов С.М. Сравнительное изучение инотропной и антиаритмической активности флавоноидов – кверцетина, рутина и (+)катехина // *Российский кардиологический журнал*. №11(127), – Москва (Россия), – 2015, 35–41 с. (Web of Science IF – 0,067).

5. Sh.S.Khushmatov et al. Vasorelaxant effect of the flavonoid Pulicarin on isolated rat aortic smooth muscle // *3<sup>rd</sup> Pharmacokinetics & Pharmacodynamics*. Oct 24–26, 2012. Philadelphia, PA, USA.

6. Khushmatov Sh.S. et al. Relaxant effect of the flavonoid pulicarin // *Medicinal Plant Research (Canada)*. – 2012. – V.2(5). – P.5–21.

7. Sh.S.Khushmatov, P.B.Usmanov. Vasorelaxant activity of plant alkaloid delbruzin on rat isolated vascular smooth muscles // *ESVS Vascular Biology, Materials and Engineering Meeting in Frankfurt* between 24–25 may 2013. Germany.

8. Sh.S.Khushmatov. The negative inotropic effects of delkorin on rat papillary muscles // *7<sup>th</sup> Drug Design & Medicinal Chemistry*. May 08, 2013 to May 10, 2013 Boston, MA, USA.

9. Хушматов Ш.С., Усманов П.Б., Салимов Б.Т. Сравнительное действие алкалоидов дельфатина и 6-дезоксиделькорина на сократительную активность папиллярной мышцы крысы // Доклады Академии наук Республики Узбекистан. №5, – Ташкент, 2011, 77–81 с.

10. Хушматов Шункор Садуллаевич. Двухфазный кардиотропный эффект алкалоида аячина // Вестник Киевского национального университета им. Тараса Шевченко. Серия: Биология (Украина), 2015, 2(19), 24–28 с.

11. Хушматов Ш.С., Махмудов Р.Р., Рустамов Ш.Ю. Полифункциональное фармакологическое действие экстракта подорожника большого (*Plantago major* L.) // Инфекция, иммунитет и фармакология, 2015, №2, 189–192 с.

12. Хушматов Ш.С., Эшбакова К.А., Есимбетов Р.М., Зарипов А.А., Калилаева Б.Р., Палуаниязова Д.А. Кардиофармакологические свойства флавоноида апигенина // Вестник каракалпакского отделения Академии наук республики Узбекистан (Нукус), 2015, № 3, 8–11 с.

13. Sh.S.Khushmatov et al. Studying on effect of ferulen estrogen preparation on contraction activity of smooth muscle cells of the rat aorta // Журнал ДАН РУз, №3. – Ташкент, 2011, 66–69 с.

14. Хушматов Ш.С., Махмудов Р.Р., Мавлянов С.М., Абдикулов З.У. Краткая фармакологическая характеристика и кардиоактивность некоторых фенольных соединений // Научный журнал «Вестник Гулистанского госуниверситета», 2015, №.4, 23–27 с.

15. Хушматов Ш.С., Баратов К.Р., Есимбетов А.Т., Бегдуллаева Г.С. Изучение действия аячина на пост-экстрасистолическое сокращение миокарда морских свинок // Вестник каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан (Нукус), 2016, №3, 41–45 с.

16. Хушматов Ш.С., Усманов П.Б., Махмудов Р.Р., Омонтурдиев С.З. Антиаритмическое действие флавоноидной фракции экстракта *Plantago major* L. // Инфекция, иммунитет и фармакология, 2017, №2, 283–289 с.



17. Усманов П.Б., Курбанов А.Ш., Хушматов Ш.С. Экспресс-метод скрининга аритмогенной активности лекарственных препаратов // Журнал Фармацевтический Вестник Узбекистана. – Ташкент, 2008, №2, 69–74 с.

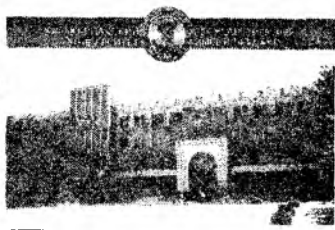
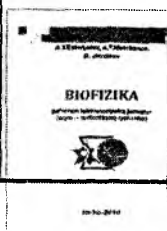
18. Sh.S.Khushmatov, K.A.Eshbakova, Z.O.Tashmatov. The inotropic effects of 4',5-dihydroxy-3,6,7-trimethoxyflavon in isolated rat papillary muscle // Proceedings of abstracts: Scientific Conference of PhD. Students of FAFR and FBFS, SUA in Nitra (Slovak University of Agriculture in Nitra). – Slovak Republic, 10<sup>th</sup> November, 2016. – P.35–36.

19. Sh.S.Khushmatov. Possible involvement of sodium pump in inotropic effect of 4',5-dihydroxy-7-methoxyflavon in rat cardiac muscle // Abstract Book of «XX<sup>th</sup> International medical biological conference of young researchers» (Fundamental Science and Clinical Medicine). – St. Petersburg (Russia), 2017. – V.20. – 1–680). – P.651.

20. Хушматов Ш.С., Усманов П.Б., Жумаев И.З., Абдулладжанова Н.Г.. Активация  $\text{Na}^+/\text{H}^+$ -обменника при действии (–)- эпигаллокатехингаллата // Сборник тезисов конгресса Приволжского Федерального округа «Сердечная недостаточность». – Казань, 2017, 5/24 с.

21. Sh.S.Khushmatov, K.R.Baratov, O.Z.Toshmatov, K.A.Eshbakova. Involvement of nitric oxide in negative inotropic effect of 4',5-dihydroxy-3,6,7-trimethoxyflavon in rat cardiac muscle // XII International symposium «Actual problems of chemistry, biology and technology of natural compounds». – Tashkent (Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan acad. S.Yu.Yunusov Institute of the Chemistry of plant substances), 2017. – P.123.

22. Мусаев М.М., Усманов П.Б., Рахматов Ф.А., Хушматов Ш.С. Программа для ЭВМ «Анализ кинетики мышечного сокращения» // Государственное патентное ведомство РУз. – Свидетельство №DGU 01873. 18.12.2009 г.



## Adilbay Tlepovich YESIMBETOV

A.T.Yesimbetov (25.05.1978-yilda Qoraqalpog‘iston Respublikasi Kegayli tumanida tug‘ilgan) – biologiya fanlari nomzodi, dotsent, 2007-yilda O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi cobiq Fiziologiya va biofizika institutida «*Biologik faol birikmalarning silliq muskul hujayralari  $Sa^{2+}$  ga bog‘liq jarayonlariga ta’sirini o‘rganish*» (03.00.02–*biofizika*) mavzusida nomzodlik dissertatsiyasini himoya qilgan, qon–tomir silliq muskul hujayralarida  $Sa^{2+}$  gomeostazining farmakolgik regulyatsiya mexanizmlari yo‘nalishida ilmiy tadqiqotlar olib boradi, 80 dan ortiq ilmiy ishlar muallifi hisoblanadi. A.T.Esimbetov 2003-yildan boshlab, Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti Tabiatshunoslik fakulteti dekani lavozimida faoliyat olib boradi (2017).

### A.T.Yesimbetovning ayrim ilmiy ishlarining ro‘yxati:

1. A.T.Эсимбетов и др. Действие растительных алкалоидов гермерина, зеравшанизина и Н-бензильного производного ситизина (С-2Бр-ИВ) на сократительную активность гладкомышечных клеток аорты крысы // Узб. биол. Журн, №1, – Ташкент, 2005, 24–27 с.

2. A.T.Эсимбетов и др. Эндотелий–зависимое релаксантное действие растительного алкалоида зеравшанизина // Вестник ККО АН РУз., № 5 (201), Нукус, 2005, 11–13.

3. А.Т.Эсимбетов и др. Влияние алкалоида криптопина на сократительную активность гладкомышечных клеток аорты крысы // Фармасевт. Журн, №4, – Ташкент, 2005, 23–26 с.

4. А.Т.Эсимбетов и др. Релаксантное действие алкалоида криптопина на гладкомышечные клетки аорты крысы // ИВ Всероссийская конф. с международным участием, посвященная 80-летию Института физиологии им. И.П.Павлова РАН «Механизмы функционирования виссеральных систем». Тез. докл. – Санкт–Петербург, 2005, 91–92 с.

5. А.Т.Эсимбетов. Эндотелий–зависимое релаксантное действие растительного алкалоида зеравшанизина // Международный молодежный медицинский Конгресс «Санкт–Петербургские научные чтения». Тез. докл. – Санкт–Петербург, 2005, 154 с.

6. А.Т.Эсимбетов и др. Влияние алкалоида криптопина на сократительную активность гладкомышечных клеток аорты крысы // 9–я Международная Пущинская школа–конференция молодых ученых «Биология наука ХХI века». Сбор. тез. – Пущино, 2005, 114 с.

7. А.Т.Эсимбетов. Расслабляющие эффекты алкалоида зеравшанизина на сократительную активность гладкомышечных клеток аорты крыс // Xorazm Ma'mun akademiyasining 1000 yilligiga bag'ishlangan yosh olimlarning xalqaro konferensiyasi. Tez. to'pl. – Xiva, 2006, 153–154 b.



## Gulnaz Sultanbaevna BEGDULLAEVA

G.S.Begdullaeva (02.03.1983-YILda Qoraqalpog‘iston Respublikasi Nukus shahrida tug‘ilgan) – biologiya fanlari nomzodi (2012), 2012-yilda O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi sobiq Fiziologiya va biofizika institutida 03.00.13–*odam va hayvonlar fiziologiyasi ixtisosligi* bo‘yicha «*O‘simlik alkaloidlarining spazmolitik ta’sir mexanizmini o‘rganish*» mavzusida nomzodlik dissertatsiyasini himoya qilgan, jumladan – 1–O–benzoilnapellin, zongorin alkaloidlarining traxeya silliq muskul hujayralari qisqarish faolligiga spazmolitik ta’sir mexanizmlarini aniqlagan, hozirgi vaqtda Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti Ekologiya va fiziologiya kafedrasida o‘qituvchi lavozimida ishlaydi, 35 dan ortiq ilmiy ishlar muallifi hisoblanadi.

### G.S.Begdullaevaning ayrim ilmiy ishlarining ro‘yxati:

1. Бегдуллаева Г.С., Есимбетов А.Т., Усманов П.Б., Салимов Б.Т. Действие алкалоида дигидроатизина на сократительную активность трахеи крысы // Актуальные проблемы современной физиологии и биофизики. Материалы Республиканской научной конференции. – Ташкент, 2010, 38 с.

2. Бегдуллаева Г.С., Усманов П.Б., Салимов Б.Т. Влияние алкалоида 6–бензоилгетератизина на сократительную актив-

ность трахеи крысы // Биология – наука XXI века, 14–Международная Пущинская школа–конференция молодых ученых. – Пущино, 2010, 201 с.

3. Бегдуллаева Г.С., Усманов П.Б., Султанходжаев М.Н. Изучение действия 1–О–бензоилнапеллина на сократительную активность гладкомышечных клеток трахеи // Республиканская конференция молодых ученых, посвященная памяти акад. С.Ю.Юнусова. – Ташкент, 2011, 43 с.

4. Бегдуллаева Г.С., Усманов П.Б., Султанходжаев М.Н.. Изучение релаксантного действия 1–О–бензоилнапеллина на сократительную активность гладкомышечных клеток трахеи крыс // Биология – наука XXI века. 15 Международная Пущинская школа–конференция молодых ученых. – Пущино, 2011, 127–128 с.

5. Бегдуллаева Г.С., Усманов П.Б., Хушматов Ш.С., Султанходжаев М.Н. Изучение механизмов действия растительных алкалоидов на сократительную активность гладкомышечных клеток трахеи крысы // Проблемы ботаники, биоэкологии, физиологии и биохимии растений. Республиканская научно–практическая конференция. – Ташкент, 2011, 22–23 с.

6. Бегдуллаева Г.С., Султанходжаев М.Н., Усманов П.Б. Релаксантное действие дитерпеноидных алкалоидов зонгорина и 1–О–бензоилнапеллина // Сборник статей. Высокие технологии, фундаментальные и прикладные исследования в физиологии, фармакологии и медицине. Т.1. –Санкт–Петербург, 2011, 28–30 с.

7. Бегдуллаева Г.С., Есимбетов А.Т., Усманов П.Б., Султанходжаев М.Н. Действие 1–О–бензоилнапеллина на сократительную активность гладкомышечных клеток трахеи крысы // Узбекский биологический журнал. №3, –Ташкент, 2011, 21–24 с.

8. Бегдуллаева Г.С., Усманов П.Б., Есимбетов А.Т., Султанходжаев М.Н. Изучение механизма релаксантного действия 1–О–бензоилнапеллина // Вестник НУУз (Специальный выпуск). – Ташкент, 2011, 10–13 с.

9. Бегдуллаева Г.С. Изучение механизмов спазмолитического действия растительных алкалоидов // Автореферат дисс.

... к.б.н. (03.00.13 – физиология человека и животных).  
– Ташкент, 2012.

10. G.S. Begdullaeva. Dem ali'w organlar sistemasi'ni'n' anatomiyasi' ha'm fiziologiyasi' // Woqi'w–metodikali'q qollanba. – No'kis, 2013, 32 b.

11. Бегдуллаева Г.С., Усманов П.Б., Султанходжаев М.Н. Изучение действия дитерпеноидных алкалоидов 1–О–бензоилнапеллина и зонгорина на  $Ca^{2+}$ –транспортирующие системы гладкомышечных клеток трахеи крысы // Доклады Академии наук Республики Узбекистан, №1, – Ташкент, 2013, 61–65 с.

12. Бегдуллаева Г.С., Усманов П.Б., Султанходжаев М.Н. Характеристика действия зонгорина на сократительную активность гладкомышечных клеток трахеи крысы // Узбекский биологический журнал, №5, –Ташкент, 2013, 16–20 с.

13. Бегдуллаева Г.С. Изучение спазмолитического действия 1–О–бензоилнапеллина на сократительную активность гладкомышечных клеток трахеи крысы // Вестник каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан, №2, –Нукус, 2013, 36–38 с.

14. Тажетдинова Д.М., Бегдуллаева Г.С. Химические элементы некоторых видов семейства *Chenopodiaceae* на Устюрте // Вестник Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан, №2, – Нукус, 2015, 37–39 с.

15. Бегдуллаева Г.С., Ибрагимов М.Ю. Клетка. Клетка тиришиликтиң элементар ҳам функционал бирлиги // Оқыў–методикалық қолланба. – Нөкис, 2014.

## TUZATISHLAR KIRITISH UCHUN QAYDLAR SAHIFASI

---

Ushbu materiallarda yo'l qo'yilgan xatoliklarga ilova sifatida tuzatish kiriting.

*Sizning fikr va mulohazalaringiz biz uchun qadrl!*

## MUNDARIJA

SO‘Z BOSHI.....	3
KIRISH.....	5

### I bob. RADIOBIOLOGIYA FANINING PREDMETI, TADQIQOT OBYEKTI, MAQSAD VA VAZIFALARI, USLUBIY ASOSLARI

1.1. Radiobiologiya fanining predmeti va tadqiqot obyekti.....	8
1.2. Radiobiologiya fanining maqsad va vazifalari.....	8
1.3. Radiobiologiya va radiobiofizika fanining uslubiy asoslari...	9
1.4. Radiobiologiyaning boshqa fan sohalari bilan aloqadorligi va asosiy yo‘nalishlari.....	10
1.5. Radiobiologiya va radiobiofizika.....	11
Nazorat savollari.....	15
Foydalanilgan va qo‘shimcha o‘qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro‘yxati.....	16

### II bob. RADIOBIOLOGIYA FANINING RIVOJLANISH TARIXI

2.1. Radiobiologiya fanining rivojlanish bosqichlari.....	21
2.2. «Radiatsion fojealar» tarixi.....	35
Qiziqarli ma’lumotlar.....	52
Nazorat savollari.....	53
Foydalanilgan va qo‘shiracha o‘qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro‘yxati.....	54

### III bob. IONLASHTIRUVCHI NURLANISH VA UNING XOSSALARI

3.1. Rentgen nurlanishining kashf qilinishi.....	57
3.2. Ionlashtiruvchi nurlanish va uning turlari.....	60
3.3. Ionlashtiruvchi nurlanishning xossalari.....	64
3.3.1. Ionlashtiruvchi nurlanish energiyasi.....	64



3.3.2. Radiatsion nurlanishning chiziqli tavsifda uzatilishi.....	64
3.3.3. Ionlashtiruvchi nurlanishning moddaga ta'siri.....	65
3.3.4. Fotoeffekt.....	65
3.3.5. Kompton effekti.....	65
3.3.6. Rentgen nurlanishining moddaga ta'sir mexanizmi.....	66
3.3.7. Radioaktivlik hodisasi.....	70
3.3.7.1. $\alpha$ -Parchalanish.....	72
3.3.7.2. $\beta$ -Parchalanish.....	73
3.3.7.3. $\gamma$ -Nurlanish.....	74
3.3.8. Tabiiy radioaktivlik.....	75
3.3.9. Sun'iy radioaktivlik.....	76
3.4. Radioaktiv parchalanish qonuni.....	77
3.5. Radiatsion nurlanishdan amaliyotda foydalanish.....	80
3.5.1. Rentgenografiya.....	80
3.5.2. Rentgen kristallografiya usuli.....	83
3.5.3. Radionuklidlar yordamida tashxis qo'yish.....	84
3.5.4. Radiatsion nurlanish yordamida davolash ( <i>radioterapiya</i> ).....	85
Qiziqarli ma'lumotlar.....	86
Nazorat uchun savollar.....	88
Foydalanilgan va qo'shimcha o'qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro'yxati.....	89

## IV bob. DOZIMETRIYA

4.1. Nurlanish dozasi.....	94
4.2. Ekspozitsion doza.....	94
4.3. Biologik ( <i>ekvivalent</i> ) doza.....	96
4.4. Havfsiz doza quvvati ( <i>radioaktiv fon</i> ).....	97
4.5. Radiatsion nurlanishni qayd qilish detektorlari.....	99
4.5.1. Geyger hisoblagichi.....	99
4.5.2. Cherenkov hisoblagichi.....	100
4.5.3. « <i>Vilson kamerasi</i> » .....	100
4.5.4. « <i>Pufakchali kamera</i> ».....	105
4.5.5. Ssintillyasion detektorlar.....	107
4.5.6. RIGAKU R-XAS.....	110
4.5.7. ATLAS detektorlari.....	112

4.5.8. Yarim o'tkazgichli qayd qilish qurilmalari ( <i>fotorezis-torlar</i> ).....	114
4.5.9. Dozimetr va radiometrlar.....	114
Nazorat uchun savollar.....	116
Foydalanilgan va qo'shimcha o'qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro'yxati.....	117

## **V bob. IONLASHTIRUVCHI RADIASIYANING BIOLOGIK TA'SIR MEXANIZMI**

5.1. Radiatsion nurlanishning biologik ta'siri.....	122
5.2. Nisbiy biologik ta'sir effekti.....	128
5.3. Biologik organizmlarning radiatsion nurlanish ta'siriga chidamlilik darajasi.....	128
5.4. Chegaraviy darajada sezgirlikka ega organlar.....	130
5.5. Hujayralarning radiatsion nurlanish ta'siriga sezgirligini baholash.....	132
5.6. Radiatsion gormezis.....	134
5.7. Radiatsion nurlanishning odam organizmiga umumiy ta'siri.....	134
5.8. Nurlanish kasalligi.....	138
5.9. Radiatsion sindromlar.....	140
5.10. Radiatsion nurlanishning genetik ta'siri.....	141
5.11. Radiobiofizikaning asosiy paradoksi.....	143
5.12. Ionlashtiruvchi nurlanishning molekulyar ta'sir mexanizmi	146
5.12.1. Suv radiolizi.....	147
5.12.2. DNK – ionlashtiruvchi nurlanishning asosiy « <i>nishon</i> »la-ridan biri sifatida.....	148
5.12.3. Radiatsion nurlanishning oqsil makromolekulalariga ta'siri.....	150
5.12.4. Lipidlarning radiatsion zararlanishi.....	151
Nazorat uchun savollar.....	176
Foydalanilgan va qo'shimcha o'qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro'yxati.....	177

## VI bob. RADIOPROTEKTORLAR

6.1. Radioprotektorlarning tasniflanishi.....	188
6.2. Radioprotektorlarning ta'sir mexanizmi.....	190
6.3. Kislrorod « <i>effekti</i> ».....	194
6.4. Bioflavonoidlar – potensial samarali ta'sirga ega radioprotektorlar sifatida.....	195
Nazorat savollari.....	200
Foydalanilgan va qo'shimcha o'qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro'yxati.....	200

## VII bob. RADIASION HAVFSIZLIK ME'YORLARI

7.1. Chegaraviy ruxsat etilgan doza.....	206
7.2. Samolyotda radiatsion nurlanish.....	207
7.3. Televizor ekrani ta'sirida radiatsion nurlanish.....	208
7.4. Uyali aloqa stansiyalari antennalari ta'siridagi elektromagnit nurlanish.....	209
7.5. Uyali aloqa telefoni ta'siridagi elektromagnit nurlanish.....	216
7.6. Kompyuter monitori ta'siridagi elektromagnit nurlanish.....	222
7.7. « <i>Marlboro Cowboy</i> »ning ayanchli qismati.....	224
7.8. Radiatsion oziq-ovqat mahsulotlari.....	226
7.9. Eng yuqori dozaga ega bo'lgan radiatsion meva!.....	228
7.10. Radiatsion zambrug'lar.....	230
7.11. Radiatsion kartoshka.....	231
7.12. « <i>Banan ekvivalenti</i> ».....	232
7.13. Radionuklidlarning odam organizmiga salbiy ta'sirini kamaytirish.....	233
Nazorat savollari.....	237
Foydalanilgan va qo'shimcha o'qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro'yxati.....	238

## VIII bob. RADIASIONNAYA EKOLOGIYA

8.1. Radiatsion monitoring.....	244
8.2. Radiatsion fon.....	246

8.2.1. Tabiiy radiatsion fon.....	248
8.2.2. Kosmik radiatsiya.....	249
8.2.3. Quyosh radiatsiyasi.....	250
8.2.4. Yerning radiatsion «belbog'i».....	252
8.2.5. Texnogen radiatsion fon.....	255
8.3. Radionuklidlar.....	261
8.3.1. Radon radioaktiv izotopi.....	264
Nazorat savollari.....	270
Foydalanilgan va qo'shimcha o'qish uchun tavsiya qilinuvchi adabiyotlar ro'yxati.....	273
O'quv qo'llanma mualliflari haqida ma'lumot.....	281
Tuzatishlar kiritish uchun qaydlar sahifasi.....	290

**SH.XUSHMATOV, A.YESIMBETOV, G.BEGDULLAEVA**

# **RADIOBIOLOGIYA**

**Toshkent – «Fan va texnologiya» – 2017**

Muharrir:	F.Ismoilova
Tex. muharrir:	F.Tishaboyev
Musavvir:	D.Azizov
Musahhih:	N.Hasanova
Kompyuterda sahifalovchi:	Sh.Mirqosimova

**E-mail: [tipografiyacent@mail.ru](mailto:tipografiyacent@mail.ru) Tel: 245-57-63, 245-61-61.**

**Nashr.lits. AI №149, 14.08.09. Bosishga ruxsat etildi 26.12.2017.**

**Bichimi 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Timez Uz» garniturası. Ofset bosma usulida bosildi.**

**Shartli bosma tabog'i 18,5. Nashriyot bosma tabog'i 17,75.**

**Tiraji 200. Buyurtma № 254.**

**«Fan va texnologiyalar Markazining bosmaxonasi» da chop etildi.  
100066, Toshkent sh., Olmazor ko'chasi, 171-uy.**

**FAN VA**  
**TEKNOLOGIYALAR**



ISBN 978-9943-11-659-7



9 789943 116597