

**ЗАПОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ЗАГАЛЬНОЇ ГІГІЄНИ ТА ЕКОЛОГІЇ**

ГІГІЄНА ТА ОСНОВИ ЕКОЛОГІЇ

навчальний посібник для студентів

2 курсу медичного факультету

за спеціальністю «Фізична терапія, ерготерапія»

до практичних занять змістовного модулю 4

Запоріжжя - 2020

Авторський колектив:

завідувач кафедри, доцент, к.мед.н. Севальнєв А.І.

професор кафедри, д.мед.н. Гребняк М.П.

доценти: к.мед.н. Кірсанова О.В., к.мед.н. Федорченко Р.А., к.мед.н. Куцак А.В.,

к.мед.н. Шаравара Л.П., к.мед.н. Сушко Ю.Д., к.мед.н. Торгун В.П.

к.мед.н. Соколовська І.А.

асистент: Волкова Ю.В.

Затверджено на засіданні кафедри
загальної гігієни та екології ЗДМУ
протокол № 1 від 25.08.2020 р.

ВСТУП

Згідно з Робочою програмою для спеціальності 227 «Фізична терапія, ерготерапія» навчальна дисципліна «Гігієна та основи екології» структурована на 1 модуль, який в свою чергу поділяється на 4 змістовні модулі.

На практичних заняттях 1 змістового модуля студенти повинні засвоїти основні навички проведення запобіжного та поточного санітарного нагляду. Оволодіти найбільш поширеними методиками гігієнічних досліджень визначення інтенсивності і профілактичної дози ультрафіолетової радіації, гігієнічної оцінки температури, вологості, атмосферного тиску, напрямку і швидкості руху повітря та радіаційної температури приміщень, визначення концентрації CO₂ та окиснюваності повітря, пилових, хімічних та бактеріологічних забруднень, визначення та гігієнічної оцінки природного і штучного освітлення приміщень різного функціонального призначення.

Навчитися вирішувати ситуаційні задачі, аналізувати результати гігієнічних досліджень, виконувати навчально-дослідницькі, наукові роботи.

Студенти зобов'язані вести протоколи практичних занять, де потрібно зазначати мету дослідження, принцип методу, хід роботи, результати дослідження та формувати висновки. При використанні приладів на практичних заняттях необхідне їх схематичне зображення: зокрема назва приладу, його призначення, принцип роботи, одиниці вимірювання. Результати практичного заняття оформляються у вигляді протоколу.

По завершенню вивчення всіх тем модуля студенти проходять on-line курс з питань самостійної роботи за переліком тем згідно сценарію on-line курсу.

Змістовий модуль № 4

Радіаційна гігієна

ТЕМА: Методика оцінки радіаційної безпеки та параметрів захисту від зовнішнього опромінення

НАВЧАЛЬНА МЕТА

Оволодіти знаннями про біологічну дію та небезпеку для здоров'я людини іонізуючих факторів природного, техногенного походження та методи і засоби захисту від них на виробництві, у медицині, для населення в цілому.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Класифікація іонізуючих випромінювань за видами випромінювання, використанням у виробництві, науці, медицині, їх джерела (ядерна сировина, відкриті, закриті джерела, прискорювачі ядерних частинок, радіоактивні відходи).
2. Якісні та кількісні характеристики радіонуклідів як джерел іонізуючих випромінювань (види ядерних перетворень та види випромінювань, які їх супроводжують, період напіврозпаду, активність, гама - еквівалент), одиниці їх вимірювання.
3. Якісні та кількісні характеристики іонізуючих випромінювань (енергія, проникаюча та іонізуюча здатність). Види доз та одиниці їх вимірювання. Потужності доз.
4. Іонізуючі випромінювання як виробнича шкідливість у виробництві, наукових дослідженнях, медицині.
5. Основні види променевих уражень організму та умови їх виникнення.
6. Гостра та хронічна променева хвороба, умови виникнення, етапи перебігу, основна симптоматика.
7. Віддалені наслідки радіаційних уражень, місцеві ушкодження (канцерогенні, тератогенні, ембріотоксичні ефекти, променеві опіки та ін.).
8. Регламенти радіаційної безпеки (НРБУ-97; ОСПУ-99).

9. Методи і засоби радіаційного та медичного контролю при роботі з відкритими і закритими джерелами іонізуючих випромінювань. Засоби вимірювання потужності іонізуючих випромінювань, індивідуальних доз опромінення, забруднення радіонуклідами робочих поверхонь, концентрації радіонуклідів в об'єктах навколишнього середовища – атмосферному повітрі, повітрі робочої зони, воді, ґрунті, продуктах харчування.

10. Методи та засоби захисту від зовнішнього опромінення, основані на фізичних законах послаблення випромінювань (захист кількістю, часом, відстанню, екрануванням), їх законодавчі та організаційно-технічні основи.

11. Принципи, покладені в основу вибору матеріалу і розрахунку товщини захисних екранів від β -, γ - та рентгенівського випромінювання.

12. Розрахункові методи оцінки радіаційної небезпеки та параметрів захисту від зовнішнього і внутрішнього опромінення у комплексі заходів протирадіаційного захисту персоналу.

ПЕРЕЛІК ПРАКТИЧНИХ УМІНЬ І НАВИЧОК

Вимірювати і оцінювати параметри, які характеризують радіаційну обстановку в виробничих і суміжних приміщеннях та індивідуальні дози опромінення персоналу при роботі з радіонуклідами та іншими джерелами іонізуючих випромінювань.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гребняк М.П., Федорченко Р.А. Екологічні загрози здоров'ю населення в урбанізованих регіонах. / М.П. Гребняк, Р.А. Федорченко. Монографія. – Запоріжжя: видавництво ЗДМУ, 2018.- 168 с.
2. Костенецький М.І., Севальнєв А.І., Куцак А.В. Радіоекологія середовища життєдіяльності населення Запорізької області. / М.І. Костенецький, А.І. Севальнєв, А.В. Куцак - Монографія. – Запоріжжя: видавництво ЗДМУ, 2017.- 151 с.
3. Гребняк М.П., Щудро С.А. Медична екологія. / М.П. Гребняк – Дніпропетровськ.: ТОВ «Акцент ПП», 2016.-484 с.
4. Бардов В.Г., Федоренко В.І. Основи екології. / В.Г. Бардов – Вінниця: «Нова книга», 2013. -424 с.
5. Москаленко В.Ф., Гульчій О.П., Т.С. Грузєва [та ін.]. Гігієна та екологія / В.Ф. Москаленко - Вінниця: «Нова книга», 2013. -560 с.
6. Лекція.

ФІЗИЧНІ ОСНОВИ РАДІОАКТИВНОСТІ

Для розуміння фізичної природи радіації необхідно сказати декілька слів про будову атома і процеси, що відбуваються в атомному ядрі.

Атом – найменша частка хімічного елемента, що є носієм його хімічних властивостей. Він складається з електрично позитивно зарядженого ядра і негативно заряджених електронів, які створюють навколо ядра електронну оболонку.

Атомне ядро - це центральна частина атома, що складається з протонів і нейтронів, загальна назва яких нуклони.

Кількість протонів дорівнює атомному номеру (позитивному заряду ядра) в системі елементів Менделєєва і позначається **Z**.

Кількість нейтронів позначається знаком N і в сумі з Z є атомним (масовим) числом A . Масове число і атомний номер, за звичай, позначають у вигляді верхнього і нижнього індексу буквової позначки.

Ядра з однаковим атомним номером, та різними масовими числами (різною кількістю нейтронів) називаються *ізотопами* одного елементу. Хімічні властивості ізотопів практично не відрізняються, проте можуть сильно відрізнятись їх специфічні ядерні властивості.

Нуклід - це вид атомів одного елементу з певною кількістю протонів і нейтронів в ядрі.

Всі нукліди поділяються на дві основні групи - *стабільні і радіоактивні*. Стабільні ядра у вільному стані можуть існувати необмежений час, зберігаючи незмінним нуклонний склад і всі фізичні властивості.

Радіоактивні нукліди (радіонукліди) з часом розпадаються, тобто міняють свій нуклонний склад з випромінюванням частинок.

Радіоактивність - це мимовільне (спонтанне) перетворення ядер атомів одних елементів в інші, що супроводжується утворенням іонізуючого випромінювання.

Існує три основні види радіоактивного розпаду: альфа-, бета- і спонтанне ділення ядер.

При *альфа-розпаді* утворюється ядро гелію (альфа-частинка) і «материнське ядро» перетворюється на «дочірнє», в якому на два нейтрони і два протони менше.

При *бета-розпаді* один з протонів ядра перетворюється на нейтрон, або нейтрон в протон, при цьому утворюється відповідно позитрон або електрон. Розрив ядра надвоє називається його поділом.

Як правило, альфа- і бета-розпад супроводжується електромагнітним випромінюванням (гамма-випромінюванням). Воно має ту ж фізичну природу, що світлове і рентгенівське випромінювання, але довжина його хвилі в сотні тисяч або мільйони разів менш ніж у світлового, а енергія квантів в стільки ж разів більша.

Ніякі доступні в земних умовах методи впливу на радіоактивну речовину (механічні, електричні, хімічні) не можуть ні прискорити, ні уповільнити процес радіоактивного розпаду.

Кожний радіонуклід має свої («паспортні») радіаційні характеристики: схему (тип) розпаду, енергію і інтенсивність випромінювання, а також вірогідність розпаду (період напіврозпаду).

Спонтанний розпад радіонуклідів відбувається по експоненціальній залежності, що зменшується від часу:

$$N(t) = N_0 e^{(-\lambda t)}, \text{ де:}$$

e - основа натурального логарифма;

λ - постійна розпаду;

N_0 - кількість радіоактивних атомів в початковий момент часу;

t - час, що пройшов від початкового моменту.

Величина λ постійна для кожного радіонукліда і називається ще вірогідністю розпаду. Чим більше λ , тим швидше відбувається розпад.

Період напіврозпаду радіонуклідів $T_{1/2}$ - це час, за який розпадається половина початкової кількості атомних ядер:

$$T_{1/2} = \ln 2 / \lambda = 0,693 / \lambda.$$

Періоди напіврозпаду варіюють у виключно широких межах - від часток секунди до мільйонів років.

Кількісною характеристикою радіонукліда в будь-якому об'єкті є його активність.

Активністю (A) радіонукліда в джерелі називається відношення числа спонтанних (мимовільних) ядерних перетворень dN_0 , що відбуваються в джерелі за інтервал часу dt , до цього інтервалу часу:

$$A = dN_0/dt.$$

Активність радіонукліда в джерелі може бути віднесена до маси, об'єму (для об'ємних джерел), площі поверхні (для поверхневих джерел), довжини (для лінійних джерел). Відповідно, говорять про питому, об'ємну, поверхневу або

лінійну активність. Одиницею вимірювання активності є беккерель (Бк). $1 \text{ Бк} = 1 \text{ розп/сек}$. Позасистемна одиниця активності - Кюрі (Ки). $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$.

Найважливішою властивістю радіоактивних випромінювань є їх здатність викликати іонізацію атомів і молекул, у зв'язку з чим їх називають іонізуючими.

Іонізуюче випромінювання при взаємодії з речовиною прямо або опосередковано відриває електрони від його атомів або молекул, внаслідок чого в цій речовині утворюються іони різних знаків.

Всі іонізуючі випромінювання за своїм походженням поділяються на фотонні і корпускулярні.

До **фотонних** випромінювань відносяться: гамма-, гальмівне, характеристичне і рентгенівське.

До **корпускулярних** - альфа-, електронне, позитронне, протонне, нейтронне і мезонне.

Корпускулярне випромінювання, яке складається з потоку заряджених частинок, що мають достатню кінетичну енергію для іонізації атомів при зіткненні з атомами середовища, називається *безпосередньо(прямо) іонізуючим випромінюванням*. До нього належать альфа- та бета-випромінювання.

Незаряджені частинки безпосередньо не проводять іонізацію, але в процесі взаємодії з середовищем вивільняють заряджені частинки, здатні іонізувати атоми і молекули середовища, через яке вони проходять. Відповідно, корпускулярне випромінювання, що складається з потоку незаряджених частинок, і фотонне випромінювання називаються *опосередковано іонізуючим*. Прикладом такого випромінювання є нейтронне та рентгенівське випромінювання.

Джерелами іонізуючого випромінювання називають матеріали, радіоактивні речовини, або технічні пристрої, що генерують або здатні генерувати іонізуюче випромінювання (рентгенівські установки, прискорювачі заряджених частинок, атомні реактори).

Розрізняють **закриті і відкриті** джерела іонізуючого випромінювання, що містять радіоактивні речовини.

Закритим джерелом називають радіонуклідні джерела, розміщені в неактивній твердій оболонці, яка за нормальних умов експлуатації забезпечує запобігання попадання радіоактивних речовин в навколишнє середовище.

Відкритим джерелом називають радіонуклідні джерела, при проведенні робіт з якими можливо попадання радіоактивних речовин в оточуюче середовище (рідкі, газоподібні, пилоподібні).

Основною фізичною величиною, що визначає ступінь радіаційної дії, є доза випромінювання.

Дозою називається поглинена енергія випромінювання одиницею маси речовини за весь час дії випромінювання.

В радіаційній гігієні використовуються поняття експозиційної, поглиненої, еквівалентної, ефективної доз, а також керми.

Експозиційна доза випромінювання X - це доза рентгенівського або гамма-випромінювання у повітрі. Саме її і вимірюють дозиметричними приладами. Вона характеризує «потужність» джерела випромінювання і радіаційне поле, яке воно створює в даній точці повітря. Вимірюється в кулонах на кілограм (Кл/кг). Позасистемна одиниця - рентген ($1 \text{ P} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$).

Поглинена доза випромінювання D - це співвідношення прирощення середньої енергії ΔW , переданої будь-яким іонізуючим випромінюванням будь-якій речовині в елементарному об'ємі, до маси dm речовини в цьому об'ємі:

$$D = \Delta W/dm.$$

Ця величина найбільш точно визначає результат дії випромінювання на об'єкт, що випромінюється. Встановлено, що реакція на опромінювання (наприклад, хімічні зміни, біологічний ефект і т.д.) пов'язана з поглиненою речовиною енергією випромінювання і часто пропорційна їй.

Поглинену дозу опосередкованого іонізуючого випромінювання оцінюють, використовуючи поняття керми.

Керма K - це відношення сумарної первинної кінетичної енергії всіх заряджених іонізуючих частинок, утворених від дії опосередкованого іонізуючого

випромінювання в елементарному об'ємі речовини до маси речовини в цьому об'ємі:

$$K = dE_k / dm, \text{ де:}$$

dE_k - сума початкових кінетичних енергій всіх заряджених іонізуючих частинок, що звільняються незарядженими іонізуючими частинками в речовині з масою dm .

Одиницею вимірювання керми є Дж/кг. Спеціальним найменуванням одиниці керми є грей (Гр) $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$. Позасистемна одиниця керми – Рад. $1 \text{ Рад} = 0,01 \text{ Гр}$.

Поглинена доза і керма дорівнює одна одній тоді, коли досягається рівновага заряджених частинок і коли можна знехтувати гальмівним випромінюванням.

Еквівалентна доза H_T застосовується для оцінки радіаційного ефекту дії випромінювання довільного складу на біологічні об'єкти:

$$H_T = D \cdot W_R, \text{ де:}$$

W_R - чинник, який враховує відносну біологічну ефективність різних видів іонізуючих випромінювань.

Одиницею вимірювання еквівалентної дози є зіверт (Зв). $1 \text{ Зв} = 1 \text{ Дж/кг}/w_R$. Ця одиниця була введена через те, що при однаковій поглиненій енергії різні види випромінювань дають неоднаковий біологічний ефект.

Для оцінки впливу опромінювання на організм в цілому в діапазоні еквівалентних доз, що лежать нижче за поріг виникнення детермінованих (соматичних) ефектів введено поняття ефективної дози.

Ефективна доза H_E враховує, що різні органи і тканини мають різну чутливість до дії радіації.

$$H_E = \sum H_t \cdot w_t,$$

де w_t - тканинної чинник, який відображає відносну вірогідність виникнення стохастичних ефектів в тканині.

Ефективна доза відображає загальний ефект опромінювання для організму. Вона, як і еквівалентна доза, вимірюється в зівертах.

ШЛЯХИ ФОРМУВАННЯ ДОЗ ОПРОМІНЕННЯ НАСЕЛЕННЯ: ПРИРОДНА ТА ШТУЧНА РАДІОАКТИВНІСТЬ

Як відомо, іонізуюче випромінювання існувало завжди – з моменту утворення нашої планети і до теперішнього часу. Людина, як і будь-який інший організм, постійно підпадає під дію іонізуючого випромінювання, яке створюється природними джерелами.

Природний радіаційний фон – постійно діючий чинник навколишнього середовища, обумовлений космічним випромінюванням, випромінюванням земної кори, повітря, води, продуктів харчування і живих організмів.

Космічне випромінювання формується потоком частинок високих енергій галактичного і сонячного походження. На рівні Землі інтенсивність його неоднакова і залежить від географічної широти і висоти над рівнем моря. У високих широтах і на полюсах Землі воно значно вище, ніж на екваторі, а на висоті 1500 м над рівнем моря приблизно в 2 рази вище, ніж на рівні моря.

Річна доза опромінювання населення Землі за рахунок космічного випромінювання складає близько 0,4 мЗв.

Проте, основним дозоутворюючим чинником природного радіаційного фону є природна радіація земного походження. Вона формується за рахунок зовнішнього і внутрішнього опромінювання.

Зовнішнє земне опромінення формується природними джерелами радіації, що знаходяться в земній корі. Це радіоактивні ізотопи сімейства урану і торію, а також ізотоп калій-40. Вважається, що нормальний гамма-фон Землі складає 5-15 мкР·год⁻¹, а річна доза опромінення населення Земної кулі – 0,3-0,4 мЗв.

Величина зовнішнього земного випромінювання в різних точках планети неоднакова і залежить від геологічних особливостей місцевості. У зв'язку з цим в деяких місцях планети, що містять великі запаси мінералів торію (Чехія, Бразилія, Франція та ін.), населення одержує річні дози опромінення, що досягають 2-4 мЗв.

В середньому земне випромінювання природного походження створює дозу опромінювання 1,73 мЗв на рік.

Внутрішнє опромінення людини формується за рахунок надходження в організм людини тих же природних радіонуклідів з продуктами харчування, повітрям і водою. При цьому встановлено, що в продуктах рослинного походження зміст цих радіонуклідів на порядок більше, ніж в продуктах тваринного походження. Середня величина дози опромінення за рахунок внутрішнього опромінювання природними джерелами складає близько 1,55 мЗв на рік.

Останніми роками у зв'язку з активною господарською діяльністю людини природний радіаційний фон якісно і кількісно значно змінився.

В результаті широкого впровадження нових технологій з'явився так званий «техногенно підсилений фон». Прикладом цього може служити значне збільшення видобування уранових руд, а також корисних копалин, що містять природні радіонукліди, широке використання мінеральних добрив, збільшення авіаційних перевезень, використання нових будівельних матеріалів та ін.

У зв'язку з цим доза опромінення за рахунок природної компоненти з урахуванням техногенно підсиленого фону зросла в 2 рази і в даний час досягає 2,5 мЗв на рік.

В останній доповіді Наукового Комітету ООН з дії іонізуючої радіації (2000р.) звертається увага на те, що дози підвищеного виробничого опромінення природними джерелами досягли, а іноді перевищують в декілька раз значення цих доз для професійного опромінення.

Необхідно відзначити, що до теперішнього часу чіткої межі між нормальним і підвищеним рівнями природного радіаційного фону не існує. В той же час за рекомендаціями Міжнародної Комісії з радіаційного захисту, доза від природної радіації не повинна перевищувати 5 мЗв на рік. В даний час допускається збільшення цієї дози до 10 мЗв на рік.

Відкриття явища радіоактивності поклало початок широкому використанню ДІВ в практичній діяльності. В даний час повсюдне використання джерел іонізуючого випромінювання знайшло своє місце в промисловості, медицині, сільському господарстві, геології і науці.

В переліку найвідоміших галузей, де використовуються джерела іонізуючого випромінювання (ДІВ), є атомна енергетика. При порівнянні з іншими методами отримання електричної енергії атомні електростанції мають ряд переваг: для виробництва однакової кількості енергії на АЕС потрібна в декілька тисяч разів менша кількість палива (ядерного пального), ніж для теплової станції; запаси ядерної сировини практично невичерпні; є можливість будівництва АЕС в важкодоступних і віддалених регіонах; відсутність у викидах АЕС токсичних речовин – сірчаного газу, окислів вуглецю та ін. При нормальній роботі АЕС значно безпечніша, ніж теплові електростанції.

АЕС є альтернативним джерелом енергії в країнах, де відсутні запаси органічного палива і водні ресурси.

Ядерні реактори використовуються також на морському транспорті, де потрібні тривале автономне плавання без поповнення запасів пального і велика вантажопідйомність судна.

Принцип дії ядерного реактора заснований на нагріванні води під дією тепла, що виділяється при мимовільній ланцюговій ядерній реакції. Гаряча вода поступаючи через парогенератор обертає турбогенератор, який створює електричний струм.

В даний час на частку атомної енергетики в світі доводиться близько 17% світового виробництва електроенергії. В Україні ця величина складає 24,5%, при цьому найбільш потужна Запорізька АЕС виробляє більше 50% електроенергії всіх АЕС країни.

Аварія на Чорнобильській АЕС скомпрометувала цей метод отримання енергії. Проте, не дивлячись на могутній екологічний рух проти будівництва АЕС, в найближчому майбутньому в світі планується будівництво АЕС в Ірані, Японії, Південній Кореї та інших країнах.

Широке використання іонізуюче випромінювання знайшло в різних галузях промисловості. Так, радіонукліди успішно використовуються в приладах для контролю технологічних процесів, при визначенні товщини матеріалів, при

виявленні дефектів в зварних з'єднаннях, при вивченні структури і фізико-хімічних властивостей металів в сталеливарному виробництві.

При пошуку корисних копалин в геології використовується метод радіоактивного каротажу. Методом мічених атомів визначається домішок в металах, вивчення напряму потоку рідин в трубопроводах і ін.

Іонізуюче випромінювання застосовується і в хімічній технології при полімеризації органічних сполук для отримання підвищеної стійкості матеріалів до механічного та хімічного впливу.

В сільському господарстві радіаційна обробка застосовується для дезінсекції зернових культур і підвищення проростання насіння. За допомогою радіаційної стерилізації медичної техніки і виробів досягається високий ступінь чистоти без підвищення температури, що дуже важливо при стерилізації термолабільних матеріалів і виробів.

Широке застосування отримали джерела іонізуючого випромінювання в медичній практиці. Вони використовуються не тільки в лікуванні, але і в діагностиці і профілактиці різних захворювань.

Так, в онкології для лікування пухлин використовуються дистанційні і внутрішньопорожнинні гамма-терапевтичні апарати, укомплектовані радіонуклідами ^{60}Co . З цією ж метою застосовуються рентгентерапевтичні апарати різних модифікацій. Крім того, для лікування деяких пухлин застосовуються радіофармпрепарати, які при введенні в організм мають властивість вибірково накопичуватися в окремих органах, опромінюючи і тим самим руйнуючи новоутворення.

Для цілей радіонуклідної діагностики застосовуються радіо фармпрепарати ^{131}I , ^{125}I , ^{99}Tc , ^{75}Se , ^{32}P та ін., які накопичуються в органах і дають інформацію про їх функціональний стан.

Найширше розповсюдження в діагностиці отримав рентгенівський метод. З його допомогою в даний час ставиться до 80% діагнозів захворювань.

Останніми роками активно впроваджується в практику високоточний метод діагностики за допомогою рентгенівських комп'ютерних томографів.

В широкому загалі профілактичних методів дослідження важливе місце займає рентгенівський метод – флюорографія органів грудної клітки.

Дози опромінення населення за рахунок всіх джерел радіації надано в табл. 1.

Таблиця 1

Середні дози опромінення населення (мкЗв)

| Джерела | Середня доза | Типовий діапазон | Середня доза по Росії |
|---|--------------|-------------------|-----------------------|
| <i>Природні</i> | | | |
| Космічне випромінювання: | | | |
| Іонізуюча компонента | 280 | | 280 |
| Нейтронна компонента | 100 | | 100 |
| Космогенні радіонукліди (C^{14} і ін.) | 12 | | 12 |
| Сума | 390 | 300-1000 | 390 |
| Гамма-випромінювання | 480 | 300-600 | 480 |
| Інгаляція ^{210}Pb , ^{210}Po , ^{232}Th і ін. | 6 | | 6 |
| ^{222}Rn та ДПР | 1150 | | 1730 |
| ^{220}Rn та ДПР | 100 | | 150 |
| Сума | 1260 | 200-10000 | 1890 |
| Надходження з їжею та водою: ^{40}K , ^{210}Pb , ^{210}Po , ^{228}Ra , ^{226}Ra та ін. | 170 | | 170 |
| | 120 | | 120 |
| Сума | 290 | 200-800 | 290 |
| Підвищене виробниче опромінювання | 2 | | |
| Разом | 2400 | 1000-10000 | 3050 |
| <i>Штучні</i> | | | |
| Медичне опромінювання | 400 | - | 1200 |
| Глобальні опади | 5 | | 5 |
| Професійне опромінювання | 0,5 | | |
| Забруднення територій | 2 | | |
| Поточні викиди і скиди АЕС | <0,2 | | |
| Разом | 400 | 0-1200 | 1200 |
| Всього за рахунок всіх джерел | 2800 | 1000-10000 | 4250 |

БІОЛОГІЧНА ДІЯ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Механізм дії іонізуючого випромінювання на живий організм пояснюється вражаючою дією на клітину, внаслідок чого порушується її функція, що призводить до порушення життєдіяльності органів і систем, а іноді і до загибелі організму.

Особливість біологічної дії іонізуючого випромінювання на клітину обумовлена як властивостями кожного виду випромінювань, так і специфікою життєдіяльності клітин.

Основною відмінністю іонізуючих випромінювань від інших шкідливих чинників (хімічних отрут, високої температури та ін.) є їх здатність іонізувати будь-які атоми. В процесі іонізації відбувається відрив електрона від атома і утворення іонів. Якщо при опроміненні живих клітин іонізуються атоми, що складають невеликі молекули (наприклад, води, амінокислот, вітамінів), ці молекули можуть розпадатися з утворенням вторинних продуктів – вільних радикалів, що мають велику реакційну здатність. Цей процес називається **радіолізом**. При іонізації макромолекул (білків, ферментів, нуклеїнових кислот) вони втрачають свої біологічні властивості, тобто інактивуються.

Розрізняють два види впливу іонізуючого випромінювання на клітку: **прямий**, при якому енергія випромінювання поглинається безпосередньо в самих макромолекулах, і **непрямий**, при якому енергія випромінювання поглинається водою і іншими низькомолекулярними сполуками клітини, а макромолекули потім вражаються продуктами їх розпаду.

Доля вражених при опроміненні макромолекул залежить від дози іонізуючого випромінювання та навіть при значних дозах вона достатньо мала через велику чисельність молекул різного виду. В той же час навіть при невеликих дозах відбувається порушення властивостей і функцій клітин – проникності мембран, іонного складу та ін. Проте, більшість порушень є тимчасовим і не викликає загибелі клітин. Виключенням є тільки молекула ДНК, іонізація якої може призвести до втрати клітиною основної її функції – ділення, що призводить до репродуктивної загибелі клітин.

Іонізуюче випромінювання, впливаючи на генетичний апарат клітини, викликає різні мутації. Ці пошкодження можуть виявлятися в нащадках клітин, що діляться, як відразу після опромінювання, так і у віддалений час, передаючись по спадку і викликаючи в організмі генетичні зміни.

Якщо говорити про вплив радіації на організм в цілому, то згідно сучасним уявленням всі шкідливі наслідки опромінювання поділяються на **детерміновані** (безпосередні) і **стохастичні** (вірогідні) ефекти.

Детерміновані ефекти – це наслідки опромінювання, що виникають при опромінюванні відносно великими дозами і мають поріг клінічних ефектів. Вони проявляються у вигляді соматичних змін або захворювань. Найтиповішим проявом детермінованих ефектів є гостра і хронічна променева хвороби, променеві опіки, катаракта, безплідність, порушення кровотворення та ін.

Характерним проявом дії іонізуючого випромінювання є **променева хвороба**. Закономірності розвитку променевої хвороби визначаються величиною і потужністю дози іонізуючого випромінювання, залежать від розподілу поглиненої енергії випромінювання в організмі і радіочутливості його органів, тканин і систем. Ступінь тяжкості променевої хвороби залежить від того, чи був опромінений весь організм (загальне опромінювання) або його окремі ділянки (локальне опромінювання); одноразове або багаторазове (хронічне) опромінювання; з інтервалами за часом (дробове) або безперервне опромінювання. Людина легше переносить локальне опромінювання серією невеликих доз, ніж таку ж дозу, отриману при загальному і одноразовому опромінюванні. На величину ефекту впливає і спосіб опромінення – зовнішнє або внутрішнє.

Розрізняють два основні види променевої хвороби: **гостра**, яка викликається короткочасним опроміненням у великих дозах, і **хронічна**, що виникає внаслідок тривалого опромінювання у відносно невисоких дозах.

Гостра променева хвороба в її типовій формі розвивається при одноразовому загальному зовнішньому відносно рівномірному опроміненні організму рентгенівським або гамма-випромінюванням дозою, що перевищує 1 Гр, в порівняно нетривалій термін (від декількох хвилин до декілька днів).

Залежно від систем, які вражаються найбільшою мірою, розрізняють чотири основні форми гострої променевої хвороби: **кістковомозкова, кишкова, судинна і нервово-церебральна**.

Характерною особливістю перебігу гострої променевої хвороби є послідовність зміни окремих патологічних проявів в організмі, гострота яких залежить від ступеню тяжкості хвороби, пов'язаної з величиною дози опромінювання.

При дозах 1-2 Гр настає *легкий* ступінь променевої хвороби, при дозах 2-4 Гр – *середній*, при дозах 4-6 Гр – *важкий* і при дозах більше 6 Гр - *украй важкий*.

В періоді формування хвороби виділяють **4 фази**: *фаза загальної первинної реакції*, *фаза удаваного благополуччя (латентна)*, *фаза розпалу хвороби* і (при позитивному результаті) *фаза відновлення*.

Фаза загальної первинної реакції характеризується диспептичними проявами – нудотою, блювотою, проносом, загальноклінічними симптомами – порушенням свідомості, загальною слабкістю, головним болем, підвищенням температури тіла, гематологічними відхиленнями - лимфоцитопенією, нейтрофільним лейкоцитозом, місцевими ураженнями шкіри і слизових оболонок в місцях найбільшого опромінення.

Після первинної реакції настає *фаза удаваного благополуччя (латентна)*, в якій симптоми первинної реакції зникають. В той же час в цей період може спостерігатися епіляція волосся, зберігаються ознаки ураження шкіри і слизових оболонок.

Фаза розпалу хвороби характеризується наростанням лейко- і тромбоцитопенії, і пов'язаної з цим, підвищеною кровоточивістю і інфекційними ускладненнями. Всі клінічні прояви різко наростають. Приєднуються симптоми захворювання окремих органів і систем, за назвою яких і визначається форма променевої хвороби.

У разі сприятливого результату настає *фаза відновлення*, яка протікає поволі і триває протягом декількох місяців залежно від ступеню важкості хвороби. Нормалізуються сон і апетит, знижується температура тіла, поліпшується загальне самопочуття, стабілізуються показники периферичної крові, починається ріст волосся.

Хронічна променева хвороба розвивається в результаті тривалого опромінювання організму малими дозами (0,1-0,5 сГр/на добу) при сумарній дозі, що перевищує 0,7-1,0 Гр. Вона може бути викликана як зовнішнім, так і внутрішнім опромінюванням, відносно рівномірним і нерівномірним, загальним або локальним.

Перебіг хронічної променевої хвороби, на відміну від гострої, більш розтягнутий у часі, проте все ж таки можна відзначити періодичність розвитку, пов'язану з динамікою поглинання енергії випромінювання органами і тканинами.

Для хронічної променевої хвороби характерним є повільне наростання тяжкості пошкоджень і більш тривалий період відновлюваних процесів. Клінічна картина характеризується вираженим астеничним синдромом і помірним зниженням кількості лімфоцитів і інших формених елементів крові. При внутрішньому опромінюванні перебіг хронічної променевої хвороби залежить від розподілу радіонуклідів в органах і їх радіочутливості.

В даний час світовою радіобіологічною спільнотою по рекомендації МКРЗ і НКДАР ООН прийнята безпорогова концепція дії іонізуючого випромінювання, яка базується на гіпотезі, що визнає вірогідність (ризик) захворювання раком людини, опроміненої будь-якою скільки завгодно малою дозою, а також вірогідність появи вроджених вад розвитку у потомства опромінених батьків.

До стохастичних (вірогідних) ефектів опромінювання належать безпорогові ефекти, вірогідність виникнення яких існує при будь-яких дозах і зростає із збільшенням дози, тоді як відносна важкість їх проявів від дози не залежить. До них належать віддалені наслідки – злаякісні новоутворення, які виникають у людей через декілька років після опромінювання і генетичні зміни, що проявляються у їх нащадків. Прояви таких ефектів можливі з тим або іншим ступенем вірогідності, яка розраховується з урахуванням коефіцієнтів ризику для тієї або іншої групи людей

В результаті багаторічних спостережень за опроміненими людьми встановлено, що індуковані іонізуючим випромінюванням злаякісні пухлини,

виявляються після латентного періоду, який складає 2-5 років у разі лейкозу і близько 10 років і більше у разі виникнення інших злоякісних пухлин.

В останнє десятиріччя деякими вченими встановлено, що клінічні прояви окремих видів раку можливі і безпосередньо після опромінювання, особливо у осіб немолодого віку. Стверджується, що радіаційно індукований рак у людини може виникати при дуже малих дозах і потужностях доз.

Генетичні зміни, які також є стохастичними ефектами опромінювання, виникають внаслідок утворення мутацій. В досліджах на тваринах встановлено, що доза, що подвоює мутації, при гострому опромінюванні складає 2 Зв, а при хронічному – близько 4 Зв. Мутації в соматичних клітинах людини можуть призводити до їх загибелі, а в клітинах ембріону, що розвивається, – до різних вад: синдрому Дауна, синдрому Патау та ін.

Генні мутації, що становлять основну частку всіх мутацій, викликають надзвичайно різноманітні зміни ознак. Наприклад, відомі мутації в окремих генах людини призводять до спадкових захворювань (гемофілія, фенілкетонурія та ін.).

В той же час тривалі спостереження вчених за нащадками жителів Хіросіми і Нагасакі, що пережили атомне бомбардування, не виявили статистично достовірних генетичних відхилень в порівнянні з контрольною групою.

Останніми роками вченими різних країн стала приділятися більша увага вивченню впливу малих доз опромінювання на організм. В 1972 році канадський вчений А.Петко знайшов, що при тривалому опромінюванні для пошкодження клітинних мембран була достатньою поглинена доза набагато менша, ніж при короткочасному опромінюванні.

Таким чином, було встановлено, що хронічне опромінювання малими дозами може бути більш небезпечним за наслідками, ніж короткочасне опромінювання у великих дозах. Це відкриття продемонструвало, що при тривалому опромінюванні діє раніше невідомий механізм, який викликає руйнування клітини.

Надалі, американський вчений Е.Штернгласс, вивчаючи ефект А.Петко в біологічних системах, показав, що малі дози іонізуючого випромінювання, що

впливають на живі організми тривалий час унаслідок радіоактивних опадів або викидів АЕС, в 100 – 1000 разів небезпечніші за дози, отримані потерпілими від атомних бомбардувань в Японії. При цьому поглинені дози в межах 0,01 – 0,002 Гр цілком достатні для руйнування клітинної мембрани.

Результати нового наукового відкриття можуть бути виражені в «надлінійній кривій» «доза-ефект», яка відображає різке зростання ураження клітинної мембрани в інтервалі малих доз.

Це відкриття було підтверджено при вивченні впливу малих доз опромінювання при аварії на Чорнобильській АЕС. Встановлено, що дробове опромінювання малими дозами призводить до мобілізації захисних сил організму, яке в подальшому призводить до їх пригноблення. Тому малі дози, які в звичайних умовах не приносять шкоди, нерідко стають реальною загрозою здоров'ю.

Необхідно відзначити ще недостатню вивчену роль так званих гарячих частинок. Це активні радіонукліди дуже невеликих розмірів, але з високою активністю. Ці частинки осідають в легенях людей, які проживають в уражених аварією районах і створюють великі локальні дози опромінювання органів і тканин.

НОРМУВАННЯ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ

Згідно з сучасним уявленням про вплив малих доз іонізуючої радіації Міжнародною комісією радіаційного захисту (МКРЗ) при нормуванні радіаційного чинника і оцінки можливих несприятливих для здоров'я віддалених наслідків опромінювання була прийнята концепція безпорогової лінійної залежності виникнення злоякісних новоутворень і генетичних ушкоджень.

На цьому базуються три основні принципи радіаційного захисту, які прийняті в вітчизняному нормуванні.

Принцип виправданості. Будь-яка практична діяльність, пов'язана з використанням джерела іонізуючого випромінювання, не повинна здійснюватися, якщо вона не приносить більшої користі опроміненим особам або суспільству в цілому у порівнянні зі шкодою, яку вона завдає.

Принцип неперевищення. Рівні опромінювання персоналу і населення від всіх джерел іонізуючих випромінювань в процесі їх експлуатації не повинні перевищувати встановлені ліміти доз.

Принцип оптимізації. При використанні будь-якого джерела іонізуючого випромінювання індивідуальні дози і кількість опромінюваних осіб повинно обмежуватися таким низьким рівнем, наскільки це може бути досягнуто з урахуванням економічних і соціальних умов.

Перший принцип реалізується шляхом оцінки ризиків з подальшою видачею дозволів (ліцензій і санітарних паспортів) на здійснення практичної діяльності з джерелами іонізуючого випромінювання.

Другий принцип реалізується шляхом здійснення нагляду з боку регулюючих органів за забезпеченням радіаційної безпеки і встановленим порядком відповідальності за перевищення лімітів доз опромінення, що регламентуються.

Третій принцип реалізується шляхом оптимізації умов праці, автоматизації виробничих процесів і введенням системи контрольних рівнів.

Діючими в даний час в Україні Нормами радіаційної безпеки (НРБУ-97) передбачено нормування опромінювання людей в умовах практичної діяльності в наступних випадках:

- при нормальній експлуатації виробничих джерел іонізуючих випромінювань;

- в медичній практиці;

- при радіаційних аваріях;

- при опромінюванні техногенно-підсиленими джерелами природного походження.

- Всі опромінені особи, стосовно до джерел іонізуючих випромінювань, поділяються на три категорії:

- **категорія А (персонал)** – особи, які постійно або тимчасово працюють безпосередньо з ДІВ;

- **категорія Б (персонал)** – особи, які безпосередньо не працюють з ДІВ, але у зв'язку з розміщенням їх робочих місць в приміщеннях і на території підприємства з радіаційно-ядерними технологіями можуть одержувати додаткове опромінювання.

- **категорія В (населення)** – все населення регіону.

Для усіх категорій опромінених осіб від індустріальних джерел випромінювання рівні річних доз опромінення встановлені в одиницях індивідуальної річної ефективної дози і еквівалентної річної дози опромінення на окремі органи (табл. 2).

Таблиця 2

Ліміти дози опромінення (мЗв·рік⁻¹)

| Найменування дози | Категорія опромінених осіб | | |
|--|----------------------------|----------------|----------------|
| | А ^{а,б} | Б ^а | В ^а |
| Ліміт ефективної дози | 20 ^б | 2 | 1 |
| Ліміти еквівалентної дози зовнішнього опромінення: | | | |
| - для кришталика ока | 150 | 15 | 15 |
| - для шкіри | 500 | 50 | 50 |
| - для кистей та стоп | 500 | 50 | - |

а – розподіл дози опромінення протягом календарного року не регламентується;

б – для жінок до 45 років і для вагітних діють додаткові обмеження (доза опромінювання нижньої частини живота за будь-які два роки не повинна перевищувати 2 мЗв);

в – в середньому за будь-які послідовні 5 років, але не більше 50 мЗв за окремий рік.

В процесі практичної діяльності може виникнути необхідність в запланованому підвищеному опроміненні персоналу вище встановлених лімітів доз. Воно можливе тільки з дозволу регулюючих органів при непередбачених ситуаціях в наступних випадках:

- коли вони не можуть бути усунені без спеціальних технологічних операцій;
- коли вони потребують термінового усунення;
- при можливості розвитку радіаційної аварії.

Плановане підвищення опромінення персоналу дозою від 50 до 100 мЗв·рік⁻¹ дозволяється місцевими органами держсаннагляду. Підвищене опромінення персоналу дозою від 100 до 250 мЗв·рік⁻¹ допускається тільки у виняткових

випадках з дозволу Мінохоронздоров'я України за умови такого одноразового підвищеного опромінення протягом всієї трудової діяльності працівника.

Для планування заходів щодо поліпшення радіаційної безпеки і оперативного контролю на радіаційно-ядерному об'єкті, в санітарно-захисній зоні і зоні спостереження встановлюються **контрольні рівні**.

Контрольні рівні встановлюються адміністрацією підприємства для персоналу, а також для території за узгодженням з державними регулюючими органами. Конкретні значення контрольних рівнів повинні бути нижчими за допустимі. Контрольні рівні також можуть встановлюватися як для окремого радіонукліда в продуктах харчування і об'єктах навколишнього природного середовища, так і для окремих виробничих операцій, режимів експлуатації і територій, тощо.

Медичне опромінення – це опромінення людини в результаті медичного обстеження або лікування.

Враховуючи особливості цього виду опромінення, протирадіаційний захист пацієнтів ґрунтується на наступних принципах.

Принцип виправданості. Опромінення повинне бути обґрунтованим, призначене тільки лікарем для отримання діагностичного або терапевтичного ефекту і лише в тому випадку, коли очікуваний ефект не можна отримати іншими непроменевими методами діагностики або лікування.

Принцип оптимізації. Колективні дози опромінення, які отримує населення при проведенні рентгенологічних і радіологічних процедур, повинні бути максимально низькими з урахуванням економічних і соціальних міркувань.

Принцип неперевищення. Доза опромінення встановлюється лікарем індивідуально для кожного пацієнта виходячи з клінічних показань з урахуванням необхідності запобігання детермінованих ефектів в тканинах і організмі в цілому.

Для медичного опромінення межі доз для пацієнтів не встановлюються, а вводяться рекомендовані граничні рівні для різних категорій опромінених пацієнтів (табл. 3).

Рекомендовані граничні рівні опромінення пацієнтів

| Категорія пацієнтів | Ефективна доза (мЗв·рік ⁻¹) |
|---------------------|---|
| Категорія АД | 100 |
| Категорія БД | 20 |
| Категорія ВД | 2 |
| Категорія ГД | 1 |

Категорія АД. Хворі з онкологічними та передраковими захворюваннями, з вродженою серцево-судинною патологією, а також ургентні хворі.

Категорія БД. Хворі з неонкологічними захворюваннями при дослідженнях з метою уточнення діагнозу або вибору тактики лікування.

Категорія ВД. Особи, що працюють з шкідливими чинниками на виробництві при проходженні профогляду, а також хворі після радикального лікування онкологічних захворювань.

Категорія ГД. Особи, які проходять усі види профілактичного обстеження, за винятком осіб, віднесених до категорії ВД.

Для осіб **категорій АД і БД** додатково вводиться обмеження еквівалентних доз опромінення найбільш радіочутливих органів і тканин:

- кришталик ока – 150 мЗв·рік⁻¹;
- гонади жіночі – 200 мЗв·рік⁻¹;
- гонади чоловічі – 400 мЗв·рік⁻¹;
- червоний кістковий мозок – 400 мЗв·рік⁻¹.

Особи, що надають допомогу пацієнтам при проведенні діагностичних і терапевтичних процедур, не повинні одержувати дозу опромінення більш ніж 5 мЗв·рік⁻¹.

Протирадіаційний захист населення від **техногенно-підсиленних джерел природного походження** в побуті і на виробництві забезпечується введенням нормативів двох рівнів контролю:

✓ **рівень обов'язкових дій** – при попереджувальному радіаційному контролі;

✓ **рівень дій** – при поточному радіаційному контролі.

Для обох рівнів встановлені наступні радіаційні показники, які можна вимірювати (табл. 4):

- ефективна питома активність природних радіонуклідів в будівельних матеріалах і мінеральній будівельній сировині;
- потужність поглиненої дози гамма-випромінювання в повітрі приміщень (з урахуванням природного радіаційного фону);
- середньорічна еквівалентна рівноважна об'ємна активність (ЕРОА) ізотопів радону в повітрі приміщень;
- питома радіоактивність природних радіонуклідів в питній воді;
- ефективна питома активність природних радіонуклідів у виробках з фарфору, фаянсу, скла і глини;
- - ефективна питома активність природних радіонуклідів у мінеральних добривах, барвниках і глазури;
- ефективна питома активність природних радіонуклідів в картонажно-паперовій продукції.

При перевищенні нормативів, які виявляються на стадії попереджувального радіаційного контролю, втручання, направлене на їх зниження, завжди доцільне.

Згідно з вимогами ОСПУ, доза опромінення персоналу, який працює з матеріалами, що мають підвищений вміст природних радіонуклідів, не повинна перевищувати 5 мЗв на рік.

На стадії поточного радіаційного контролю перевищення нормативів вимагає втручання, іноді направленого на інше техногенно-підсилене природне джерело з урахуванням сумарної дози опромінювання від всіх техногенно-підсиленних джерел природного походження.

В НРБУ-97 нормуються допустимі рівні надходження радіонуклідів через органи дихання і допустимі концентрації в повітрі робочих приміщень для осіб категорії А і Б, а також допустимі рівні надходження радіонуклідів через органи травлення, концентрації в повітрі і воді для осіб категорії В.

**Кількісні нормативи рівнів дій для техногенно-підсиленних
джерел природного походження**

| Перелік показників і нормовані параметри | | Рівень проведення заходів | |
|---|--------|---|---|
| | | Рівень обов'язкових дій (попереджувальний контроль) | Рівень дій (поточний контроль) |
| Ефективна питома активність природних радіонуклідів в будівельних матеріалах і сировині (Бк·кг ⁻¹) | 1 клас | < 370 | - |
| | 2 клас | 370-740 | - |
| | 3 клас | 740-1350 | - |
| | 4 клас | > 1350 | - |
| Потужність поглиненої дози гамма-випромінювання в повітрі приміщень (мкР·год ⁻¹) | | 30 | 50 |
| Середньорічна ЕРОА ізотопів радону в повітрі приміщень (Бк·м ⁻³) | | ²²² Rn – 50 ²²⁰ Rn – 3 | ²²² Rn – 100 ²²⁰ Rn – 6 |
| Ефективна питома активність природних радіонуклідів в мінеральних добривах (Бк·кг ⁻¹) | | 1850 | - |
| Ефективна питома активність природних радіонуклідів у виробках з фарфору, фаянсу, скла і глини (Бк·кг ⁻¹) | | - | 370 |
| Ефективна питома активність природних радіонуклідів в мінеральних барвниках і глазури (Бк·кг ⁻¹) | | - | 1400 |
| Активність природних радіонуклідів в питній воді (Бк·кг ⁻¹) | | - | ²²⁶ Ra - 1,0 ²²⁸ Ra - 1,0 ²²² Rn - 100,0 U (природна суміш) - 1,0 |
| Ефективна питома активність природних радіонуклідів в картонажно-паперовій продукції (Бк·кг ⁻¹) | | - | сировина - 555; готова продукція - 370 |

Розрахунки надходження радіонуклідів в організм здійснюються за формулами, наведеними в НРБУ-97. Тут же наводяться чисельні значення допустимих рівнів бета забрудненості шкіри, засобів захисту і робочих поверхонь (табл. 5).

Допустимі рівні загального радіоактивного забруднення (част/хв.см²)

| № п/п | Об'єкт забруднення | Альфа-активні нукліди | | Бета-активні нукліди ^б |
|-------|--|-----------------------|------|-----------------------------------|
| | | окремі ^а | інші | |
| 1. | Непошкоджена шкіра, спецбізна, внутрішня поверхня лицьових частин засобів індивід. захисту | 1 | 1 | 100 |
| 2. | Основний спецодяг, внутрішня поверхня додаткових засобів індивід. захисту | 5 | 20 | 800 |
| 3. | Поверхня приміщень постійного перебування персоналу і устаткування в ньому | 5 | 20 | 2000 |
| 4. | Поверхня приміщень періодичного перебування персоналу і устаткування в ньому | 50 | 200 | 8000 |
| 5. | Зовнішня поверхня додаткових засобів індивідуального захисту | 50 | 200 | 10000 |

а – до окремих відносяться альфа-випромінювачі, середньорічна допустима концентрація яких в повітрі робочих приміщень менша 0,3 Бк/м³;

б – для радіонуклідів з енергією електронів (бета-частинок) менше 50 кеВ допустимі рівні встановлюються окремим документом.

Після аварії на Чорнобильській АЕС виникла необхідність нормування вмісту радіонуклідів в харчових продуктах і воді. У зв'язку з цим Міністерством охорони здоров'я України своїми наказами затверджувало нормативи на ці показники.

Останні «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr у продуктах харчування та питній воді» затверджені наказом МОЗ України від 03.05.2006. № 256. Значення допустимих рівнів встановлено для більш ніж п'ятидесяти груп продуктів та води.

Чисельні величини допустимих рівнів встановлені виходячи з не перевищення ефективної річної дози внутрішнього опромінювання 1 мЗв при споживанні усередненого середньорічного раціону харчування дорослої людини (табл. 6).

Значення допустимих рівнів вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr в основних продуктах харчування та питній воді (Бк·кг, л⁻¹)

| № з\п | Найменування продукту | ^{137}Cs | ^{90}Sr |
|-------|--------------------------|-------------------|------------------|
| 1. | Хліб, хлібопродукти | 20 | 5 |
| 2. | Картопля | 60 | 20 |
| 3. | Овочі | 40 | 20 |
| 4. | Фрукти | 70 | 10 |
| 5. | М'ясо і м'ясопродукти | 200 | 20 |
| 6. | Риба свіжа та морожена | 150 | 35 |
| 7. | Молоко та молокопродукти | 100 | 20 |
| 8. | Яйця птиці | 100 | 30 |
| 9. | Вода питна | 2 | 2 |
| 10. | Алкогільні напої | 50 | 30 |
| 11. | Безалкогольні напої | 20 | 20 |
| 12. | Лікарські рослини | 200 | 100 |
| 13. | Гриби свіжі | 500 | 50 |
| 14. | Дитяче харчування | 40 | 5 |

Для визначення відповідності харчових продуктів критеріям радіаційної безпеки використовується показник відповідності (В), значення якого розраховується за результатами вимірювання питомих активностей ^{137}Cs і ^{90}Sr :

$$B = \frac{A_{\text{Cs}}}{\text{ДР}_{\text{Cs}}} + \frac{A_{\text{Sr}}}{\text{ДР}_{\text{Sr}}}$$

A_{Cs} і A_{Sr} – результати вимірювань питомих активностей ^{137}Cs і ^{90}Sr в харчовому продукті;

ДР_{Cs} і ДР_{Sr} – нормативи вмісту ^{137}Cs і ^{90}Sr в харчовому продукті.

Харчовий продукт вважається придатним до використання, якщо

$$B + 0,6\Delta B \leq 1,0, \text{ де}$$

ΔB – абсолютна похибка визначення показника відповідності.

Після Чорнобильської катастрофи також були введені нормативи вмісту ^{137}Cs в продукції лісового господарства. Останні нормативи були затверджені наказом МОЗ України від 31.10.2005 № 573 «Про затвердження державного гігієнічного нормативу «Гігієнічний норматив питомої активності радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у деревині та продукції з деревини» (табл. 7).

При перевищенні встановлених нормативів виробу і сировина підлягають вилученню з подальшим похованням.

Таблиця 7

**Гігієнічний норматив питомої активності ^{137}Cs та ^{90}Sr
у деревині та продукції з деревини**

| Продукція лісового господарства | Допустима активність (Бк·кг ⁻¹) | |
|---|---|------------------|
| | ^{137}Cs | ^{90}Sr |
| 1. Лісоматеріали необроблені | | |
| 1. Лісоматеріали круглі | | |
| - пиловник неокорений | 1500 | |
| - пиловник окорений | 1000 | |
| - фансировина, сировина для виготовлення шпону | 1000 | |
| - будівельний ліс для промислового будівництва і тимчасових споруд | 1500 | |
| - баланси | 1500 | |
| - сировина для трипільних робіт (стояки рудничні) | 3000 | |
| 2. Деревина дров'яна для технологічних потреб | 1500 | |
| 2. Лісоматеріали оброблені | | |
| - пиломатеріали необрізні | 1000 | |
| - пиломатеріали обрізні | 740 | |
| - брус | 740 | |
| - паркет | 740 | |
| - заготовки пиляні, в тому числі для виробництва меблів | 740 | |
| - заготовки пиляні для європіддонів | 1500 | |
| - дошка тарна, брус тарний | 1000 | |
| 3. Продукція культурно-побутового і господарського призначення | | |
| - дрова паливні, паливні пучки | 600 | 60 |
| - штахетник | 1000 | |
| - сувенірна продукція | 740 | |
| - продукція господарського і побутового призначення (черенки, кухонні дошки тощо) | 740 | |

РАДІАЦІЙНИЙ ЗАХИСТ ПЕРСОНАЛУ ПРИ ВИРОБНИЧІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

Організаційні принципи забезпечення радіаційної безпеки, положення, що визначають компетенцію регулюючих органів, обов'язки керівників підприємств, а також основні вимоги до забезпечення радіаційної безпеки при роботі з джерелами іонізуючих випромінювань відображені в Основних санітарних правилах і Нормах радіаційної безпеки України.

Здійснення на практиці вимог нормативних документів забезпечує єдиний підхід до дотримання основних принципів радіаційної безпеки при використанні джерел іонізуючих випромінювань у виробничих умовах.

Основною вимогою нормативних документів при роботі з джерелом іонізуючого випромінювання є наявність дозволів регулюючих органів на право проведення таких робіт. Мінохоронздор'я в особі Держсанепідслужби на право проведення робіт з джерелами іонізуючих випромінювань видає санітарний паспорт, а Держкомітет ядерного регулювання – ліцензію, яка видається тільки за наявності санітарного паспорта.

Наявність вказаних документів є обов'язковою для всіх суб'єктів підприємницької діяльності незалежно від форми власності.

В той же час за певних умов джерела іонізуючих випромінювань і деякі види робіт з ними можуть звільнитися повністю або частково від регулюючого контролю з боку контролюючих органів, що тягне за собою відсутність необхідності оформлення санітарного паспорта і ліцензії.

При використанні джерел іонізуючих випромінювань в практичній діяльності повне звільнення від регулюючого контролю можливе у випадку, якщо сумарна активність радіонуклідного джерела на робочому місці не перевищує мінімально значущих активностей (МЗА), величини яких вказані в додатку 13 ОСПУ. Для нерадіонуклідних джерел - у випадках, якщо потужність дози на відстані 0,1 м від його поверхні не перевищує $1,0 \text{ мкГр} \cdot \text{год}^{-1}$.

Для радіоактивних відходів умовами припинення регулюючого контролю в сховищах є:

- досягнення в радіонуклідах, що містяться у відходах, питомої активності, яка дорівнює рівням вилучення, вказаних у розділі 15 ОСПУ;
- неперевищення до моменту припинення регулюючого контролю річної ефективної дози опромінення населення 0,01 мЗв і колективної річної ефективної дози 1 люд-Зв;
- неперевищення референтного рівня потенційного опромінювання 1 мЗв·рік⁻¹.

Повністю звільняються від регулюючого контролю також товари широкого вжитку (харчові продукти і сировина, мінеральні добрива, лісоматеріали, будівельна сировина і матеріали та ін.), якщо рівні питомої активності радіонуклідів, що містяться в них, не перевищують рівні вилучення, встановлені ОСПУ.

При повному звільненні від регулюючого контролю джерела далі не розглядаються як джерела, пов'язані з радіаційним чинником, проте може бути потрібне оформлення дозвільних документів і документів з їх обліку.

Обмежене звільнення може надаватися джерелам, конструкція яких погоджена з Мінохоронздоров'я України, повністю забезпечується його безпека, а також якщо не потрібне спеціальне навчання персоналу для його експлуатації.

Об'єм вимог санітарного законодавства, при виконанні яких надається звільнення, визначається органами Держсаннагляду. Порядок надання обмеженого звільнення встановлюється спеціальним документом Мінохоронздоров'я України.

Об'єкти, що підлягають регулюючому контролю, вводяться в експлуатацію державною або відомчою комісією з оформленням акту приймання в експлуатацію.

Перед видачею санітарного паспорту об'єкт перевіряється територіальною СЕС з складанням акту перевірки стану радіаційної безпеки.

Для отримання дозволу (санітарного паспорта) на право проведення робіт з ДІВ в територіальну СЕС надаються наступні документи:

- висновок санепідекспертизи на проектну документацію;
- акт приймання (введення) в експлуатацію об'єкту;
- паспорт на ДІВ, установку, прилад та ін.
- метрологічні свідоцтва на дозиметричну апаратуру;
- акт інвентаризації джерела іонізуючого випромінювання;
- договір на технічне обслуговування;
- висновок медичної комісії про результати попереднього або періодичного медичного огляду персоналу категорії А;
- положення про підприємство;
- договір підприємства із спецкомбінатом про поховання радіоактивних відходів (при їх утворюванні);
- положення про роботу служби РБ (відповідальну особу за радіаційну безпеку);
- інструкція з радіаційної безпеки при роботі з джерелами іонізуючих випромінювань;
- інструкція щодо дій персоналу у випадку радіаційної аварії;
- плани аварійних заходів;
- програма радіаційного контролю;
- контрольні рівні опромінення;
- накази про призначення відповідальних осіб за радіаційну безпеку, облік і збереження джерела іонізуючого випромінювання, за радіаційний контроль, за збір і поховання радіоактивних відходів;
- документи, що засвідчують рівень знань персоналом норм, правил радіаційної безпеки, проведення радіаційного контролю;
- прибутково – видатковий журнал обліку джерела іонізуючого випромінювання;
- журнал обліку радіоактивних відходів.

Відповідальні особи призначаються з числа штатних інженерно-технічних працівників і з питань радіаційної безпеки підпорядковуються головному інженеру підприємства.

Постачання джерел іонізуючих випромінювань здійснюється за замовленням-заявкою, погодженою з територіальними СЕС.

Всі джерела іонізуючих випромінювань, що надійшли до підприємства, реєструються в прибутково-видатковому журналі за формою, встановленою ОСПУ. Обліку підлягають всі джерела іонізуючих випромінювань, у тому числі і контрольні джерела дозиметричних приладів. Підприємство, що отримало джерело випромінювань, зобов'язане в десятиденний термін сповістити про це територіальну санепідстанцію. Постачальник повідомляє одержувача про необхідність такого інформування регулюючих органів.

Облік радіонуклідних джерел здійснюється з зазначенням найменування і типу джерела за каталогом, його активності і фасування, номера джерела, номера паспорта на джерело, заводського номера приладу, контейнера, року випуску, місця встановлення приладу.

Генератори короткоживучих радіонуклідних джерел медичного призначення враховуються за їх найменуваннями, заводськими номерами з зазначенням материнського нукліда.

Генератори іонізуючого випромінювання (рент-генапарати, установки рентгеноспектрального та рентгеноструктурного аналізів та ін.) обліковуються за їх найменуваннями і заводськими номерами.

Один раз на рік комісія, призначена наказом по підприємству, проводить інвентаризацію джерел іонізуючих випромінювань з оформленням акту інвентаризації за формою, встановленою ОСПУ. В акті інвентаризації необхідно вказати найменування, тип і номер джерела, номер паспорта на джерело, активність джерела за паспортом, тип і заводський номер експлуатаційного блоку, призначений термін експлуатації джерела, місце знаходження джерела на підприємстві.

Передача джерела іонізуючого випромінювання з однієї установи в іншу здійснюється тільки після узгодження з органами Держсаннагляду. Не дозволяється передача джерел іонізуючих випромінювань, якщо у одержувача не має дозвільних документів на право роботи з джерелами.

Адміністрація підприємства зобов'язана забезпечити збереження джерел. У разі виявлення втрати джерела, негайно інформуються регулюючі органи – органи Держсанепіднагляду і Держкомітет ядерного регулювання.

При зупинці технологічного процесу, радіонуклідні прилади демонтуються з технологічного устаткування і розміщуються в сховищі радіоактивних речовин. Кількість радіонуклідних джерел, що знаходяться в сховищі, не повинна перевищувати кількість, вказану в санітарному паспорті. Генератори іонізуючих випромінювань відключаються, а вмикачі (рубильники) високої напруги пломбуються. На підприємстві видається наказ про тимчасове припинення робіт з генераторами іонізуючих випромінювань і їх консервацію. Одночасно обмежується несанкціонований доступ до них. Копія наказу про тимчасову консервацію генераторів випромінювання направляється в 10-денний термін в регулюючі органи.

Радіонуклідні джерела, у яких скінчився призначений термін експлуатації (регламентується відповідним ДСТУ), підлягають переатестації або похованню в установленому порядку. Переатестація радіонуклідних джерел з метою продовження терміну експлуатації проводиться установою, що має дозвіл на проведення цих робіт від Мінохоронздоров'я України і ліцензію Держкомітета ядерного регулювання.

Для зберігання радіонуклідних джерел, що тимчасово не експлуатуються, на підприємствах облаштовуються сховища РР. В сховищах передбачається влаштування ніш, колодязів і наявність інших умов зберігання РР. Роздільне зберігання джерел в колодязях дозволяє виключити опромінення персоналу від джерел, які не виймаються або не закладаються в інші ніші або колодязі. Сховища влаштовуються в пожежостійких будівлях, що не затоплюються. Перевага

віддається спорудам, що стоять окремо. На зовнішній поверхні таких приміщень потужність поглиненої дози не повинна перевищувати $1 \text{ мкГр} \cdot \text{год}^{-1}$.

Транспортування радіонуклідних джерел і радіоактивних відходів здійснюється спеціальним транспортом по маршрутах, погоджених з державною автоінспекцією. На такий транспорт в територіальних СЕС оформлюється санітарний паспорт по формі, встановленої ОСПУ. Транспорт, що перевозить радіоактивні джерела і відходи, облаштовується необхідним захистом і оснащується аварійними засобами (дистанційний інструмент, дозиметр, знаки радіаційної небезпеки і ін.). Переміщення джерел усередині підприємств та приміщень здійснюється в контейнерах на спеціально влаштованому транспорті (автомобілі, електрокари, візки), з урахуванням виду, активності і кількості джерел з дотриманням умов радіаційної безпеки і з обов'язковим проведенням радіаційного контролю.

Прилади, в яких знаходиться радіонуклідне джерело, повинні бути герметичними, стійкими до механічного, хімічного та температурного впливу. В непрацюючому положенні всі радіонуклідні джерела повинні знаходитися в захисних пристроях, а генератори іонізуючого випромінювання бути знеструмлені. Забороняється торкатися руками до радіонуклідних джерел. При роботі з радіонуклідними джерелами слід користуватися дистанційним інструментом або спеціальними пристосуваннями, маніпуляторами та ін.

При використанні приладів із закритими радіонуклідними джерелами і пристроїв, що генерують іонізуюче випромінювання, необхідно забезпечити фізичний захист джерела, направляти випромінювання у землю або в бік, де немає людей, розміщувати джерела якнайдалі від робочих місць, обмежувати час перебування персоналу біля джерел, застосовувати пересувні екрануючі засоби.

Потужність дози гамма-випромінювання від радіоізотопних приладів не повинна перевищувати $3 \text{ мкГр} \cdot \text{год}^{-1}$ на відстані 1 м від поверхні блоку приладу з джерелом.

Потужність дози гамма-випромінювання від переносних, пересувних, стаціонарних дефектоскопічних, терапевтичних апаратів з радіонуклідними

джерелами не повинна перевищувати $20 \text{ мкГр} \cdot \text{год}^{-1}$ на відстані 1 м від поверхні блоку захисту приладу.

Для рентгенодіагностичних, рентгенотерапевтичних і рентгенографічних апаратів потужність дози на поверхні випромінювача не повинна перевищувати значень, встановлених спеціальними правилами.

Забороняється експлуатація радіонуклідних приладів при порушенні цілісності заглушок, несправному стані затвора переміщення джерела з положення «зберігання» в робоче положення. Непридатні для подальшого використання радіонуклідні джерела, наказом по підприємству переводяться в розряд радіоактивних відходів, списуються і здаються на поховання протягом одного місяця. При накопиченні РАВ більше 50 кг, за узгодженням з органами Держсаннагляду, термін їх зберігання на підприємстві може подовжуватися до 6 місяців. Після поховання РАВ підприємство надає в регулюючі органи копію паспорта на партію РАВ, при передачі ДІВ іншому підприємству надається копія акту передачі.

Генератори іонізуючих випромінювань списуються в установленому порядку. Копії наказу і акту про списання апарату, установки, що генерують іонізуюче випромінювання, направляють в регулюючі органи протягом 10 днів. В супровідному листі подається заява про зняття підприємства як радіологічного об'єкту з обліку в регулюючих органах.

Роботи з використанням відкритих радіонуклідних джерел залежно від активності поділяються на три класи, а залежно від МЗА - на 4 групи (табл. 8).

В залежності від класу робіт визначається характер і об'єм санітарних вимог, як до приміщення, так і до розміщеного в ньому устаткування.

Таблиця 8

Класи робіт з відкритими радіоактивними речовинами

| Група радіаційної небезпеки | МЗА (кБк) | Активність на робочому місці (кБк) | | |
|-----------------------------------|--------------|------------------------------------|----------------------|---------------------|
| | | Клас робіт | | |
| | | I | II | III |
| А | 1 | Більш 10^5 | Від 100 до 10^5 | От 1 до 100 |
| Б | 10 | Більш 10^6 | Від 10^3 до 10^6 | От 10 до 10^3 |
| В | 100 | Більш 10^7 | Від 10^4 до 10^7 | От 10^2 до 10^4 |
| Г | 1000 | Більш 10^8 | Від 10^5 до 10^8 | От 10^3 до 10^5 |

Роботи III класу повинні проводитися в окремих приміщеннях. Влаштуються кімнати для зберігання і фасовки розчинів. Усі роботи з джерелами проводяться під витяжною вентиляцією, для персоналу обладнується душова.

Роботи II класу проводяться в приміщеннях двозонального планування, що забезпечує розподіл на «активну зону», де постійно знаходиться персонал, і «неактивну». Між цими зонами розміщується шлюз, на виході – пункт радіаційного контролю. Всі роботи з джерелами проводяться під витяжною вентиляцією. При проведенні робіт II і III класу однієї технології, виділяється блок приміщень з обладнанням їх за II класом.

Роботи I класу проводяться в окремій споруді. Робочі приміщення обладнуються герметичними боксами, камерами, каньйонами. Всі приміщення поділяються на три зони:

1 зона – перебування персоналу не допускається. Ця зона відокремлюється від інших замикаючими пристроями, що виключають несанкціонований доступ персоналу та інших осіб;

2 зона - приміщення тимчасового перебування персоналу при вивантаженні, завантаженні і ремонті устаткування;

3 зона – приміщення для постійного перебування персоналу.

При роботі з відкритими радіоактивними джерелами технологічне, захисне устаткування, стіни, підлога покриваються слабо сорбуючими матеріалами, які мають також стійкість до агресивного середовища. Краї покриттів підлоги повинні бути підняті на рівень плінтуса і закладені на рівень із стінами. Управління системами опалювання, водопостачання, електрики та інших комунікацій повинні знаходитися зовні активної зони. Для зменшення забруднення робочих місць слід користуватися пластикатовими плівками, лотками і іншими захисними засобами. За кожним приміщенням закріплюється прибиральний інвентар, який маркується, виділяється спеціальне приміщення для його зберігання. У всіх приміщеннях з постійним перебуванням персоналу

проводиться щоденне вологе прибирання. Один раз на місяць – генеральне прибирання з дезактивацією підлоги, дверей і зовнішніх поверхонь устаткування.

Зниження рівнів зовнішнього і внутрішнього опромінення персоналу забезпечується шляхом використання дистанційного інструментарію, захисних екранів, автоматизацією робіт, герметизацією устаткування, використанням засобів індивідуального захисту.

При роботах з відкритими джерелами іонізуючих випромінювань обладнується автономна припливно-витяжна вентиляція. Рециркуляція повітря без попереднього очищення забороняється.

При використанні радіонуклідних джерел можуть утворюватися радіоактивні відходи.

Радіоактивні відходи (РАВ) – вид радіоактивних матеріалів, які ні зараз і ніколи в майбутньому не будуть використовуватись в практичній діяльності.

РАВ за консистенцією поділяються на **рідкі і тверді**, за ступенем активності - на **високоактивні, середньоактивні і низькоактивні**, за періодом напіврозпаду - на **короткоіснуючі і довгоіснуючі**.

При переробці РАВ застосовуються два методи:

➤ **витримка**, при якій відходи зберігаються в умовах, безпечних для здоров'я людей, довгий час аж до повного розпаду радіонукліда;

➤ **розбавлення**, при якому відходи розбавляються неактивними матеріалами до максимально низьких рівнів.

Термін витримки до повного розпаду складає 10 періодів напіврозпаду. За цей час відбувається зниження активності відходів до величин, при яких вони розглядаються як нерадіоактивні.

Розбавлення зручно використовувати у разі малих об'ємів і невисокої активності відходів.

Для переробки рідких відходів застосовуються методи дистиляції, осадження, коагуляції, іонного обміну, кристалізації та ін. В подальшому високоактивні відходи цементуються, бітумуються, скляться і передаються на

поховання. Поховання РАВ здійснюється в надра Землі або на дно морів та океанів.

РАДІАЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ

З метою отримання інформації про стан радіаційної безпеки населення та персоналу, що працює з джерелами іонізуючих випромінювань, повинен проводитись постійний РК. Основним завданням радіаційного контролю є контроль за радіаційною обстановкою в приміщеннях підприємств та установ, індивідуальний контроль зовнішнього та внутрішнього опромінювання персоналу та контроль за радіоактивністю навколишнього середовища.

Метою радіаційного контролю є отримання інформації про дози опромінення персоналу та населення, а також про радіоактивне забруднення навколишнього середовища, продуктів харчування та води. Програма проведення РК на підприємстві розробляється на стадії розробки проектної документації, а також щорічно службою радіаційної безпеки і погоджується з органами державного санітарного нагляду. Вона додається до інструкції з проведення РК.

Програма РК повинна відображати: вид контролю, об'єм, періодичність, місце проведення (об'єкти контролю), апаратуру, перелік методик, що використовуються, контрольні та допустимі рівні контрольованих параметрів.

Об'єм та періодичність РК на підприємстві залежить від типу джерел, активності РР на робочому місці, стабільності радіаційної обстановки, частоти проведення ремонтно-профілактичних робіт технологічного устаткування та ін.

Інформація про радіаційну обстановку повинна включати відомості про рівні доз внутрішнього та зовнішнього опромінювання персоналу, потужність доз опромінення на робочих місцях, в суміжних приміщеннях та на території установи, вміст радіоактивних газів та аерозолів в повітрі виробничих приміщень, рівні забруднення радіонуклідами виробничих поверхонь, устаткування, шкіри та спецодягу працівників, кількість викидів радіоактивних речовин в навколишнє середовище.

За видами РК поділяється на **плановий, інспекційний, вибірковий та лабораторний.**

Плановий контроль проводиться згідно з розробленою програмою службою радіаційної безпеки підприємства.

Інспекційний контроль проводиться радіологічним підрозділом санепідстанції, або іншими контролюючими організаціями.

Вибірковий контроль здійснюється серед обмеженої частини населення, або персоналу, яка представляє частину генеральної сукупності, а також при бракуванні продуктів харчування для отримання вибірових даних щодо радіаційного забруднення.

Служби радіаційної безпеки та радіологічні підрозділи СЕС проводять **лабораторний контроль**, визначають питому активність об'єктів навколишнього середовища, продуктів харчування та води, а також вміст радіоактивних речовин в організмі персоналу та населення.

Засоби вимірювання для здійснення РК повинні мати допустиму похибку в енергетичних параметрах, що вимірюються, і щорічно проходити державну метрологічну перевірку.

В загальне поняття «радіаційний контроль» входить чотири види контролю при проведенні будь-яких радіаційно небезпечних робіт: дозиметричний, радіометричний, індивідуальний дозиметричний контроль і спектрометричні вимірювання.

Відповідно до цього і всю апаратуру радіаційного контролю за своїм призначенням поділяють на чотири основні групи.

1. дозиметричні прилади, призначені для вимірювання дози і потужності дози. До цієї групи відносяться також індикатори-сигналізатори для виявлення іонізуючих випромінювань і сигналізації про перевищення заданого порогу.

2. радіометричні прилади, за допомогою яких визначають радіоактивне забруднення робочих поверхонь, устаткування, транспортних засобів, одягу, шкірних покривів та ін., а також питому активність продуктів, сировини, води і інших об'єктів навколишнього середовища.

3. портативні дозиметри, призначені для визначення індивідуальної дози опромінювання за певний проміжок часу.

4. спектрометричні установки, які дозволяють за спектром радіонукліду, характерному для кожного ізотопу, визначити його питому активність. В даний час спектрометричні установки визначають як гамма- так і бета-випромінюючі радіонукліди.

Вимірювання рівня радіоактивності проводиться непрямым шляхом з використанням різних методів: іонізаційного, сцинтиляційного, хімічного, калориметричного, фотографічного та ін.

В основі роботи дозиметричних і радіометричних приладів використовуються наступні методи індикації:

- *іонізаційний*, заснований на здатності цих випромінювань іонізувати будь-яке середовище, через яке вони проходять. Проходячи через детектор іонізуюче випромінювання створює іонізаційний струм, за виміром якого і судять про інтенсивність радіоактивних випромінювань.

- *сцинтиляційний*, заснований на реєстрації спалахів світла, що виникають під впливом іонізуючих випромінювань. За допомогою фотоелектронного помножувача вони перетворюються в електричний струм, інтенсивність якого пропорційна рівням радіації;

- *люмінесцентний*, базується на ефектах радіофотолюмінесценції (РФД) і радіотермолюмінесценції (ТЛД), що виникають під впливом радіації. Інтенсивність цих ефектів пропорційна дозі випромінювання, що падає на люмінофор;

- *фотографічний* – один з перших методів реєстрації іонізуючих випромінювань, заснований на властивості іонізуючих випромінювань засвічувати чутливий шар фотоплівки. Ступінь почорніння плівки пропорційний інтенсивності впливу на плівку іонізуючого випромінювання;

- *хімічний* – заснований на вимірюванні виходу радіаційно-хімічних реакцій, що виникають під впливом іонізуючих випромінювань в рідких або твердих хімічних системах. Як правило під впливом випромінювання змінюється інтенсивність забарвлення або колір деяких хімічних речовин, що можна зафіксувати при значних рівнях радіації;

- *калориметричний* базується на вимірюванні кількості теплоти, що виділяється в детекторі при поглинанні енергії іонізуючих випромінювань;
- *біологічний* – заснований на здатності іонізуючого випромінювання впливати на біологічні об'єкти. Зокрема, величину дози опромінювання визначають за рівнем смертності тварин, випадінням волосся, ступенем лейкопенії та ін. Цей метод не точний і менш чутливий в порівнянні з фізичними методами.

В *розрахункових* методах дозу опромінювання визначають шляхом математичних розрахунків. Цей метод використовується при визначенні дози від радіонуклідів, що потрапили усередину організму.

Принципова схема будь-якого дозиметричного і радіометричного приладу однакова (рис. 1).

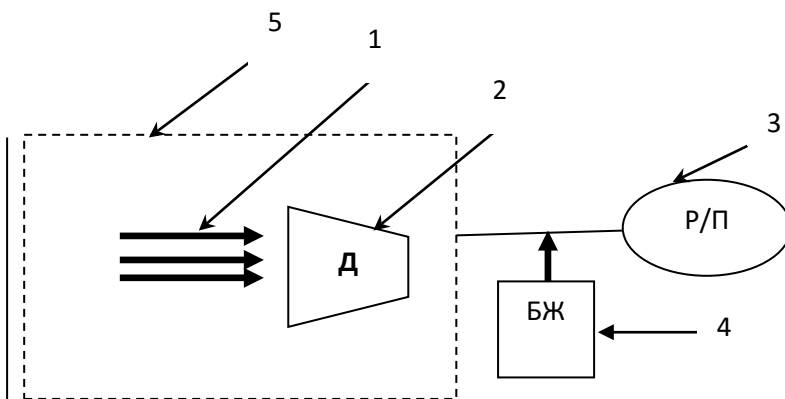


Рис. 1. Блок-схема дозиметричного або радіометричного приладу.

- (1 - іонізуюче випромінювання; 2 - детектор; 3 - реєструючий пристрій;
4 - блок живлення; 5 - свинцевий захист).

Схема включає три обов'язкові блоки: детекторний пристрій (лічильник), реєструючий прилад і блок живлення. Крім того в приладі може бути безліч додаткових допоміжних блоків, пристроїв, систем (підсилювачі, перетворювачі, стабілізатори та ін.).

Нижче наводяться характеристики найпоширеніших дозиметричних і радіометричних приладів.

Радіометр-дозиметр гамма-бета випромінювань РКС-01 «Стора-ТУ» – призначений для вимірювання потужності еквівалентної дози і еквівалентної дози

гамма- і рентгенівського випромінювань, а також поверхневої щільності потоку бета-часток. Діапазон вимірювання потужності дози – $0,1-999 \text{ мкЗв}\cdot\text{год}^{-1}$, еквівалентної дози $0,001-9999 \text{ мкЗв}\cdot\text{год}^{-1}$ з відносною похибкою вимірювань $\pm 15-20\%$, щільність потоку бета-часток – $5-100000 \text{ част}\cdot\text{хв}^{-1}\cdot\text{см}^{-2}$ з відносною похибкою $\pm 20\%$. Прилад має цифровий дисплей з підсвічуванням, звукову сигналізацію перевищення порогу вимірювання, автоматичне встановлення діапазонів вимірювання.

Радіометр-дозиметр гамма-бета випромінювань РКС 20-03 «Припять» призначений для оцінки гамма- фону і контролю радіаційної забрудненості поверхонь, а також питомої активності ^{137}Cs в харчових продуктах. Діапазон вимірювання потужності еквівалентної дози $0,1-199,9 \text{ мкЗв}\cdot\text{год}^{-1}$, потужності експозиційної дози $0,01-19,99 \text{ мР}\cdot\text{год}^{-1}$, щільність потоку бета-випромінювання $5-19990 \text{ част}\cdot\text{хв}^{-1}\cdot\text{см}^{-2}$, питомої (об'ємної) активності – $1 \times 10^{-7} - 2 \times 10^{-5} \text{ Кі}\cdot\text{кг}^{-1}$, відносна похибка вимірювань $\pm 25\%$.

Радіометр-дозиметр МКС-05 «Терра» призначений для вимірювання еквівалентної дози і потужності еквівалентної дози гамма- і рентгенівського випромінювань, а також поверхневої щільності потоку бета-часток.

Діапазон вимірювань еквівалентної дози – $0,001-9999 \text{ мкЗв}\cdot\text{год}^{-1}$, потужності еквівалентної дози – $0,1-9999 \text{ мкЗв}\cdot\text{год}^{-1}$, щільності потоку бета-часток – $10-100000 \text{ част}\cdot\text{хв}^{-1}\cdot\text{см}^{-2}$ при відносній похибці вимірювань $\pm 15-20\%$. Має цифровий дисплей з підсвічуванням, автоматичне встановлення діапазонів вимірювань, звукову сигналізацію встановлених порогів вимірювання.

Дозиметр-радіометр альфа-бета-гамма-випромінювання МКС-1117А – переносний високочутливий прилад з окремими блоками детектування. Призначений для вимірювання потужності еквівалентної, експозиційної і поглиненої в повітрі дози і щільності потоку альфа- і бета-випромінювання від забруднених поверхонь. Діапазон вимірювання: потужності експозиційної дози – $5-99990 \text{ мкР}\cdot\text{год}^{-1}$, потужності еквівалентної дози – $0,05-999,9 \text{ мкЗв}\cdot\text{год}^{-1}$, потужності поглиненої дози в повітрі – $0,05-999,9 \text{ мкЗв}\cdot\text{год}^{-1}$. Похибка вимірювань

– 15-20%. Має сигналізацію про перевищення граничних рівнів, комп'ютерний інтерфейс.

Індивідуальні термолюмінесцентні дозиметри ДТЛ-02, ДІ-ТЛ-Б на основі фтористого літію призначено для вимірювання індивідуальної еквівалентної дози гамма-випромінювання в діапазоні 20 мкЗв - 30 мЗв з енергією 0,015-3,0 МеВ.

Індивідуальні термолюмінесцентні дозиметри ДТГ-4, ТЛД-1011, ТЛД-500К та ін. призначені для вимірювання індивідуальної еквівалентної дози в діапазоні 20 мкЗв - 10 мЗв з похибкою вимірювань 15-30%.

Індивідуальний прямопоказуючий дозиметр гамма-випромінювань ИД-02(ДК-0,2) виконаний у вигляді олівця, призначено для вимірювання поглиненої дози за допомогою детектора у вигляді іонізаційної камери. Діапазон вимірювання – 20-200 мРад.

Індивідуальний дозиметр гамма-випромінювання ДКГ-05Д на основі кремнієвих напівпровідникових детекторів призначено для вимірювання еквівалентної дози в діапазоні 0,5 мкЗв - 15 Зв і потужності еквівалентної дози в діапазоні 1 мкЗв·год⁻¹ - 10 Зв·год⁻¹. Має звукову і світлову сигналізацію перевищення порогу дози і потужності дози.

Індивідуальний дозиметр ДКГ-РМ-1603, виконаний у вигляді наручного годинника, призначено для вимірювання еквівалентної дози в діапазоні 1,0 мкЗв - 100 мЗв і потужності дози гамма-випромінювання в діапазоні 1 мкЗв·год⁻¹- 5,0 Зв·год⁻¹. Має звукову сигналізацію перевищення порогу дози і потужності дози. В якості детектора використовується газорозрядний лічильник.

Спектрометр енергії гамма-випромінювання СЕГ-001 «АКП-С»-150 призначений для визначення якісного і кількісного складу гамма- випромінюючих радіонуклідів в об'єктах навколишнього середовища, сільськогосподарської продукції, продуктах харчування, будівельних матеріалах, радіоактивних відходах та ін. В комплект входить персональний ІВМ – комп'ютер з принтером і програмне забезпечення. Мінімальна активність, що вимірюється, для ¹³⁷Cs при експозиції 1 година складає 0,9 Бк·кг⁻¹ з похибкою 25%.

Спектрометр енергії бета-випромінювання СЕБ-01-150 призначений для вимірювання активності бета-випромінюючих радіонуклідів в об'єктах навколишнього середовища, продуктах харчування, воді та ін. В комплект входить персональний IBM – комп'ютер з принтером і програмне забезпечення. Діапазон вимірювання активності $0,1-10^5$ Бк. Мінімальна питома активність, що вимірюється, - $5-6$ Бк·кг⁻¹. Одночасно дозволяє виміряти концентрацію ⁹⁰Sr і ¹³⁷Cs без використання методів радіохімічної або фізичної концентрації.

Радіометр радону РРА-01М-03 призначений для експресного вимірювання об'ємної активності ²²²Rn в повітрі і воді. Діапазон вимірювань $20-20\ 000$ Бк·м⁻³ з похибкою 20-30%. Тривалість одного виміру - 20 хв.

Альфа-бета-радіометр УМФ-2000 призначений для вимірювання сумарної альфа і бета-активності харчових продуктів і води після радіохімічної підготовки. Діапазон активностей, що вимірюються, – $0,01-1000$ Бк.

ТЕМА: Методика контролю протирадіаційного захисту персоналу і радіаційної безпеки пацієнтів при застосуванні радіонуклідів та інших джерел іонізуючих випромінювань в лікувальних закладах, зокрема в рентгенологічному відділенні (кабінеті) стоматологічної поліклініки

НАВЧАЛЬНА МЕТА

Вміти організувати та забезпечити протирадіаційний захист персоналу і пацієнтів в рентгенологічних відділеннях стоматологічних закладів.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Іонізуючі випромінювання як виробнича шкідливість для персоналу лікувальних закладів.
2. Іонізуючі випромінювання як чинник ризику для пацієнтів лікувальних закладів при проведенні рентгенорадіологічних діагностичних та лікувальних процедур.
3. Структура радіологічного відділення лікарні. Особливості радіаційної небезпеки та протирадіаційного захисту в кожному структурному підрозділі (відкритих, закритих джерел, дистанційної терапії).
4. Характеристика радіаційної небезпеки в рентгенівському діагностичному кабінеті та умови, від яких вона залежить. Вимоги до планування рентгенкабінету.
5. Регламенти радіаційної безпеки і пільги для персоналу лікувальних закладів та пацієнтів (НРБУ-97, ОСПУ-01, інші законодавчі документи).
6. Шляхи зниження променевого навантаження персоналу та пацієнтів лікувальних закладів. Санітарно-технічне обладнання рентген- і радіологічних відділень.
7. Методи збору та знешкодження радіоактивних відходів при роботі з відкритими джерелами іонізуючої радіації.
8. Методи і засоби санітарного та радіаційного контролю при роботі з джерелами іонізуючої радіації в медичних закладах.

9. Якісні та кількісні характеристики радіонуклідів (види ядерних перетворень та види випромінювань, які їх супроводжують, період напіврозпаду, активність, γ -еквівалент, одиниці вимірювання).

ПЕРЕЛІК ПРАКТИЧНИХ УМІНЬ І НАВИЧОК

1. Оволодіти знаннями про біологічну дію та небезпеку для здоров'я людини іонізуючих факторів природного, техногенного походження та методи і засоби захисту від них на виробництві, у медицині, для населення в цілому.

2. Використовувати методи і засоби радіаційного контролю при роботі з джерелами іонізуючих випромінювань на виробництві та в медицині на підставі Норм радіаційної безпеки України (НРБ-97) та інших законодавчих документів.

3. Вміти організувати та забезпечити протирадіаційний захист персоналу і пацієнтів в рентгенологічних відділеннях стоматологічних закладів.

4. Проводити санітарне обстеження радіологічних і рентгенологічних відділень лікарняних закладів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гребняк М.П., Федорченко Р.А. Екологічні загрози здоров'ю населення в урбанізованих регіонах. / М.П. Гребняк, Р.А. Федорченко. Монографія. – Запоріжжя: видавництво ЗДМУ, 2018.- 168 с.

2. Костенецький М.І., Севальнев А.І., Куцак А.В. Радіоекологія середовища життєдіяльності населення Запорізької області. / М.І. Костенецький, А.І. Севальнев, А.В. Куцак - Монографія. – Запоріжжя: видавництво ЗДМУ, 2017.- 151 с.

3. Гребняк М.П., Щудро С.А. Медична екологія. / М.П. Гребняк – Дніпропетровськ.: ТОВ «Акцент ПП», 2016.-484 с.

4. Бардов В.Г., Федоренко В.І. Основи екології. / В.Г. Бардов – Вінниця: «Нова книга», 2013. -424 с.

5. Москаленко В.Ф., Гульчій О.П., Т.С. Грузева [та ін.]. Гігієна та екологія / В.Ф. Москаленко - Вінниця: «Нова книга», 2013. -560 с.

6. Лекція.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ДЖЕРЕЛ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В МЕДИЦИНІ

Одним з основних джерел штучного опромінення населення є медичне опромінення, яке створює більше 70% дози, що одержує населення від природних джерел.

Крім того, маючи найчисленнішу групу працівників, зайнятих у сфері дії іонізуючого випромінювання, цей вид професійної діяльності дає значний внесок в колективну дозу опромінення населення.

Основними видами використання джерел іонізуючого випромінювання в медицині є: рентген- і радіодіагностика, рентген- і радіотерапія, а також рентгенівські профілактичні дослідження.

За допомогою рентген- і радіодіагностики в даний час ставиться близько 80% діагнозів захворювань. В сучасній практиці використовуються нові високочутливі методи рентгенологічних досліджень - ангіографія, рентгенівська комп'ютерна томографія, позитронна емісійна томографія. За останні роки спостерігається зростання рентгенологічних досліджень. Так, у 1999 році в Україні кількість рентгенологічних досліджень складала 0,81 на одну людину, в 2000 році – 0,85, в 2001 році – 0,98. В Запорізькій області відповідно – 0,90, 0,96 і 1,13. Після 2001 року зберігається така ж тенденція.

Все це ставить перед лікарями-гігієністами задачу зниження доз опромінення як персоналу, так і пацієнтів, при використанні іонізуючого випромінювання в медицині.

Основними напрямками цієї роботи є:

- контроль дотримання санітарно-технічних вимог в рентгенівських і радіологічних відділеннях;
- контроль за дотриманням вимог радіаційної безпеки персоналом рентгенівських і радіологічних відділень;
- контроль за дотриманням вимог радіаційної безпеки пацієнтів при проведенні рентгенологічних і радіологічних досліджень.

Основними принципами, на яких базується захист персоналу при використанні джерел випромінювання в медицині є: скорочення часу роботи з джерелом, використання стаціонарних і індивідуальних засобів захисту, вибір оптимальних методик дослідження, які дозволяють при достатній якості діагностики знизити дозу опромінення персоналу.

Треба також враховувати, що при використанні рентгенівського випромінювання в приміщеннях є ряд шкідливих професійних чинників нерадіаційної природи: продукти іонізації повітря (озон і окисли азоту), свинцевий пил від просвинцованих засобів захисту, а у рентгенлаборантів – контакт з хімічними реактивами при обробці рентгенівської плівки.

Протирадіаційний захист пацієнтів заснований на наступних принципах:

- опромінення повинне бути обґрунтованим і призначене тільки лікарем для досягнення корисних діагностичних і терапевтичних ефектів, які неможливо отримати іншими методами діагностики і лікування (**принцип виправданості**);
- колективні дози, що одержує населення при проведенні рентгенологічних і радіологічних процедур, повинні бути настільки низькими, наскільки це розумно досягається з урахуванням економічних і соціальних чинників (**принцип оптимізації**);
- величина дози опромінення встановлюється тільки лікарем індивідуально для кожного пацієнта, виходячи з клінічних показань, при цьому повинна враховуватись необхідність запобігання виникнення детермінованих ефектів в здорових тканинах і в організмі в цілому (**принцип неперевищення**).

Ліміти доз опромінення пацієнтів не встановлюються, але рекомендуються граничні рівні річної дози опромінення для різних категорій пацієнтів (див. «Нормування радіаційної безпеки»).

Основні вимоги до санітарно-технічного стану рентгенкабінетів полягають в наступному.

В медичній практиці дозволяється використовувати рентгенівські апарати, що мають сертифікат відповідності, реєстраційне свідоцтво Мінохоронздоров'я

України і висновок санітарно-епідеміологічної експертизи, що надається органами Держсаннагляду України.

Забороняється розміщення рентгенкабінетів в житлових будинках і дитячих установах за винятком рентгенстоматологічних. Дозволяється функціонування рентгендіагностичних кабінетів в поліклініках, які вбудовані в житлові будинки, якщо суміжні по вертикалі і горизонталі приміщення не є житловими.

Кількість приміщень рентгенкабінетів, їх площа і оздоблення повинні відповідати чинним будівельним нормам і правилам.

В приміщеннях рентгенкабінету повинні забезпечуватися комфортні умови для персоналу і пацієнтів (освітленість, температура повітря, вологість).

Вентиляція повинна бути автономною. Кратність повітрообміну в годину повинна складати: витяжка - 4, приплив - 3. Приплив повинен здійснюватися у верхню зону приміщень, витяжка – з нижньої і верхньої зони у співвідношенні 2:3.

До початку роботи кабінету всі вимірювальні прилади рентгенівського апарату повинні бути повірені, а технічний стан апарату перевірений фахівцями спеціалізованої організації.

З метою запобігання попадання свинцю в організм персоналу засоби індивідуального захисту з просвинцованої гуми повинні бути запаковані в чохла з плівкових матеріалів або клейонки; під рукавички з просвинцованої гуми необхідно надягати тонкі бавовняні рукавички. Стаціонарні засоби захисту, вироблені із свинцю, повинні бути покриті масляною фарбою.

Забороняється приймання їжі, куріння і використання косметики в процедурній рентгенкабінету.

До початку експлуатації рентгенівський кабінет повинен бути прийнятий комісією в порядку, встановленому будівельними нормами і правилами. Після цього територіальне рентген-радіологічне відділення (РРВ) видає технічний паспорт на рентгенкабінет.

Підставою на початок експлуатації рентгенкабінету є санітарний паспорт, виданий територіальною санепідстанцією.

До експлуатації рентгенівського апарату допускаються особи, що не мають медичних протипоказань, у віці не молодше 18 років, що пройшли інструктаж і перевірку знань з правил безпеки при роботі з ДІВ.

Медичні рентгенологічні дослідження проводяться персоналом, що має документ про фахову підготовку. Обов'язковим є проходження курсів післядипломної освіти як для лікарів-рентгенологів, так і для рентгенлаборантів 1 раз на 5 років.

Лікар-рентгенолог має право використовувати в своїй роботі тільки ті методики променевої діагностики і профілактики, які затверджені Мінохоронздоров'я України.

Рентгенодіагностичні дослідження проводяться з обов'язковим використанням індивідуальних засобів захисту всіма особами, що беруть участь в проведенні досліджень.

Для захисту рук лікаря при пальпації під контролем екрану необхідно користуватися захисними рукавичками, а також скорочувати тривалість знаходження рук в прямому пучку опромінення.

При дослідженні дітей молодшого віку необхідно застосовувати спеціальні пристрої для підтримки їх за екраном, що виключають необхідність в допомозі персоналу.

Не дозволяється знаходження в процедурній сторонніх осіб, що не мають прямого відношення до рентгенодіагностичних досліджень.

Рентгенлаборант не має права обслуговувати два і більш працюючих рентгенівських апарата одночасно, навіть у разі розташування їх пультів управління в одній кімнаті.

Протирадіаційний захист пацієнтів повинен бути забезпечений при всіх видах медичного опромінювання.

Рентгенологічне дослідження пацієнту може призначати лікуючий лікар за обґрунтованими клінічними показаннями. Лікар-рентгенолог, а також лікуючий лікар, повинні знати очікувані рівні доз опромінення пацієнтів, можливі реакції організму і ризик віддалених наслідків.

На вимогу пацієнта йому повинна бути надана повна інформація про очікувану або отриману ним дозу опромінення і можливі наслідки.

Пацієнт має право відмовитися від рентгенологічного дослідження, за винятком профілактичних досліджень, що проводяться в цілях виявлення захворювань, небезпечних в епідеміологічному відношенні.

Рентгенодіагностичні дослідження за юридичними показниками можуть проводитися тільки за наявності письмової згоди особи, що обстежується, а в примусовому порядку – тільки за рішенням слідчих або судових органів.

Не дозволяється необґрунтоване направлення на РДД, а також необґрунтоване повторне проведення дослідження.

При проведенні інструментальних методів діагностики необхідно віддавати перевагу альтернативним (нерадіаційним) методам дослідження (УЗД, ендоскопія, та ін.).

Відповідальним за проведення РДД є лікар-рентгенолог, який приймає остаточне рішення про доцільність, об'єм і вид дослідження. При цьому необхідно вибирати найбільш безпечний метод РДД.

Ризик відмови від РДД повинен явно перевищувати ризик від опромінення.

Не дозволяється проведення профілактичних рентгенологічних досліджень органів грудної порожнини дітям до 15 років. Заборонено проведення профілактичних досліджень методом рентгеноскопії.

Вагітним жінкам РДД проводяться тільки за клінічними показниками, по можливості, в другій половині вагітності, за винятком випадків надання медичної допомоги за життєвими показаннями.

Проведення РДД в амбулаторно-поліклінічних умовах не повинне дублюватися в умовах стаціонару. Повторні дослідження повинні проводитися тільки для уточнення тактики лікування або появи нового захворювання.

При направленні хворого на консультацію або до іншої лікувальної установи, результати РДД (знімки, опис знімків) повинні передаватися разом з індивідуальною карткою хворого.

При необґрунтованих направленнях на РДД лікар-рентгенолог повинен відмовитися від проведення РДД, проінформувавши про це лікуючого лікаря, і зафіксувати відмову в історії хвороби (амбулаторній карті).

При всіх рентгенологічних дослідженнях обов'язково проводиться захист області тазу і щитовидної залози пацієнтів, а у дітей раннього віку – захист всього тіла за межами досліджуваної області.

З метою зниження колективних доз опромінювання населення і зменшення ризику виникнення віддалених радіаційних наслідків визначені категорії пацієнтів, для кожної з яких рекомендовані граничні рівні опромінювання (див. розділ «Нормування радіаційної безпеки»).

Перевищення дози опромінення при профілактичному обстеженні ($1 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$) дозволяється тільки в умовах несприятливої епідеміологічної обстановки і лише за узгодженням з органами держсаннагляду.

Лікар-рентгенолог зобов'язаний вести облік індивідуальних дозових навантажень пацієнта в журналі обліку РДД, а також в листі обліку дозових навантажень, який вклеюється в амбулаторну медичну карту пацієнта або історію розвитку дитини. Наприкінці кожного року розраховується сумарна доза опромінювання, отримана пацієнтом за рік.

За запитом органів держсанепідслужби адміністрація лікувальної установи зобов'язана надавати відомості про дози опромінювання пацієнтів і персоналу.

Відповідно до наказу МЗУ № 295 від 18.07.01 «Про створення системи контролю і обліку індивідуальних доз опромінення населення при рентгенорадіологічних процедурах» в лікувально-профілактичних установах створюються підрозділи, на які покладено здійснення обліку і аналіз доз опромінювання пацієнтів і персоналу рентгенівських і радіологічних відділень лікарень.

Система контролю доз передбачає розрахунок і облік дози кожного пацієнта і індивідуальну дозиметрію персоналу.

Узагальнена інформація про променеві навантаження персоналу направляється в Харківський НДІ медичної радіології, а пацієнтів – в Український науковий центр радіаційної медицини (м. Київ).

Аналіз доз опромінення пацієнтів за рахунок рентгенологічних досліджень можна проводити використовуючи усереднені величини ефективних доз, розраховані фахівцями Запорізької обласної санепідстанції (табл. 1).

Таблиця 1

**Середні ефективні дози опромінювання пацієнтів
при рентгенівських процедурах**

| Найменування процедури | Доза (мЗв) |
|----------------------------|------------|
| Рентгеноскопія: | |
| Органи грудної порожнини | 0,9 |
| Шлунково-кишковий тракт | 1,65 |
| Інші | 0,8 |
| Рентгенографія: | |
| Органи грудної порожнини | 0,25 |
| Шлунково-кишковий тракт | 1,2 |
| Кістково-суглобова система | 1,0 |
| Інші | 0,5 |
| Флюорографія | 0,5 |

Примітка: спеціальні методи дослідження включаються в число рентгенографічних і рентгеноскопичних процедур за приналежністю.

Розрахунки проводяться за формулою:

$$E = \sum E_i \times p_i, \text{ де}$$

E – середня ефективна доза опромінювання населення регіону;

E_i – ефективна доза, отримана за рахунок i -процедури;

p_i – частота i -процедури.

Частота рентгенологічних процедур розраховується на основі даних річних звітів лікувально-профілактичних установ.

Адміністрація лікувальної установи несе відповідальність за перевищення регламентованих дозових навантажень відповідно до чинного законодавства.

В кожному рентгенкабінеті повинна бути наступна документація, яка характеризує санітарно-технічний і радіаційний стан кабінету:

- санітарний паспорт, виданий органами СЕС;
- технічний паспорт, виданий РРВ;
- наказ про призначення особи, відповідальну за РБ, за радіаційний контроль, та її посадові обов'язки;
- наказ про віднесення осіб, які працюють, до персоналу категорії А;
- наказ про допуск персоналу, віднесеного до категорії А, до роботи з джерелами іонізуючого випромінювання;
- наказ про призначення особи, відповідальну за підготовку і реалізацію програми навчання;
- висновки медичної комісії про проходження персоналом А попереднього (періодичних) медоглядів;
- прибутково-видатковий журнал обліку джерел іонізуючого випромінювання (ДІВ);
- акт інвентаризації джерел іонізуючих випромінювань;
- документи з проходження навчання з питань радіаційної безпеки та перевірки знань у категорії А;
- журнали реєстрації інструктажу з радіаційної безпеки персоналу категорії А;
- положення про відповідальну особу за радіаційну безпеку в ЛПЗ;
- інструкція з радіаційної безпеки;
- інструкція з запобігання і ліквідації радіаційної аварії;
- контрольні рівні РБ;
- карти обліку індивідуальної дози опромінення персоналу категорії А;
- протокол дозиметричного контролю засобів захисту в рентгенівському кабінеті;
- договір на технічне обслуговування рентгенапаратів;
- контрольно-технічний журнал на рентгенапарат;

- акт перевірки ефективності вентиляції;
- акти випробувань пристрою захисного заземлення;
- протокол перевірки трансформаторної олії на діелектричну міцність;
- протокол випробувань засобів індивідуального захисту та захисних пристроїв на відповідність свинцевому еквіваленту.

МЕДИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ЗА СТАНОМ ЗДОРОВ'Я ОСІБ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ В СФЕРІ ДІЇ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Іонізуюче випромінювання належить до числа несприятливих виробничих чинників і за певних умов може викликати зміни в стані здоров'я, а іноді і різноманітні захворювання.

У зв'язку з цим всі особи, що працюють з ДІВ (категорія А) незалежно від отриманих доз повинні проходити динамічне медичне спостереження.

Порядок медичного спостереження за особами, що працюють з несприятливими виробничими чинниками, в Україні регламентується наказом МОЗ України від 21.05.2007 № 246 «Про затвердження порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій».

У зв'язку з низькою вірогідністю променевого ушкодження, в даний час задачі контролю за станом здоров'я осіб, професійно пов'язаних з іонізуючим випромінюванням, значно змінилися.

На сучасному етапі, коли дози опромінення професіоналів достатньо низькі основними з них є:

- загальна ретельна диспансеризація всіх осіб, що працюють з випромінюванням у відповідності з загально медичними принципами. Подібні спостереження дозволяють вивчити вплив низьких рівнів опромінення на загальну захворюваність, смертність і перебіг загально патологічних і фізіологічних процесів (запальні процеси, пухлини, вагітність, старіння і т.п.) і визначити можливість продовження контакту обстежених з джерелами випромінювання;

- об'єктивна діагностика субклінічних форм реакції організму на відносно невеликі дози опромінення;

- прогнозування і профілактика віддалених несприятливих наслідків опромінення, низькі рівні якого не створюють виразних безпосередніх ефектів;
- ретельний контроль за величиною внеску професійного опромінення в дозу опромінення популяції і визначення його можливого впливу на збільшення онкологічного і генетичного навантаження населення.

До основних категорій працівників, які проходять медичні огляди, належать медичні рентгенологи і радіологи, особи, що працюють на АЕС, рентген- і гамма-дефектографісти, дозиметристи, працівники радонових лабораторій та ін.

Медичне спостереження за персоналом включає **попередні**, під час влаштування на роботу, і **періодичні** щорічні медичні огляди.

Основними задачами попереднього медичного огляду є:

- недопущення до роботи осіб, контакт яких з ДІВ може викликати у них розлад здоров'я або загострити і погіршити перебіг існуючого захворювання;
- отримання первинних даних про стан здоров'я працюючих, необхідних для вирішення питань про характер і причину можливих подальших відхилень від норми.

На попередній медичний огляд осіб, що поступають на роботу, направляють відділи кадрів підприємств і установ.

Задачами періодичних медичних оглядів є:

- раннє розпізнавання і профілактика різних соматичних захворювань, у тому числі тих, що перешкоджають роботі з джерелами іонізуючих випромінювань;
- клінічна оцінка загального стану працюючих з джерелами іонізуючих випромінювань, обґрунтування системи лікувально-профілактичних заходів;
- організація диспансерного спостереження за виявленими хворими і раціональне працевлаштування;
- своєчасне виявлення відхилень в стані здоров'я професійного характеру і надання необхідної допомоги.

З метою визначення контингентів осіб, які підлягають періодичному медичному огляду, представник СЕС спільно з представником адміністрації і профкому підприємства щорічно складає акт визначення контингенту осіб, що підлягають періодичним медичним оглядам. На підставі акту адміністрацією підприємства видається наказ про визначення осіб категорії А, а потім складається список працюючих з джерелами іонізуючих випромінювань, який підлягає узгодженню з органами держсаннагляду.

Попередні і періодичні медогляди осіб, що працюють з джерелами іонізуючих випромінювань, проводяться в обласних, міських та районних лікарнях затверджених наказом управліннями охорони здоров'я .

За наявності в області великої кількості підприємств з невеликою кількістю осіб, що працюють з джерелами іонізуючих випромінювань, доцільно проводити медичні огляди на базі однієї з крупних лікарень (обласної, міської), де є висококваліфіковані фахівці різного профілю, у тому числі з променевої патології.

При проведенні періодичного огляду заповнюється карта працівника, який підлягає медичному огляду, куди вносяться результати лабораторних і інструментальних методів дослідження і висновки фахівців. Там же позначається професійний маршрут і реєструються дози опромінення осіб, які обстежуються.

Після закінчення огляду на кожного працівника видається медична довідка для підприємства і заповнюється заключний акт за результатами періодичного медичного огляду працівника. В акт вносяться дані про кількість працівників, що пройшли огляд, виявлені соматичні захворювання, даються рекомендації щодо додаткового обстеження, лікування і проведення оздоровчих заходів.

Комісія щокварталу робить звіт перед органами держсаннагляду про результати огляду осіб, що працюють з джерелами іонізуючих випромінювань.

У разі виявлення патології, яка може бути пов'язана з опроміненням, пацієнтів направляють в клініку Харківського НДІ медичної радіології або в Український спеціалізований диспансер радіаційного захисту населення (м. Київ), де проводиться поглиблене обстеження, а при необхідності і лікування, встановлюється зв'язок виявленої патології з професійним опроміненням.

Відповідальність за своєчасне проходження періодичних медичних оглядів несе керівник підприємства, а за організацію і якість – керівник лікувально-профілактичної установи. Контроль повноти і своєчасності огляду здійснюють органи державного санітарного нагляду.

ЗАЛІКОВЕ ЗАНЯТТЯ (2 ГОДИНИ)

Заліковий контроль засвоєння модуля

До залікового заняття допускаються студенти, які виконали роботи, передбачені навчальною програмою.

Студентові потрібно знати матеріал та проблему, до якої відноситься тема, вміти переконливо доповідати виконану роботу, користуватися самостійно підготовленим матеріалом, дотримуватися регламенту; чітко і обґрунтовано відповідати на запитання, своєчасно виконати самостійну роботу*.

Форма проведення залікового заняття стандартизована. Контроль практичної підготовки (45 хв.) передбачає оцінювання практичних навичок за методиками досліджування факторів навколишнього середовища, їх впливу на організм людини і здоров'я населення, гігієнічної оцінки результатів досліджень, оформлення профілактичних рекомендацій, вирішення ситуаційних задач.

Контроль теоретичної підготовки (45 хв.) передбачає оцінювання знань студента з питань теорії, в тому числі з тематики лекцій і самостійної позааудиторної роботи студентів.

НАВЧАЛЬНА МЕТА

1. Оцінити засвоєння студентами теоретичні знання, практичні уміння та навички за розділами «Загальні питання гігієни», «Комунальна гігієна».
2. Перевірити і оцінити засвоєння студентами знань та умінь з розділу «Гігієна харчування».
4. Закріпити, доповнити та систематизувати знання, практичні уміння та навички за розділами «Гігієна праці», «Гігієна дітей і підлітків», «Гігієна лікувально-профілактичних закладів», «Особиста гігієна», «Радіаційна гігієна».
5. Закріпити знання студентів про гігієнічні вимоги до розташування та планування лікувально-профілактичних закладів на підставі вивчення і аналізу навчальних проектних матеріалів та нормативних документів, навчити складати гігієнічні висновки, обгрунтовані рішення і рекомендації.

ВИХІДНІ ЗНАННЯ ТА ВМІННЯ

Теоретичні знання

1. Теоретичні основи гігієни як галузі медичної науки та практичної діяльності лікаря в об'ємі відповідних розділів рекомендованої літератури, матеріалів лекцій і практичних занять та переліку питань на самопідготовку.
2. Гігієнічне (фізіологічне, побутове, ендемічне, епідеміологічне, токсикологічне, господарське, бальнеологічне) значення води.
3. Гігієнічну характеристику різних джерел водопостачання.
4. Характеристику централізованої та децентралізованої систем водопостачання.
5. Види, методи і засоби водопостачання та водопідготовки.
6. Методи та засоби медичного контролю за водопостачанням населених місць. держстандарти та гігієнічні регламенти на воду.
7. Гігієнічне, санітарне і епідеміологічне значення ґрунту. Характеристику показників санітарного стану ґрунту.
8. Методи і засоби санітарної очистки населених місць від рідких та твердих побутових відходів при сплавній (каналізація) та вивізній системах.

9. Методи і засоби санітарного нагляду за об'єктами санітарної очистки населених місць.

10. Фізіолого-гігієнічні основи раціонального харчування та методи і засоби медичного контролю за його забезпеченням

11. Етіологію та профілактику аліментарно-обумовлених захворювань.

12. Умови, принципи раціонального харчування.

13. Основні положення, законодавчі документи з охорони праці.

14. Організаційні форми, методи і засоби забезпечення сприятливих умов праці на промислових, будівельних, транспортних підприємствах.

15. Структура, форми і методи роботи медичних підрозділів виробничих підприємств – медико-санітарних частин (МСЧ), медичних пунктів, цехових терапевтів.

16. Основні санітарно-гігієнічні вимоги до планування та режиму експлуатації лікувально-профілактичних закладів і відділень терапевтичного, хірургічного, інфекційного профілю та спеціалізованих відділень.

Уміння і практичні навички:

1. Визначати і оцінювати:

- інтенсивність, профілактичну дозу, бактерицидну ефективність УФ радіації, показники мікроклімату, клімату і погоди, їх вплив на організм та здоров'я населення;

- показники природного та штучного освітлення і його вплив на функції зорового аналізатора;

- визначити концентрації CO₂ в повітрі приміщення і розраховувати необхідні та фактичні об'єм і кратність вентиляції.

2. Відбирати проби повітря для дослідження його запиленості, хімічних, бактеріологічних забруднень, оцінювати результати цих досліджень.

3. Визначити розрахунковим методом за фізико-хімічними властивостями відносно безперечні рівні впливу (ВБРВ) хімічних забруднювачів повітря.

4. Володіти основами запобіжного та поточного санітарного нагляду;

- читати та оцінювати архітектурно-будівельні креслення;
- користуватися законодавчими, нормативними документами санітарного, санітарно-правового законодавства.

5. Проводити санітарне обстеження комунальних об'єктів санітарного нагляду та їх описання, відбирати проби на аналіз.

6. Складати санітарні висновки і профілактичні рекомендації про стан комунальних об'єктів на підставі оцінки результатів санітарного обстеження та лабораторного аналізу проб.

7. Визначати адекватність і повноцінність харчування окремих осіб та організованих колективів шляхом вивчення енерговитрат, харчового статусу організму, енергетичної цінності та нутрієнтного складу фактичного харчового раціону.

8. Виявляти аліментарно-обумовлені захворювання і харчові отруєння, проводити медичні заходи їх профілактики та оцінку ефективності.

9. Визначати шкідливі та небезпечні фактори виробничого середовища, оцінювати їх вплив на організм і здоров'я працюючих.

10. Розслідувати випадки професійних захворювань і отруєнь, оформляти необхідні супутні документи.

11. Організовувати профілактичні заходи на виробництві, вести облікову та звітну документацію.

12. Проводити попередні та періодичні медичні огляди робітників з метою професійного відбору та своєчасного виявлення порушень здоров'я працюючих.

13. Визначати і оцінювати за будівельними кресленнями ситуаційного та генерального планів розміщення та зонування території проєктованих лікувально-профілактичних закладів з урахуванням оточуючих земельну ділянку об'єктів та «рози вітрів» відповідність нормативам відсотку забудови, озеленення, орієнтацію будівель.

14. Визначати і оцінювати за планами та розрізами будівель відповідність гігієнічним нормативам площі, кубатури, санітарного благоустрою лікарняних приміщень, їх відповідності функціональному призначенню.

15. Розглядати проектні матеріали (ситуаційний план, генеральний план, плани і розрізи приміщень тощо), складати по цих матеріалах експертні висновки.

16. Виконувати санітарне обстеження території розміщення, приміщень та служб різного призначення, вимірювати параметри мікроклімату, хімічних забруднень повітря у таких приміщеннях.

17. Формулювати висновки та пропозиції за результатами експертизи проектних матеріалів чи обстеження об'єктів поселення.

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДО ПІДСУМКОВОГО МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ

1. Гігієна як наука, її мета, зміст, задачі, методи дослідження, зв'язок з іншими науками.

2. Профілактика та її різновиди. Профілактичні пріоритети в медицині. Значення знань гігієни для лікаря, зокрема лікаря-стоматолога. Взаємозв'язок лікувального і профілактичного напрямку в медицині.

3. Санітарія, санітарно-епідеміологічна служба в Україні, її структура та функції.

4. Єдність дій санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних закладів у справі попередження захворювань та зміцнення здоров'я населення.

5. Вплив природних факторів і соціальних умов на організм людини та здоров'я населення. Здоров'я населення як соціально-гігієнічна проблема.

6. Методи гігієнічних досліджень навколишнього середовища та його впливу на організм людини і здоров'я населення. Специфічні методи гігієни.

7. Сонячна радіація, її гігієнічне значення.

9. Основні види біологічної дії різних складових сонячного спектру, сонячне «голодування» та його профілактика. Гіперінсоляція та її профілактика.

10. Біологічна дія інфрачервоного і видимого випромінювання Сонця. Методи та одиниці вимірювання.

11. Гігієнічна характеристика ультрафіолетової частини сонячного спектру. Методи та одиниці вимірювання ультрафіолетової радіації.

12. Характеристика основних штучних джерел ультрафіолетової радіації. Застосування їх для профілактики «світлового голодування» і захворювань.
13. Гігієнічне значення природного освітлення. Вплив освітлення на функції зору, стану Ц.Н.С., працездатність.
14. Методи гігієнічної оцінки природного освітлення, показники, оцінка результатів.
15. Гігієнічні вимоги до штучного освітлення приміщень. Методика гігієнічної оцінки штучного освітлення приміщень різного призначення, показники його, оцінка результатів.
16. Гігієнічна характеристика джерел штучного освітлення. Види та системи штучного освітлення. Освітлювана арматура та її гігієнічна оцінка.
17. Гігієнічне значення температури повітря і радіаційної температури.
18. Гігієнічне значення вологості повітря. Методика вимірювання абсолютної та відносної вологості закритих приміщень. Поняття про фізіологічний дефіцит вологості.
19. Гігієнічне значення руху повітря в приміщенні та населеному пункті. «Роза вітрів», її використання з гігієнічною метою.
20. Мікроклімат, його параметри та різновиди. Методика визначення мікроклімату закритих приміщень.
21. Гігієнічні вимоги до мікроклімату житлових і громадських приміщень, вплив на організм і методи оцінки.
22. Теплообмін організму з навколишнім середовищем. Шляхи віддачі тепла організмом при різних температурних умовах, вологості та швидкості руху повітря.
23. Фізіологічні зрушення в організмі та захворювання, пов'язані з дією переохолоджуючого мікроклімату, їх профілактика.
24. Фізіологічні зрушення в організмі та захворювання, що спричинені дією перегріваючого мікроклімату ца організм, заходи їх профілактики.
25. Атмосферний тиск, його зміни та їх вплив на організм людини. Профілактика гірської та висотної хвороби.

26. Погода. Погодоформуючі та погодохарактеризуючі фактори. Медичні класифікації погоди. Санітарна охорона та біобезпека атмосферного повітря.

27. Клімат і фактори, що його формують та характеризують. Характеристика і класифікація клімату з гігієнічних позицій.

28. Акліматизація, фази акліматизації. Особливості акліматизації в північних та південних регіонах.

29. Хімічний склад атмосферного повітря, гігієнічне значення окремих його складових.

30. Джерела забруднення атмосферного повітря. Вплив забрудненого повітря на здоров'я населення та санітарні умови життя. Санітарна охорона та біобезпека атмосферного повітря.

31. Вентиляція приміщень та її гігієнічне значення. Природна та штучна вентиляція.

32. Гігієнічне значення води, вплив якості води та умов водопостачання на здоров'я населення, санітарні умови життя.

33. Джерела забруднення води водойм і процеси самоочищення води в них. Показники забруднення та самоочищення води водойм.

34. Інфекційні захворювання, що передаються водою, їх класифікація ВООЗ. Особливості водних епідемій і спалахів, їх профілактика.

35. Гігієнічне значення фтору питної води. Карієс, ендемічний флюороз умови їх виникнення та заходи профілактики.

36. Захворювання, спричинені особливостями макро- та мікроелементного складу води

37. Показники органолептичних властивостей води, їх гігієнічне значення і використання при санітарному обстеженні джерел водопостачання.

38. Бактеріологічні та хімічні показники забруднення питної води.

39. Методи кондиціонування якості води. Коагуляція, відстоювання, фільтрація, знезараження води.

40. Фторування води як гігієнічна проблема. Взаємодія стоматологічної та санітарно-гігієнічної служби в питаннях, пов'язаних з впровадженням та реалізацією фторування води та вивченням його протикарієсної ефективності.

41. Нормування якісного складу води як один із шляхів попередження захворювань населення, пов'язаних з водним фактором.

42. Науково-технічний прогрес і забруднення води водою хімічними речовинами. Санітарна охорона водоймищ.

43. Зони санітарної охорони джерел водопостачання, їх значення в поліпшенні якості води.

44. Гігієнічне значення ґрунту. Джерела забруднення ґрунту та його самоочищення. Забруднення ґрунту агрохімікатами, заходи його попередження.

45. Рідкі та тверді відходи населених міст, їх санітарне і епідеміологічне значення. Сучасні проблеми очистки населених місць.

46. Харчування як соціально-гігієнічна проблема. Основні функції харчування. Біоетичні аспекти харчування здорової людини.

47. Поняття про харчування. Закони раціонального харчування..

48. «Норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії».

49. Фізіолого-гігієнічне значення білків у харчуванні, потреби організму в них, основні їх джерела.

50. Класифікація білкової недостатності. Клінічні ознаки надлишку та нестачі білку в харчовому раціоні.

51. Фізіолого-гігієнічне значення жирів у харчуванні, потреби в них. Харчові жири тваринного і рослинного походження, їх харчова та біологічна цінність.

52. Класифікація жирних кислот. Функції ПНЖК. Джерела надходження. Роль ПНЖК омега-3.

53. Фізіолого-гігієнічне значення вуглеводів у харчуванні, потреби в них, основні їх джерела.

54. Класифікація вуглеводів. Поняття про глікемічний індекс.

55. Функції клітковини, добова потреба.
56. Фізіолого-гігієнічне значення вітамінів у харчуванні, потреби в них, основні джерела надходження.
57. Причини розвитку вітамінної недостатності.
58. Мінеральні солі (кальцій, залізо, фосфор та інші), їх фізіолого-гігієнічне значення, потреби в них. Основні джерела макро-та мікроелементів.
59. Причини недостатності мінеральних речовин в організмі. Демінералізуючі чинники.
60. Класифікація аліментарних захворювань.
61. Карієсогенні чинники.
62. Режим харчування, його складові, наукове обґрунтування для різних груп населення та при різних умовах праці.
63. Поняття про харчовий статус. Методи гігієнічної оцінки адекватності харчування, різновиди.
64. Методи вивчення енерговитрат людини, одиниці енерговитрат та закритих колективів.
65. Методи гігієнічної оцінки адекватності харчування.
66. Методика медико-гігієнічного вивчення харчування окремої людини та колективів.
67. Кількісна та якісна повноцінність харчування. Поняття про збалансованість раціону. Методика оцінки харчового раціону за меню-розкладкою.
68. Харчова та біологічна цінність харчових продуктів рослинного походження: злаки, бобові, овочі, фрукти, ягоди, використання в раціональному харчуванні.
69. Харчова та біологічна цінність продуктів тваринного походження (молока та молочних продуктів, м'яса та м'ясних продуктів, риби та рибних продуктів), їх гігієнічна оцінка.
70. Харчові отруєння, класифікація, заходи їх профілактики. Поняття про біобезпечне харчування.

71. Харчові токсикоінфекції, етіологія, патогенез, умови виникнення, заходи профілактики.

72. Харчові токсикоінфекції, етіологія, патогенез, умови виникнення, заходи профілактики.

73. Харчові отруєння продуктами, отруйними за своєю природою і продуктами, які набули отруйних властивостей при певних умовах, заходи профілактики.

74. Харчові отруєння домішками хімічних речовин до продуктів харчування, заходи профілактики.

75. Харчові мікотоксикози, заходи профілактики.

76. Методика розслідування харчових отруень.

77. Гігієнічні основи організації харчування хворих у лікарнях, зокрема при пошкодженні зубо-щелепного апарату.

78. Аліментарна профілактика основних стоматологічних захворювань.

79. Медико-гігієнічне обслуговування дітей та підлітків. Акселерація в сучасних умовах, гігієнічні проблеми, пов'язані з нею.

80. Методи дослідження і оцінка здоров'я дітей та підлітків під впливом факторів навколишнього середовища. Критерії комплексної оцінки стану здоров'я дітей та підлітків.

90. Групи здоров'я дітей, їх характеристика.

91. Чинники, що формують здоров'я дітей та підлітків, їх характеристика.

92. Методика гігієнічної оцінки фізичного розвитку дітей та підлітків, методи їх оцінки. Групи фізичного виховання.

93. Гігієнічні основи організації режиму дня дітей різних вікових груп.

94. Гігієнічні вимоги до планування, обладнання та утримання сучасних навчально-виховних та оздоровчих установ для дітей та підлітків.

95. Гігієнічні вимоги до навчально-виховного процесу в сучасних установах для дітей та підлітків. Профілактика захворювань, пов'язаних з умовами перебування дітей та підлітків в навчально-виховних установах.

96. Гігієнічний контроль за організацією фізичного виховання і трудового навчання дітей та підлітків.

97. Гігієнічні вимоги до розміщення лікарні в населеному пункті. Вимоги до земельної ділянки та її планування. Зонування лікарняної ділянки.

98. Порівняльна характеристика сучасних систем забудови лікарень.

99. Внутрішньолікарняні інфекції, умови що призводять до їх виникнення та їх негативні наслідки. Методи і засоби профілактики.

100. Значення внутрішньогопланування лікарняних закладів і відділень для забезпечення гігієнічних умов перебування хворих і праці персоналу.

101. Стоматологічна поліклініка. Гігієнічні вимоги до облаштування і експлуатації відділень терапевтичної, хірургічної і ортопедичної стоматології та зуботехнічної лабораторії.

102. Гігієнічні основи організації санітарно-протиепідемічного режиму в стоматологічних лікувально-профілактичних закладах. Профілактика внутрішньолікарняних інфекцій.

103. Гігієнічні вимоги до стоматологічного устаткування, інструментарію, правила його утримання та знезараження.

104. Методи об'єктивного контролю за дотриманням гігієнічних умов в стоматологічних закладах.

105. Гігієнічна характеристика палатної секції, вимоги до набору приміщень, призначення кожного з них.

106. Гігієнічні вимоги до планування приймальних відділень лікарень. Особливості прийому інфекційних хворих, дітей, породіль. Значення планування і режиму експлуатації приймальних відділень лікарень.

107. Гігієнічні вимоги до планування, облаштування і утримання операційних блоків.

108. Праця як соціально-гігієнічна проблема. Поняття про роботу і працю. Фізична і розумова праця.

109. Виробничі шкідливості і професійні захворювання. Класифікація виробничих шкідливостей.

110. Фізіологічні зрушення при фізичній і розумовій праці. Втома і перевтома. Основи профілактики перевтоми.

111. Важкість та перенапруженість праці, критерії, що їх характеризують, використання для регламентації умов праці.

112. Гігієнічна характеристика праці та професійної діяльності лікарів-стоматологів різного профілю та зубних техніків. Біобезпека та біоетика праці лікарів-стоматологів різного профілю.

113. Вимушене положення тіла і перенапруження окремих груп м'язів як професійна шкідливість. Профілактика захворювань, що спричиняються вимушеним положенням тіла у роботі лікаря-стоматолога та зубного техника

114. Пил як виробнича шкідливість, джерела його утворення, дія пилу на організм в залежності від складу, концентрації, дисперсності, форми пилових частинок. Профілактика шкідливої дії пилу на організм в умовах зубо-технічних лабораторій стоматологічних поліклінік.

115. Хімічні фактори виробничого середовища в роботі стоматолога та зубного техника (ртуть, свинець, полімерні матеріали та інше). Захворювання, що ними викликаються, заходи профілактики.

116. Біологічні фактори, бактеріальне забруднення повітря і інструментарію в стоматологічному стаціонарі, профілактика їх шкідливої дії.

117. Шум як виробнича шкідливість, його фізична характеристика, вплив на організм людини. Загальні принципи нормування шуму на виробництві, зокрема на робочому місці стоматолога в умовах стоматологічної поліклініки (кабінету).

118. Профілактика «шумової» хвороби та інших захворювань, що викликаються дією чинників хвильової природи на організм в умовах лікувально-профілактичних закладів, зокрема стоматологічного профілю.

119. Вібрація як виробнича шкідливість, вплив на організм, заходи профілактики, зокрема на робочому місці лікаря-стоматолога.

120. Виробничі отрути, шляхи надходження їх в організм. Патологія, що спричиняється їх дією. Методика розслідування професійних отруєнь, заходи їх профілактики.

121. Гострі і хронічні професійні отруєння. Виробничі отрути в роботі лікаря-стоматолога та зубного техніка.

122. Мікроклімат на виробництві. Захворювання, що спричиняються дією несприятливих мікрокліматичних умов на організм. Загальні принципи нормування мікроклімату в виробничих приміщеннях.

123. Основні принципи профілактики професійних захворювань. Шкідливі фактори в роботі лікаря стоматолога та зубного техніка.

124. Гігієнічні засади здорового способу життя. Особиста гігієна в сучасних умовах.

125. Гігієна тіла та порожнини рота. Засоби гігієни порожнини рота та їх гігієнічна оцінка.

126. Значення і шляхи профілактики гіпокінезії в сучасних умовах. Гігієнічні вимоги до місць занять фізичною культурою.

127. Загартування як елемент особистої гігієни. Принципи загартування.

128. Гігієнічне значення режиму дня. Гігієна відпочинку і сну.

129. Медико-соціальне значення шкідливих звичок, попередження їх виникнення.

130. Гігієна розумової праці.

131. Гігієнічні вимоги до тканин, одягу та взуття. Порівняльна гігієнічна характеристика натуральних і синтетичних тканин.

132. Поняття про іонізуюче випромінювання, дози і одиниці їх вимірювання. Якісна та кількісна характеристика іонізуючих випромінювань та їх джерел.

133. Умови, що визначають радіаційну небезпеку при роботі з радіонуклідами та іншими джерелами іонізуючих випромінювань.

134. Особливості радіаційної небезпеки і захисту персоналу при роботі з відкритими джерелами іонізуючих випромінювань в лікувально-профілактичних закладах.

135. Особливості радіаційної небезпеки і захисту персоналу при роботі з закритими джерелами іонізуючих випромінювань.

136. Забезпечення захисту персоналу рентгенівських відділень (кабінетів). Радіаційний контроль, його види. Заходи захисту від надмірного рентгенівського опромінення.

137. Радіаційна безпека пацієнтів та персоналу при рентгенологічних дослідженнях у стоматології. Принципи радіаційної небезпеки.

138. Основні види променевих уражень організму, умови їх виникнення, заходи профілактики.

Перелік практичних навичок, якими студент повинен оволодіти після освоєння модульного курсу студент повинен уміти:

1. Оцінювати показники мікроклімату закритих приміщень (температури, вологості, швидкості руху повітря та радіаційної температури).

2. Визначати стан природного освітлення закритих приміщень, в т.ч. стоматологічних закладів (світловий коефіцієнт, коефіцієнт природного освітлення та ін.); давати йому гігієнічну оцінку.

3. Визначати стан штучного освітлення закритих приміщень, в т.ч. стоматологічних закладів (рівень освітленості, рівномірність його, яскравість джерел та відбитих поверхонь та ін.); давати йому гігієнічну оцінку.

4. Визначати інтенсивність ультрафіолетової радіації біологічним методом, розраховувати її еритемну та профілактичну дозу.

5. Оцінювати рівень шуму в приміщеннях за результатами досліджень.

6. Давати гігієнічну оцінку забруднення повітря пилом, хімічними сполуками, мікроорганізмами за результатами лабораторних досліджень.

7. Давати гігієнічну оцінку стану повітряного середовища приміщення за даними лабораторного дослідження.

8. Тлумачити метеорологічні, синоптичні і геліогеофізичні показники погоди, визначити медичний тип її, скласти медичний прогноз і давати рекомендації щодо профілактики геліометеотропних реакцій .

9. Давати гігієнічну оцінку якості води на підставі результатів обстеження джерела водопостачання і лабораторного аналізу відібраних проб.

10. Визначати оптимальну концентрацію фтору для фторування води в конкретних геохімічних і кліматичних умовах.

11. Оцінювати санітарний стан ґрунту за результатами обстеження території і бактеріологічного та гельмінтологічного аналізу проби.

12. Уміти проводити санітарне обстеження лікувально-профілактичних закладів, зокрема стоматологічних поліклінік і кабінетів, складати акти санітарного обстеження, давати гігієнічні рекомендації щодо поліпшення їх санітарного стану та протиепідемічного режиму.

13. Оцінювати санітарний режим операційної, перев'язочної, палатної секції, лікарської палати, давати рекомендації по поліпшенню його санітарного стану.

14. Давати гігієнічну оцінку повноцінності харчування за меню-розкладкою, та рекомендації щодо його поліпшення.

15. Розраховувати добові енерговитрати конкретної людини чи закритого колективу (традиційним методом та згідно рекомендацій ВООЗ) та визначати потреби організму (закритого колективу) в харчових речовинах.

16. Вміти проводити розслідування харчових отруєнь, оформляти відповідну медичну документацію.

17. Визначати важкість, напруженість праці за результатами досліджень, давати рекомендації по попередженню перевтоми та оздоровленню умов праці, зокрема медичного персоналу стоматологічних поліклінік (кабінетів).

18. Вміти проводити розслідування професійних отруєнь, оформляти відповідну медичну документацію.

19. Давати гігієнічну оцінку фізичному розвитку дітей і підлітків, визначати приналежність конкретної дитини до відповідної групи здоров'я, давати рекомендації по її оздоровленню.

20. Оцінювати профіль фізичного розвитку дітей та підлітків, давати рекомендації по поліпшенню їх здоров'я.

21. Давати гігієнічну оцінку навчальним приміщенням, шкільним меблям, визначати відповідність їх віковим та антропометричним показникам дітей і підлітків.

22. Організувати і скласти плани проведення періодичних медичних оглядів і обстежень працівників лікувально-профілактичних закладів (рентгенологів, зубних техніків та ін.), давати рекомендації по їх оздоровленню.

23. Володіти методами проведення санітарно-просвітницької роботи серед різних груп населення.

24. Оцінювати радіологічну обстановку в рентгенологічних відділеннях та кабінетах, давати гігієнічні рекомендації по усуненню надмірного опромінення персоналу.

ОСНАЩЕННЯ ЗАНЯТТЯ

Залікове заняття оснащується відповідно до тем практичних занять:

1. Оснащення і прилади до відповідних занять розділу для перевірки умінь і навичок гігієнічних досліджень.

2. Прилади для визначення параметрів мікроклімату, УФ випромінювання, забруднення повітря пилом, хімічними речовинами, CO₂.

3. Законодавчі документи (БНіП, СанПіН, ДСтУ, інструкції).

4. Держстандарт «Вода питна», СанПіН на воду децентралізованого водопостачання.

5. Учбові альбоми проектів.

6. Ситуаційні задачі для перевірки умінь і навичок студента з усіх розділів.

7. Таблиці: Держстандарти та гігієнічні вимоги до основних харчових продуктів.

8. Довідкові матеріали для розв'язання ситуаційних завдань і задач, відповідно до тем окремих занять розділу.

9. Навчальний проект районної чи міської лікарні (з пояснювальною запискою, ситуаційним, генеральним планами, планами, фасадами, розрізами приміщень).

10. Таблиця: Витяг з гігієнічних нормативів до лікарняно-профілактичних закладів.

11. Завдання для самостійної роботи студентів на занятті.

СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ ЗАНЯТТЯ

Залікове заняття (2 академічні години) проводиться в учбових лабораторіях кафедри, оснащених приладами з усіх тем практичних занять з навчальної дисципліни «Гігієна та екологія».

Кожний студент отримує індивідуальне контрольне завдання з 3-4 теоретичних питань, ситуаційної задачі та практичної роботи по вимірюванню того чи іншого фактора середовища за допомогою приладів.

Відповіді на теоретичні питання та розв'язання ситуаційних задач студенти виконують у письмовій формі, або у формі програмованого, чи комп'ютерного контролю, підготовленого кафедрою. На цю роботу відводиться половина заняття (45 хв.).

Друга половина заняття (45 хв.) проводиться в усній формі, шляхом перехресного опитування студентів, обговорення та виправлення їх помилкових відповідей, роз'яснення задач та практичних навичок роботи з приладами.

Перевіряючи виконання контрольних завдань при виставленні оцінки в журналі відвідування та успішності студентів, викладач враховує повноту і якість відповідей на кожне питання, поточну успішність студента з 4 змістових модулів, повноту та якість ведення протоколів практичних занять та своєчасність виконання і представлення самостійної роботи в надрукованому та електронному вигляді з демонстративним матеріалом (схеми, слайди, фото, малюнки, таблиці).

За результатами залікового заняття в академічному журналі виставляється оцінка.

ЗРАЗКИ КОНТРОЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

Варіант 1.

1. Гігієна як галузь наукової та практичної профілактичної та лікувальної медицини. Методи гігієни, їх класифікація і характеристика.
2. Гігієнічне значення, фізичні характеристики, одиниці вимірювання та принципи нормування параметрів мікроклімату.

3. Концентрація двоокису вуглецю як показник забруднення повітря приміщень, населених людьми, його гігієнічне нормування.

4. Еритемна доза УФ радіації, виміряна біодозиметром Горбачова на стандартній відстані 0,5 м, складає 3 хв. Розрахуйте профілактичну дозу на відстані 3 м.

5. Визначте та оцініть освітленість найбільш віддаленого від вікон робочого місця за допомогою люксметра.

6. Гігієнічне значення води.

7. Самоочищення ґрунту та фактори, що його обумовлюють.

8. Ситуаційна задача: Скласти санітарне заключення на якість водопроводної води за результатами її лабораторного аналізу: прозорість – 28 см за шрифтом Снеллена; колірність – 20 за стандартною шкалою двохромовоокислого калію; запах та присмак – не перевищують 2 бали; осад, опалесценція – відсутні; каламутність – 2 мг/л; сухий залишок 200 мг/л; залізо загальне – 0,7 мг/л; сульфати – 280 мг/л; хлориди – 170 мг/л; фтор – 1,2 мг/л; загальна твердість 6,5 мг-екв. СаО/л; мікробне число – 95; колі-індекс – 3.

9. Заповніть (умовно) супровідний бланк на пробу води з артезіанської свердловини, відібраної для санітарно-хімічного і бактеріологічного аналізу.

10. Праця, визначення поняття з фізичної, фізіологічної, філософської та соціальної точки зору. Види законодавства в області гігієни праці.

11. Класифікація хімічних чинників виробничого середовища за їх природою, ступенем токсичності та небезпечності, тропності дії. Основні промислові отрути, шляхи їх надходження в організм, трансформація, шляхи виведення.

12. Положення про медико-санітарну частину, медичні пункти, інженерно-лікарські бригади, їх структура, штати, обов'язки.

13. Визначте загальний рівень шуму в деревообробному цеху, де працює 4 циркулярних пилки, кожна з яких створює шум по 80 децибел.

14. Виміряйте рівень теплової радіації (від рефлектора, електроплитки) за допомогою актинометра та оцініть його результати згідно гігієнічних нормативів для гарячих цехів.

Варіант 2.

1. Поняття «санітарія», санітарне законодавство, структура санітарно-епідемічної служби України.

2. Спектральний склад та гігієнічна характеристика сонячної радіації.

3. Гігієнічне значення, класифікація пилу, методи визначення та гігієнічна регламентація запиленості повітря.

4. Визначте всі шість показників вологості повітря, якщо показники сухого та вологого термометрів психрометра Ассмана становлять, відповідно, 20 і 15⁰С, а атмосферний тиск – 745мм. рт.ст.

5. Виміряйте і дайте оцінку штучного освітлення лабораторії, користуючись відповідним приладом.

6. Методи і засоби очистки господарсько-побутових стічних вод в системі каналізації.

7. Санітарно-гігієнічне і епідеміологічне значення ґрунту.

8. Ситуаційна задача: скласти санітарне заключення про придатність земельної ділянки для будівництва дитячого садка на підставі даних санітарного обстеження та лабораторного аналізу проб: ділянка розміщена на території колишньої індивідуальної садиби (орна земля городу, тваринний двір, колишне - нині засипане відхоже місце). Будівлі колишньої садиби знесені. Проте сусідні садиби функціонують у повному обсязі. Дані лабораторного аналізу: ґрунт – повітря, водопроникний, супісчаний. За хімічним складом (на 100г наважки): азоту аміаку 4,5 мг; органічного азоту 0,6 мг; нітритів 0,5 мг; нітратів 3,3 мг; хлоридів 75 мг; «санітарне число» Хлебнікова 0,68; мікробне число 5×10^4 ; колі-титр 0,01; титр анаеробів 0,001; яйця гельмінтів 7 на 1кг ґрунту.

9. Визначте рН води за допомогою універсального індикатора та стандартної шкали.

10. Шум, шумова хвороба, визначення понять. Класифікації шуму за рівнями, частотою та часовою ознаками. Принципи гігієнічного нормування шуму.

11. Важкість та напруженість праці, їх класифікації, методи визначення і оцінки.

12. Психофізіологічні шкідливості та шкідливості, пов'язані з напруженням окремих органів і систем, їх гігієнічна характеристика, методи та засоби профілактики.

13. Назвіть нормативи параметрів мікроклімату робочої зони у літній і зимовий періоди року.

14. Виміряйте освітленість робочого місця за допомогою люксметра, зробіть відповідний висновок про його достатність для лабораторії.

Варіант 3.

1. Структура санітарно-епідеміологічних станцій різного рівня підпорядкування, державних і відомчих. Форми їх роботи. Запобіжний і поточний санітарний нагляд.

2. Клімат, його гігієнічне значення. Кліматоформуючі та кліматохарактеризуючі фактори. Кліматичні зони України.

3. Механізми теплообміну та терморегуляції, їх функціональні особливості при комфортному; охолоджуючому і нагріваючому мікрокліматі.

4. Приведіть класифікації аерозолів. Сформулюйте закони Джібса-Стокса.

5. Опишіть принцип роботи газоаналізатора УГ-2. Оцініть забруднення повітря за допомогою індикаторної трубки і колористичної лінійки, підготовлених кафедрою.

ЛІТЕРАТУРИ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ЗАЛІКОВОГО ЗАНЯТТЯ

Основна:

1. Капустник В.А., Костюк І.Ф. Професійні хвороби. / В.А. Капустник – К.: «Медицина», 2017.-536 с.
2. Гребняк М.П., Щудро С.А. Медична екологія. / М.П. Гребняк – Дніпропетровськ.: ТОВ «Акцент ПП», 2016.-484 с.
3. Бардов В.Г., Федоренко В.І. Основи екології. / В.Г. Бардов – Вінниця: «Нова книга», 2013. -424 с.
4. Москаленко В.Ф., Гульчій О.П., Т.С. Грузева [та ін.]. Гігієна та екологія / В.Ф. Москаленко - Вінниця: «Нова книга», 2013. -560 с.
5. Гігієна стоматологічних закладів. Посібник / І.Т. Матасар, В.І.Ципріян та ін./ – К.Вольф,2010. – 146 с.
6. Берзін В.І. Гігієна дітей і підлітків. / В.І. Берзін – К.: Видавнич. дім «Асканія», 2008. 304 с.
7. Королев А. А. Гигиена питания / А. А. Королев – М.: «Медицина», 2007.
8. Бардов В.Г. Гігієна та екологія. –Вінниця: Нова Книга, 2006, 720с.
9. Лекції.

Допоміжна:

1. Тарсюк В.С., Кучанська Г.Б. Охорона праці в лікувально-профілактичних закладах. Безпека життєдіяльності. / В.С. Тарсюк – К.: «Медицина», 2015.-520 с.
2. Москаленко В.Ф. Гігієна та охорона праці медпрацівників / В.Ф. Москаленко : навч. посібн. – К.: «Медицина», 2009. – 176 с.
7. И. К. Латогуз. Медицинский справочник. Диетология при различных заболеваниях. – М.: Эксмо, 2009. – 544с.
8. В.І. Ципріян. Гігієна харчування з основами нутриціології. Підручник; У 2 кн. -К.: Медицина, Кн.1. 2007, 528с.
9. Ципріян В. І. Гігієна харчування з основами нутриціології / В. І. Ципріян – К.: «Медицина», Кн. 2, 2007. 544 с.
10. Даценко І. І. Гігієна дітей і підлітків. / І. І. Даценко – К.: «Медицина», 2006. – 304с.
11. Гончарук Є.Г., Бардов В.Г., Гаркавий С.І. та ін. Комунальна гігієна. / Є.Г. Гончарук. – К.: «Здоров'я», 2006.
12. А.М. Шевченко. Гігієна праці. / А.М. Шевченко, О.П. Яворовський. - Вінниця: Нова Книга, 2005 – 520 с.
13. Пашко К. О. Військова гігієна з гігієною при надзвичайних ситуаціях. / К. О. Пашко. – Тернопіль «Укрмедкнига», 2005
14. Даценко І.І., Габович Р.Д. Профілактична медицина.– К.: Здоров'я, 2004.

15. Гребняк М.П., Федорченко Р.А. Екологічні загрози здоров'ю населення в урбанізованих регіонах. / М.П. Гребняк, Р.А. Федорченко. Монографія. – Запоріжжя: видавництво ЗДМУ, 2018.- 168 с.

16. Костенецький М.І., Севальнев А.І., Куцак А.В. Радіоекологія середовища життєдіяльності населення Запорізької області. / М.І. Костенецький, А.І. Севальнев, А.В. Куцак - Монографія. – Запоріжжя: видавництво ЗДМУ, 2017.- 151 с.

17. Норми радіаційної безпеки України. (НРБУ-97); К.: 1997. – 121 с..
Основні санітарні правила протирадіаційного захисту України (ОСПУ-2001). – 136 с.

ЗМІСТ

| <i>№ з/п</i> | <i>Теми занять</i> | <i>Стр.</i> |
|--------------|--|-------------|
| 1. | Практичне заняття. Методика оцінки радіаційної безпеки та параметрів захисту від зовнішнього опромінення | 6-50 |
| 2. | Практичне заняття. Методика контролю протирадіаційного захисту персоналу і радіаційної безпеки пацієнтів при застосуванні радіонуклідів та інших джерел іонізуючих випромінювань в лікувальних закладах, зокрема в рентгенологічному відділенні (кабінеті) стоматологічної поліклініки | 51-64 |
| 3. | Залікове заняття. Заліковий контроль засвоєння модуля | 65-84 |