

РОЗРАХУНОК ДОПУСТИМОГО ЧАСУ РОБІТ ПРИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ВИПРОМІНЮВАННІ

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

Завдання: Визначити фактичний час виконання робіт для ділянки, з встановленою напругою електричного поля а також загальний час виконання робіт.

Завдання

Визначити фактичний час виконання робіт для ділянки, з встановленою напругою електричного поля а також загальний час виконання робіт.

- *Умови:*
- У відкритому розподільчому обладнанні, де розташована апаратура з напругою $U = 500$ кВ, яка живиться перемінним струмом промислової частоти 50 Гц треба виконати планові роботи на ряді ділянок з підвищеною напругою електричного поля. Робота буде виконуватися без використання захисних засобів.
- Тривалість роботи складає на ділянки А, де напруга електричного поля E_A , кВ/м, фактичний час виконання робіт для ділянки $t_{EA} = 60$ хвилин; на ділянці В, де напруга електричного поля E_B , кВ/м, фактичний час виконання робіт для ділянки $t_{EB} = 90$ хвилин. Визначити фактичний час виконання робіт t_{EC} для третьої ділянки С, де напруга електричного поля E_C , кВ/м, а також загальний час виконання робіт.
- Зробити висновки щодо перебування персоналу на ділянках з підвищеною напругою електричного поля.

Вихідні дані

№ з/п	Показники			№ з/п	Показники		
	E_A , кВ/м	E_B , кВ/м	E_C , кВ/м		E_A , кВ/м	E_B , кВ/м	E_C , кВ/м
1	6	5	4	14	10	8	8
2	7	6	5	15	11	9	7
3	8	7	6	16	12	10	6
4	9	8	7	17	13	11	5
5	10	9	8	18	14	12	4
6	11	10	8	19	15	5	7
7	12	11	7	20	6	6	5
8	13	12	6	21	7	7	6
9	14	5	5	22	8	8	7
10	15	6	4	23	9	9	8
11	14	7	7	24	10	10	4
12	13	8	6	25	11	8	5
13	12	9	6	26	10	8	6

Приклад розрахунку

- У відкритому розподільчому обладнанні, де розташована апаратура з напругою $U = 500$ кВ, яка живиться перемінним струмом промислової частоти 50 Гц треба виконати планові роботи на ряді ділянок з підвищеною напругою електричного поля. Робота буде виконуватися без використання захисних засобів.
- Тривалість роботи складає на ділянки А, де напруга електричного поля $E_A = 10$ кВ/м $t_{EA} = 60$ хвилин; на ділянки В, де напруга електричного поля $E_B = 8$ кВ/м $t_{EB} = 90$ хвилин. Визначити фактичний час виконання робіт t_{EC} для третій ділянки С, де напруга електричного поля $E_C = 6$ кВ/м, а також загальний час виконання робіт.

Рішення.

В робочій зоні, яка характеризується різними значеннями напруги електричного поля, перебування персоналу обмежується граничним часом, $T_{\text{гран}}$

$$T_{\text{гран}} = 8 \cdot (t_{E1}/T_{E1} + t_{E2}/T_{E2} + \dots t_{En}/T_{En}), \quad (1)$$

де $t_{E1\dots n}$ і $T_{E1\dots n}$ фактичний й допустимий час (в годинах) перебування персоналу в конкретних зонах з напругою поля – $E_1, \dots, E_n$.

Допустимий час T_E (вимірюється в годинах) перебування персоналу в зонах з напругою E (вимірюється в кВ/м) визначається по формулі:

$$T_E = 50/E - 2.$$

Рішення.

Тоді допустимий час перебування персоналу в зонах А, В, С буде складати:

$$T_{EA} = 50/10 - 2 = 3 \text{ години};$$

$$T_{EB} = 50/8 - 2 = 4,25 \text{ години};$$

$$T_{EC} = 50/6 - 2 = 6,33 \text{ години}.$$

Підставляємо отримані значення в формулу (1) і рахуємо, що $T_{\text{гран}}$ не повинно перевищувати 8 годин (тобто $T_{\text{гран}} = 8$ годин), тоді дійсний фактичний час перебування персоналу в зоні С можна підрахувати з рівняння:

$$8 = 8 \cdot (1/3 + 1,5/4,25 + t_{EC}/6,33),$$

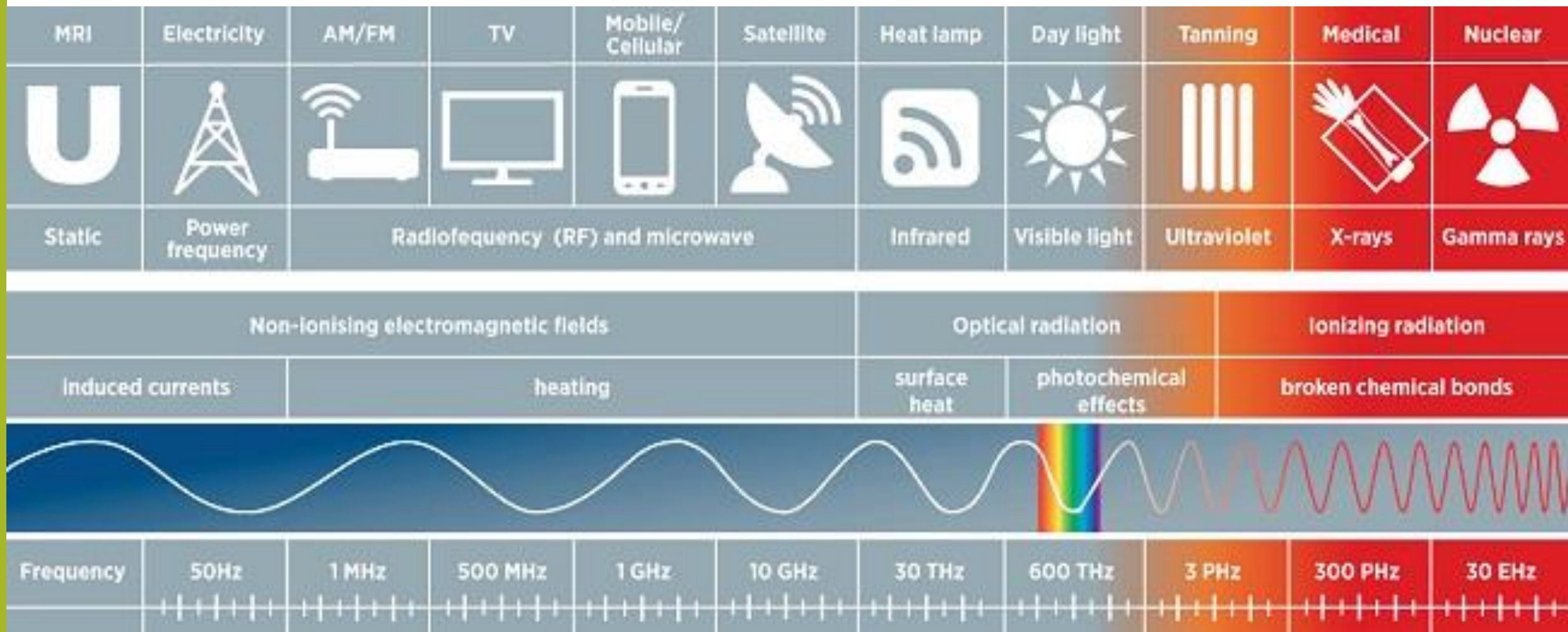
$$t_{EC} = 2 \text{ години}.$$

Рішення.

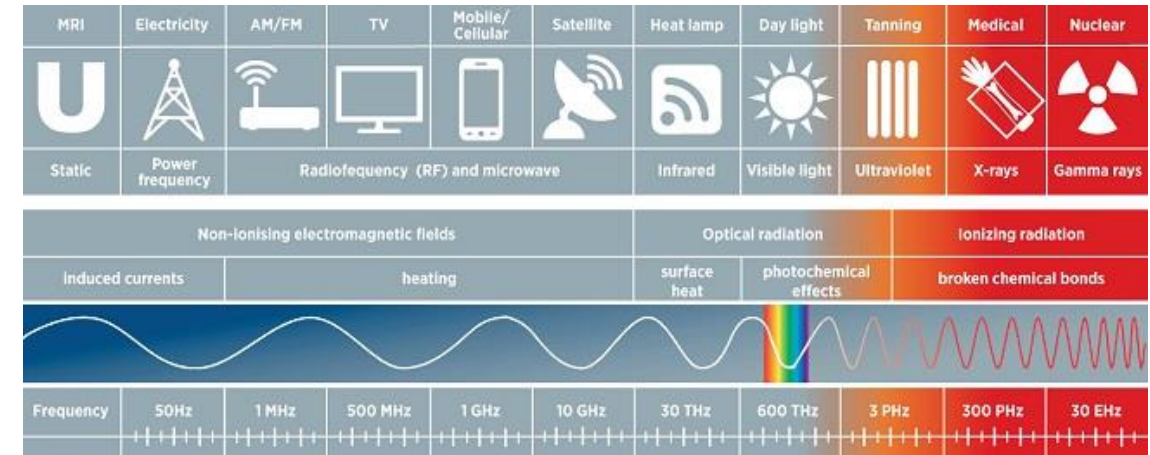
Таким чином, час роботи на ділянці С не повинен перевищувати 2 години, а загальний час роботи на всіх трьох ділянках не повинен перевищувати:

$$t_{\text{заг}} = t_{\text{ЕА}} + t_{\text{ЕВ}} + t_{\text{ЕС}} = 1 + 1,5 + 2 = 4,5 \text{ години.}$$

Загальна характеристика електромагнітних випромінювань

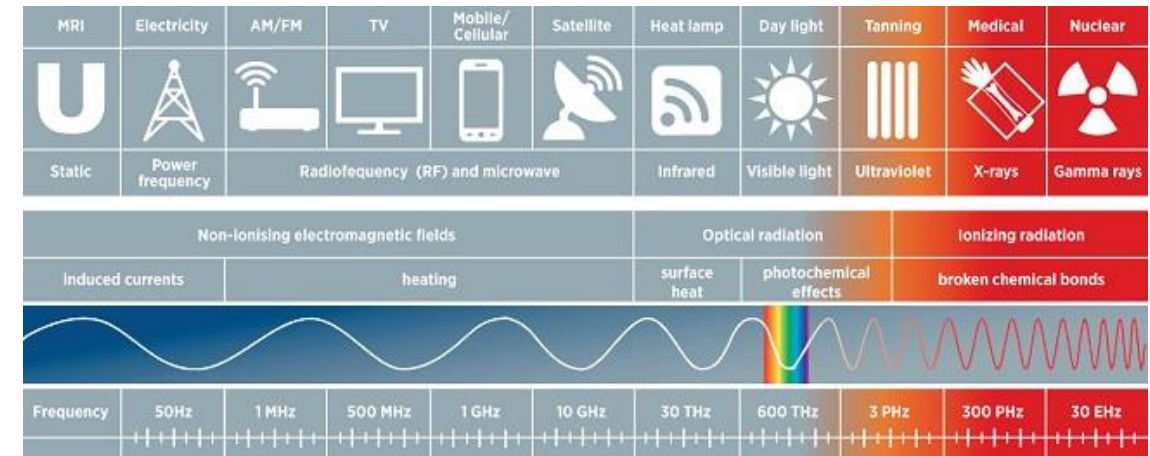


Електромагнітні хвилі:



- **Електромагнітне випромінювання** (електромагнітні хвилі) - збурення (зміна стану) електромагнітного поля, що розповсюджується у просторі.
- Електромагнітне випромінювання здатне поширюватися практично у всіх середовищах. У вакуумі електромагнітне випромінювання поширюється без затухань на скільки завгодно великі відстані, і досить добре поширюється в просторі, заповненому речовиною.

Електромагнітні хвилі:



високочастотне випромінювання.

- До нього відносять рентгенівські і гамма-промені. Вони також відомі як іонізуюче випромінювання.

середньочастотне випромінювання.

- Це видимий спектр, який люди сприймають як світло. У верхній і нижній частотній шкалі розташовуються ультрафіолет і інфрачервоне випромінювання.

низькочастотне випромінювання.

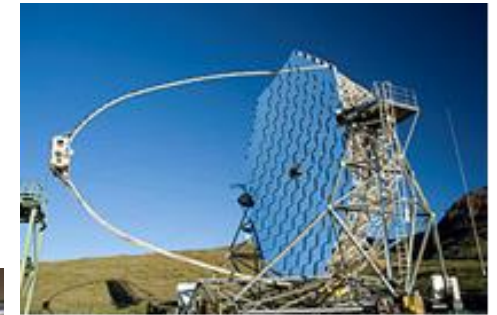
- До нього відносять радіо і мікрохвилі.

Характеристика спектрів електромагнітних випромінювань

Назва діапазону	Номер діапазону	Діапазон частот	Довжина хвилі λ	Назва діапазону довжини хвилі
Дуже низькі частоти (ДНЧ)	1	0,003...	$10^7 \dots 10^6$ км	Інфранизькі Дуже низькі Промислові Звукові
	2	0,33 Гц	$10^6 \dots 10^4$ км	
	3	0,3...3 Гц	$10^4 \dots 10^2$ км	
	4	3...300 Гц 300...30 кГц	$10^2 \dots 10$ км	
Низькі частоти (НЧ)	5	30...300 кГц	10...1 км	Довгі (кілометрові)
Середні частоти (СЧ)	6	300...3 МГц	1 км...100 м	Середні (гектаметрові)
Високі частоти (ВЧ)	7	3...30 МГц	100 м...10 м	Короткі (декаметрові)
Дуже високі частоти (ДВЧ)	8	30...300 МГц	10 м...1 м	Метрові
Ультрависокі частоти (УВЧ)	9	300 МГц... 3 ГГц	100...10 см	Дециметрові
Надвисокі частоти (НВЧ)	10	3...30 ГГц	10...1 см	Сантиметрові
Надзвичайно високі частоти (НЗВЧ)	11	30...300 ГГц	10 см..1 мм	Міліметрові

Електромагнітна енергія, що випромінюється, використовується у таких сферах:

радіо- і супутниковий зв'язок,
телебачення,
радіолокація,
радіонавігація,
металургія,
металообробна промисловість для індукційного плавлення,
зварювання,
напилення металів,
деревообробній,
текстильній,
легкій
харчовій промисловості,
радіоспектроскопії,
сучасній обчислювальній техніці
медицині.



Джерела електромагнітного випромінювання

- Серед джерел електромагнітних полів (ЕМП), розрізняють **природні і штучні**.
- **До природних джерел належить:**
 - атмосферна електрика, електричне і магнітне поле Землі. Інтенсивність випромінювання природних джерел ЕМП не є постійною, вона коливається під дією грозових розрядів, опадів, вітрів, сонячної активності, в результаті чого спостерігаються добові та річні коливання цих полів.
- **Штучні джерела або антропогенні** виникли в процесі науково-технічного розвитку людства:
 - радіо-, телевізійні та радіолокаційні станції; прилади радіонавігації; повітряні високовольтні лінії електропередач; електричні підстанції, до яких входять розподільчі пристрої, перетворювачі електроенергії, трансформатори, випрямлячі тощо; електротранспорт; промислові установки височастотного нагрівання металів, персональні електронно-обчислювальні машини; стільникові телефони; побутові електроприлади: мікрохвильові печі, пральні машини, пилососи тощо.

Біля джерела електромагнітного випромінювання виділяють три зони:

ближню (б.з.)

- – зона індукції або зона несформованої хвилі (є магнітна й електрична складові);

проміжну (п.з.), або інтерференційну

- (відбувається накладання магнітних і електричних полів),

дальню (д.з.), або зону сформованої хвилі

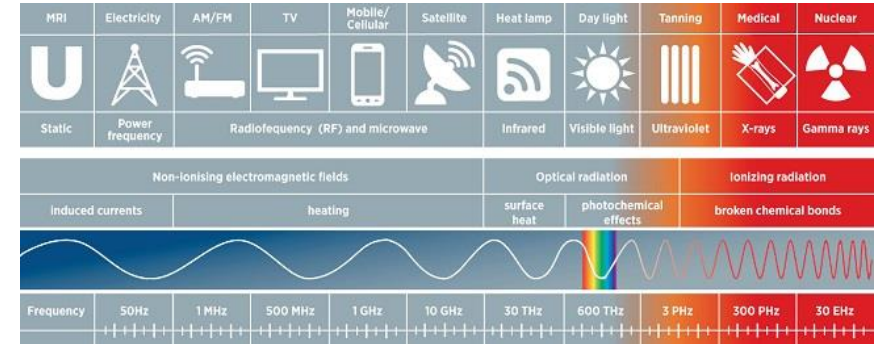
- (зона випромінювання).

Крім ближньої і дальньої зон, існують так звані “мертві зони”, в яких поле відсутнє, але її межі можна визначити тільки експериментально.

Ступінь впливу електромагнітних випромінювань на організм людини залежить від

- діапазону частот,
- тривалості опромінення,
- розмірів поверхні тіла, яке опромінюється,
- індивідуальних особливостей організму.

Щоб пояснити вплив електромагнітного випромінювання на організм людини всі види ЕМВ поділяють на 2 великі категорії – іонізуюче і неіонізуюче випромінювання.



Відмінність між іонізуючим і неіонізуючим випромінюванням:

іонізуюче випромінювання

- впливає на атомарну структуру речовини. Через це у біологічних організмів порушується структура клітин, видозмінюється днк і з'являються пухлини.

неіонізуюче випромінювання

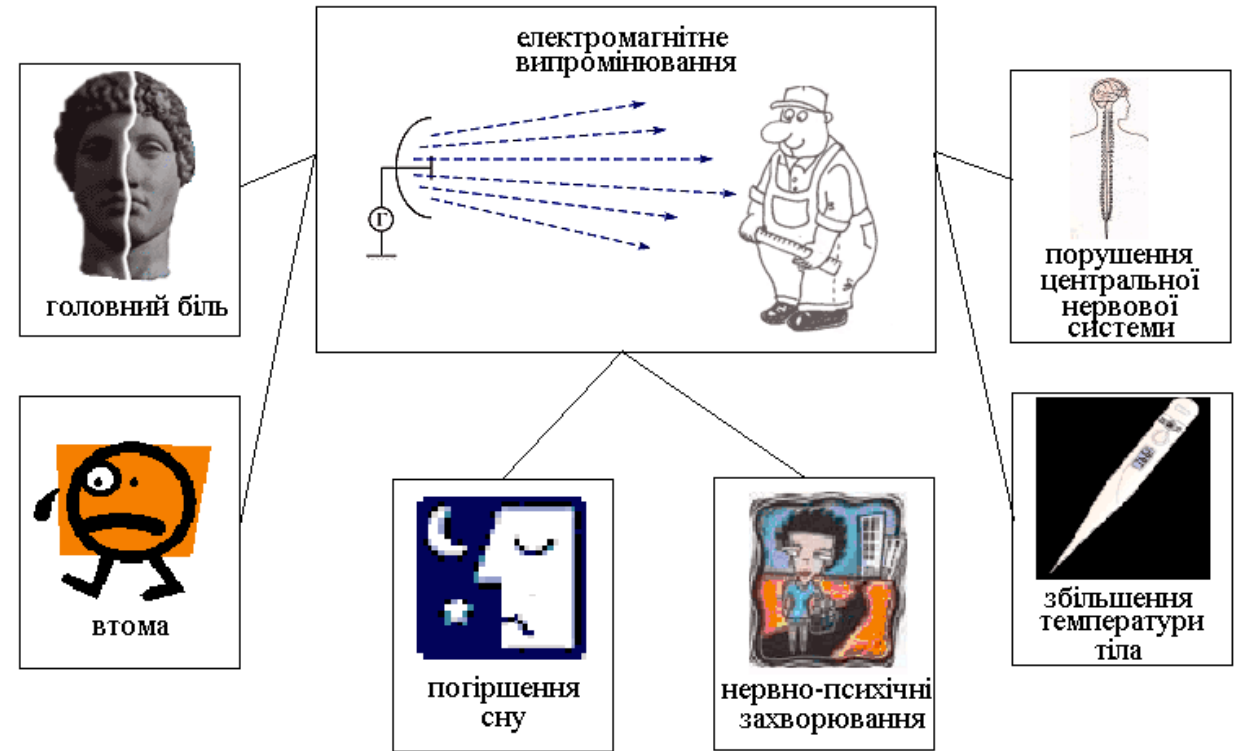
- довго вважалося нешкідливим. Але останні дослідження вчених демонструють, що при великій потужності і тривалому впливі воно не менш небезпечно для здоров'я.

Діапазон частот.

Назва діапазону	Номер діапазону	Діапазон частот	Довжина хвилі λ	Назва діапазону довжини хвилі
Дуже низькі частоти (ДНЧ)	1	0,003...	$10^7 \dots 10^6$ км	Інфранизькі Дуже низькі Промислові Звукові
	2	0,33 Гц	$10^6 \dots 10^4$ км	
	3	0,3...3 Гц	$10^4 \dots 10^2$ км	
	4	3...300 Гц 300...30 кГц	$10^2 \dots 10$ км	
Низькі частоти (НЧ)	5	30...300 кГц	10...1 км	Довгі (кілометрові)
Середні частоти (СЧ)	6	300...3 МГц	1 км...100 м	Середні (гектаметрові)
Високі частоти (ВЧ)	7	3...30 МГц	100 м...10 м	Короткі (декаметрові)
Дуже високі частоти (ДВЧ)	8	30...300 МГц	10 м...1 м	Метрові
Ультрависокі частоти (УВЧ)	9	300 МГц... 3 ГГц	100...10 см	Дециметрові
Надвисокі частоти (НВЧ)	10	3...30 ГГц	10...1 см	Сантиметрові
Надзвичайно високі частоти (НЗВЧ)	11	30...300 ГГц	10 см...1 мм	Міліметрові

- Вважається, що в *діапазоні промислових частот* дією магнітної складової на організм людини можна знехтувати, а негативний вплив на організм зумовлений електричною складовою.
- В результаті дії електричної складової ЕМП на нервову систему, а також на структуру кори головного та спинного мозку, серцево-судинної системи можливі гострі та хронічні форми порушення фізіологічних функцій організму.

Випромінювання *низької частоти*,



- Негативно впливають на центральну нервову систему, викликаючи головні болі, запаморочення, нудоту, депресію, безсоння, відсутність апетиту, виникнення синдрому стресу.
- Доведено, що нервова система реагує навіть на короткі за тривалістю впливу щодо слабких полів частоти: змінюється гормональний стан організму, порушуються біоструми мозку.
- Все це відображається на процесах навчання і запам'ятовування.
- Низькочастотне електромагнітне випромінювання може стати причиною шкірних захворювань (вугрове висипання, себорея, екзема, рожевий лишай), хвороб серцево-судинної системи та кишково-шлункового тракту, воно впливає на білі кров'яні тільця, що призводить до виникнення пухлин, у тому числі і злоякісних.

В результаті дії на організм людини *УВЧ* випромінювань спостерігається:

загальна слабкість,

підвищена втомлюваність,

сонливість,

порушення сну,

головний біль та біль в ділянці серця.

З'являється роздратованість, втрачається увага, сповільнюються рухово-мовні реакції.

Порушується діяльність шлунку, печінки, підшлункової залози, серцево-судинної системи, змінюється склад крові.

В результаті систематичної дії Емполя(ЕМП) *високої* (ВЧ) та *надвисокої* (НВЧ) на організм людини спостерігається:

підвищення кров'яного тиску,

випадіння волосся,

ламкість нігтів.

ЕМП цих частот призводять до зміни поляризації молекул та атомів клітин, в результаті чого виникає небезпечний нагрів.

Вплив НВЧ випромінювань залежить від інтенсивності опромінення і призводить до

- зменшення частоти пульсу, зниження артеріального тиску (20 мкВт/см^2).
- Із ростом інтенсивності НВЧ випромінювань відбуваються електрокардіографічні зміни та зміни у нервовій системі, зміни у статевих залозах, складі крові, помутніння кришталика (6 мВт/см^2).
- Випромінювання інтенсивністю 100 мВт/см^2 викликають стійку гіпотонію і двосторонню катаракту.
- Якщо інтенсивність перевищує 1 Вт/см^2 , це спричиняє швидку втрату зору.

Тривалість опромінення.

- За нетривалої дії електромагнітного випромінювання зміни в діяльності нервової та серцево-судинної системи мають зворотній характер, але в результаті тривалої дії вони накопичуються і підсилюються.
- При виключенні впливу та поліпшенні умов праці ці зміни можуть зменшуватися і зникати.
- Тривалий інтенсивний вплив ЕМП призводить до стійких порушень та захворювань.

Таблиця 2.19 – Гранично допустимі напруженості електричного і магнітного полів

Частота	Допустимі напруженості	
	електричного поля, В/м	магнітного поля, А/м
60кГц...3МГц	50	5
3...30МГц	20	-
30...50МГц	10	0,3
50...300МГц	5	-

Таблиця 2.20 – Норми опромінення УВЧ і НВЧ

Густина потоку енергії, $Вт/м^2$	Допустимий час перебування в зоні впливу ЕМП	Примітка
До 0,1 0,1...1	Робочий день Не більше 2 год	– В решті робочого часу не більше 0,1Вт/м ²
1...10	Не більше 10хв	За умови користування захисними окулярами. В решті робочого часу не більше 0,1 Вт/м ²

В Україні діють розроблені на основі медико-біологічних досліджень санітарні норми, правила та інші нормативні акти щодо використання радіотехнічних і електротехнічних об'єктів. Вони регламентують умови їх експлуатації з метою охорони здоров'я працівників від шкідливого впливу ЕМВ.

Основні з них:

ДСанПіН 3.3.6.096-2002 «Державні санітарні норми та правила під час роботи з джерелами електромагнітних полів» (далі — ДСанПіН 3.3.6.096-2002);

ДСаНіП 239-96 «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань»;

Вимоги до роботодавців щодо захисту працівників від шкідливого впливу електромагнітних полів, затверджені наказом Міненерговугілля від 05.02.2014 р. № 99);

Методика розрахунку розподілу рівнів електромагнітного поля, затверджена наказом МОЗ від 29.11.2013 р. № 1040 тощо.

Захист від ЕМП.

Основними
методами
захисту від
ЕМП є
наступні:

захист часом;

захист відстанню;

екранування джерел випромінювання;

екранування робочих місць;

зменшення випромінювання в самому джерелі випромінювання;

засоби індивідуального захисту;

організаційні методи захисту.

Методи захисту від ЕМП

Захист часом

- застосовується тоді, коли немає можливості знизити інтенсивність випромінювання іншими методами.

Захист відстанню

- застосовується в тих випадках, коли неможливо послабити ЕМП іншими заходами, в тому числі захистом часом. Відстань, яка відповідає гранично допустимому рівню інтенсивності випромінювання визначається розрахунком і перевіряється інструментально.

Екранування джерел випромінювання.

- Екрани виготовляються із металевих листів або сіток у вигляді камер, шаф, кожухів. ЕМП послаблюється екраном за рахунок утворення в його товщі поля протилежного напрямку. Екрани бувають сітчасті та суцільні. Звичайно для забезпечення міцності екрани виготовляють товщиною більше 0,5 мм із листового матеріалу з високою електропровідністю (алюміній, мідь, латунь, сталь, пермалой).

Екранування робочих місць

- виконується в тому разі, коли неможливо здійснити екранування апаратури. Воно досягається улаштуванням кабін, або ширм з покриттям із поглинаючих матеріалів (каучук, пінополістирол, поліуретан, спеціальна гума). В якості екрануючого матеріалу для оглядових вікон використовують скло, яке покрите плівкою з діоксид олова (SnO_2), яке відбиває ЕМП приблизно на 30дБ.

Зменшення випромінювання в самому джерелі випромінювання

- досягається застосуванням спеціального радіотехнічного обладнання: поглиначів потужності, еквівалентів антен, подільників або послаблювачів напруги тощо.

Засобами індивідуального захисту слід користуватися в тих випадках, коли застосування інших методів неможливо.



костюм екраніруючий

- Це:
- – індивідуальні екрани, виготовлені із металізованих матеріалів;
- – радіозахисні окуляри ОРЗ – 5 із скла, покритого плівкою з двоокису олова;
- – капюшони, халати або комбінезони з металізованої бавовняно-паперової тканини, що діють за принципом сітчастого екрану.
- Всі елементи екрануючого одягу повинні мати між собою надійний електричний зв'язок і повинні бути заземлені

Організаційні методи захисту:

- – раціональне розміщення обладнання (в приміщеннях з капітальними стінами і перекриттями);
- – не допускати до роботи підлітків до 18 років, осіб хворих на хвороби серця, крові, нервової системи, очей;
- – проводити щорічний медогляд, надавати додаткову відпустку та скорочений робочий день;
- – встановлення оптимальних режимів роботи обслуговуючого персоналу.

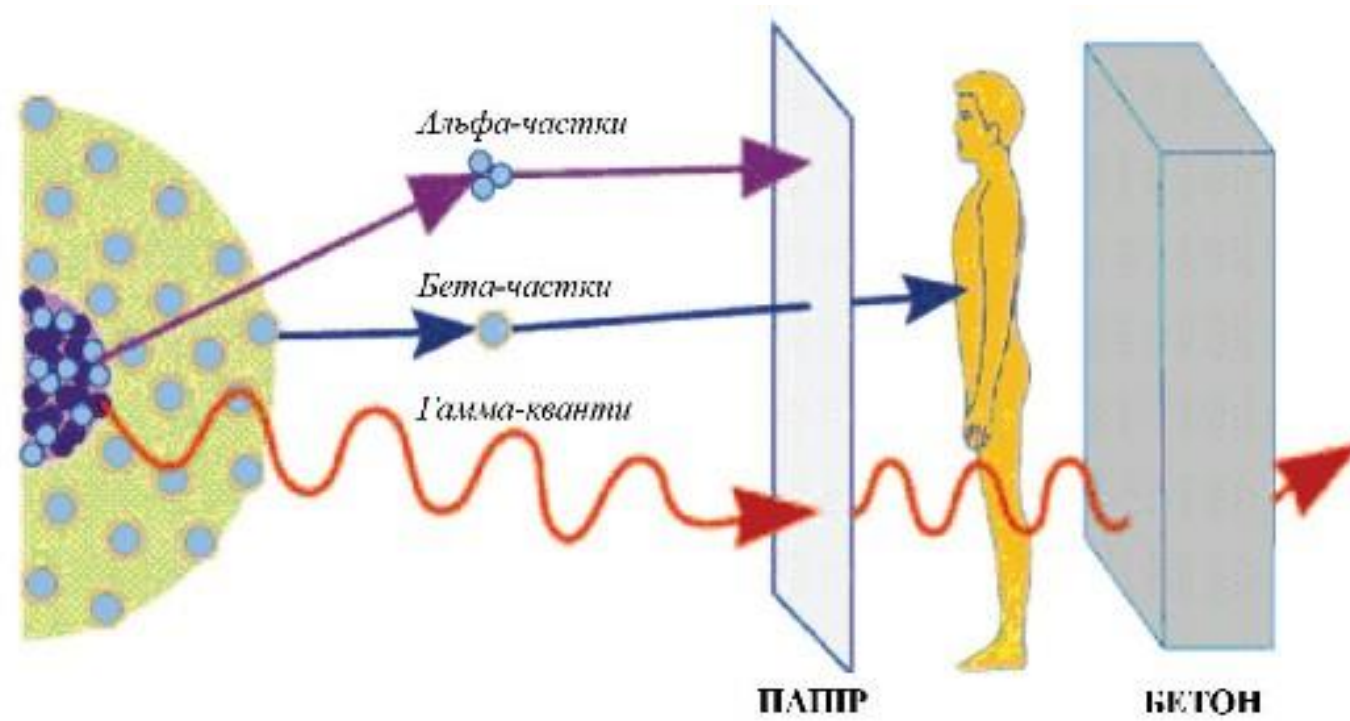
Іонізуюче випромінювання



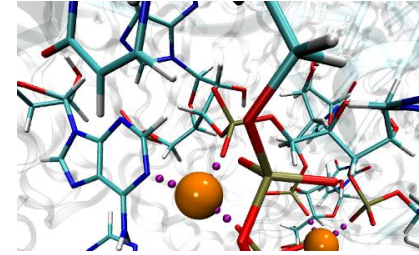
- **Іонізуюче випромінювання** - випромінювання, взаємодія якого із середовищем призводить до появи в ній електричних зарядів різних знаків.
- Види іонізуючого випромінювання:
 - альфа-випромінювання (ядра гелію);
 - бета-випромінювання (електронів і позитронів);
 - гамма-випромінювання (фотонное або електромагнітне).

Радіоактивне випромінювання характеризується:

- **1. проникаючою здатністю** - відстанню, на яку іонізуюче випромінювання проходить в тіло.
 - Альфа-частинки мають пробіг в повітрі 2 - 9 см, в тканини живого організму вони проникають на долі міліметра;
 - бета-частинки мають пробіг в повітрі 15 м, в тканинах - 1 - 2 см; гамма-випромінювання поширюється зі швидкістю світла і має велику проникаючу здатність, яку можуть послабити тільки бетонна або свинцева стіна.
- **2. іонізуючою (пошкоджуючою) здатністю.**
 - Дуже небезпечні альфа-промені при попаданні всередину організму з водою, повітрям, їжею.



Біологічна дія іонізуючого випромінювання



- Під впливом іонізуючого випромінювання в організмі людини спостерігаються зміни:
- Первинні (виникають в молекулах тканини і живих клітинах);
- Порушення функцій всього організму.
- Найбільш чутливими до опромінення є кістковий мозок, статеві сфери, селезінка.

Розрізняють такі зміни на клітинному рівні:

- Соматичні або тілесні ефекти, наслідки яких позначаються на людині, але не на потомство.
- Стохастичні (ймовірні): променева хвороба, лейкози, пухлини.
- Не стохастичні - ураження, ймовірність яких зростає в міру збільшення дози опромінення. Існує дозовий поріг опромінення.
- Генетичні зміни, наслідки яких позначаються на наступних поколіннях.

Під впливом іонізуючого випромінювання у людини виникає променева хвороба, яка може бути двох видів: гостра і хронічна.

- Гостра променева хвороба виникає при одноразовому опроміненні значною дозою радіації. Проявляється захворювання вже в першу добу, а ступінь ураження залежить від поглиненої дози.
- Одноразова доза 100 Р викликає незначні зміни у формулі крові. При дозах більше 100 Р розвивається гостра променева хвороба чотирьох ступенів.
- 1 ступінь (легка). Однократно отримана доза 100 - 200 Р.
- 2 ступінь (середньої тяжкості). При дозах 200 - 300 Р.
- 3 ступінь (важка). Одноразова доза 300 -500 Р.
- 4 ступінь (вкрай важка). При одноразовій дозі понад 500 Р.
- Інша форма гострого променевого ураження - променеві опіки 4-х ступенів від випадіння волосся, пігментації і лущення шкіри (1 ступінь) до довго не гояться трофічних виразок (4 ступінь при дозах понад 1200 Р).

Хронічна променева хвороба

- Хронічна променева хвороба формується поступово, при тривалому опроміненні дозами, незначно перевищують гранично-допустимі для професійного опромінення.
- Період формування хвороби залежить від часу накопичення дози. Якщо рівень опромінення знизиться до граничного або повністю припиниться, то настає процес відновлення, а потім слід тривалий період наслідків хронічної променевої хвороби.

НАСЛІДКИ ДІЇ НА ЛЮДЕЙ ІОНІЗУЮЧОГО ОПРОМІНЮВАННЯ



Захист від іонізуючих випромінювань



- Захист кількістю
- Захист відстанню
- Екранування.
- зонування території
- Застосування засобів індивідуального захисту

Радіаційний контроль. Завдання контролю радіаційної обстановки

- - контроль мощности дозы рентгеновского и гамма-излучений, потоков альфа - и бета-частиц, нейтронов на рабочих местах и на территории предприятия;
- - контроль за содержанием радиоактивных газов и аэрозолей в воздухе рабочей зоны;
- - контроль рівня забруднення навколишнього середовища.

