

Тема 2 Занятие 2

Електромагнитно замърсяване.

Същност на електромагнитното замърсяване. Основни източници на замърсяване и влияние върху човека. Защита от електромагнитно облъчване.

1. Същност на електромагнитното замърсяване

Електромагнитното излъчване (ЕМИ) е разпространяваща се през пространството вълна с електрическа и магнитна компонента. Тези компоненти осцилират под прав ъгъл една спрямо друга както и спрямо посоката на разпространение на вълната.

Изразът *електромагнитно излъчване* също се използва като синоним за електромагнитни вълни в по-общ смисъл, дори когато последните не се излъчват или разпространяват в откритото пространство. В този смисъл електромагнитно излъчване е например светлината разпространяваща се по оптично влакно или електрическата енергия предавана по коаксиален кабел. Електромагнитното излъчване притежава енергия и момент, които може да се предават, когато първото взаимодейства с някакво вещество.

Електрическото и магнитно полета проявяват свойството на суперпозицията. Това означава, че полето дължащо се на дадена частица или променливо във времето електрическо или магнитно поле се прибавя към полето възникнало от други причинители. Тъй като магнитното и електрическо полета са векторни полета, този процес се свежда до събиране на вектори. Като резултат ЕМИ се проявява в явления като пречупване и дифракция. Например разпространяваща се ЕМ вълна през специфично разположение на атоми индуцира осцилации в атомите и причинява те да излъчват собствени вълни. Тези емисии взаимодействат (интерферират) с вълната причинител и променят формата ѝ. При пречупването, вълна разпространяваща се от една в друга среда с различна плътност променя скоростта си и посоката си на разпространение, когато навлезе в новата среда. Отношението на коефициентите на пречупване на средата определя степента на пречупване. Пречупването е механизъм чрез който светлината се разлага (дисперсия) в спектър, когато премине през призма. Физиката на електромагнитното излъчване е електродинамиката подобласт на електромагнетизма.

Електромагнитното излъчване проявява корпускулярно-вълнов характер. Тези свойства са взаимноизключващи се и се проявяват отделно при отделни обстоятелства: вълновият характер се проявява когато ЕМИ се измерва при относително дълги интервали от време и при големи разстояния, а свойствата на частица са очевидни при малки разстояния и времеинтевали. Тези свойства са потвърдени от множество експерименти.

Биологичното действие на електромагнитните вълни се дължи на поглъщането им от тъканите. При интензитет на полето, надвишаващ 10 000 микроW/кв.см, погълнатата енергия се превръща в топлина, която предизвиква усилване на обменните процеси, дразнене на интерорецепторите и дистрофични изменения, засягащи основно главния мозък и миокарда. Термичният ефект е по-изразен върху по-слабо кръвоснабдените тъкани и органи, където възможността за охлаждане чрез кръвообръщението е намалена, както и върху кухите органи. Максимално прегряване настъпва в тъканите, лишени от кръвоснабдяване – напр. очната леща, което при значителна експозиция на големи дози, може да доведе до развитие на професионална катаракта. При малка интензивност на полето, термичен ефект не се наблюдава. В този случай функционални нарушения и дистрофични процеси могат да възникнат в резултат на пряко облъчване на централната нервна система и вегетативните центрове.

Според честотата на колебанията радиовълните се делят на радиовълни с висока честота (ВЧ), с ултрависока честота (УВЧ) и със свръхвисока честота (СВЧ). **Биологично най-активни са радиовълните от свръхвисокочестотния диапазон и особено дециметровите, които проникват дълбоко в тъканите, поглъщат се от вътрешните органи, където се превръщат в топлина.** Наблюденията показват възникване на отклонения при работещи в среда с наднормени ЕМП, при експозиция над 5 години.

2. Основни източници на замърсяване и влияние върху човека

Развитието на съвременното общество поставя един нов проблем, който се превръща в бич на века, а именно това е електромагнитното замърсяване на околната среда или т. нар. „Електросмог“. Електроенергетиката и електрониката, радиотехниката и мобилните комуникации предизвикват значително увеличение на електромагнитния фон. Съвременните източници, които са с голямо разнообразие и интензитет определят съвкупност от антропогенни електромагнитни полета в жизнената ни среда. Най-наситен е спектърът на радиовълните от 100 kHz до 10 GHz, в

който влизат излъчванията на всички радиостанции, ефирни и сателитни телевизии, мобилни оператори, Wi-Fi и т.н.

В последните години редица международни организации и институти са съсредоточили своите усилия в изследвания на въздействието на електросмога върху човека. Биологичните ефекти от електромагнитното облъчване зависят от честотата, продължителността и интензивността на облъчването, общото състояние и здравето на човека.

В резултат на проведените изследвания са направени някои изводи:

- електромагнитните полета изменят биотоковите характеристики на централната нервна система, както и нормалното съзряване на нервните клетки при животните. Институтът за защита на околната среда в Кьолн предупреждава за риска от катаракта като резултат на промяна в мозъчните токове;
- при електрострес канцерогенното въздействие на някои вещества е по-силно изразено;
- нискочестотни магнитни полета потискат освобождаването на мелатонин в кръвта (хормон, усилващ имунната система, синхронизиращ размножаването на клетките и задържащ развитието на туморите);
- при продължително въздействие се повишава риска от заболяване от левкемия, рак на мозъка, негативни изменения в репродуктивните функции и имунната система. Учени от Канада, Япония, САЩ и Норвегия почти едновременно алармират за въздействието на компютрите върху бременни жени - аборти, преждевременни раждания, малформации на плода.

Мобилните телефони се превърнаха в ежедневие, даже се учудваме на хора, които не използват такива. Все по-често срещаме деца и младежи с най-новите модели. В каква степен те и необходимата за работата им инфраструктура увреждат здравето? Със абсолютна сигурност това не може да се каже поради липсата на статистически данни за по-дълъг период, както и на изследвания, обхващащи достатъчно голяма извадка.

Високоволтовите линии, радио, телевизия, радары, компютри и в по-ново време мобилни телефони допринесоха за създаване на понятието електросмог - "замърсяване" с електромагнитни полета. Специалистите използват понятието електромагнитно въздействие (Electromagnetic Interference EMI), а с изследването му се занимава раздел, наречен електромагнитна съвместимост (Electromagnetic Compatibility EMC).

Историята на електротехниката, електрониката и радиокомуникациите е повече от 100-годишна, а през последните 40 години има над 12000 изследвания за влиянието на нейонизиращите лъчения върху живите организми. Основавайки се на тези изследвания, световната здравна организация (WHO) и международната комисия за защита от нейонизиращи лъчения (ICNIRP) предписват определени норми. Излъчвателите (антените в отделните клетки) отговарят на тези норми.

Изследване на университета в Есен, Германия показва опасността от равиване на рак на очите у хора използващи продължително време мобилни телефони. Във всеки случай това изследване не се смята за окончателно доказателство. (Отделен въпрос е свързан с неяснотите по механизма на ракообразуване вследствие на електромагнитно лъчение с такива честоти)

Според данни на германския съюз за защита на природата и околната среда (BUND) използването на тези устройства води до отрицателни последици за нервната и хормоналната система.

Проведен е 5-дневен експеримент (в университетската клиника във Freiburg), при който на доброволци са прикрепени мобилни телефони към главите. Телефоните се включват и изключват дистанционно, а участниците не знаят кога става това. При включване се регистрира повишаване на кръвното налягане с 5 до 10 mmHg

Законодателството в европейските държави постановява максимална мощност на излъчване от 2 W на kg телесно тегло, но редица експерти са на мнение, че то не бива да надвишава 0.2 W/kg. Организации за защита на потребителите и лекари изискват данни за излъчваната мощност да се отпечатват върху опаковката на апарата.

Според много изследователи, електромагнитното натоварване и влиянието му върху организмите все още е неясно. Специално при мобилните телефони следва да се обърне внимание поне на два важни фактора - термичното въздействие и импулсно-модулираното лъчение. Влиянието, особено на втория фактор върху живите клетки не е добре изучено. Предполага се, че при деца то може да е особено опасно, тъй като тъканите им все още се развиват

Взаимодействието електромагнитни вълни с биологичните тъкани е свързано с тяхната абсорбция, пречупване, отражение и с пренасяне на енергия. Как и по какъв начин те ще въздействат върху даден организъм зависи от вида на тъканта, теглото и размерите на организма, честотата на вълната и преди всичко от интензитета на електричното поле, съответно индукцията на магнитното. Крайният ефект може да се изрази в излекуването на даден орган, в неговото повреждане или разрушаване

Наземни станции за мобилни телефони. На три метра разстояние от антената на излъчвателя, стойностите на интензитета на електричното поле и на индукцията на магнитното поле са под пределната норма. **В повечето държави съществува изискване те да не са по-близо от 30 m от жилищни и обществени сгради.** При спазени изисквания те не представляват съществена опасност.

Термични ефекти. Енергията на лъчението се абсорбира от молекулите в организма и повишава кинетичната им енергия. Степента на абсорция и съответното повишаване на температурата се определя от вида и формата на тъканите и органите. В различна степен то се забавя поради дишане, изпотяване, топлообмен и излъчване. Ако поради някакви причини се надвишат възможностите на организма - т.е. получената енергия е по-голяма от отдадената в околната среда - е възможно даден орган да получи увреждания. Най-грубо казано - изгаряне или изпарение на части от него. **Най-податливи са органи с по-слабо топлоотвеждане (напр. очни лещи и тестиси), тъкани с по-слаба кръвна циркулация и тъкани между отделните органи.** Критичната температура е 42°C. Както е известно, с повишаване на честотата, електромагнитното лъчение навлиза по-слабо във веществото - следователно и в човешките тъкани. От друга страна, рецепторите за болка на кожата проявяват забележима реакция при скорост на затопляне > 0.001 °C/s. Усещането за топлина зависи от честотата и плътността на мощността на лъчението. Например усещане за топлина има при облъчване в течение на 1 s с честота 3 GHz и плътност на мощността 58 mW/cm², а при облъчване с честота 10 GHz - при плътност на мощността 21 mW/cm². Усещане за болка - след 21s при 3 W/cm² или след 3min при 800 mW/cm². Оказва се, че дори малко, но по-продължително затопляне с повече от 1°C, при определени обстоятелства може да доведат до изменения в поведението, обмяната на веществата или до увреждания на ембриона при бременни. **Определената специфична мощност, която води до повишаване на температурата с повече от 1°C / kg за цялото тяло е 4 W/kg.** Но както беше подчертано, отделните органи имат различни характеристики. Например по-дългоременно държане на антената на апарата близо до очите може да доведе до помътняване на очната леща. В практиката се използват максимално допустими стойности за интензитетите на електричното и на магнитното поле. Като пример в таблицата са посочени нормите за цялото население, съгласно DIN VDE 0848:

Честота ν [MHz]	Ефективни стойности	
	E [V/m]	H [A/m]
10 - 400	27,5	0,073
400 - 2.000	$1,375 \times \sqrt{\nu}$	$0,0037 \times \sqrt{\nu}$
2.000 - 300.000	61,0	0,16

Забележка: стойността на ν под корена се взема в MHz.

Например за 900 MHz: $1,375 \times \sqrt{900} = 41,25$ V/m.

Следва да се подчертае, че нормите, посочени в таблицата са далеч под стойностите, предизвикващи отрицателни термични последици за човешките органи. Т.е. кратковременно надхвърляне на нормата, дори двойно, се смята за безопасно.

Атермични ефекти. Да разгледаме една проста задача: Да се определи енергията на фотон, излъчен от антената на GSM апарат, работещ на честота 900 MHz. Решение: $\epsilon = h\nu \approx 5.96 \text{ J} \approx 3.7 \mu\text{eV}$. Коментар към задачата: енергията, необходима за разкъсване на връзките в ДНК, е около 1 eV - т.е. лъчението не може директно да промени ДНК. Мнозина специалисти смятат, че дори полета със стойности под пределната норма може да предизвикат редица атермични ефекти. Преди години са проведени серия изследвания по въпроса, които в днешно време се подновяват във връзка с масовата употреба на мобилни телефони. Например изследвано е евентуалното канцерогенно действие на електромагнитни полета с висока честота - изменения в гени и хромозоми и изменения в деленето на клетките. Досега направените изследвания, например върху човешки лимфоцити показват изменение в скоростта на делене, предизвикани от нискочестотни полета, но не и от такива с честоти като при мобилните телефони.

Атермичните ефекти, като цяло, са изучени по-слабо от термичните. Най-известните са т.нар. ефект на огърлицата и диелектричното насищане. Първият е свързан с подреждането на частици, последователно една на друга и успоредно на силовите линии, например еритроцити или левкоцити. Това става с частици, които съдържат диполни молекули или молекули, които се превръщат в диполи в електрично поле. Този ефект се проявява при такива стойности на интензитета, при които и без друго се проявяват и вредни термични ефекти. Ефектът на диелектричното насищане се състои в поляризацията на странични вериги при макромолекули (например ДНК) в

силно електромагнитно поле. Това от своя страна може да разкъса водородните връзки и да доведе до изменение на молекулите. Засега твърденията, че и значително по-слаби полета може да предизвикат, посредством някакъв друг механизъм, изменения в човешкия организъм се смятат за несериозни. **Както на нискочестотните, така и на високочестотните електромагнитни полета се приписва влияние върху обмяната на веществата, канцерогенно действие и промяна във възприятията.** До момента такава официални експерименти са провеждани in vitro или върху мишки. Поради тази причина са гледа критично при директното пренасяне на резултатите от тях върху целия човешки организъм, съответно на твърденията че те представляват социално-икономически и екологично опасни фактори.

Предмет на друго изследване е била скоростта на делене на ракови клетки под влияние на високочестотни електромагнитни полета. Резултатът е, че такава връзка не се забелязва. И това изследване е проведено in vitro, при което не се отчита цялостното влияние на организма, затова и резултатите от него се смятат за частични. Изследвания за влиянието на високочестотни, модулирани по различен начин електромагнитни трептения върху биохимични механизми, свързани с концентрацията на калций вътре и извън клетките също не са показали обезпокоителни резултати.

Според досегашните данни, опасност крият електромагнитни полета с по-висок интензитет, но и прекомерната употреба на мобилни телефони също не е препоръчителна. Рисковете се минимизират посредством въвеждане на пределни норми.

Мобилен телефон и лаптоп с постоянна връзка в мрежата, където и да сме са неизменни атрибути за един нормален градски човек. Свикнахме с тях сравнително от скоро, но почти нищо вече не може да ни раздели. Дали?

Gsm-ите и wireless-системите, наред с безжичните телефони и базовите станции на мобилните оператори, са основните виновници за електромагнитния смог в града, който влияе и то зле на здравето ни. Смята се, че продължителното излагане на електромагнитна радиация убива мозъчни клетки, може да причини мозъчен тумор, рак на гърдата, левкемия при децата и импотентност при мъжете. Полеките странични ефекти са главоболие, загуба на концентрация и отпадналост. И най-уязвимите са децата. Само до преди две години това бяха научните хипотези, с които почти никое правителство или компания не се съобразяваше (изключението и тук са скандинавците). На запад цел номер 1 е абсолютно покритие с wireless в градове и селца заедно с гимназии, средни училища, че даже и детски градини. (В случая добре

че пак сме си с няколко години назад в развитието на тези технологии). В края на Септември European Environment Agency към ЕС, явно сериозно стресната от последните научни доклади, настоя за незабавни действия, с които да се намали излагането на населението на електромагнитна радиация от безжичен интернет, мобилни телефони и базовите станции на техните оператори. Комисията се опасява, че **ако не се реагира своевременно, може да се стигне до здравна криза подобна на тази с тютюнопушенето.** Допустимите нива на електромагнитна радиация в населените места са с "хиляди пъти по-високи" от безопасното, е едно от заключенията на "тревожните доклади".

Други изводи: развитието на **ракови заболявания** в следствие употребата на мобилни телефони не може да се овладее; експлозията на нови технологични източници създава **безпрецедентни нива на изкуствени електромагнитни полета**, които покриват почти всички обитавани зони по земята и причиняват "дълготрайно и натрупващо се излагане" на "драстично увеличаваща се" радиация, която "няма прецедент в човешката история"; налагат се корекции в начина, по който възприемаме, тестваме и разполагаме технологиите така че да се избегнат проблеми със здравето на хората на глобално ниво. Хубавото поне е, че ЕС засили натиска върху европейските правителства и публичните здравни органи, които най-сетне ще направят нещо за овладяване на този мощен електромагнитен смог. Правителството на Германия вече посъветва публично гражданите си да **използват жичен интернет вместо Wi-Fi, както и кабелни вместо мобилни телефони.** Над 50% от основните училища и 4/5 от гимназиите в Англия вече имат безжичен интернет, определен като "магическа" система от властите в образователната система на Обединеното Кралство.

3. Защита от електромагнитно облъчване.

Решението на проблема "Електросмог" се нарича ElectroShield, система блокираща до 99,9% от електромагнитните излъчвания в обхвата от 50 Hz до 10 GHz. ElectroShield е водоразредима грунд-боя без вредни емисии с висока дифузионна способност, съвместима с всички дисперсионни и латексови бои за вътрешна употреба от гамата на CAPAROL. Специалната рецептура на продукта с графитни пълнители осигурява абсорбирането на електромагнитните вълни и тяхното заземяване, като в същото време не променя останалите параметри на стените и получавате желаната визия.

Повишаването на комфорта и подобряването на микроклимата в жизнената и работната среда с цел опазване здравето на човека е основен приоритет във всички разработки на специалистите на CAPAROL. Измерванията показват, че при еднослойно нанасяне на продукта ElectroShield (около 200 ml/m²) стойностите на редуциране на електромагнитните вълни са между 22 dB и 25 dB в целия честотен диапазон. При двуслойно нанасяне стойностите са между 28 dB и 36 dB. В най-често срещания случай в честотния диапазон на мобилните телефони редуцирането при еднослойно нанасяне е над 23 dB т.е. 99,5% от излъчването, а при двуслойно стойността на редуциране е около 30 dB т.е. 99,9%.

За по добра прегледност и систематизиране в долната таблица са дадени някои стойности от измерванията в диапазона на мобилните комуникации:

	ElectroShield еднослойно нанасяне	ElectroShield двуслойно нанасяне
Електропровод 50 Hz	44 dB	50 dB
GSM 900 (900 MHz)	25 dB	32 dB
GSM 1800 (1800 MHz)	24 dB	31 dB
UMTS (2000 MHz)	24 dB	31 dB
5,0 GHz	23 dB	28 dB
10,0 GHz	23 dB	33 dB

С иновацията **ElectroShield, Caparol** предлага надежден, икономически изгоден метод за екраниране на ниско и високочестотните електромагнитни полета, доказано с измервания преди и след полагане на системата и разполага със съответните сертификати.

Стените обработени с **ElectroShield** се превръщат в своеобразен щит срещу електромагнитните вълните, които ни заливат.

Московски учени са разработили **защита от излъчването на клетъчните телефони**, твърдят руски медии, като се позовават на информация от Курчатовския институт. **Специалното покритие** е изработено на основата на наноматериали, според оскъдната информация към момента. Веществото, за което се твърди, че е уникално, **поглъща напълно електромагнитното излъчване.**

Разработката е дело на изследователи от формацията се в момента Национален център по нанотехнологии към Курчатовския институт. Засега е известно, че подобна технология притежава и Тайван. На пазара обаче все още няма комерсиални продукти за защита от излъчването на мобилните телефони

Безопасната, здравословна околна среда е важен фактор за качеството на живот. Хората в Европейския съюз никога не са живели толкова дълго, а очакваната продължителност на живота продължава да нараства. Въпреки това равнището на болести, които могат да бъдат избегнати, и на смъртността преди 65-годишна възраст все още е значително. Физическите рискове често са свързани с инциденти, някои видове рак, инфекции, респираторни заболявания и свързани с околната среда фактори.

ЕС се бори да гарантира доброто физическо състояние на своите граждани, като засилва дейностите си на различни равнища. Сред важните области, на които трябва да се обърне внимание, са ограничаване на излагането на хората на електромагнитни полета и вещества като химични или биологични съединения, представляващи потенциална заплаха за здравето им. Създадени са научни комитети, за да извършат оценка на риска и да насочват вниманието към съответните нови открития. Те са натоварени да помагат на Комисията по въпроси, свързани с изследването на вещества, чиято употреба може да има вредни последици за човешкото здраве и околната среда. Главните насоки на дейността на ЕС в тази област са: радиация, шум, електромагнитни полета, замърсяване на околната среда, намаляване на злополуки и наранявания, подобряване на безопасността на продуктите.

Определянето на стандарти и вземането на мерки ще помогнат за гарантиране на безопасна околна среда за всички. Това обаче не може да бъде постигнато без единен подход: или чрез закони (когато е уместно), или чрез координиране на националните мерки. Общността може да допринесе и като помогне за проучване на тенденциите чрез съответни системи за информация за околната среда и здравето и чрез мониторинг на злополуките и нараняванията.