

ELEKTROMAQNİT SAHƏSİNİN BİOLOJİ MÜHİTƏ TƏSİR MEXANİZMİ



Elnurə İsmayilzadə,

Azərbaycan Texniki Universitetinin magistri

e-mail: elnure.ismayilzade97@gmail.com

UOT: 62; 621.315

Xülasə. Elektrik və elektromaqnit sahələrinin bioloji obyektlərə təsiri, adətən şüalanma sahəsi və ya dalğa zonası ilə fərqlənir. İnsan orqanizminə daxil olan elektromaqnit şüalarının enerjisinin udulmasının miqdarı çox mürəkkəb funksiya olub toxumaların xassələrindən, həndəsi ölçülərindən və şüalanma şərtindən asılıdır. Bu məsələlər məqalənin əsas məğzini təşkil edir.

Açar sözlər: elektromaqnit sahəsi, bioloji toxuma, elektromaqnit şüaları, polyarlaşmış elektromaqnit şüaları, enerji ayrılması, dalğa uzunluğu.

Key words: electromagnetic field, biological tissue, electromagnetic radiation, polarized electromagnetic radiation, energy dissipation, wavelength.

Ключевые слова: электромагнитное поле, биологическая ткань, электромагнитное излучение, поляризованное электромагнитное излучение, диссипация энергии, длина волны.

Təbiətdə mövcud olan elektrik və maq netizm onun təkamülünün vacib ekoloji faktorlarındanıdır. Günəş şüalarının belə faktorlara əsas təsiri biosfer qatında elektromaqnit şüalanması kimi geniş spektr diapazonunda təsir göstərir. Elektromaqnit sahəsi elektrik yüklərinin qarşılıqlı təsir formasıdır ki, bu da bioloji mühitdə canlı orqanizmlər üçün II növ keçiricilər qrupuna aid olur. Bu qarşılıqlı təsir bioloji strukturlarda Lorens qüvvəsi kimi aşağıda göstərilən ifadə ilə verilməmişdir.

$$F = qE + q[VB] \quad (1)$$

Burada, q – elektrik yükü, V – bu yüklərin hərəkət sürəti, E – elektrik sahəsinin gərginliyi, B – maqnit sahəsinin induksiyaasıdır. Elektromaqnit sahəsi ilə maddələr arasında qarşılıqlı təsir Maksvel tənlikləri ilə ifadə olunur.

Elektromaqnit induksiya qanununa görə:

$$\text{rot}E = - \text{dB}/dt \quad (2)$$

Elektrostatik induksiya qanununa görə:

$$\text{div} D = \rho \quad (3)$$

Tam cərəyan qanununa görə:

$$\text{rot}H = j + dD/dt \quad (4)$$

Maqnit qüvvə xətlərinin fasiləsizlik qanununa görə: $\text{div}B = 0$ (5)

Bu ifadələrdə olan H – maqnit sahəsinin gərginliyi, D – elektrik sahəsinin induksiyaası, ρ – yükün həcm sıxlığı, j – keçiricilik cərəyan sıxlığıdır.

Göstərilən ifadələr həm sabit, həm də dəyişən sahələrdə qoyulan məsələlərin həllinə imkan verir. Maksvel nəzəriyyəsinin tətbiqi makroskopik yanaşmanı tələb edir. Yəni elektromaqnit sahəsi ilə bioloji obyektin qarşılıqlı təsirinin analizi üçün obyektin parametrləri μ (nisbi maqnit nüfuzluğu), ϵ (nisbi dielektrik nüfuzluğu) və σ (mühitin xüsusi keçiriciliyi) məlum olmalıdır.

Canlı orqanizm elektrik hadisəsi nöqtəyi-

nəzərindən həm keçirici, həm də dielektrik kimi özünü göstərir. Belə hesab olunur ki, zülallarda elektrik yüklərinin daşıyıcısı kimi ionlardan istifadə olunur. Bu da yarımkeçirici elektron-deşik keçiriciliyi yaradır ki, nəticədə canlı orqanizmdə vahid keçiricilik yaranır. Müxtəlif bioloji toxumalar üçün məxsusi keçiricilik də fərqlidir. Məsələn, bəzi toxumalarda sabit cərəyan rejimində məxsusi keçiricilik yüzrlə $1/\text{Om} \cdot \text{m}$ qanda və maye biotoxumalarında olduğu halda, dəri və sümük toxumalarında keçiricilik vahidə yaxın olur. Bundan başqa, canlı biotoxumalarda keçiriciliyin tezlik dispersiyası da müşahidə olunur.

Bioloji toxumaların maqnit xassələri vakuumdan az fərqlənir, onlar əsasən diamagnet və paramagnet maddələr üçün xarakterikdir. Maksvel tənliklərinin bioloji obyektlərdə tətbiqi nəzəri olaraq elektromagnet sahəsinin xarakteristikasını əks etdirir, o da istər obyektin daxilində, yaxud da sahənin istənilən nöqtəsində xarici və daxili məsələləri həll etməyə imkan verir. Təcrübədə bu tənliklərin köməyi ilə *elektrostatik, maqnitostatik, aşağı tezlikli elektrik və maqnit sahələri, yüksək tezlikli, ifrat yüksək tezlikli, optik və ionlaşdırıcı şüalar* müəyyən edilir.

Elektrik sahəsindən fərqli olaraq elektromagnet sahəsinin bioloji obyektlərə təsiri, adətən şüalanma sahəsi və ya dalğa zonası ilə əlaqəlidir. Dalğa zonası dedikdə, elə sahə başa düşülür ki, həmin sahə elektromagnet dalğa xarakterli olsun, orada tezliyin, dalğa uzunluğunun və yayılma istiqamətinin dəyişməsi də nəzərə alınsın. Bioloji obyektlərə təsir xüsusiyyətinə görə elektromagnet şüalanmasının spektri 5 intervala bölünür:

1. *1Hz-dən 10kHz-ə qədər olan dalğa zonası bioloji əhəmiyyətə malik elektromagnet sahə intensivliyini xarakterizə edir ki, bu sahələrdə həm maqnit, həm də elektrik sahələrinin təşkilədiciləri praktik əhəmiyyət kəsb edir.*

2. *10kHz-dən 30MHz-ə qədər diapazonda elektromagnet enerjisinin müxtəlif bioloji strukturlarda qeyri-bərabər udulması ilə xarakterizə olunur.*

3. *30MHz-dən 10QHz-ə qədər olan diapazonda interferensiya hadisəsi nəticəsində insan orqanizmi mürəkkəb udulma prosesinə məruz qalır. Bu zaman insan orqanizmində maksimal*

udulma baş verir ki, bədənə "isti ləkələr" əmələ gəlir.

4. *10QHz-dən 200QHz diapazonda elektromagnet şüaları toxumalar tərəfindən daha tez udulmağa məruz qalır. Burada dalğaların daxilə nüfuz etmə effektivliyi 0,01-0,1λ təşkil edir. İnsan orqanizmi üçün lokal şəkildə şüaların təsir effekti 49QHz-dən 60QHz-ə qədər olan diapazonda biorezonans tezliyi yaratmış olur.*

5. *200QHz-dən 3000QHz-ə qədər olan diapazonda orqanizmin toxumalarının səthində enerji udulması baş verir. Burada dərinin reseptor qıcıqlanması yaranır və yaxud bioloji aktiv nöqtələrə təsir göstərir. Elektromagnet şüalanmasının bioloji toxumaların dərinliyinə nüfuz etməsi elə bir məsafəni əhatə edir ki, orada elektrik sahəsinin amplitudu e qədər azalır, enerji selinin sıxlığı isə e^2 qədər azalmış olur.*

Optik şüalanma (ışıqlanma) dedikdə, elektromagnet sahəsinin fotonlarla şüalanması başa düşülür ki, burada energetik təsir udulma və yayılma mexanizmi ilə təyin olunur. Dalğa uzunluğundan asılı olaraq, optik şüalanmanın 3 diapazonu fərqləndirilir:

- **infraqırmızı şüalanma** 0,75-1000 mkm
- **görünən işıq diapazonu** 0,360-0,75 mkm
- **ultrabənövşəyi şüalanma** 0,01- 0,400 mkm

Optik şüalanma radiotezlikli şüalanmadan və şüalanmanın diskret (kvantlarla) xarakterli olması ilə fərqlənir. Bu deyilənlər kvant sisteminin xassəsi ilə tənzim olunmaqla, özlərinin energetik vəziyyətini pilləvari dəyişərək udulma və ya kvant şüalanması ilə aşağıdakı ifadə ilə təmsil olunur.

$$h\nu = W_i - W_k \quad (6)$$

Burada, ν – şüalanma tezliyi, W_i və W_k isə sistemin energetik səviyyələridir.

Optik diapazonda olan kvantlar, eyni zamanda fotonlar adlanır. Işıq şüalarının udulması dedikdə, intensivliyinin maddələrdən keçərkən zəifləməsi və işıq enerjisinin digər növ enerjiyə çevrilməsi başa düşülür. Bircinsli mühit üçün və monoxromatik şüalanma zamanı udulma Lomberd, Buger və Ber qanunu ilə təyin olunur.

$$I_\ell = I_0 \cdot e^{-k\ell} \quad (7)$$

Burada, ℓ – mühitin əhatə etdiyi məsafə, I_ℓ və I_0 mühitin girişində və çıxışında olan şüalanma intensivlikləridir. k – isə udulmanın natural göstəricisidir. Kvant sisteminin bioloji mühitində

enerjinin udulması n konsentrasiyasına malik olan molekullarla yerinə yetirilir. Qarşılıqlı təsir sahəsində molekulların effektiv en kəsiyi S_{ef} ilə göstərilir. Bu zaman udulmanın natural göstəricisi k aşağıdakı kimi müəyyən edilir:

$$k = n S_{ef} \quad (8)$$

Adətən udulma qanunu bioloji mayelərin və qarışıqların tədqiqi ilə aparılan təcrübələrdə özünü göstərir. Udulma qanununa görə aşağıdakı tədqiqat metodları vardır:

Konsentrasiyalı koloremetriya metodu – bu metodda maddələrin konsentrasiyası rənglənmiş mayədə təyin olunur. Burada konsentrasiya aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$C = (\lg(I_0 / I_l)) / \epsilon l \quad (9)$$

ϵ – optik diapazonda dalğa uzunluğuna uyğun olan əmsaldır ki, o da xüsusi cədvəllə verilir.

Optik pletizmoqrafiya metodu – bu metodla orqanlar və toxumaların qanla təmin olunması tədqiq edilir, metodda aşağıdakı düsturdan istifadə olunur:

$$\lg(I_0 / I_l) = \Phi(l) \quad (10)$$

Optik şüalanma ilə maddələr arasında vacib hadisə işığın yayılmasıdır. İşıq şüaları optiki qeyri-bircins sahədə yayıldıqda 2 cür yayılma üsuluna malik olur:

1. *Çox kiçik hissəciklərlə bircinsli şəffaf maddələrdə qeyri-bircins yayılma* – belə mühit tutqun mühit, prosesin özü isə Tindal adlanır. Tutqun mühitə bioloji mayelər, ayrezollar (buxar, tüstü, duman) aiddir.

2. *Qeyri-bircins yayılma* – həmin maddələrdə baş verir ki, bu zaman molekulların bərabər paylanmadan onların statik olaraq meyl etməsi baş verir. Qeyri-bircinsliyin ölçüsünü təyin edən metod *Nefelometriya* adlanır.

Polyarizasiya müstəvisində fırlanma hadisəsi metodu – bu hadisə müstəvi polyarizasiya olunan optik şüalanmanın bioloji mühitdən keçməsi ilə onun fenomenoloji vəziyyət almasıdır. Bu metodun əsas məğzi ondan ibarətdir ki, bir çox optik şəffaf maddələr polyarizasiya müstəvisində optik vəziyyətlərini dəyişə bilirlər.

Nəticə. Elektromaqnit şüalarının insan orqanizminə təsirinin müxtəlif aspektləri araşdırılarkən, onun orqanizmdə udulmasının biofiziki xassələri təhlil edilərək mühüm nəticələr əldə edilmişdir. Udulmanın məxsusi gücünün dalğa uzunluğundan asılılığı, bioloji obyektlərə təsir xüsusiyyətinə görə elektromaqnit şüalanmasının spektrlərinin zərərli xüsusiyyətləri müəyyən edilmişdir.

siyyətinə görə elektromaqnit şüalanmasının spektrlərinin zərərli xüsusiyyətləri müəyyən edilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Олейник В.П. Основы взаимодействия физических полей с биологическими объектами. Учеб. пособ. Харьков, ХАИ 2006, 62 с.
2. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. Биофизика. Учебник, 2-е изд. К., ИД «Профессионал», 2004.
3. Олейник В.П., Кулик С.Н. Аппаратные методы исследований в биологии и медицине. Учеб. пособие, Х., Нац аэрокосм. Ун-т Харьк. Авиаци. ин-т, 2004.
4. Волькенштейн М.В. Физика и биология. М., Наука, 1980.
5. Rəhimov R.M., Hüseynov H.Ə. Biofizika və fiziki sahələrlə bioobyektlərin qarşılıqlı təsiri. Bakı, NPM, Təhsil, 2014, 115 səh.
6. Rəhimov R.M., Əliyev T.A. Biofizika və fiziki sahələrlə bioobyektlərin qarşılıqlı təsiri. Ali məktəblər üçün dərs vəsaiti, Bakı, 2018, 222 səh.

E.İsmayilzadə

Controlling the mechanism of the impact of electromagnetic field on biological medium

Abstract

The impact of electric and electromagnetic fields on biological objects usually differs from that of the radiation field or wave zone. The amount of electromagnetic radiation absorbed by the human body is a very complex function depending on the biological tissue properties, geometric dimensions, and radiation conditions. These issues are the main focus of the paper.

Э.Исмаиладзе

Управление механизмом воздействия электромагнитного поля на биологическую среду

Аннотация

Статья посвящена воздействию электрического и электромагнитного полей на биологические объекты, различается в зависимости от поля излучения или волновой зоны. Количество энергии, поглощаемой электромагнитным излучением, попадающим в человеческое тело, является очень сложной функцией и зависит от свойств тканей, геометрических размеров и условий излучения.