

**ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅԱՆ
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ ՀԻՄՆԱԴՐԱՄ**

**ՈՉ ԻՈՆԻԶԱՑՆՈՂ ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ
ԱԼԻՔՆԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ
ԿԵՆՍԱՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ՎՐԱ**

(Ուսումնական ձեռնարկ)

Երաշխավորված է որպես ուսումնական ձեռնարկ
բուհերի համար

ԵՐԵՎԱՆ
ՌՀՀ հրատարակչություն
2017

ՀՏԴ 577.3(07)
ԳՄԴ 28.071Գ7
Ո 380

Երաշխավորված է Ճարտարապետության և շինարարության
Հայաստանի ազգային համալսարան հիմնադրամի կողմից

Գրախոսներ՝ Ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների
դոկտոր, պրոֆեսոր, ԵՊՀ Օպտիկայի ամբիոնի
վարիչ Ռոման ԱԼԱՎԵՐԴՅԱՆ
Ճարտարապետության դոկտոր, ՃՀՀԱՀ
Գեոէկոլոգիայի և կենսաանվտանգության
ամբիոնի վարիչ Սամվել ՇԱՀԻՆՅԱՆ

*ԵՊՀ կենսաֆիզիկայի ամբիոնի վարիչ, կենս.գիտ.դոկտոր,
պրոֆեսոր Պ.Հ. Վարդևանյանի խմբագրությամբ*

Ո 380 Ոչ իոնիզացնող էլեկտրամագնիսական ալիքների
ազդեցությունը կենսահամակարգերի վրա: Ուսումնական
ձեռնարկ: Ա.Թ. Կարապետյան, Ս.Ա. Բաջինյան,
Մ.Հ. Սալաքյան, Մ.Ա. Շահինյան, Պ.Հ. Վարդևանյան:
Երևան, ՌՀՀ հրատ., 2017. 172 էջ:

Ձեռնարկը նախատեսված է կենսաֆիզիկայի, կենսաանվտան-
գության, երկրաբանության և երկրաֆիզիկայի մասնագիտություննե-
րի ուսանողների, ասպիրանտների համար: Այն օգտակար կարող է
լինել նաև ֆիզիկայի, բժշկագիտության, գյուղատնտեսական և ման-
կավարժական համապատասխան մասնագիտությունների երիտա-
սարդ մասնագետների, գիտաշխատողների ու բոլոր նրանց համար,
ովքեր հետաքրքրվում են ժամանակակից ճառագայթային կեն-
սաանվտանգության հարցերով:

ՀՏԴ 577.3(07)
ԳՄԴ 28.071Գ7

ISBN 978-9939-67-181-9

© ՌՀՀ հրատարակչություն, 2017

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ	6
ԳԼՈՒԽ 1. ՀԱՄԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆ ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԴԱՇՏԻ ԲԱՂԱԴՐԻՉ-ՆԵՐԻ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ:	
ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ԴԱՇՏ, ՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԴԱՇՏ	11
1.1. ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ԴԱՇՏԵՐ	11
1.1.1. Երկրի էլեկտրական դաշտը	14
1.1.2. Էլեկտրական դաշտերի կենսաբանական ազդեցությունը	19
1.1.3. Էլեկտրական հոսանքի ազդեցությունը մարդու օրգանիզմի վրա	24
1.2. ՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԴԱՇՏԵՐ	32
1.2.1. Մագնիսական դաշտերի փոխազդեցությունը նյութի հետ	35
1.2.2. Մագնիսական դաշտերի կենսաբանական էֆեկտները	40
ԳԼՈՒԽ 2. ՈՉ ԻՈՆԻԶԱՑՆՈՂ ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄՆԵՐԻ և ԴԱՇՏԵՐԻ ՄԱՍԻՆ ՀԱՄԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆ, ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԲՆՈՒԹԱԳՐԻՉՆԵՐ, ԴԱՍԱԿԱՐԳՈՒՄ և ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐ	44
2.1. ՀԱՄԿԱՅՈՒԹՅՈՒՆ ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԱԼԻՔՆԵՐԻ և ԴԱՇՏԵՐԻ ՄԱՍԻՆ	44
2.2. ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԱԼԻՔՆԵՐԻ ԵՎ ԴԱՇՏԵՐԻ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ	50
2.3. ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԱԼԻՔՆԵՐԻ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԸ	58
ԳԼՈՒԽ 3. ՈՉ ԻՈՆԻԶԱՑՆՈՂ ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄՆԵՐԸ ԵՎ ԴԱՇՏԵՐԸ	79
3.1. ԲՆԱԿԱՆ ՈՉ ԻՈՆԻԶԱՑՆՈՂ ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄՆԵՐԸ ԵՎ ԴԱՇՏԵՐԸ	79

3.2. ՌԱԴԻՈՀԱՃԱԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԵՎ ԳԵՐԲԱՐՁՐ ՀԱՃԱԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄՆԵՐԸ	82
3.3. ԻՆՉՊԵՍ ԵՆ ՏԱՐԱԾՎՈՒՄ ՌԱԴԻՈԱԼԻՔՆԵՐԸ	90
3.4. ՌԱԴԻՈՀԱՃԱԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԵՎ ԳԵՐԲԱՐՁՐ ՀԱՃԱԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄՆԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԸ ՄԱՐԴՈՒ ԱՄԵՆՕՐՅԱ ԿՅԱՆՔՈՒՄ	99
ԳԼՈՒԽ 4. ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԴԱՇՏԵՐԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ԱԶԴԵՅՈՒԹՅՈՒՆԸ	118
4.1. ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՕԲՅԵԿՏՆԵՐԻ ՀԵՏ ԷԼԵԿՏՐԱ- ՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԴԱՇՏԵՐԻ ՓՈԽԱԶԴԵՅՈՒԹՅԱՆ ԿԵՆՍԱՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՄԵԽԱՆԻԶՄՆԵՐԸ	127
4.2. ԾԲՀ ԵՎ ԾՅՀ ԷՄՃ ԱԶԴԵՅՈՒԹՅԱՆ ԱՌԱՋՆԱՅԻՆ ՄԵԽԱՆԻԶՄՆԵՐԸ	131
4.2.1. Իոն-ռեզոնանսային մեխանիզմներ	132
4.2.2. ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄՃ ազդեցությունը ջրի, ջրային լուծույթների և կոլոիդ համակարգերի ֆիզիկաքիմիական հատկությունների վրա	134
4.2.3. APUD-համակարգի բջիջները որպես ԷՄԴ սենսորներ	144
4.2.4. ԾԲՀ ԵՎ ԾՅՀ ԷՄԴ ազդեցությունը թթվածնի ակտիվ ձևերի առաջացման վրա	152
4.3. ՄԻԼԻՄԵՏՐԱՅԻՆ ՏԻՐՈՒՅԹԻ ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱ- ԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՄԱՆ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ԷՖԵԿՏՆԵՐԸ	153
4.4. ՌԱԴԻՈՀԱՃԱԽԱՅԻՆ ՏԻՐՈՒՅԹԻ ԷԼԵԿՏՐԱ- ՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄՆԵՐԻ ԿԵՆՍԱ- ԲԱՆԱԿԱՆ ԷՖԵԿՏՆԵՐԸ	162
ԳԼՈՒԽ 5. ՌԱԴԻՈՀԱՃԱԽԱՅԻՆ ԷՄԴ ՆՈՐՄԱՎՈ- ՐՈՒՄԸ	164

5.1. ԲԱՐՁՐ ՀԱՃԱԽՈՒԹՅԱՆ ԴԱՇՏԵՐ և ՃԱՌԱԳԱՅ- ԹՈՒՄՆԵՐ	164
5.1.1. Բջջային հեռախոսների պոտենցիալ վտանգը	164
5.2. ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԴԱՇՏԵՐԻՑ ԵՎ ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄՆԵՐԻՑ ՊԱՇՏՊԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ	167
Եզրակացություն	169
Օգտագործված գրականության ցանկ	171

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Երկրի վրա կյանքը ծագել, զարգացել և շարունակվում է բնական ծագում ունեցող, համեմատաբար ցածր ինտենսիվության (իներցիայով) էլեկտրամագնիսական դաշտերի (ԷՄԴ) ազդեցության պայմաններում, որոնց աղբյուրներից են Արեգակը և Տիեզերքը, Երկրի մագնիսական դաշտը, կայծակների լիցքաթափումները և այլն: Այդ դաշտերը, լինելով փոփոխվող ինտենսիվությամբ մշտապես ազդող էկոլոգիական գործոն, ունեն որոշակի ազդեցություն մարդու, կենդանիների, բույսերի կենսագործունեության վրա:

Մարդկային գործունեության ամենատարբեր բնագավառներում էլեկտրամագնիսական էներգիայի լայն կիրառությունը հանգեցրել է նրան, որ Երկրի կենսոլորտում գոյություն ունեցող բնական էլեկտրամագնիսական ֆոնին ավելացել են արհեստական ծագման էլեկտրամագնիսական դաշտերը: Դրա արդյունքում հատկապես խոշոր քաղաքներում ներկայումս հաստատվել է այնպիսի էլեկտրամագնիսական իրավիճակ, որը բնութագրելու համար հաճախ օգտագործում են “էլեկտրամագնիսական ամպ” և “շրջակա միջավայրի էլեկտրամագնիսական աղտոտում” հասկացությունները:

Տարբեր հետազոտություններ վկայում են այն մասին, որ վերջին տասնամյակների ընթացքում մարդածին ծագ-

ման ԷՄԴ գումարային լարվածությունը Երկիր մոլորակի տարբեր հատվածներում աճել է բնական ֆոնի համեմատ 2-ից 5 կարգով: Դա դիտվում է առաջին հերթին բարձրավոլտ էլեկտրալարերի գծերի, ռադիո և հեռուստաաշտարակների, ռադիոլուկացիոն կայանների մոտ, տարբեր արդյունաբերական, բժշկական և կենցաղային էներգետիկ և էներգաունակ սարքավորումների շրջակայքում: Արդյունքում կտրուկ աճել է այս ֆիզիկական գործոնի պոտենցիալ վտանգը՝ ռիսկի ենթարկելով բնակչության լայն շերտերի առողջությունը: Էլեկտրամագնիսական անվտանգության խնդիրը հատկապես սրվել է վերջին ժամանակներս՝ կապված առօրյա կյանքում հեռուստացույցների, անձնական համակարգիչների, ռադիոհեռախոսային և տիեզերական կապի, բջջային կապի միջոցների, բժշկական և կենցաղային տարաբնույթ էլեկտրական և էլեկտրոնային սարքավորումների զանգվածային ներդրման հետ: Այսօր ընդունված է այն տեսակետը, որ տեխնածին ԷՄԴ-ն կարող է եական դեր խաղալ՝ պատճառ հանդիսանալով նյարդա-հոգեբանական, սիրտ-անոթային, ուռուցքաբանական, ակնաբանական և մի շարք այլ հիվանդությունների առաջացման համար: Դրանք կարող են անբարենպաստ ազդեցություն թողնել օրգանիզմի գենետիկական կառույցների, էնդոկրինային և իմունային համակարգերի վրա, ինչպես նաև վերարտադրողական ֆունկցիայի վրա: Գոյություն ունեն տվյալներ այն մասին, որ նույնիսկ ցածր ինտենսիվությամբ էլեկտրամագնիսական դաշտերի նկատմամբ երեխաները, հղի կանայք և հիվանդ

մարդիկ ունեն բարձր զգայունություն: Ահա թե ինչու Առողջապահության համաշխարհային կազմակերպությունը միջավայրի էլեկտրամագնիսական աղտոտումը ներառել է առավել կարևոր էկոլոգիական խնդիրների թվում, որոնց լուծմանն են ուղղված ամբողջ աշխարհի այդ բնագավառում աշխատող գիտնականների ջանքերը: Վերջին տարիներին կտրուկ աճել է էլեկտրամագնիսական կենսաբանության, բժշկության, էկոլոգիայի և հիգիենայի հարցերին նվիրված հետազոտությունների քանակը: Ակնհայտ է, որ հետազոտությունների տվյալ փուլում անհրաժեշտ է ունենալ հստակ պատկերացումներ՝ էՄԴ էներգետիկ, ազդանշանային և տեղեկատվական դերի, կենդանի համակարգերի վրա դրանց կարգավորիչ, կայունացնող և ապակայունացնող ազդեցության, դրանց հիգիենիկ կարգավորման սկզբունքների մասին, ինչպես նաև մարդու օրգանիզմում ընթացող հիմնական կենսաֆիզիկական պրոցեսների համար էՄԴ վտանգավորության աստիճանի վերաբերյալ:

Ճառագայթային կենսաֆիզիկական գիտական ուղղություն է, որն ուսումնասիրում է իոնիզացնող և ոչ իոնիզացնող ճառագայթումների կենսաբանական ազդեցության մեխանիզմները՝ բացահայտելով երևույթների հաջորդականությունը՝ սկսած առանձին մոլեկուլների կողմից ճառագայթային էներգիայի կլանումից մինչև բջջում և օրգանիզմում բարդ կենսաբանական խանգարումները: Ճառագայթային կենսաֆիզիկական փաստացիորեն ուսումնասիրում է էլեկտրամագնիսական ճառագայթումների (էՄՃ) ամբողջ

սպեկտրը՝ γ -ճառագայթներից մինչև ցածր հաճախակա-
նությամբ ռադիոալիքներ: Ժամանակակից աշխարհում
մենք շրջապատված ենք էլեկտրամագնիսական դաշտերի և
ճառագայթումների բազմաթիվ աղբյուրներով: Կախված ֆո-
տոնների (քվանտների) էներգիայից՝ էլեկտրամագնիսական
տատանումների սպեկտրը ստորաբաժանվում է երկու միջա-
կայքերի, որոնք ընդգրկում են իոնիզացում չառաջացնող և
իոնիզացնող ճառագայթումները: Ճառագայթումը համարվում
է ոչ իոնիզացնող, եթե այն ունակ չէ ձեռքբերել մոլեկուլների քի-
միական կապերը, այսինքն ունակ չէ ձևավորել դրական և
բացասական լիցքավորված իոններ: Ոչ իոնիզացնող ԷՄՃ
շարքին են դասվում ռադիոհաճախության և օպտիկական
տիրույթների ճառագայթումները: Պայմանականորեն դրանց
թվին են պատկանում նաև ստատիկ էլեկտրական և մագնի-
սական դաշտերը, չնայած դրանք ճառագայթումներ չեն:

Ռադիոալիքային տիրույթի ԷՄՂ և ԷՄՃ ամբողջ
սպեկտրում էական ազդեցություն ունեն միկրոալիքները:
Բժշկական պրակտիկայում կիրառվում է միկրոալիքների
ջերմային էֆեկտը, որն էական առավելություններ ունի ստ-
վորական ջերմային տաքացման համեմատ, քանի որ միկ-
րոալիքային տաքացումը կարելի է իրականացնել տեղայ-
նորեն՝ հյուսվածքի հիվանդ հատվածի վրա, անհրաժեշտ
ծավալով և խորությամբ, բավական հավասարաչափ և ա-
րագ: Ջերմային ազդեցության հետ մեկտեղ, միկրոալիքները
ցուցաբերում են նաև այլ ազդեցություն, որի հիմքում ընկած
է “ռեզոնանսային” մեխանիզմը, այն է՝ ընտրողական ազդե-

ցությունը այն կառույցների՝ “օսցիլյատորների” վրա (օրինակ, նյարդային բջիջների կենսաբանական թաղանթներ), որոնց մոլեկուլների տատանողական պրոցեսները սինխրոն են, այսինքն համաժամանակյա են ներգործող ճառագայթման հաճախային և այլ պարամետրերի հետ: Ռեզոնանսային էֆեկտով օժտված է նաև այլ, ինֆրաձայնային մոդուլյացված էՄՃ-ը, որը, ըստ էության, ունակ է ռեզոնանսի մեջ մտնել գլխուղեղի նյարդային բջիջների կենսաառիթմերի հետ, թողնելով ինչպես դրական, այնպես էլ բացասական ազդեցություն մարդու հոգեբանական գործունեության վրա: Այս առումով ռադիոկենսաբանների առջև ապագայում բացվում են լայն հնարավորություններ ուսումնասիրելու կենդանի օրգանիզմների և մարդու օրգանների վիճակի և ֆունկցիայի վրա մոդուլյացված էլեկտրամագնիսական ալիքների ներգործությունը:

ԳԼՈՒԽ 1

ՀԱՍԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆ ԷԼԵԿՏՐԱՍԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԴԱՇՏԻ ԲԱՂԱԴՐԻՉՆԵՐԻ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ: ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ԴԱՇՏ, ՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԴԱՇՏ

1.1. ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ԴԱՇՏԵՐ

Էլեկտրական լիցքի միկրոսկոպիկ կրողները լիցքավորված մասնիկներն ու իոններն են: Էլեկտրական լիցքերի պահպանման օրենքի համաձայն դրանք չեն ստեղծվում և չեն ոչնչանում, այլ կարող են անցնել մի մարմնից մյուսին կամ տեղաշարժվել մարմնի, մոլեկուլի կամ ատոմի ներսում: Հայտնի են շուրջ 200 լիցքավորված մասնիկներ և մեծ քանակությամբ բազմաթիվ իոններ: Լիցքավորված մասնիկների մեծ մասի կյանքի տևողությունը վայրկյանների անշան մասն է կազմում, և գոյություն ունեն միայն մի քանի լիցքավորված մասնիկներ, որոնց կյանքի տևողությունը ժամանակակից ֆիզիկայի տեսանկյունից անվերջություն է: Դրանք էլեկտրոններ, պրոտոններ և դրանց հակամասնիկներն են: Ըստ մոդելի՝ յուրաքանչյուր մասնիկի լիցքը բազմապատիկ է էլեկտրոնի լիցքին: Էլեկտրոնի լիցքն ունի ամենավոք մեծությունը, որը կոչվում է տարրական լիցք:

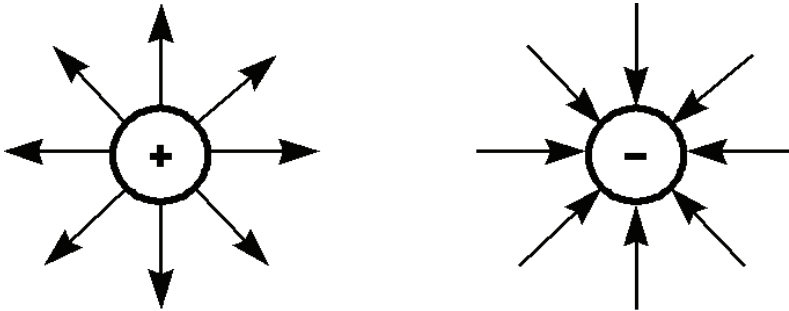
Լիցքավորված մասնիկների և իոնների շարժումն ապահովում է կենդանի համակարգերի գործառնությունը:

Լիցքավորված մարմնի շուրջն առաջացող էլեկտրական դաշտը վեկտորային մեծություն է: Այս վեկտորի բացարձակ մեծությունը այն ուժն է, որով դաշտն ազդում է միավոր դրական q լիցքի վրա և կոչվում է էլեկտրական դաշտի լարվածություն E (Վ/մ): Այն որոշվում է լիցքի վրա ազդող F ուժի և այդ q լիցքի հարաբերությամբ

$$E = F/q \quad (1)$$

Այլ խոսքերով, էլեկտրական դաշտի լարվածությունը թվապես հավասար է դաշտի տվյալ կետում տեղադրված միավոր լիցքի վրա ազդող ուժի մեծությանը:

Բնության մեջ գոյություն ունեն երկու տեսակի լիցքեր՝ դրական և բացասական: Էլեկտրական դաշտի լարվածության վեկտորի ուղղությունը ընդունում են այն ուղղությունը, որով կշարժվի դրական լիցքը էլեկտրական դաշտում: Հետևաբար, այդ նույն ուղղությամբ ուղղված կլինի նաև դրական լիցքի վրա ներգործող էլեկտրական ուժը: Լիցքի շարժման հետագիծն անվանում են էլեկտրական ուժագծեր: Էլեկտրական դաշտի ուժագծերը սկսվում են դրական լիցքերից և ավարտվում են բացասականների վրա կամ գնում են դեպի անվերջություն (դրական լիցքից) և վերադառնում են անվերջությունից (բացասական լիցքի վրա) (նկ. 1):



Նկ. 1. Մեծությամբ հավասար և նշանով հակառակ երկու կետային էլեկտրական լիցքերի էլեկտրական դաշտի ուժագծերը:

Եթե տարածության մեջ հայտնաբերվում է ուժերի ազդեցություն անշարժ էլեկտրական լիցքի վրա, ապա համարվում է, որ նրանում առկա է էլեկտրական դաշտ: Անշարժ լիցքերի էլեկտրական դաշտը կոչվում է էլեկտրաստատիկ: Միջավայրի էլեկտրական հատկությունները բնութագրվում են երկու մեծություններով՝ դիէլեկտրիկ թափանցելիությամբ ε (Ֆ/մ) և տեսակարար էլեկտրական հաղորդականությամբ σ (Օհմ⁻¹·մ⁻¹): Դիէլեկտրիկ թափանցելիության փոխարեն հաճախ օգտագործում են միջավայրի հարաբերական դիէլեկտրիկ թափանցելիությունը.

$$\varepsilon' = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} \quad (2)$$

որտեղ ε_0 -ն էլեկտրական հաստատունն է (վակուումի համար դիէլեկտրիկ թափանցելիությունը) և հավասար է $8.85 \cdot 10^{-12}$ Ֆ/մ: Հարաբերական դիէլեկտրիկ թափանցելիու-

թյունը ցույց է տալիս, թե միջավայրում երկու էլեկտրական լիցքերի փոխազդեցության ուժը քանի անգամ է փոքր վակուումում այդ ուժից: Շատ հյուսվածքների հարաբերական դիէլեկտրիկ թափանցելիությունը մոտ է ջրի դիէլեկտրիկ թափանցելիությանը, որը 20°C-ում հավասար է 80-ի: Հայտնի է, որ ջուրը բնութագրվում է բարձր դիէլեկտրիկ թափանցելիությամբ և աննշան հաղորդականությամբ, այդ պատճառով մեծ քանակությամբ ջուր պարունակող հյուսվածքները ըստ իրենց էլեկտրական հատկությունների կտրուկ տարբերվում են ջրի փոքր քանակություն պարունակող հյուսվածքներից (ճարպային հյուսվածքներ, կռճիկներ, ոսկրեր և այլն): Տեսակարար էլեկտրական հաղորդականության հետ մեկտեղ կարելի է օգտագործել նրա հակադարձ մեծությունը՝ տեսակարար էլեկտրական դիմադրությունը՝ ρ , որը հյուսվածքի համար 100-300 Օհմ·սմ կարգի է:

1.1.1. Երկրի էլեկտրական դաշտը

Մթնոլորտում ազատ լիցքերի առաջացումն էականորեն պայմանավորված է հողում, ջրում և օդում առկա ռադիոակտիվ միացությունների իոնիզացմամբ, ինչպես նաև տիեզերական ճառագայթմամբ: Երկրի մակերեսի վրա 1սմ³-ում միջինում 700 գույգ առաջացող իոնների մոտավորապես 50%-ի ի հայտ գալը պայմանավորված է հողից դեպի օդ դուրս եկող գազանման ռադիոակտիվ միացությունների

ճառագայթամաբ, 33%-ը՝ ձևավորվում է հողում գտնվող ռադիոակտիվ միացությունների ճառագայթման տակ և միայն 17%-ը առաջանում է տիեզերական ճառագայթման հաշվին: Այդ պատճառով ծովերի վրա, ափերից հեռու հիմնականում միայն տիեզերական ճառագայթումն է իոնիզացիա հրահրում: Շարժման ընթացքում իոնները և ազատ էլեկտրոնները կարող են միանալ չեզոք մոլեկուլների հետ, ինչի հաշվին կառաջանան բարդ իոններ, որոնք կազմված են 20-30 մոլեկուլներից: Օդում գոյություն ունեցող պինդ և հեղուկ մասնիկները (փոշի, միկրոօրգանիզմներ, սև ծուխ, ջրի, մառախուղի կաթիլներ և այլն) կապում են ազատ լիցքերին և իոնների խմբերին: Ըստ մոտավոր գնահատականի՝ Երկրի մակերևույթին օդի 1սմ³-ում պարունակվում է 0.01-0.1մկմ-ից փոքր չափսերով 10²-10³ իոնային զույգեր: Ավելի խոշոր՝ մինչև 10մկմ չափսերով իոնների և լիցքավորված մասնիկների կոնցենտրացիան կազմում է 10³-10⁴ մասնիկ/սմ³: Խոշոր քաղաքների և արդյունաբերական օբյեկտների շրջակայքում դրանց կոնցենտրացիան ավելի բարձր է:

Օդերևութաբանական պայմանների փոփոխությունն ազդում է կենսոլորտում կենսական պրոցեսների վրա ոչ միայն մթնոլորտային ճնշման փոփոխությամբ, այլ նաև օդի աղտոտման աստիճանի և էլեկտրական լիցքերի փոփոխման միջոցով: Հայտնի է, որ օդում բացասական իոնների կոնցենտրացիայի մեծացման դեպքում սկսում են գերակշռել պարասիմպաթիկ նյարդային համակարգի ֆունկցիաները, որը հանգստացնող ազդեցություն ունի: Դրանով կա-

րելի է բացատրել ծովային օդի, անտառային տարածքների բարենպաստ ազդեցությունը: Դրական իոնների գերակշռման դեպքում ուժեղանում է սիմպաթիկ նյարդային համակարգի ազդեցությունը, որն ունի գրգռիչ ազդեցություն: Ենթադրվում է, որ Արեգակի ծագումից հետո գերակշռում են դրական իոնները, ինչը պատճառ է հանդիսանում սիմպաթիկ նյարդային համակարգի տոնուսի բարձրացմանը և թույլ է տալիս հեշտությամբ արթնանալ:

Երկրի մակերևույթը ամբողջությամբ կրում է բացասական լիցք, որը հավասար է $-5.7 \cdot 10^{25}$ Վ, իսկ մթնոլորտում առկա է դրական լիցքերի ավելցուկ: Երկրի էլեկտրական դաշտի լարվածությունը միջինում կազմում է 130-140Վ/մ: Այն կախված է երկրի մակերևույթի էլեկտրական հատկություններից և, լինելով առավելագույնը միջին լայնությունների վրա, նվազում է դեպի հասարակած ու բևեռներ: Երկրի մակերևույթից հեռավորության մեծացմանը զուգահեռ այդ լարվածությունը նվազում է գրեթե էքսպոնենցիալ օրենքով՝ 0.5կմ և 6կմ բարձրությունների վրա՝ կազմելով 50Վ/մ և 10Վ/մ համապատասխանաբար:

Հայտնի են Երկրի էլեկտրական դաշտի փոփոխության օրական և տարեկան վարիացիաներ: Երեկոյան ժամերին էլեկտրական դաշտի լարվածությունը մի փոքր աճում է (20-40%-ով)՝ փոխհամաձայնեցվելով ամպրոպային ակտիվության հետ ըստ Երկրի ողջ մակերևույթի: Էլեկտրական դաշտի միջին լարվածության նվազագույն արժեքները դիտվում են գարնանային և ամառային ամիսներին՝

1.5-2 անգամ մեծանալով աշուն-ձմեռ ժամանակահատվածում:

Էլեկտրական դաշտը մեծ փոփոխությունների է ենթարկվում կապված մթնոլորտային օդերևութաբանական երևույթների հետ: Երկրի էլեկտրական դաշտի ուժագծերի հավասարաչափությունը խախտվում է բարձրությունների մոտակայքում (բլուրներ, առագաստներ, տներ, ծառեր և այլն), այդ պատճառով էլեկտրական դաշտի լարվածությունը աճում է բարձրությունների վրա: Երկրի մակերևույթի և մթնոլորտի շերտերի միջև պոտենցիալների տարբերությունը մի քանի կիլոմետր բարձրությունների վրա կազմում է 100-200կՎ: Մթնոլորտում էլեկտրական դաշտի ազդեցության տակ հոսանք է անցնում, որն ուղղված է վերևից ներքև: Ճիշտ հակառակ ուղղությամբ հոսանքը ստեղծվում է ստատիկ էլեկտրականությամբ, որն առաջանում է օդային հոսանքների շփման ժամանակ: Հոսանքների այդ երկու համակարգերը գտնվում են դինամիկ հավասարակշռության մեջ, ուստի Երկրի մակերևույթին էլեկտրականության քանակն անդադար փոխվում է, էլեկտրական լիցքերը մթնոլորտի վերին շերտերից տեղաշարժվում են Երկրի մակերևույթի վրա և հակառակը:

Արեգակից եկող կոշտ ուլտրամանուշակագույն և փափուկ ռենտգենյան ճառագայթման հոսանքները իոնիզացման հաշվին ձևավորում են իոնոսֆերան, որը գտնվում է 50-80 կմ և ավելի բարձրությունների վրա և էական դեր է կատարում ռադիոալիքների անցման համար: Մթնոլոր-

տում լիցքերի տեղաշարժման հաշվին շրջանառում է էլեկտրական հոսանք, որի ուժը միջինում կազմում է 1500 Ա: Երկրի միջին մակերևութային լիցքի խտությունը հավասար է 1.5 նԿլ/մ^2 : Տարբեր բնույթի և տարբեր նշանի իոններով ստեղծվող հաղորդականության հոսանքներն ընդհանուր առմամբ Երկրի վրա կրում են դրական լիցք: Այս նույնը կարելի է ասել նաև տեղումների հոսանքների նկատմամբ (անձրև, ձյուն, մառախուղ, ծուխ): Երկրի մակերևութի բացասական լիցքն ապահովվում է կայծակների պարպումներով և, այսպես կոչված, “սրածայր մարմիններից” եկող հոսանքներով: Սրածայրային հոսանքների հաճախ հանդիպող ձևերից են ծառերի, սարերի, նավերի առագաստների, անտենաների, բարձր շինությունների (Էլմի կրակներ) գագաթներից եկող ճառագայթումները: Այսպիսի ճառագայթումներն իրենցից ներկայացնում են պսակաձև պարպում: Դրանք առաջանում են նախաամպրոպային և ամպրոպային երևույթների ժամանակ Երկրի էլեկտրական դաշտի լարվածության կտրուկ աճի հաշվին: Կայծակի պարպումը ուղեկցվում է 1կԱ գերազանցող հոսանքի առաջացմամբ: Այս հոսանքը ստեղծում է մեծ լարվածությամբ էլեկտրական դաշտ, որը հարյուրավոր և հազարավոր անգամներ գերազանցում է Երկրի էլեկտրական դաշտի բնական լարվածությանը և ազդում է այդ դաշտում գտնվող էլեհամակարգերի վրա:

1.1.2. Էլեկտրական դաշտերի կենսաբանական ազդեցությունը

Երկրի էլեկտրական դաշտի բնական լարվածությունն անհրաժեշտ է կենսոլորտի նորմալ գործառնության համար: Հայտնի է, որ բնական էլեկտրական դաշտերից էկրանացումը անհետք չի մնում նույնիսկ փորձարարական կենդանիների համար: Արտաքին էլեկտրական դաշտերից մետաղական ցանցով էկրանացված տարածության մեջ (այդպիսի տարածությունը կոչվում է Ֆարադեյի խցիկ) 2-3 շաբաթ գտնվելուց հետո մկների և առնետների մոտ ի հայտ են գալիս զարգացման և վարքի տարբեր շեղումներ: Երկրի բնական էլեկտրական դաշտից կենդանիների էկրանացումը հանգեցնում է նրանց կյանքի տևողության մոտավորապես 25%-ով կրճատմանը՝ ստուգիչ խմբի համեմատ: Այս արդյունքները վկայում են էլեկտրական դաշտերի էկոլոգիական նշանակության մասին:

Տարբեր կենսաբանական օբյեկտներ արձագանքում են մի քանի տասնյակ Վ/մ կարգի էլեկտրական դաշտերին: Սակայն բազմաթիվ փորձարարական տվյալներ վկայում են գերցածր հաճախություններով թույլ էլեկտրական դաշտերի նկատմամբ օրգանիզմների բարձր զգայունության մասին: Այսպիսի քվադրատտիկ դաշտերը պայմանականորեն դասվում են ստատիկ դաշտերի թվին: Հայտնաբերված և ուսումնասիրված է որոշ ձկների անհավանական բարձր զգայունությունը ծայրահեղ ցածր հաճախություններ

րով էլեկտրական դաշտի (10^{-6} Վ/մ-ի կարգի) փոփոխության նկատմամբ: Էլեկտրական դաշտի լարվածության այսպիսի փոքր արժեքների նկատմամբ օրգանիզմների ռեակցիան զարմանալի է նրանով, որ այն շատ ուժեղ մարում է կենսաբանական հյուսվածքում: Երկրի էլեկտրական դաշտի տեղային էական աճով է բացատրվում մի շարք կենդանիների անհանգստությունը ամպրոպի շեմին և մոտեցող ամպրոպի զգացողությունը մարդկանց մոտ: Երկրի էլեկտրական դաշտի լարվածության աճը ուղեկցվում է մթնոլորտի գազային կազմի փոփոխությամբ, մասնավորապես ազոտի օքսիդի և ենթօքսիդի վնասակար խառնուրդների ձևավորմամբ: Այս փոփոխությունները կարող են նույնիսկ հանգեցնել արյան որոշ կենսաքիմիական ցուցանիշների փոփոխությանը:

Եղանակային իրավիճակի կտրուկ փոփոխությունից առաջ շատ կենդանիների մոտ դիտվում է սովորական վարքագծի խախտում: Անհանգստության և բարձր ակտիվության նշանները (“նախաամպրոպային գրգռում”) ի հայտ են գալիս տարբեր միջատների, սողունների, ձկների, թռչունների և շատ կաթնասունների, այդ թվում և մարդու մոտ: Սակայն, ըստ գոյություն ունեցող ընդհանուր տվյալների, չի կարելի միանշանակ որոշել վարքագծային ռեակցիայի փոփոխության պատճառը, քանի որ միաժամանակ Երկրի էլեկտրական դաշտի լարվածության փոփոխության հետ փոխվում են նաև շրջակա միջավայրի շատ այլ ֆիզիկական և քիմիական գործոններ (Երկրի մագնիսական դաշտի լարվածություն, մթնոլորտային ճնշում, մթնոլորտի գա-

գային կազմ և այլն), որոնք կարող են վարքագծային ռեակցիան գործի դնող ազդանշան ծառայել:

Շատ ֆիզիկական երևույթներ և իրադարձություններ հանգեցնում են ջրային միջավայրում էլեկտրական դաշտի ձևափոխությանը: Դրանց թվին կարող են դասվել Երկրի մագնիսական դաշտում ջրի շարժումը, տարբեր մթնոլորտային երևույթները, երկրակեղևի լարվածության փոփոխությունները, բակտերիաների և ֆիտոպլանկտոնի կուտակումը, ջրի քիմիական կազմի փոփոխությունները և այլն: Ջրում ապրող (շուրջ 300 տեսակ) կենդանիների մոտ էվոլյուցիայի ընթացքում ձևավորվել են զգայության հատուկ օրգաններ՝ էլեկտրաընկալիչներ, որոնք նախատեսված են էլեկտրական ազդանշանների ընդունման համար: Հայտնի է, որ ջրում գտնվող ձկները “աղավաղում” են բնական էլեկտրական դաշտը: Ըստ այդ աղավաղումների, որոշ գիշատիչ ձկներ (օրինակ, շնաձկները) կարող են գտնել իրենց գոհին ծանծաղ ջրում և նույնիսկ ավազի մեջ խրված տափակաձկանը: Հետազոտությունները վկայում են, որ դրանց էլեկտրաընկալիչներն օժտված են զարմանալի զգայունությամբ և ընդունակ են գրանցել շատ թույլ՝ 10 մկՎ/մ-ից մի քանի անգամ փոքր էլեկտրական դաշտի փոփոխությունները: Ճապոնիայում մեծ տարածում են գտել երկրաշարժերի կանխագուշակման կենսաբանական մեթոդները: Դրանք հիմնված են երկրակեղևի մեխանիկական զրգռումների նկատմամբ որոշ ձկների, մասնավորապես լոքոյի, ծայրահեղ զգայունության վրա: Այս դեպքում ակվարիումը, որում

գտնվում է լոքոն, հոսող ջրով պետք է կապված լինի ծովի հետ: Երկրաշարժից առաջ այեգոեֆեկտների շնորհիվ երկրակեղևում առաջանում են պոտենցիալների տարբերություններ, որոնք փոխում են լոքոյի վարքը: Երկրաշարժից մի քանի ժամ առաջ ձևավորված էլեկտրական դաշտերի լարվածությունը կարող է հասնել 300մկՎ/մ-ի, ինչը տասնյակ անգամներ գերազանցում է լոքոյի զգայունության շեմը: Չինաստանում Երկրաբանական բյուրոյի երկարատև դիտարկումների արդյունքում կազմվել և բնակչության շրջանում տարածվել են մեթոդական ցուցումներ, որոնցում նկարագրված են երկրաշարժից առաջ կենդանիների անոմալ ռեակցիաների տիպերը (կենսականխագուշակներ), օրինակ, օձերի դուրս գալը թաքստոցներից, թռչունների անհանգստությունը, ձկների ակտիվության աճը, մարդկանցից չվախեցող առնետների գրգռվածությունը և փողոցներում դրանց խմբերի հայտնաբերումը, և այլն: Երկրաշարժերի կենսականխագուշակների անոմալ վարքի մեխանիզմը, ըստ էության, բարդ բնույթ ունի և պայմանավորված չէ միայն էլեկտրական դաշտի փոփոխությամբ: Այժմ տարբեր կենտրոններում ուսումնասիրվում են նշված հայտանիշների առաջացման պատճառները, նրանց ֆիզիկա-կենսաբանական հատկանիշները հետազայում երկրաշարժերի առաջացման ժամանակային տվյալների ճշտման և հետևանքների կանխարգելման նպատակով:

Ձկների էլեկտրական օրգանը, որն ունակ է էլեկտրական պարպում հրահրելու, զբաղեցնում է մարմնի զգալի

հատվածը (մինչև 40%) և կազմված է էլեկտրոցիտներից, որոնք հարթ բջիջներ են և փաթեթավորված են սյունակներում ու միացած են հաջորդաբար (լիցքավորված թաղանթներից հակառակ): Էլեկտրոցիտների երկու հարթ կողմերից մեկի թաղանթին մոտենում են նյարդաթելիկների վերջավորությունները (նյարդավորված թաղանթ), իսկ մյուս կողմում դրանք չկան: Էլեկտրոցիտները սյունակում հավաքված են այնպես, որ դրանք միմյանց նկատմամբ տարանուն թաղանթներով են կանգնած: Հանգստի վիճակում էլեկտրոցիտի երկու թաղանթների վրա պոտենցիալների տարբերությունը միննույն է և կազմում է մոտ -70 մՎ: Հանգստի վիճակում էլեկտրոցիտի ներքին թաղանթը (միջավայր) բացասական է լիցքավորված արտաքինի նկատմամբ, ուստի երկու թաղանթների արտաքին մակերևույթների միջև պոտենցիալների տարբերությունը հավասար է զրոյի: Արտագատվող ացետիլխոլինի ազդեցության տակ նյարդային իմպուլսի անցնելու ժամանակ մեծանում է բոլոր էլեկտրոցիտների նյարդավորված թաղանթների թափանցելիությունը նատրիումի իոնների համար, ինչը հանգեցնում է թաղանթների գրգռմանը: Նյարդավորված թաղանթի վրա լարումը հասնում է +40 մՎ-ի: Այս դեպքում էլեկտրոցիտի արտաքին մակերեսների միջև պոտենցիալների տարբերությունը հավասարվում է 110 մՎ-ի: Քանի որ էլեկտրական ձկան համապատասխան օրգանում էլեկտրոցիտների քանակը կարող է հասնել 5000-10000, ապա ընդհանուր լարումը կարող է հասնել 550-1100 Վ, ինչով և պայմանավորված է այդ ձկանե-

րի պարպման մեծ լարումը: Որոշ ձկներ իրենց էլեկտրական պարպումով ընդունակ են անշարժացնել այլ ձկների և նույնիսկ կենդանիների ու մարդուն: Հին հույները կատվածկանն անվանում էին “նարկե” (ընդարմացում, քարացում); նարկոտիկ բառն ունի նույն ծագումը:

1.1.3. Էլեկտրական հոսանքի ազդեցությունը մարդու օրգանիզմի վրա

Օրգանիզմի բոլոր ֆունկցիաները պայմանավորված են էլեկտրական փոխազդեցություններով: Մկանների աշխատանքը, այդ թվում շնչառությունն ու սրտի զարկերը կարգավորվում են էլեկտրական դաշտերով: Զգայական տարբեր օրգաններով ստացվող ինֆորմացիան փոխանցվում է դեպի ուղեղ էլեկտրական ազդանշանների միջոցով: Չնայած էլեկտրական հոսանքները մասնակցում են օրգանիզմի գործառնությանը, արտաքին աղբյուրներից հոսանքներն՝ անցնելով կենսականորեն կարևոր օրգաններով, կարող են բերել դրանց վնասմանը կամ նույնիսկ կենդանի օրգանիզմի մահվան: Էլեկտրական դաշտերի կենսաբանական ազդեցությունը ուսումնասիրելիս, կարևոր է տարբերակել ոչ կոնտակտային և կոնտակտային ազդեցությունները: Առաջին դեպքում կիրառված դաշտի բևեռներից մեկուսացված լինելով, վերլուծվող օբյեկտը գտնվում է արտաքին էլեկտրական դաշտում, իսկ երկրորդ դեպքում՝ մարդը կամ

կենդանին կաշում է տարբեր պոտենցիալներով հաղորդիչներին: Հոսանքը, որն անցնում է մարմնով և ծագել է արտաքին աղբյուրից, կախված է կիրառված լարումից և մարմնի դիմադրությունից: Կետային կոնտակտի դեպքում մարդու մաշկի դիմադրությունը հանդիսանում է որոշիչ գործոն, որը սահմանափակում է հոսանքը: Չոր մաշկն ունի բարձր դիմադրություն, իսկ մյուս բոլոր հավասար պայմանների դեպքում խոնավ մաշկը բնութագրվում է ցածր դիմադրությամբ, քանի որ խոնավ միջավայրում գտնվող իոնները ապահովում են հոսանքի ավելի էֆեկտիվ անցումը դեպի մարմին: Օրինակ, չոր մաշկի դեպքում մարմնի ծայրային կետերի միջև դիմադրությունը (ձեռքից մինչև ոտք) հավասար է 10^5 Օհմ, իսկ թաց մաշկի դեպքում կարող է կազմել այդ արժեքի 1%-ը: Սովորական քրտնած ձեռքերի միջև ամբողջ դիմադրությունը հավասար է 1500 Օհմ: 220Վ լարմամբ կենցաղային էլեկտրացանցի հետ կոնտակտից սպասվող առավելագույն հոսանքները չոր մաշկի համար հավասար են 2.2 մԱ, թաց մաշկի համար՝ 147 մԱ: Մարմնի միջով անցնելիս 1 մԱ հոսանքը համարյա աննկատ կլինի, սակայն սրտով անցնող 100 մԱ հոսանքը կարող է բերել փորոքային ֆիբրիլյացիայի առաջացման և մահվան պատճառ դառնալ:

Աղյուսակ 1-ում ներկայացված արդյունքները ցույց են տալիս, որ Օհմի օրենքը կիրառելի չէ մարդու հյուսվածքների համար. դրանց դիմադրությունը նվազում է կիրառված լարման աճին զուգահեռ, որի շնորհիվ հոսանքի մեծությունը կիրառված լարումից ավելի արագ է աճում: Բերված

տվյալներից ակնհայտ երևում է նաև, որ խոնավ մաշկի դիմադրությունը ավելի փոքր է, քան չորինը:

Աղյուսակ 1

Կիրառված դաշտի լարումից դիմադրության և հոսանքի կախվածության մոտավոր տվյալները

Լարում Վ	Չոր մաշկ		Խոնավ մաշկ	
	Դիմադրություն, կՕհմ	Հոսանք, մԱ	Դիմադրություն, կՕհմ	Հոսանք, մԱ
10	8.7	1.1	3.0	3.3
50	6.0	8.3	2.3	22
100	4.6	22	1.9	53
200	3.4	59	1.7	118
300	2.7	111	1.6	187
400	2.1	190	1.5	267
500	1.9	263	1.4	357

Հարկ է նշել, որ օրգանիզմի օհմական դիմադրությունը կախված է ոչ միայն մաշկի խոնավությունից և կիրառված լարումից, այլև մարդու ֆիզիոլոգիական վիճակից՝ նրա տրամադրությունից, ադապտացիոն հնարավորություններից և այլն: Հայտնի է, որ մարդու մարմնի դիմադրությունը նվազում է հանկարծակի գրգռող գործոնների ազդեցության տակ: Մաշկի էլեկտրաֆիզիկական հատկությունները կիրառվում են օրգանների և հյուսվածքների վի-

ճակի մասին ինֆորմացիա ստանալու համար: Մարդու վիճակի գնահատման այս միջոցը կոչվում է ռեոգրաֆիկական մեթոդ: Ռեոգրաֆիայի օգնությամբ կարելի է գնահատել արտաքին շնչառության ֆունկցիան, արյան ծայրամասային շրջանառության համակարգի աշխատանքը և այլն: Մաշկի մակերեսային շերտում (էպիդերմիս) գտնվում են ասեղնաբուժական կետեր՝ մաշկի հատվածներ, որոնք բնութագրվում են ցածր դիմադրությամբ: Այս կետերի միջոցով իրականանում է ներքին օրգանների հետ էպիդերմիսի կապը: Ասեղնաբուժական կետերում էլեկտրական շղթայի առաջացումը կարող է հանգեցնել մահացու ելքի, նույնիսկ համեմատաբար ավելի փոքր լարման դեպքում: Միննույն ժամանակ այս հատվածները լայնորեն օգտագործվում են ասեղնա- և էլեկտրաթերապիայում շատ հիվանդությունների բուժման ժամանակ: Էլեկտրական դաշտի նկատմամբ առավել զգայուն են ուղեղը, կրծքային մկանները և նյարդային կենտրոնները, որոնք կարգավորում են շնչառությունն ու սիրտը: Սրտով անցնող արտաքին աղբյուրի հոսանքը (մոտավորապես 100 մԱ) կարող է խախտել սրտի տարբեր հատվածների կծկման հաջորդականությունը, որոնք սկսում են կծկվել պատահական ձևով: Սրտի փորոքների այսպիսի չկոորդինացված կծկումները կոչվում են փորոքային ֆիբրիլյացիաներ, որոնք իրենք իրենց չեն կարող ընդհատվել, նույնիսկ եթե դադարել է դրանք հրահրող հոսանքի անցումը: Փորոքային ֆիբրիլյացիա հրահրելու համար ոչ բավարար մեծությամբ հոսանքները կարող են բերել

շնչառության դադարի՝ կաթվածահար անելով թոքերի աշխատանքը կարգավորող նյարդային կենտրոնների աշխատանքը: Աղյուսակ 2-ում բերված են որոշ կենսաբանական էֆեկտներ, որոնք հրահրված են հոսանքների ազդեցությամբ:

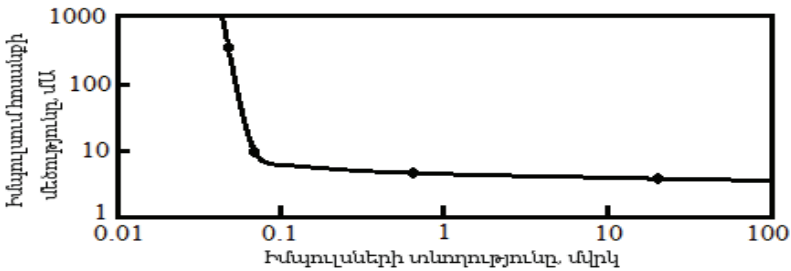
Աղյուսակ 2

Մարդու մարմնի միջով անցնող տարբեր ուժգնության հոսանքով հրահրված կենսաբանական էֆեկտները

Հոսանքի ուժ, մԱ	Ազդեցության էֆեկտ
0-0.5	Բացակայում է
0.5-2.0	Զգայության կորուստ
2.0-10.0	Ցավ, մկանային կծկումներ
10.0-20.0	Մկանների որոշ վնասվածքներ
20.0-100.0	Շնչառության կանգ
100-3000	Մահացու փորոքային ֆիբրիլյացիաներ
3000-ից ավելի	Սրտի կանգ, ծանր այրվածքներ

16-17 մԱ հոսանքի ուժգնությամբ էլեկտրական հարված ստացած մարդը ունակ չէ բաց թողնելու էլեկտրական լարը շնորհիվ մկանների կծկման, որը տեղի է ունենում առանց հաջորդող թուլացման: Կծկման կուտակումը կախված է հոսանքի արագության աճից. ինչքան դանդաղ է այն աճում, այնքան հոսանքի ավելի մեծ ուժի դեպքում է կուտակվում կոնցենտրացիան: Այս փաստը վկայում է այն մա-

սին, որ մեր մկանները, եթե կա դրա համար բավականին ժամանակ, կարող են ադապտացվել անցնող հոսանքին՝ շնորհիվ բջջային և միջբջջային տարածության մեջ իոնների վերաբաշխման: Հայտնի են հետաքրքիր տվյալներ մկանների վարքի մասին իմպուլսային (ընդհատվող) հոսանքով դրանց գրգռման դեպքում: Նկ. 2-ում բերված է մկանի գրգռման բնութագիրը՝ իմպուլսային հոսանքի մեծության և մկանի կծկումը հրահրող իմպուլսի տևողության միջև փոխադարձ կապի մասին: Կորը ցույց է տալիս, թե իմպուլսի ինչպիսի նվազագույն տևողություն է անհրաժեշտ, որպեսզի մկանը կծկվի: Այս կորի վրա գտնվող կետերը իրենցից ներկայացնում են իմպուլսի տևողության այնպիսի գույգեր կամ հոսանքի այնպիսի արժեք, որի դեպքում կծկում չի լինում:



Նկ. 2. Սրտամկանի գրգռման բնութագիրը էլեկտրական դաշտի ուղղանկյուն իմպուլսի ներգործության դեպքում:

Բերված նկարից երևում է, որ գոյություն ունի հոսանքի որոշակի նվազագույն արժեք (մոտավորապես 4 մԱ),

որից ցածր մկանի կծկում տեղի չի ունենում իմպուլսի ցանկացած տևողության դեպքում: Հոսանքի ուժի այդ նվազագույն արժեքը կոչվում է ռեոբազային: Երևում է նաև, որ իմպուլսի տևողության փոփոխության որոշակի միջակայքում ինչքան մեծ է հոսանքի լայնույթը, այնքան իմպուլսի փոքր տևողություն է անհրաժեշտ ռեակցիան սկսվելու համար: Իմպուլսի այն տևողությունը, որի դեպքում կգործի ռեոբազայի համեմատությամբ կրկնապատկված հոսանքը, կոչվում է քրոնակսիա: Չափազանց կարևոր է նաև կորի ուղղահայաց հատվածը: Այս դեպքում իմպուլսներն այնքան կարճ են, որ մկանի կծկում տեղի չի ունենում հոսանքի ուժի ընդհուպ մինչև 10 Ա արժեքը: Հենց այս մեթոդիկան է ընկած սրտի փորոքների դեֆիբրիլյացիայի կիրառման հիմքում: Մեծ հոսանքը (1 Ա) հրահրում է սրտամկանի հավասարաչափ բևեռացում և բոլոր թելիկները կարող են վերադառնալ հանգստի վիճակի և կարող են վերսկսվել սրտի տարբեր հատվածների կոորդինացված կծկումները: Սա տեղի է ունենում շնորհիվ կարճատև գործող իմպուլսի և իոնների որոշակի իներտության:

Բջջային մակարդակի վրա հոսանքի կենսաբանական ազդեցությունը կախված է հոսանքի խտությունից (մԱ/սմ^2): Հոսանքի ուժի 5 մԱ շեմային արժեքը համապատասխանում է տարբեր հյուսվածքներում հոսանքի խտության 0.1մԱ/սմ^2 -ից 1մԱ/սմ^2 արժեքին: Տարբեր օրգանների զգայունությունը և ախտաբանական փոփոխությունները, որոնք տեղի են ունենում էլեկտրական հոսանքի ներգործության դեպքում,

տարբեր են: Նյարդային համակարգի օրգանական խանգարումները դիտվում են գլխուղեղի կամ ողնուղեղի այն հատվածներում, որոնց միջով անցնում է այդ խանգարումներն առաջացնող հոսանքը: Այս խանգարումները սպեցիֆիկ չեն և հիշեցնում են գլխուղեղի այլ վնասվածքների դեպքում առաջացող ախտաբանական փոփոխությունները: Մաշկի միջով հոսանքի անցման դեպքում էլեկտրական էներգիան ձևափոխվում է ջերմության, ինչը խախտում է հոսանքի անցման ամբողջ ճանապարհի վրա եղած հյուսվածքների կառուցվածքը: Կարող են առաջանալ տարբեր աստիճանի այրվածքներ: Բացի այդ, կախված հոսանքի ուժգնությունից, ի հայտ է գալիս ֆիզիոլոգիական ռեակցիաների լայն շրջանակ, այդ թվում՝ արյան ցուցանիշների փոփոխություն, սրտի զարկերի, շնչառության հաճախականացում, որոնք ըստ իրենց ծանրության փոխվում են շոկից մինչև մահացու ելք: Էլեկտրական դաշտի լարվածության մակարդակները, որոնց դեպքում գրանցվում են կենսաբանական էֆեկտները, տատանվում են 200 Վ/սմ-ից մինչև 2000 Վ/սմ: Փորձարարական և կլինիկական դիտարկումների արդյունքները ցույց են տալիս, որ ստացիոնար և ցածր հաճախային էլեկտրական դաշտերի ոչ բարենպաստ ազդեցությունները կարող են գրանցվել միայն էլեկտրական հոսանքի բարձր լարումների կամ խտությունների դեպքում:

1.2. ՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԴԱՇՏԵՐ

Մագնիսական փոխազդեցություններին մասնակցում են տարրական մասնիկները, էլեկտրական հոսանքները և չմագնիսացված մարմինները, որոնք օժտված են մագնիսական մոմենտով: Տարրական մասնիկների մագնիսական մոմենտը կարող է լինել սպինային և ուղեծրային: Արդյունքում ատոմների, մոլեկուլների և մակրոսկոպիկ մարմինների մագնիսականությունը որոշվում է տարրական մասնիկների մագնիսականությամբ:

Հաստատուն մագնիսական դաշտը բնութագրվում է մագնիսական դաշտի H լարվածությամբ (U/m): Վակուումում մագնիսական դաշտի H լարվածությունը համընկնում է B մագնիսական ինդուկցիայի հետ (S_L (Տեսլա) կամ E (Էրստեդ), $1E=10^{-4}S_L$): Վակուումում $B=\mu_0 H$, որտեղ մագնիսական հաստատունը՝ $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7} S_L \cdot m/U$: Իզոտրոպ միջավայրի համար, որը բնութագրվում է μ մագնիսական թափանցելիությամբ, $B=\mu_0 \mu H$: Մագնիսներն էլեկտրական լիցքերի հետ ունեն մեկ ընդհանուր հատկություն. մագնիսների տարանուն բևեռները ձգում են միմյանց, իսկ համանուն բևեռները՝ վանում: Մագնիսական դաշտի ինդուկցիայի վեկտորը ուղղված է հյուսիսային մագնիսական բևեռից դեպի հարավային: Համարվում է, որ մագնիսական դաշտի ուժազդերն ուղղված են, ընդհակառակը, հարավային բևեռից դեպի հյուսիսային: Նման խառնաշփոթ գոյություն ունի

նան էլեկտրական դաշտի համար. էլեկտրոնները (հոսանք) շարժվում են կատոդից (մինուս) դեպի անոդ (պլյուս) այն դեպքում, երբ էլեկտրական դաշտի ուժազժերը, ընդհակառակը, ուղղված են դրականից դեպի բացասական բևեռ: Գոյություն ունեցող հաստատուն մագնիսները էլեկտրականապես չեզոք են, այսինքն նրանցով անցնող էլեկտրական հոսանք հայտնաբերված չէ:

Մագնիսական B ինդուկցիան որոշում է շարժվող էլեկտրական լիցքի և մագնիսական մոմենտ ունեցող մարմինների վրա ազդող ուժը: Մագնիսական դաշտը հայտնաբերվում է ըստ այն ուժի, որն ազդում է շարժվող լիցքերի կամ մագնիսական մոմենտ ունեցող մարմինների վրա: Շարժվող դրական լիցքի վրա ազդող մագնիսական ուժի ուղղությունն ուղղահայաց է ինչպես մասնիկի արագության ուղղությանը (\vec{v}), այնպես էլ մագնիսական դաշտի ինդուկցիայի վեկտորի ուղղությանը (\vec{B}): Մագնիսական ուժի ուղղությունը համընկնում է աջ պտուտակի շարժման ուղղության հետ (աջ պտուտակի կանոն), երբ պտույտը տեղի է ունենում \vec{v} վեկտորից դեպի \vec{B} վեկտոր: Ընդհանուր դեպքում F մագնիսական ուժը, որն ազդում է շարժվող լիցքի վրա, համեմատական է այդ q լիցքի մեծությանը, նրա շարժման \vec{v} արագությանը, մագնիսական դաշտի \vec{B} ինդուկցիային և \vec{v} ու \vec{B} միջև θ անկյան սինուսին:

$$F_{\text{մ}} = qvB \sin \theta \quad (3)$$

Եթե մասնիկի արագությունը զուգահեռ է մագնիսական ինդուկցիայի վեկտորին, ապա $F_v=0$: Եթե մասնիկի արագությունն ուղղահայաց է մագնիսական ինդուկցիայի վեկտորին, ապա $F_v=qvB$: Հետևաբար, մագնիսական դաշտը մասնիկի շարժման ուղղությամբ ուղղված բաղադրիչ չունի, ուստի այդ ուժի ազդեցության տակ այդ մասնիկի շարժման ուղղությունն անընդհատ կփոխվի (մասնիկը կշարժվի շրջանաձև), սակայն նրա արագությունն ու կինետիկ էներգիան կմնան հաստատուն: Մասնիկի շրջանաձև շարժումը նշանակում է, որ առաջանում է հաստատուն կենտրոնաձիգ արագացում (a), որն ուղղահայաց է մասնիկի արագությանը.

$$a = F_v/m = qvB/m \quad (4)$$

Հայտնի է, որ

$$a = v^2/R \quad (5)$$

որտեղ R -ը մասնիկի շարժման շառավիղն է: Վերևի երկու հավասարումներից ստացվում է.

$$R = mv/qB \quad (6)$$

Եթե լիցքավորված մասնիկը մագնիսական դաշտում շարժվում է այնպիսի ուղղությամբ, որ նրա արագությունն ունի դաշտին զուգահեռ և ուղղահայաց բաղադրիչներ, ապա արդյունքում մասնիկը կշարժվի պարուրաձև ուղեծրով: Այս պարուրի առանցքը կհամընկնի B վեկտորի ուղղության հետ, իսկ այդ մասնիկի շարժման արագությունն այդ ուղեծրով ուղիղ համեմատական կլինի մասնիկի զանգ-

վածին և արագությանը և հակադարձ համեմատական՝ լիցքին և մագնիսական դաշտի ինդուկցիայի մեծություններին:

Եթե շարժվող լիցքավորված մասնիկի վրա միաժամանակ ազդում են էլեկտրական և մագնիսական դաշտերը, ապա արդյունաբար ուժը հավասար կլինի էլեկտրական և մագնիսական բաղադրիչների վեկտորական գումարին.

$$\vec{F} = \vec{F}_{\text{էլ}} + \vec{F}_{\text{մ}} = q\vec{E} + q\vec{v}B \quad (7)$$

1.2.1. Մագնիսական դաշտերի փոխազդեցությունը նյութի հետ

Տարբեր տիպի միացությունները տարբեր ձևով են արձագանքում մագնիսական դաշտի ազդեցությանը: Հայտնի է, որ կախված նյութի մագնիսական հատկություններից, դրանք կարելի է բաժանել երեք դասի՝ դիամագնիսներ, պարամագնիսներ և ֆերոմագնիսներ: Դիամագնիսական նյութերին են դասվում ծարիրը, բիսմութը, արծաթը, ոսկին, կապարը, պղինձը, ածուխը և այլն: Դրանք օժտված են իրենց վրա ներգործող մագնիսական դաշտի (B_0) ինդուկցիան նվազեցնելու ունակությամբ: Սովորաբար այս էֆեկտը արտահայտվում է.

$$B = B_0 \cdot (1 - 10^{-6}) \quad (8)$$

Դիամագնիսական նյութերում արտաքին մագնիսական դաշտի բացակայության պայմաններում բոլոր էլեկտրոնների ուղեծրային շարժումների գումարային մագնիսա-

կան դաշտը հավասար է գրոյի: Էլեկտրոնի սպինային մագնիսականությունը, որը պայմանավորված է ինքն իր առանցքի շուրջը սեփական պտույտով, նույնպես հավասար է գրոյի, քանի որ էլեկտրոններն այս նյութերում պարունակվում են հակառակ ուղղություններով պտտվող զույգերի տեսքով: Արտաքին դաշտի ներգործությամբ տեղի է ունենում էլեկտրոնների ուղեծրային շարժման մագնիսականության որոշակի փոփոխություն, որը բերում է արտաքին մագնիսական դաշտի նվազմանը: Այլ խոսքերով, դիամագնիսական միացությունները արտաքին մագնիսական դաշտում մագնիսանում են այդ դաշտին հակառակ ուղղությամբ:

Պարամագնիսական նյութերում (երկաթի, կոբալտի, նիկելի և հողալկալիական մետաղների աղեր, իոններ պարունակող աղերի ջրային լուծույթներ, ակալիական և հողալկալիական միացություններ, թթվածին) որոշ էլեկտրոններ մնում են չզույգավորված, ուստի առկա է միջավայրի ատոմների մնացորդային մագնիսականություն, ինչը պայմանավորված է էլեկտրոնների սպիններով: Արտաքին դաշտի բացակայության դեպքում պարամագնիսներում էլեկտրոնների սպինները քառսային են կողմնորոշված և չեն ցուցաբերում մագնիսական հատկություններ: Արտաքին մագնիսական դաշտի ազդեցության ներքո չզույգավորված էլեկտրոնների սպինները ձգտում են ուղղվել արտաքին դաշտի ուղղությամբ, դրանով իսկ հանգեցնելով մագնիսական ինդուկցիայի ոչ մեծ ուժեղացմանը՝ հետևյալ բանաձևի համաձայն.

$$B = B_0 \cdot (1 + 10^{-4}) \quad (9)$$

Ֆերոմագնիսական միացություններին են դասվում երկաթը, նիկելը, կոբալտը, գադոլինիումը, հոլմիումը, դիսպրոզիումը, տերբիումը, էրբիումը և որոշ համաձուլվածքներ: Դրանք բոլորը հրահրում են արտաքին մագնիսական դաշտի ինդուկցիայի մեծ ուժեղացում հետևյալ բանաձևի համաձայն.

$$B = B_0 \cdot (1 + 10^3) \quad (10)$$

Ֆերոմագնիսական նմուշները պարունակում են 10^{-5} - 10^{-2} սմ չափերով ոչ մեծ տեղամասերում միլիարդավոր ատոմներ պարունակող դոմեններ, որոնց մագնիսական մոմենտները կողմնորոշված են իրար զուգահեռ: Դոմենների մագնիսականության համար պատասխանատու են չզույգավորված էլեկտրոնները: Օրինակ, երկաթի յուրաքանչյուր ատոմ ունի 4 չզույգավորված էլեկտրոն, ուստի յուրաքանչյուր դոմեն օժտված է էական մագնիսականությամբ: Արտաքին մագնիսական դաշտի բացակայության դեպքում դոմենները քառսայնորեն են կողմնորոշված: Արտաքին մագնիսական դաշտում մինչ այդ քառսայնորեն կողմնորոշված բոլոր դոմենները վերադասավորվում են այնպես, որ դրանց մագնիսական ինդուկցիայի վեկտորը համընկնում է արտաքին դաշտի մագնիսական ինդուկցիայի վեկտորի հետ, նույնիսկ փոքր արտաքին դաշտի դեպքում ֆերոմագնիսների շուրջը կարելի է ստանալ մեծ մագնիսական դաշտեր:

Գոյություն ունեն մի քանի վարկածներ մագնիսական դաշտերի ինդուկցիայի կենսաբանական ազդեցության մեխանիզմների վերաբերյալ: Առաջինը կապված է կենսաբանական կարևոր մոլեկուլների տարածական և կոնֆորմացիոն փոփոխությունների հետ՝ ի հաշիվ մագնիսացման: Երկրորդը՝ կենսաէլեկտրական իմպուլսների հաղորդման փոփոխության հետ: Երրորդը՝ կենսաբանական հեղուկների շրջանառության արագության արգելակման հետ: Չորրորդը՝ նյարդային և մկանային թելիկներում առաձգական տատանումների առաջացման հետ (ակուստիկ տատանումներ), որոնք փոխում են կենսաէլեկտրական իմպուլսների հաղորդման պայմանները: Հինգերորդը՝ կենսահոսանքների վրա արտաքին մագնիսական դաշտի ուղղակի ազդեցության հետ: Վեցերորդը՝ ֆերոմագնիսական միացությունների առկայության դեպքում (օրինակ, երկաթի) ազդող մագնիսական դաշտի էական ուժեղացման հետ:

Օրգանական մոլեկուլների մեծ մասը դիամագնիսներ են: Մեծ մոլեկուլներում մակածված մագնիսական մոմենտը կարող է մեծ լինել, ուստի արտաքին դաշտը կարող է դրանց կողմնորոշել: Ցույց է տրված, որ ջրի դիամագնիսական մոլեկուլների կողմնորոշումը 10^4 է դաշտում տեղի կունենա 1 վրկ ընթացքում: Մակայն կենսաբանական հեղուկներում, որոնց մածուցիկությունը ջրի մածուցիկությունից 100 անգամ մեծ է, կողմնորոշումը շատ դանդաղ տեղի կունենա: Այս տվյալները ցույց են տալիս, որ մագնիսակենսաբանական էֆեկտները չեն կարող բացատրվել կենդանի

օրյեկտների մոլեկուլների մագնիսացմամբ: Կենդանի համակարգերում տեղի ունեցող բազմափուլ և բարդ կենսաքիմիական պրոցեսների խախտման դեպքում, որոնք կոորդինացված են տարածության և ժամանակի մեջ, պարտադիր չէ, որ տեղի ունենա մոլեկուլների ամբողջական մագնիսական կողմնորոշում: Բացառված չէ, որ մագնիսական դաշտի ազդեցությամբ առաջացող ուժերը, որոնք ձգտում են վերակողմնորոշել կենսաբանական մոլեկուլները, կարող են ազդել նորմալ կենսական պրոցեսների համար պատասխանատու նյարդային վերջույթների վրա: Բացի այդ, հայտնի է, որ ֆերոմագնիսական երկաթը մտնում է միոգլոբինի, հեմոգլոբինի և այլ միացությունների բաղադրության մեջ: Հասուն մարդու օրգանիզմում երկաթի ընդհանուր պարունակությունը կազմում է 4-5 գ, նրա անբավարար քանակն ազդում է մարդու ընդհանուր ինքնազգացողության վրա: Ինչպես վերը նշվել է, մագնիսական նյութերի տեղակայման մասերում մագնիսական դաշտերի լարվածությունը կարող է աճել հազարավոր անգամներ: Իմաստ ունի նշել նաև մագնիսական դաշտի հետ կենդանի օրգանիզմների կենսահոսանքների փոխազդեցության մասին: Յուրյ է տրված, որ 10^4 է կարգի մագնիսական դաշտերի ազդեցության դեպքում այն տեղամասերը, որոնցով անցնում են կենդանի համակարգերի կենսահոսանքները, կարող են ենթարկվել էլեկտրական հոսանքի և կիրառված մագնիսական դաշտի փոխազդեցությամբ պայմանավորված ուժերի ազդեցությանը: Ընդ որում, ստեղծված ճնշումը ընկնում է 10^{-7} - 10^{-2} Պա

միջակայքում: Եթե հաշվի առնենք, որ մարդու ականջում ձայնային զգացողություն հրահրող շեմային ճնշումը հավասար է 10^{-5} Պա, ապա մագնիսական ճնշման ստացված արժեքները օրգանիզմը կարող է ընկալել: Պարզ է, որ ոչ ջերմային ինտենսիվության մագնիսական դաշտերի կենսաբանական էֆեկտիվության թվարկված վարկածները կարիք ունեն հետագա ճշգրտումների և լրացուցիչ տեսական և փորձարարական փաստարկների:

1.2.2. Մագնիսական դաշտերի կենսաբանական էֆեկտները

Կենսագործունեության պրոցեսների վրա մագնիսական դաշտերի խնդրի նկատմամբ հետաքրքրությունը հին ժամանակներից է առաջացել: Դեռևս հնագույն ժամանակներից բժիշկները մշակում էին բազմաթիվ մեթոդներ, որոնցում մագնիսը կիրառվում էր ընդհուպ մինչև երիտասարդությունը վերադարձնելու միջոց: Ներկայումս մի խումբ գիտնականներ հավատացնում են, որ միայն մեծ լարվածություն ունեցող (10-100 կԷ) մագնիսական դաշտերն են ունակ հրահրելու կենսաբանական էֆեկտներ, երբ դրանց էներգիան գերազանցում է մոլեկուլների ջերմային շարժման էներգիային (kT): Սակայն վերջին տարիներին հետազոտությունները ցույց են տվել, որ նույնիսկ շատ ավելի ցածր լարվածությամբ մագնիսական դաշտերն էլ կարող ունենալ

կենսաբանական նշանակություն և էֆեկտիվություն: Օրինակ, գոյություն ունեն տվյալներ, որ նույնիսկ թույլ մագնիսական դաշտերի ներգործությունից հետո ջուրը փոխում է իր հատկությունները: Եթե այդպիսի ջրով ջրենք ծաղիկները, ապա դրանք ավելի լավ կաճեն: Նկատվել է, որ այն բարենպաստ ազդեցություն ունի բույսերի սերմերի վրա, խթանելով բողբոջումը, ուժեղացնում է ինֆուզորիաների ֆագոցիտային ակտիվությունը, օժտված է բակտերիասպան հատկությամբ և այլն: Մակայն այսպիսի տվյալները հիմնված են ոչ հավաստի և թույլ վերարտադրվող փորձերի վրա, ուստի դրանք կարիք ունեն լրացուցիչ ստուգումների:

Ցույց է տրված, որ մագնիսական դաշտի միջով տեխնիկական ջրի անցման դեպքում կաթսաներում նվազում է եռման ժամանակ կպուկների գոյացումը, որն առաջանում է կոշտ աղերի բյուրեղացման արդյունքում (կարբոնատներ, սուլֆատներ, սիլիկատներ), երբ ջուրը հազեցած է այդ աղերի լուծույթով: Պարզվեց, որ տեխնիկական ջուրը պարունակում է ֆերոմագնիսական խառնուրդներ (օրինակ, երկաթի օքսիդներ), որոնց մագնիսացումը հանգեցնում է այդ խառնուրդներում կոշտ աղերի բյուրեղացմանը ջրի ծավալում, այլ ոչ թե կաթսաների կամ բերող խողովակների պատերին: Ցույց է տրված, որ եռման ժամանակը չի նվազում, եթե կոշտ աղ պարունակող ջուրը մաքրենք երկաթի խառնուրդներից:

Էրիթրոցիտներն օժտված են թույլ մագնիսական հատկություններով: Մանրադիտակի տակ էրիթրոցիտների

շարժման փորձարարական չափումները ֆերոմագնիսական միացությունների շրջակայքում թույլ են տալիս քանակապես գնահատել էրիթրոցիտի մագնիսական դաշտի ինդուկցիան, որը 10^{-18} է կարգի է:

Մագնիսական դաշտի ներգործության նկատմամբ ավելի զգայուն են նյարդային, էնդոկրին և սիրտ-անոթային համակարգերը: Նյարդային համակարգի վրա մագնիսական դաշտը թողնում է հիմնականում արգելակիչ ազդեցություն: Այն հրահրում է պայմանական և ոչ պայմանական ռեֆլեքսների ճնշում և ուղեղի կենսահոսանքների փոփոխություն՝ ուղղված ավելի ցածր հաճախային ռիթմերի հարաբերական աճին: Ուղեղի կենսահոսանքների միջին և խորը անզգայացման վիճակի համար բնութագրական փոփոխությունները հայտնաբերվել են, երբ նապաստակը գտնվել է 2500 է մագնիսական դաշտում: Այս ինդուկցիայով մագնիսական դաշտի ներգործումը 30-60ր ընթացքում հանգեցնում է արդեն մշակված պայմանական ռեֆլեքսների արգելակմանը և ազդում է լաբիրինթոսում կենդանիների վարքագծի վրա: Մագնիսական դաշտը ինքը կարող է պայմանական գրգռիչ լինել: Օրինակ, ձկների մոտ հնարավոր է դառնում մշակել պայմանական ռեֆլեքս 200 է ինդուկցիայով դաշտում: Ավելի փոքր ինտենսիվությամբ մագնիսական դաշտերի հրահրած կենսաբանական էֆեկտները դարձելի բնույթ ունեն: Ինդուկցիայի ավելի ցածր արժեքների դեպքում դիտվող (տասնյակ-հարյուրավոր էրստեղ) ֆունկցիոնալ շեղումները և մորֆոլոգիական փոփոխությունները օր-

զաններում և հյուսվածքներում արագորեն վերականգնվում են մինչև նորմա, եթե դադարում է մազնիսական դաշտի ներգործությունը:

Իմպուլսային, փոփոխական և հաստատուն մազնիսական դաշտերը, կախված դրանց կիրառության տեղից, լարվածությունից և տևողությունից, կարող են ունենալ հակաբորբոքային, սպազմոլիտիկ, հիպոտենզիվ և հիպոկոագուլյացիոն ազդեցություն, ազդել նյութափոխանակության և վնասված հյուսվածքների ռեպարատիվ ռեգեներացիայի պրոցեսների վրա կամ ճնշել նյարդային, էնդոկրին, սիրտանոթային և այլ համակարգերի ֆունկցիան: Մազնիսական դաշտերի արգելակիչ ազդեցությունը սաղմնային աճի վրա թույլ է տալիս ենթադրել, որ դրանք կարող են թողնել հակաուռուցքային ազդեցություն:

ԳԼՈՒԽ 2

ՈՉ ԻՈՆԻԶԱՑՆՈՂ ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄՆԵՐԻ ԵՎ ԴԱՇՏԵՐԻ ՄԱՍԻՆ ՀԱՄԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆ, ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԲՆՈՒԹԱԳՐԻՉՆԵՐ, ԴԱՍԱԿԱՐԳՈՒՄ և ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐ

2.1. ՀԱՄԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆ ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԱԼԻՔՆԵՐԻ ԵՎ ԴԱՇՏԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Մինչև 19-րդ դ. սկիզբը էլեկտրականությունը և մագնիսականությունը համարվում էին միմյանց հետ չկապված երևույթներ և դիտարկվում էին ֆիզիկայի տարբեր բաժիններում: 1819թ. դանիացի ֆիզիկոս Հ.Ք. Էրստեդը հայտնաբերեց, որ հաղորդիչը, որով անցնում է էլեկտրական հոսանքը, հրահրում է մագնիսական կողմնացույցի սլաքների շեղում, ինչից հետևում է, որ էլեկտրական և մագնիսական երևույթները փոխկապակցված են:

Ֆրանսիացի ֆիզիկոս և մաթեմատիկոս Ա. Ամպերը տվեց մագնիսական դաշտի հետ հոսանքակիր հաղորդչի փոխազդեցության մաթեմատիկական նկարագրությունը:

1831թ. անգլիացի ֆիզիկոս Մ. Ֆարադեյը փորձնակա-նորեն հայտնաբերեց և տվեց էլեկտրամագնիսական ինդուկցիայի մաթեմատիկական նկարագրությունը՝ հաղորդ-

չի մեջ էլեկտրաշարժիչ ուժի առաջացումը, որը գտնվում է փոփոխվող մագնիսական դաշտի ազդեցության ներքո:

1864թ. Ջ. Մաքսվելը ստեղծեց էլեկտրամագնիսական դաշտի տեսություն, որի համաձայն էլեկտրական և մագնիսական դաշտերը գոյություն ունեն որպես մեկ ամբողջության՝ էլեկտրամագնիսական դաշտի փոխկապակցված բաղադրիչներ: Այս տեսությունը բացատրում էր էլեկտրադինամիկայի բնագավառում բոլոր նախորդող հետազոտությունների արդյունքները:

Մաքսվելը վերլուծեց էլեկտրադինամիկայի տվյալ ժամանակահատվածում բոլոր հայտնի օրենքները և փորձեց դրանք կիրառել ժամանակի ընթացքում փոփոխվող էլեկտրական և մագնիսական դաշտերի նկատմամբ: Նա ուշադրություն դարձրեց էլեկտրական և մագնիսական երևույթների միջև փոխադարձ կապի անհամաչափությանը: Մաքսվելը ֆիզիկայի մեջ ներմուծեց մրրկային էլեկտրական դաշտի հասկացությունը և առաջարկեց նորովի սահմանել 1831թ. Ֆարադեյի կողմից հայտնաբերված էլեկտրամագնիսական ինդուկցիայի օրենքը.

- Մագնիսական դաշտի ցանկացած փոփոխություն շրջապատող տարածության մեջ ծնում է մրրկային էլեկտրական դաշտ, որի ուժագծերը փակ են:

Մաքսվելը վարկած առաջարկեց նաև հակառակ պրոցեսի գոյության վերաբերյալ.

- Ժամանակի ընթացքում փոփոխվող էլեկտրական դաշտը շրջապատող տարածության մեջ ծնում է մագնիսական դաշտ:

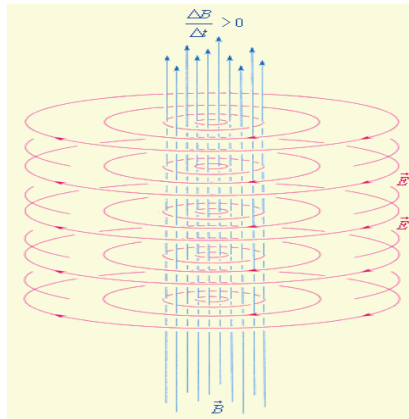
Թեև այս վարկածը միայն տեսական ենթադրություն էր, որը չուներ փորձնական ապացույց, սակայն դրա հիմքի վրա Մաքսվելին հաջողվեց դուրս բերել չհակասող հավասարումների մի համակարգ, որը նկարագրում էր էլեկտրական և մագնիսական դաշտերի միմյանց փոխարկումները, այսինքն՝ էլեկտրամագնիսական դաշտի հավասարումների համակարգ (Մաքսվելի հավասարումներ): Բացի դրանից, այդ համակարգից հետևում է, որ էլեկտրամագնիսական դաշտի ցանկացած փոփոխություններ պետք է ծնեն էլեկտրամագնիսական ալիքներ, որոնք վերջավոր արագությամբ են տարածվում դիէլեկտրիկ միջավայրում (այդ թվում նաև դատարկության մեջ) և այդ վերջավոր արագությունը կախված է այդ միջավայրի դիէլեկտրիկ և մագնիսական թափանցելիությունից:

Նկարներ 3-ում և 4-ում լուսաբանված են էլեկտրական և մագնիսական դաշտերի միմյանց փոխարկումները:

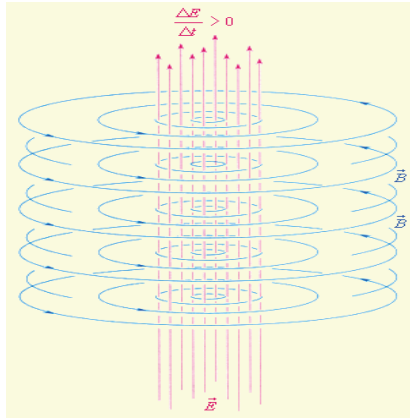
Էլեկտրամագնիսական դաշտ կոչվող կառուցվածքը, որն անհրաժեշտության դեպքում կարելի է դիտարկել որպես սոսկ մաթեմատիկական օբյեկտ, որոշվում է հոսանքների և լիցքերի տեղաբաշխմամբ: Լինելով մատերիայի տեսակ՝ էլեկտրամագնիսական դաշտն օժտված է զանգվածով, էներգիայով և իմպուլսով, որոնք պարբերաբար փո-

փոխվելով, տեղաշարժվում են տարածության մեջ էլեկտրամագնիսական ալիքների տեսքով:

Տատանումները, որոնք ժամանակի ընթացքում տարածվում են տարածության մեջ, առաջացնում են ալիքներ: Էլեկտրական լիցքի տատանողական տեղաշարժերը նույնպես հրահրում են էլեկտրական և մագնիսական դաշտերի փոփոխությունների ալիքներ: Իրոք, լիցքի այդ տատանումները սկզբում հանգեցնում են էլեկտրական դաշտի պարբերական փոփոխությունների, որոնք էլ իրենց հերթին, Մաքսվելի վարկածի համաձայն, հրահրում են միևնույն հաճախությամբ փոփոխական մագնիսական դաշտ: Փոփոխվող մագնիսական դաշտը էլեկտրամագնիսական ինդուկցիայի օրենքի համաձայն կհրահրի էլեկտրական դաշտ՝ տատանվող լիցքից ավելի մեծ հեռավորության վրա և այլն:



Նկ. 3. Էլեկտրամագնիսական ինդուկցիայի օրենքը Մաքսվելի սահմանմամբ:

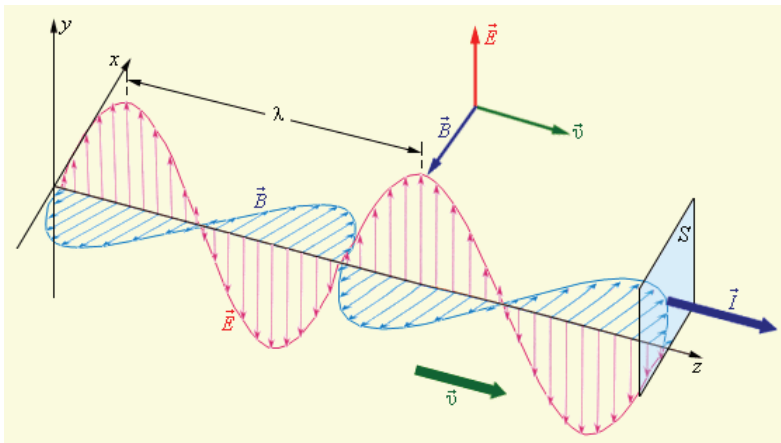


Նկ. 4. Մաքսվելի վարկածը: Փոփոխվող էլեկտրական դաշտը ծնում է մագնիսական դաշտ:

Էլեկտրամագնիսական ալիքները տարածվում են տարածության մեջ որպես էլեկտրամագնիսական դաշտի՝ այսինքն միմյանց հետ փոխազդող էլեկտրական և մագնիսական դաշտերի գրգռումներ (վիճակի փոփոխություններ): Էլեկտրամագնիսական ալիքում էլեկտրական և մագնիսական դաշտերի ուժագծերը փակ են: Այսպիսի դաշտերը կոչվում են մրրկային: Էլեկտրամագնիսական տատանումները չեն մնում տեղայնացված տարածության մեջ, այլ վակուումում աղբյուրից բոլոր ուղղություններով տարածվում են լույսի արագությամբ:

Էլեկտրամագնիսական դաշտը բնութագրվում է էլեկտրական դաշտի E (Վ/մ) լարվածության և մագնիսական դաշտի B (Տլ) ինդուկցիայի վեկտորներով: Էլեկտրա-

կան դաշտի պարբերական փոփոխությունները (\vec{E} լարվածության վեկտոր) ծնում են փոփոխական մագնիսական դաշտ (\vec{B} ինդուկցիայի վեկտոր), որն իր հերթին ծնում է փոփոխական էլեկտրական դաշտ: \vec{E} և \vec{B} վեկտորների տատանումները տեղի են ունենում փոխադրահայաց հարթությունների մեջ, ուղղահայաց ալիքի տարածման ուղղությանը (արագության վեկտորին) և ցանկացած կետում համընկնում են ըստ փուլի (նկ. 5):



Նկ. 5. Մինուստիդ (հարմոնիկ) էլեկտրամագնիսական ալիք:
 \vec{E} , \vec{B} և \vec{v} վեկտորները փոխադրահայաց են:

2.2. ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԱԼԻՔՆԵՐԻ ԵՎ ԴԱՇՏԵՐԻ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Էլեկտրամագնիսական ալիքները ճառագայթվում են տատանվող լիցքերի կողմից: Դասական էլեկտրադինամիկայի տեսության համաձայն արագացման առկայությունը էլեկտրամագնիսական ալիքի ճառագայթման գլխավոր պայմանն է, իսկ տատանվող լիցքը շարժվում է արագացմամբ: Հաստատուն հոսանքի շղթաները, որոնցում լիցքի կրիչները շարժվում են անփոփոխ արագությամբ, էլեկտրամագնիսական ալիքի աղբյուր չեն հանդիսանում:

Էլեկտրամագնիսական ալիքում տեղի են ունենում էլեկտրական և մագնիսական դաշտերի փոխադարձ փոխարկումներ: Այս պրոցեսները ընթանում են միաժամանակ, և էլեկտրական ու մագնիսական դաշտերը հանդես են գալիս որպես հավասարազոր “բաղադրիչներ”: Ուստի էլեկտրական և մագնիսական էներգիաների ծավալային խտությունները միմյանց հավասար են. $w_{էլ}=w_{մ}$:

$$\frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2} = \frac{B^2}{2\mu\mu_0} \quad (11)$$

որտեղ ε -ը և μ -ն համապատասխանաբար նյութի դիէլեկտրիկ և մագնիսական թափանցելիություններն են, ε_0 -ն և μ_0 -ն՝ էլեկտրական և մագնիսական հաստատունները. $\varepsilon_0=8.85419 \cdot 10^{-12}$ Ֆ/մ, $\mu_0=1.25664 \cdot 10^{-6}$ Հ/մ:

Այստեղից հետևում է, որ էլեկտրամագնիսական ալիքում մագնիսական դաշտի \vec{B} ինդուկցիայի և էլեկտրական դաշտի \vec{E} լարվածության վեկտորների մոդուլները տարածության յուրաքանչյուր կետում կապված են հետևյալ առնչությամբ.

$$B = \frac{\sqrt{\epsilon\mu}}{c} E \quad (12)$$

որտեղ $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}} = 3 \cdot 10^8$ մ/վ էլեկտրամագնիսական ալիքների տարածման արագությունն է վակուումում:

Էլեկտրամագնիսական դաշտերը էներգիա են տեղափոխում: Ալիքների տարածման ժամանակ առաջանում է էլեկտրամագնիսական էներգիայի հոսք: Եթե անջատենք S մակերես (նկ. 5), որը ուղղահայաց է կողմնորոշված ալիքի տարածման արագությանը, ապա Δt փոքր ժամանակամիջոցի ընթացքում այդ մակերեսով կհոսի $\Delta W_{տ}$ էներգիա, որը հավասար է.

$$\Delta W_{տ} = (w_t + w_d) \omega S \Delta t \quad (13)$$

Ի հոսքի խտություն կամ ինտենսիվություն են անվանում ալիքի տեղափոխած այն էլեկտրամագնիսական էներգիան, որն անցնում է միավոր ժամանակում, մակերևույթի միավոր մակերեսով.

$$I = \frac{1}{S} \cdot \frac{\Delta W_{տ}}{\Delta t} = (w_t + w_d) \nu \quad (14)$$

Տեղադրելով w_t -ի, w_u -ի և v -ի համար ստացված արտահայտությունները, կստանանք.

$$I = \sqrt{\frac{\epsilon\epsilon_0}{\mu\mu_0}} \cdot E^2 = \frac{EB}{\mu\mu_0} \quad (15)$$

Էլեկտրամագնիսական ալիքի էներգիայի հոսքը ներկայացվում է \vec{I} վեկտորի միջոցով, որի ուղղությունը համընկնում է ալիքի տարածման ուղղության հետ, իսկ մոդուլը հավասար է $EB/\mu\mu_0$: Այս վեկտորը կոչվում է Պոյնտինգի վեկտոր:

Վակուումում սինուսոիդալ (հարմոնիկ) ալիքում էլեկտրամագնիսական էներգիայի հոսքի միջին արժեքը՝ I_{av} հավասար է.

$$I_{av} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} E_0^2 \quad (16)$$

որտեղ E_0 -ն էլեկտրական դաշտի լարվածության տատանումների լայնույթն է:

Միավորների միջազգային համակարգում էներգիայի հոսքի խտությունը չափվում է Վատտերով՝ մետր քառակուսու վրա (Վտ/մ²):

Ինչպես վերը նշվել է էլեկտրամագնիսական ալիքները նյութի մեջ տարածվում են վերջավոր v արագությամբ, որը որոշվում է.

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\epsilon_0\mu\mu_0}} \quad (17)$$

որտեղ ε -ը և μ -ն նյութի դիէլեկտրիկ և մագնիսական թափանցելիություններն են, ε_0 -ն և μ_0 -ն՝ էլեկտրական և մագնիսական հաստատունները:

Միևուստի դալ ալիքում ալիքի λ երկարությունը ալիքի տարածման v արագության հետ կապված է հետևյալ առնչությամբ.

$$\lambda = vT = v/f \quad (18)$$

որտեղ f -ը էլեկտրամագնիսական ալիքի տատանումների հաճախականությունն է, $T = 1/f$:

Մաքսվելի եզրակացությունը էլեկտրամագնիսական ալիքների տարածման վերջավոր արագության մասին գտնվում էր հակասության մեջ այն ժամանակ գոյություն ունեցող հեռագրեցության տեսության հետ, որում էլեկտրական և մագնիսական դաշտերի տարածման արագությունը ընդունվում էր անսահման մեծ: Այդ պատճառով Մաքսվելի տեսությունն անվանում են կարճագրեցության տեսություն:

Էլեկտրամագնիսական ալիքները կարող են տարածվել գազերում, հեղուկներում, պինդ միջավայրերում և վակուումում:

Հաղորդիչ միջավայրում տարածման դեպքում դրանք կապված են հետևյալ առնչությամբ.

$$E = H \sqrt{\frac{\omega\mu}{\gamma}} e^{-kz} \quad (19)$$

որտեղ ω -ն էլեկտրամագնիսական տատանումների շրջանային հաճախությունն է, γ -ն՝ նյութի տեսակարար հաղոր-

դականությունը, *μ*-ն՝ այդ նյութի մագնիսական թափանցելիությունը, *k*-ն՝ մարման գործակիցը, *z*-ը՝ հեռավորությունն է նյութի մուտքային հարթությունից մինչև դիտարկվող կետ:

Դիէլեկտրիկում էլեկտրամագնիսական ալիքի տարածումը իրենից ներկայացնում է անընդհատ կլանում և էլեկտրամագնիսական էներգիայի վերաճառագայթում էլեկտրոններով և նյութի իոններով, որոնք ալիքի փոփոխական էլեկտրական դաշտում իրականացնում են ստիպողական տատանումներ: Դա պայմանավորված է նյութի լիցքավորված մասնիկների կողմից էներգիայի ռեզոնանսային կլանմամբ: Եթե դիէլեկտրիկի մասնիկների տատանումների սեփական հաճախականությունը խիստ տարբերվում է էլեկտրամագնիսական ալիքի հաճախականությունից, ապա կլանումը թույլ է և միջավայրը թափանցիկ է դառնում էլեկտրամագնիսական ալիքի համար: Ընդ որում, դիէլեկտրիկում տեղի է ունենում ալիքի արագության նվազում:

Մի միջավայրից մյուսին անցման դեպքում ալիքի հաճախականությունը չի փոխվում:

Ընկնելով երկու միջավայրերի բաժանման սահմանի վրա, ալիքների մի մասը անդրադառնում է, իսկ մյուս մասը բեկվելով անցնում է մյուս միջավայր: Եթե երկրորդ միջավայրը մետաղն է, ապա այդ միջավայր անցնող ալիքը արագորեն մարում է, իսկ էներգիայի մեծ մասը (հատկապես ցածր հաճախային տատանումները) անդրադառնում է առաջին միջավայր (մետաղները թափանցիկ չեն էլեկտրա-

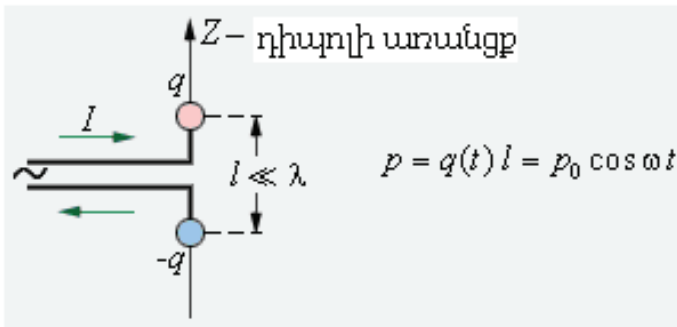
մագնիսական ալիքների համար): Այս երևույթը օգտագործել են Եզիպտոսում բարձրաստիճան կանանց համար մետաղից հայելիներ պատրաստելու համար:

Էլեկտրամագնիսական ալիքների համար այնպես, ինչպես մեխանիկական ալիքների համար բնորոշ են դիֆրակցիայի, ինտերֆերենցիայի, բևեռացման երևույթները: Այս երևույթները, որոնք հատուկ են միայն ալիքային պրոցեսների համար մանրամասն ուսումնասիրվել են ընդհանուր ֆիզիկայի դասընթացի և ֆիզիկական օպտիկա բաժնում:

Մաքսվելի կենդանության օրոք էլեկտրամագնիսական ալիքների մասին ուսմունքը մնում էր զուտ “մաքուր” տեսություն, որը չունեւ որչափ փորձարարական ապացույց: Մաքսվելի էլեկտրամագնիսական տեսության առաջին փորձարարական ապացույցը իրականացվել է մոտավորապես 15 տարի հետո Հ. Հերցի (1888թ.) փորձերում: Հետաքրքիր է, որ Հերցը չէր հավատում այդ ալիքների գոյությանը և նրա փորձերը ձեռնարկվել էին Մաքսվելի եզրակացությունները ժխտելու նպատակով: Սակայն նա ոչ միայն փորձնականորեն հաստատեց էլեկտրամագնիսական ալիքների գոյությունը, այլև առաջին անգամ ուսումնասիրեց դրանց հատկությունները՝ տարբեր միջավայրերում կլանումը և բեկումը, անդրադարձումը մետաղական մակերևույթներից և այլն: Նրան հաջողվեց փորձնականորեն չափել էլեկտրամագնիսական ալիքների երկարությունը և տարածման արագությունը, որը հավասար է լույսի արագությանը:

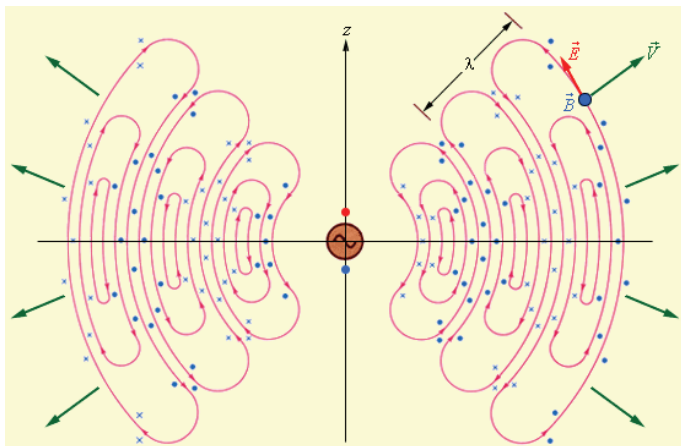
Հերցի փորձերը որոշիչ դեր կատարեցին Մաքսվելի էլեկտրամագնիսական տեսության ապացուցման և ընդունման համար: Այդ փորձերից 7 տարի հետո էլեկտրամագնիսական ալիքները կիրառություն գտան ոչ հաղորդիչ կապում (Ա.Ս. Պոպով, 1895թ.):

Ժամանակակից ռադիոտեխնիկայում էլեկտրամագնիսական ալիքների ճառագայթումը տեղի է ունենում տարբեր կառուցվածքներով անտենաների օգնությամբ, որոնցում գրգռվում են արագ փոփոխական հոսանքներ: Էլեկտրամագնիսական ալիքներ ճառագայթող պարզագույն համակարգը՝ ըստ էլեկտրական դիպոլի չափսերի մեծ չէ, այսպիսի տարրական դիպոլը կոչվում է Հերցի դիպոլ: Ռադիոտեխնիկայում Հերցի դիպոլը համարժեք է ոչ մեծ անտենայի, որի չափսերը շատ փոքր են առաքվող ալիքի λ երկարությունից (նկ. 6):



Նկ. 6. Հարմոնիկ տատանումներ իրականացնող տարրական դիպոլ:

Նկ. 7-ում բերված է պատկերացում այդպիսի դիպոլի կողմից ճառագայթվող էլեկտրամագնիսական ալիքի կառուցվածքի մասին:



Նկ. 7. Տարրական դիպոլի ճառագայթումը:

Անհրաժեշտ է ուշադրություն դարձնել այն հանգամանքի վրա, որ էլեկտրամագնիսական էներգիայի առավելագույն հոսքը ճառագայթվում է դիպոլի առանցքին ուղղահայաց հարթության մեջ: Դիպոլը իր առանցքի երկայնքով էներգիա չի ճառագայթում: Հերցը այն օգտագործել է տարրական դիպոլը ճառագայթիչ և ընդունիչ անտենայում էլեկտրամագնիսական ալիքների գոյության փորձարարական ապացույցի համար:

2.3. ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԱԼԻՔՆԵՐԻ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԸ

Ինչպես արդեն նշվել է, էլեկտրական և մագնիսական դաշտերի ամբողջականությունը կոչվում է էլեկտրամագնիսական դաշտ (ԷՄԴ): Էլեկտրամագնիսական ճառագայթումները (ԷՄՃ) իրենցից ներկայացնում են տարածության մեջ վերջավոր արագությամբ տարածվող փոփոկապակցված և առանց միմյանց գոյություն չունեցող փոփոխական էլեկտրական և մագնիսական դաշտեր: Նրանք օժտված են ալիքային և քվանտային հատկություններով:

Ալիքային հատկություններին են դասվում տարածության մեջ ԷՄՃ տարածման արագությունը (v), տատանումների հաճախությունը (f) և ալիքի երկարությունը (λ): Ալիքի երկարությունը չափվում է մետրերով կամ մետրին ածանցյալ միավորներով (նմ, մմ, սմ, դմ, կմ), տատանումների հաճախությունը՝ հերցերով (Հց) կամ հերցին ածանցյալ միավորներով՝ կՀց, ՄՀց, ԳՀց: 1Հց-ը հավասար է մեկ տատանմանը մեկ վայրկյանում:

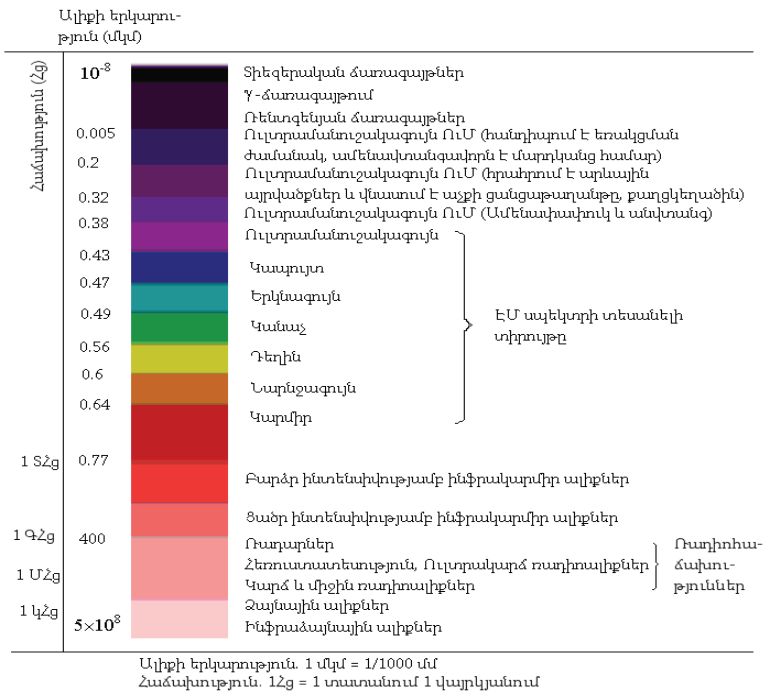
Էլեկտրամագնիսական ալիքների կորպուսկուլյար (մասնիկային) հատկությունները որոշվում են նյութի (ատոմների կամ մոլեկուլների) առանձին տարրերի՝ քվանտների (ֆոտոնների) տեսքով էներգիա ճառագայթելու կամ կլանելու ունակությամբ: Այդ տարրերը համարվում են ճառագայթման նվազագույն քանակը: Ֆոտոնները տեղաշարժվում են լույսի արագությամբ, այս մասնիկները չունեն

զանգված: Ֆոտոնին, որպես մասնիկի, հատուկ է որոշակի էներգիա: Ինչքան մեծ է ալիքի երկարությունը, այնքան փոքր էներգիայով է օժտված էլեկտրամագնիսական ալիքի քվանտը:

Էլեկտրամագնիսական ալիքները առաջացնում են ալիքի երկարությունների և էներգիաների (հաճախությունների) հոծ սպեկտր, որը բաժանվում է պայմանական տիրույթների՝ ռադիոալիքներից մինչև γ -ճառագայթներ (նկ. 8):

Բնության մեջ գոյություն ունեցող էլեկտրամագնիսական ալիքների հաճախությունների տիրույթը կոչվում է էլեկտրամագնիսական ալիքների սպեկտր: Առանձին ճառագայթումների միջև սկզբունքային տարբերություններ չկան: Սպեկտրի ցանկացած տեղամասում դրանք իրենցից ներկայացնում են վակուումում կամ միջավայրում տարածվող էլեկտրական և մագնիսական դաշտերի լարվածությունների լայնակի տատանումներ: Ի վերջո, հայտնաբերվում են էլեկտրամագնիսական ալիքներ ըստ լիցքավորված մասնիկների վրա իրենց ազդեցության: Բոլոր էլեկտրամագնիսական ալիքները տարածվում են վակուումում և լույսի արագությամբ, իրարից տարբերվում են ալիքի երկարությամբ և հետևաբար էներգիայով, որը դրանք տեղափոխում են: Ճառագայթումների սանդղակում առանձին տեղամասերի միջև սահմանները միանգամայն պայմանական են: Մասնավորապես, ալիքի մեծ երկարություններով միկրոալիքային ճառագայթումները հաճախակի և արդարացիորեն դասվում են ռադիոալիքների գերբարձր հաճա-

խային տիրույթին: Բացակայում են հստակ սահմանները կոշտ ուլտրամանուշակագույն և փափուկ ռենտգենյան ճառագայթների միջև, ինչպես նաև կոշտ ռենտգենյան և փափուկ γ -ճառագայթման միջև: Ալիքի երկարության նվազմանը զուգընթաց դրանցում քանակական տարբերությունները հանգեցնում են էական որակական տարբերությունների: Տարբեր ալիքի երկարության ճառագայթումները միմյանցից շատ խիստ տարբերվում են ըստ նյութի կողմից դրանց կլանման:



Նկ. 8. Էլեկտրամագնիսական ալիքների սպեկտրը:

Կարճալիք ճառագայթումները (ռենտգենյան և հատկապես γ -ճառագայթներ) թույլ են կլանվում: Օպտիկական տիրույթի ալիքների համար անթափանցելի նյութերը թափանցելի են այս ճառագայթումների համար: Երկարալիք և կարճալիք ճառագայթումների միջև գլխավոր տարբերությունը կայանում է նրանում, որ կարճալիք ճառագայթման դեպքում ի հայտ են գալիս մասնիկային հատկությունները:

Տեսանելի լույսը կազմում է էլեկտրամագնիսական ալիքների լայն սպեկտրի աննշան մասը: Այս փաստը կարևոր է այն պատճառով, որ մարդկային ուղեղը զգայուն է էլեկտրամագնիսական ալիքների սպեկտրի այս հատվածի նկատմամբ:

Կախված երկարությունից՝ էլեկտրամագնիսական ալիքները կարելի է բաժանել հետևյալ ձևով.

1. ռադիոալիքներ (մի քանի կիլոմետրերից մինչև 250մկմ)
2. ինֆրակարմիր ճառագայթում (250մկմ-ից մինչև 760նմ)
3. տեսանելի լուսային ճառագայթում (760-400նմ)
4. ուլտրամանուշակագույն ճառագայթում (400-10նմ)
5. ռենտգենյան ճառագայթում (10-0.03նմ)
6. γ -ճառագայթում (ալիքի երկարությունը փոքր է 0.03նմ-ից):

Էլեկտրամագնիսական սպեկտրի տարբեր տեղամասերը տարբերվում են ըստ սպեկտրի այս կամ այն տեղա-

մասին պատկանող ալիքների ճառագայթման և ընդունման եղանակի: Այդ պատճառով՝ չնայած էլեկտրամագնիսական սպեկտրի տարբեր տեղամասերի միջև չկան կտրուկ սահմաններ, յուրաքանչյուր տիրույթը պայմանավորված է իր առանձնահատկություններով և իր օրենքների գերազանցությամբ, որը որոշվում է գծային մասշտաբների հարաբերությամբ:

Կարճ քննարկենք էլեկտրամագնիսական ալիքների տիրույթը հաճախականության աճի և ալիքի երկարության նվազման կարգով:

Ռադիոալիքները ստացվում են տատանողական կոնտուրների և մակրոսկոպիկ վիբրատորների օգնությամբ: Ռադիոալիքները կարող են էականորեն տարբերվել ըստ երկարության՝ մի քանի սանտիմետրերից մինչև մի քանի հարյուրավոր և նույնիսկ հազարավոր կիլոմետրեր, ինչը համեմատական է երկրագնդի շառավղին (շուրջ 6400կմ): Բոլոր ռադիոտիրույթների ալիքները լայնորեն կիրառվում են տեխնիկայում: Դեցիմետրային և գերկարճ մետրային ալիքները կիրառվում են հեռահաղորդակցության և ռադիոհաղորդակցության համար հաճախային մոդուլյացիայով գերկարճ ալիքների տիրույթում (ԳԿԱ/FM), ինչն ապահովում է ալիքների ուղիղ տարածման տիրույթի սահմաններում ազդանշանի ընդունման բարձր որակը:

Մետրային և կիլոմետրային տիրույթի ռադիոալիքները կիրառվում են մեծ հեռավորությունների վրա ռադիոհա-

դորդակցության և ռադիոկապի համար՝ շնորհիվ լայնույթային մոդուլյացիայի, ինչն էլ, թեև ազդանշանի որակի հաշվին, սակայն ապահովում է դրա փոխանցումը Երկրի սահմաններում ինչքան հնարավոր է մեծ հեռավորությունների վրա ի հաշիվ մոլորակի իոնոսֆերայից ալիքների անդրադարձմանը: Իոնոսֆերան անդրադարձնում է $\lambda > 10$ մ երկարությամբ ալիքներ: Հատկանշական է, որ մեր օրերում կապի այս տեսակը անցյալ է մղվում արբանյակային կապի շնորհիվ:

Դեցիմետրային տիրույթի ալիքները չեն կարող պատել երկրային հորիզոնը մետրային ալիքների նման, ինչը սահմանափակում է ընդունման տեղամասի ուղիղ տարածման հատվածով, ինչն էլ՝ կախված անտենայի բարձրությունից և հաղորդակի հզորությունից, կազմում է մի քանի կիլոմետրից մինչև մի քանի տասնյակ կիլոմետրեր: Այստեղ օգնության են գալիս արբանյակային վերափոխանցիչները, որոնք անդրադարձնում են ռադիոալիքները, ինչը մետրային ալիքների դեպքում կատարում էր իոնոսֆերան:

Ռադիոալիքների հատկությունները. Տարբեր հաճախության և ալիքի տարբեր երկարություններով ռադիոալիքները տարբեր ձևով են կլանվում և անդրադարձվում միջավայրերի կողմից, ցուցաբերում են դիֆրակցիայի և ինտերֆերենցիայի հատկություններ:

Միկրոալիքները ռադիոճառագայթման ենթատիրույթ է, որը հարում է ինֆրակարմիր տիրույթին: Դրանք կոչվում

են նաև գերբարձր հաճախային (ԳԲՀ) ճառագայթում, քանի որ ունեն ամենաբարձր հաճախությունը ռադիոալիքների տիրույթում: Ալիքի երկարությունը կազմում է 1000 մմ-ից մինչև 1 մմ` 300 ՄՀց-ից մինչև 300 ԳՀց: Միկրոալիքները միջանկյալ տեղ են զբաղեցնում գերկարձ ալիքների և ինֆրակարմիր տիրույթի ճառագայթման միջև: Միկրոալիքների այսպիսի միջանկյալ դիրքը իր ազդեցությունն է թողնում նրանց հատկությունների վրա: Միկրոալիքային ճառագայթումը օժտված է ինչպես ռադիոալիքների, այնպես էլ լուսային ալիքների հատկություններով:

ԳԲՀ տիրույթի ճառագայթումը տարածվում է ուղղով և վերածածկվում է գրեթե բոլոր պինդ օբյեկտներով: Այն ֆոնկուսացվում և տարածվում է ճառագայթի տեսքով և անդրադառնում է:

Մեծ ինտենսիվության միկրոալիքային ճառագայթումը կիրառվում է մարմնի ոչ կոնտակտային տաքացման (կենցաղային և արդյունաբերական միկրոալիքային վառարաններում մետաղների ջերմամշակում), ինչպես նաև ռադիոլոկացիայի համար:

Ցածր ինտենսիվության միկրոալիքային ճառագայթումը կիրառվում է կապի միջոցներում` գերազանցապես շարժական` ռացիայում, բջջային հեռախոսներում (բացի առաջին սերնդի), Bluetooth, WiFi և WiMAX սարքավորումներում:

Միկրոալիքային տիրույթը հետաքրքիր է աստղագետների համար, քանի որ դրանցում գրանցվում է Մեծ

պայթյունի ժամանակներից մնացած ռելիկտային ճառագայթումը (մյուս անվանումը՝ միկրոալիքային տիեզերական ֆոն): Այն ճառագայթվել է 13.7 մլրդ տարի առաջ, երբ Տիեզերքի տաք նյութը թափանցելի դարձավ սեփական մարմնի ճառագայթման համար: Տիեզերքի ընդարձակմանը զուգընթաց ռելիկտային ճառագայթումը սառել է և այսօր դրա ջերմաստիճանը կազմում է 2.7Կ:

Ռելիկտային ճառագայթումը Երկիր է հասնում բոլոր ուղղություններից: Այսօր աստղաֆիզիկոսներին հետաքրքրում են միկրոալիքային տիրույթում երկնքի ճառագայթման անհամասեռությունները: Ըստ դրանց որոշում են, թե ինչպես են վաղ Տիեզերքում ձևավորվել գալակտիկաների կուտակումները, որպեսզի ստուգվի տիեզերաբանական տեսությունների ճշմարտացիությունը:

Սանտիմետրային ալիքները՝ դեցիմետրային և մետրային ռադիոալիքների նման գրեթե չեն կլանվում մթնոլորտի կողմից և այդ պատճառով լայնորեն օգտագործվում են արբանյակային և բջջային կապում, ինչպես նաև հեռահաղորդակցային այլ համակարգերում: Մթնոլորտը թափանցիկ է միկրոալիքների համար: Դրանք կարելի է օգտագործել արբանյակների հետ կապի համար:

Երկրի վրա միկրոալիքները օգտագործվում են այնպիսի առօրեական խնդիրների լուծման համար, ինչպիսիք են բջջային հեռախոսով խոսակցությունները կամ նախաձաշերի տաքացումը: Միկրոալիքային վառարանների կիրառությունը հիմնված է հատուկ սարքավորման մեջ

Էլեկտրոնների արագ պտույտի վրա: Արդյունքում էլեկտրոնները ճառագայթում են որոշակի հաճախության էլեկտրամագնիսական ԳԲՀ-ալիքներ՝ սովորաբար 2.45 ԳՀց, որոնք հեշտությամբ կլանվում են ջրի մոլեկուլների կողմից: Եթե կերակուրը տեղադրենք միկրոալիքային վառարանի մեջ, ապա դրանում պարունակվող ջրի մոլեկուլները կլանում են միկրոալիքների էներգիան՝ փոխակերպելով այն ջերմայինի, ինչի արդյունքում կերակուրը տաքանում է: Այլ խոսքերով, ի տարբերություն սովորական վառարանի, որտեղ կերակուրը արտաքինից տաքանում է ինֆրակարմիր ճառագայթումով, միկրոալիքային վառարանը այն տաքացնում է ներսից:

Ինֆրակարմիր ճառագայթները էլեկտրամագնիսական սպեկտրի այն հատվածն է, որը ներառում է 8000 աստմային տրամագիծ (շուրջ 800 նմ): Ճառագայթումը կատարվում է նյութի ատոմներով և մոլեկուլներով: Ինֆրակարմիր ճառագայթներ արձակում են բոլոր մարմինները ցանկացած ջերմաստիճանում: Մարդը էլեկտրամագնիսական ալիքներ է ճառագայթում $\lambda = 1.9$ մկմ երկարությամբ: Սպեկտրի այս հատվածի ճառագայթները մարդը որպես մարմին զգում է անմիջականորեն մաշկով: Եթե ձեռք պարզենք կրակի կամ թեժ մարմնի ուղղությամբ և զգանք դրանից եկող տաքություն, ապա դա հենց ինֆրակարմիր ճառագայթումն է: Որոշ կենդանիների մոտ (օրինակ, իժերի մոտ) գոյություն ունեն նույնիսկ զգայական օրգաններ, որոնք թույլ

են տալիս որոշել տաքարյուն գոհի գտնվելու վայրը՝ ըստ նրանից եկող ինֆրակարմիր ճառագայթման:

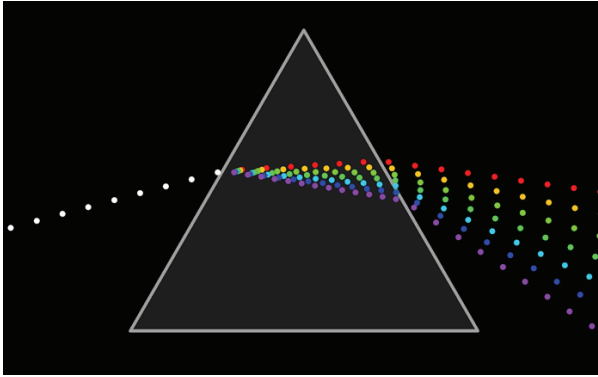
Քանի որ Երկրի մակերևույթին օբյեկտների մեծամասնությունը էներգիա է ճառագայթում ալիքների ինֆրակարմիր տիրույթում, ուստի ինֆրակարմիր ճառագայթման դետեկտորները ոչ պակաս կարևոր դեր են կատարում հայտնաբերման ժամանակակից տեխնոլոգիաներում: Գիշերային տեսողության սարքերի ինֆրակարմիր օկուլյարները մարդկանց թույլ են տալիս “տեսնել մթության մեջ”, ինչի շնորհիվ կարելի է հայտնաբերել ոչ միայն մարդկանց, այլև տեխնիկա և սարքավորումներ, որոնք օրվա ընթացքում տաքացել են և ինֆրակարմիր ճառագայթների տեսքով իրենց ջերմությունը տալիս են շրջակա միջավայրին: Ինֆրակարմիր ճառագայթների դետեկտորները լայնորեն կիրառվում են փրկարարական ծառայությունների կողմից, օրինակ, երկրաշարժերի, տարերային աղետների և տեխնածին վթարների ժամանակ ավերակների տակ մնացած կենդանի մարդկանց հայտնաբերելու համար:

Ինֆրակարմիր տիրույթի էլեկտրամագնիսական ալիքների հատկությունները.

1. Ինֆրակարմիր ճառագայթումը անցնում է որոշ անթափանցիկ մարմինների միջով, նույնիսկ՝ անձրևի, ծխի, ձյան միջով:
2. Ֆոտոթաղանթների վրա ունենում է քիմիական ազդեցություն:

3. Կլանվելով նյութի կողմից՝ տաքացնում է այն:
4. Գերմանիումի մոտ հրահրում է ներքին ֆոտո-էֆեկտ:
5. Անտեսանելի է:
6. Ունակ է ինտերֆերենցի և դիֆրակցիայի:

Տեսանելի լույսը էլեկտրամագնիսական ալիքների տիրույթ է, որը տարածվում է 8000-ից մինև 4000 ատոմային տրամագիծ (800-400նմ): Մարդկային աչքը իրենից իդեալական գործիք է ներկայացնում այդ տիրույթի էլեկտրամագնիսական ալիքների գրանցման և վերլուծության համար: Դա պայմանավորված է երկու պատճառով: Առաջինը, ինչպես նշվել է, սպեկտրի տեսանելի հատվածի ալիքները գործնականում առանց խոչընդոտների տարածվում են նրանց համար թափանցիկ մթնոլորտում: Երկրորդը, Արեգակի մակերևույթի ջերմաստիճանը (մոտավորապես 5000°C) այնպիսինն է, որ արևի ճառագայթների էներգիայի մաքսիմումը ընկնում է հենց սպեկտրի տեսանելի տիրույթում: Այսպիսով, մեր գլխավոր էներգիայի աղբյուրը հսկայական քանակությամբ էներգիա ճառագայթում է հենց տեսանելի, լուսային տիրույթում, իսկ մեզ շրջապատող միջավայրը բավականաչափ թափանցիկ է այդ ճառագայթման համար: Ուստի զարմանալի չէ, որ էվոլյուցիայի ընթացքում մարդկային աչքը ձևավորվել է այնպես, որ որսա և ճանաչի էլեկտրամագնիսական ալիքների սպեկտրի հենց այդ հատվածը:



Նկ. 9. Եռանիստ պրիզման լայնաշերտ անընդհատ արևային (սպիտակ) լույսը տրոհում է տարբեր ալիքի երկարություններով բաղադրիչների: Ալիքի տարբեր երկարությունները բեկվում են տարբեր ձևով:

Թափանցիկ պրիզման սպիտակ գույնի լույսը տրոհում է բաղադրիչների (նկ. 9): Տեսանելի, ինֆրակարմիր և ուլտրամանուշակագույն ճառագայթումները կազմում են, այսպես կոչված, սպեկտրի օպտիկական տիրույթը՝ այս արտահայտության լայն իմաստով: Այսպիսի տիրույթի անջատումը պայմանավորված է ոչ միայն սպեկտրի համապատասխան տեղամասերի մոտիկությամբ, այլև դրանց ուսումնասիրության համար կիրառվող սարքավորումների նմանությամբ, որոնք պատմականորեն մշակվել են հիմնականում տեսանելի լույսի հետազոտության համար (ճառագայթման ֆոկուսացման համար ոսպնյակներ և հայելիներ, պրիզմաներ, դիֆրակցիոն ցանցեր, ճառագայթման սպեկտրալ կազմի ուսումնասիրության համար ինտերֆերենցիոն

սարքավորումներ և այլն): Սպեկտրի օպտիկական տիրույթի հաճախությունները համեմատելի են մոլեկուլների և ատոմների սեփական հաճախությունների հետ, իսկ դրանց երկարությունները՝ մոլեկուլային չափերի և միջմոլեկուլային հեռավորությունների հետ: Դրա շնորհիվ այս տիրույթում էական են դառնում այն երևույթները, որոնք պայմանավորված են նյութի ատոմիստիկական կառուցվածքով: Այդ պատճառով ալիքայինի հետ միասին, ի հայտ են գալիս լույսի քվանտային հատկությունները:

Տեսանելի լուսային տիրույթի էլեկտրամագնիսական ալիքների հատկությունները. Անդրադառնում են, բեկվում են, ներգործում են աչքի վրա, ունակ են դիսպերսիայի, ինտերֆերենցի և դիֆրակցիայի:

Ուլտրամանուշակագույն ճառագայթները էլեկտրամագնիսական ճառագայթման այն տիրույթն է, որն ունի մի քանի հազարից մինչև մի քանի հարյուր ատոմային տրամագիծ (400-10նմ): Սպեկտրի այս հատվածում ճառագայթումը սկսում է ներգործել կենդանի օրգանիզմների կենսունակության վրա: Արեգակնային սպեկտրում փափուկ ուլտրամանուշակագույն ճառագայթները (սպեկտրի տեսանելի տեղամասին մոտիկ) չափավոր դոզաների դեպքում հրահրում են արևայրուք, իսկ ավելցուկայինի դեպքում՝ ծանր այրվածքներ: Կոշտ (կարճալիք) ուլտրամանուշակագույն ճառագայթները մահացու են կենսաբանական բջիջների համար, ուստի կիրառվում են մասնավորապես բժշկության

մեջ վիրաբուժական գործիքների և բժշկական սարքավորումների ախտահանման նպատակով՝ սպանելով դրանց մակերեսի մանրէները:

Երկրի վրա ամբողջ կենդանի աշխարհը պաշտպանված է կոշտ ուլտրամանուշակագույն ճառագայթման կործանիչ ազդեցությունից Երկրի մթնոլորտի օզոնային շերտով, որը արեգակնային ճառագայթման սպեկտրում կլանում է այդ ճառագայթների մեծ մասը: Եթե չլիներ այդ բնական վահանը, կյանքը Երկրի վրա Համաշխարհային օվկիանոսից հագիվ թե դուրս գար ցամաք: Մակայն չնայած պաշտպանական օզոնային շերտին, այդ ճառագայթների որոշակի մասը հասնում է Երկրի մակերևույթին և ունակ է հրահրելու մաշկի քաղցկեղ հատկապես այն մարդկանց մոտ, ովքեր ի ծնե հակված են գունատության և վատ են արևայրուք ստանում արևի տակ:

Ուլտրամանուշակագույն ճառագայթների աղբյուրները. Գազապարպումային լամպեր կվարցե խողովակներով (կվարցային լամպեր): Ճառագայթվում են բոլոր պինդ մարմինների կողմից, որոնց մոտ $t > 1000^{\circ}\text{C}$, ինչպես նաև սնդիկի լուսարձակող գոլորշիների կողմից:

Ուլտրամանուշակագույն ճառագայթման հատկությունները. Ունեն բարձր քիմիական ակտիվություն (արծաթի քլորիդի տրոհում, ցինկի սուլֆիդի բյուրեղների լուսարձակում), անտեսանելի են, օժտված են բարձր ներթափանցող ունակությամբ, սպանում են մանրէներին, ոչ մեծ դոզաներով բարենպաստ են ազդում մարդու օրգանիզմի վրա

(արևայրուք), սակայն մեծ դոզաներով թողնում են բացասական կենսաբանական ազդեցություն, առաջացնելով բջիջների զարգացման և նյութափոխանակության փոփոխություններ, աչքի վրա վնասակար ներգործություն:

Ռենտգենյան ճառագայթները էլեկտրամագնիսական ճառագայթման այն տիրույթն է, որը համապատասխանում է մի քանի ատոմային տրամագծից մինչև մի քանի ատոմային միջուկի տրամագիծ: Ռենտգենյան ճառագայթները թափանցում են օրգանիզմի փափուկ հյուսվածքների միջով, ուստի անփոխարինելի են բժշկական ախտորոշման տեսանկյունից: Ինչպես ռադիոալիքների դեպքում, այստեղ էլ կա որոշակի ժամանակային կորուստ (հաշված տարիներ)՝ 1895թ.-ին դրանց բացահայտման և գործնական կիրառության սկզբի միջև, որը տեղի է ունեցել փարիզյան հիվանդանոցներից մեկում առաջին ռենտգենյան նկարի ստացման ժամանակ: Հետաքրքիր է նշել, որ այդ ժամանակվա փարիզյան թերթերը այնքան էին տարվել մտահղացումներով, որ ռենտգենյան ճառագայթները կարող են թափանցել հագուստի միջով, որ գործնականում ոչինչ չէին հայտնում բժշկության մեջ դրանց կիրառման բացառիկ հնարավորությունների մասին:

Ռենտգենյան ճառագայթները ճառագայթվում են էլեկտրոնների մեծ արագացումների դեպքում, օրինակ, մետաղներում դրանց արգելակման ժամանակ: Ստացվում են ռենտգենյան խողովակների օգնությամբ. վակուումային խո-

դովակում ($p=10^{-3}-10^{-5}$ Պա) էլեկտրոնները արագանում են էլեկտրական դաշտով բարձր լարվածության դեպքում, հասնում են անոդին և հարվածից կտրուկ արգելակվում են: Արգելակման դեպքում էլեկտրոնները շարժվում են արագացումով և ճառագայթում են փոքր երկարություններով էլեկտրամագնիսական ալիքներ (10-0.01նմ):

Ռենտգենյան ճառագայթների հատկությունները. Ինտերֆերենցիա, դիֆրակցիա բյուրեղային ցանցում, բարձր թափանցման ունակություն: Մեծ դոզաներով ճառագայթահարումը բերում է ճառագայթային հիվանդության զարգացման:

Գամմա-ճառագայթները (γ -ճառագայթներ) ըստ ալիքի երկարության ամենակարճն են և ունեն ամենաբարձր հաճախությունն ու էներգիան էլեկտրամագնիսական սպեկտրում: Դրանք կազմված են գերբարձր էներգիայով օժտված ֆոտոններից և այսօր կիրառվում են ուռուցքաբանության մեջ քաղցկեղային ուռուցքների բուժման (ավելի ճիշտ քաղցկեղային բջիջների ոչնչացման) նպատակով: Մակայն կենդանի բջիջների վրա դրանց ազդեցությունն այնքան կործանարար է, որ անհրաժեշտ է ցուցաբերել ծայրահեղ զգուշություն, որպեսզի շրջապատող առողջ հյուսվածքները և օրգանները չվնասվեն:

γ -ճառագայթների հատկությունները. Տարածվում են լույսի արագությամբ և ունեն բարձր ներթափանցող ընդունակություն, որը կարող են թուլացնել միայն բետոնային և կապարային պատերը:

Ինչպես արդեն նշվել է դասական ֆիզիկայի օրենքների համաձայն՝ էլեկտրամագնիսական ալիքներն առաջանում են, երբ էլեկտրական լիցքերը արագացմամբ են շարժվում: Էլեկտրամագնիսական ալիքների ճառագայթումն ուղեկցվում է էլեկտրոնների անցմամբ մի էներգետիկ օրբիտալից մյուսին, ընդ որում, դա կարող է տեղի ունենալ ոչ միայն այլ էլեկտրամագնիսական դաշտի արտաքին ներգործության դեպքում, այլև բարձր ջերմաստիճաններում: Էլեկտրական լամպերի պարույրներում հենց տաքացումն է ընկած տեսանելի և ինֆրակարմիր տիրույթում էլեկտրամագնիսական ալիքների գեներացիայի հիմքում: Արեգակի կողմից էլեկտրամագնիսական ալիքների միկրոալիքային գեներացիան ևս տեղի է ունենում Արեգակի ներսում և մակերևույթի վրա բարձր ջերմաստիճանների հաշվին:

Միլիմետրային տիրույթում ալիքների գեներացիայի համար օգտագործվում են կամ վակուումային, կամ կիսահաղորդչային (պինդ մարմնային) սարքեր: Վակուումային սարքերից ավելի տարածված են, այսպես կոչված, հակառակ ալիքի լամպերը (ՀԱԼ): Այս սարքերում էլքային հզորությունը միավորից հասնում է (կարճալիք տիրույթում) հարյուրավոր միլիվատտերի (երկարալիք տիրույթում): Այս սարքերի առանձնահատկությունը կայանում է նրանում, որ գեներացման հաճախությունը կարող է փոխարկվել ՀԱԼ-ի էլեկտրոդներից մեկի վրա լարման պարզ փոփոխության շնորհիվ, ընդ որում, տատանումների հաճախությունը կարող է փոփոխվել լայն սահմաններում:

Երկրի վրա կյանքը անհնար կլիներ առանց Արեգակի էլեկտրամագնիսական ճառագայթման: Ողջ կենդանի նյութը, ներառյալ նաև մարդը, իրենց ծագումով և կենսական պրոցեսների գոյությամբ պարտավոր են հենց այս աստղի էլեկտրամագնիսական ճառագայթմանը:

Արեգակը հսկայական միջուկային վառարան է: Նրա մակերևույթի ջերմաստիճանը կազմում է մոտավորապես 5780 Կ է, իսկ կենտրոնում՝ մոտավորապես՝ $1.6 \cdot 10^7$ Կ (այսպիսի ջերմաստիճանը կարող է պահվել միայն հելիումի և ջրածնի սինթեզի միջուկային ռեակցիաներով, որպես Արեգակի էլեկտրամագնիսական էներգիայի հիմնական աղբյուր): Պլանկի ճառագայթման օրենքի համաձայն հիմնական էներգիան ընկնում է ռենտգենյան տիրույթին: Արեգակից ճառագայթումը արտաքին դիտակին ձևավորվում է բարակ շերտում՝ ֆոտոսֆերայում, որն ունի մոտ 0.15 կմ հաստություն: Դա գրեթե ամբողջական սև մարմին է ~ 6000 Կ ջերմաստիճանով: Արեգակի սպեկտրում դիտվում են մոտ 30000 սպեկտրալ գծեր՝ ավելի քան 70 քիմիական տարրերով Մենդելևի աղյուսակից:

Կենդանի օրգանիզմների վրա բնական և արհեստական էլեկտրամագնիսական ալիքների ազդեցության վերը նշված փաստերը թույլ են տալիս պնդել, որ բուսական և կենդանական աշխարհի կենսագործունեությունը կախված է տարբեր օդերևութաբանական երևույթներից, որոնց շարքում գտնվում են էլեկտրական ֆենոմենները, քանի որ երկրակեղևում և նրա մթնոլորտում էլեկտրական, մագնիսա-

կան և էլեկտրամագնիսական երևույթները սերտորեն կախված են տիեզերական երևույթներից և, գլխավորապես, Արեգակի ազդեցությունից:

Ֆիզիկայում հայտնի փաստ է, որ ցանկացած նյութական մարմին, որը գտնվում է $T \neq 0$ ջերմաստիճանում ճառագայթում է էլեկտրամագնիսական ալիքներ: Այս ճառագայթումը կապված է ատոմների և մոլեկուլների ջերմային շարժման հետ: Այսպիսի ճառագայթումը մաքուր ջերմային է, եթե այն գտնվում է թերմոդինամիկ հավասարակշռության մեջ միայն իրենց ճառագայթման հետ (երբ, օրինակ, հաշվի չեն առնվում ճառագայթման այնպիսի պրոցեսներ, ինչպիսիք ֆոտոլյումինեսցենցիան, քեմիլյումինեսցենցիան և այլն):

Այսպիսով, ցանկացած մարմին բաց է թողնում ջերմային ճառագայթում և դրա հաճախությունների սպեկտրը սահուն է, իսկ էներգիայի բաշխումը կախված է մարմնի ջերմաստիճանից: Արդեն 1835թ. հայտնաբերվել է, որ լուսային և ջերմային ճառագայթներն ունեն միանման բնույթ՝ էլեկտրամագնիսական:

Ցածր ջերմաստիճաններում այս էլեկտրամագնիսական ճառագայթումը հաճախությունների մասշտաբի վրա իրենից հիմնականում ներկայացնում է ռադիո- (ներառյալ ԳԲՀ) ինֆրակարմիր ալիքներ: Ջերմաստիճանի բարձրացման հետ տեսանելի և ուլտրամանուշակագույն ճառագայթների մասնաբաժինը սկսում է աճել: Մեծ հզորությունների կիրառությունը հանգեցնում է միայն հյուսվածքների տա-

քացման հետ կապված կենսաբանական էֆեկտներին, ինչը կախված է շատ ֆիզիկական պարամետրերից, որոնք բնութագրում են ինչպես կենսաբանական հյուսվածքը, առաջին հերթին հյուսվածքի դիէլեկտրիկ թափանցելիությունից, հաղորդականությունից, ինչպես նաև էլեկտրամագնիսական ալիքների պարամետրերից:

Կենսաբանական օբյեկտների վրա էլեկտրամագնիսական ալիքների ազդեցության քննարկման դեպքում հզորության ոչ ջերմային մակարդակի խնդրի հետ սերտորեն կապված է էներգետիկ և ինֆորմացիոն ազդեցությունների խնդիրը: Էներգետիկ ազդեցության դեպքում տեղի է ունենում էլեկտրամագնիսական էներգիայի փոխարկում ջերմայինի, ինչը հրահրում է ինչ-որ կենսաբանական էֆեկտներ: Էլեկտրամագնիսական ալիքի հզորության ցածր կամ գերցածր խտությունների դեպքում բնականաբար առաջանում է հյուսվածքների միկրոտաքացում, ինչը առկա է ցանկացած էլեկտրամագնիսական ալիքի ազդեցության դեպքում: Այդ միկրոտաքացումը գործնականում ոչ մի կարևոր դեր չի կատարում, իսկ կենսաբանական օբյեկտի վրա ազդեցության մեխանիզմը կարող է որոշվել միանգամայն այլ ֆիզիկական պրոցեսներով, օրինակ, այնպիսիք, որոնք տեղի են ունենում թվային համակարգերում, երբ խոսքը գնում է թվային ձևով մտնող ինֆորմացիայի մշակման մասին: Նման դեպքերում խոսում են կենսաբանական օբյեկտի վրա էլեկտրամագնիսական դաշտերի ինֆորմացիոն ազդեցության մասին: Քանի որ մարդու օրգանիզմում էլեկտրական

լիցքերի անկանոն շարժումը անմիջականորեն կապված է բոլոր մետաբոլիկ պրոցեսների հետ, ապա կարելի է ենթադրել, որ ինչ-որ ախտածին գործոնների ազդեցության արդյունքում այդ պրոցեսներում առաջացող խախտումները իրենց արտացոլումն են գտնում մարդու կողմից գեներացվող էլեկտրամագնիսական ալիքների սպեկտրում:

Շարժվելով էլեկտրամագնիսական ալիքների մաստաբով դեպի մեծ հաճախություններ՝ կարելի է տեսնել, թե ինչպես է գործնականում “աշխատում” (բժշկական խնդիրների վերաբերյալ կիրառության առումով) հիմնարար սկզբունքը բնության մեջ՝ մասնիկա-ալիքային դուալիզմը; ճանապարհան ալիքային հատկություններից (“ցածր” հաճախությունների տիրույթում) անցումը մասնիկային հատկություններին (“բարձր” հաճախությունների տիրույթում):

ԳԼՈՒԽ 3

ՈՉ ԻՈՆԻԶԱՑՆՈՂ ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄՆԵՐԸ ԵՎ ԴԱՇՏԵՐԸ

Ըստ ծագման ոչ իոնիզացնող էլեկտրամագնիսական ճառագայթումները և դաշտերը բաժանվում են բնականի և անթրոպոգենի (մարդածին):

3.1. ԲՆԱԿԱՆ ՈՉ ԻՈՆԻԶԱՑՆՈՂ ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄՆԵՐԸ ԵՎ ԴԱՇՏԵՐԸ

Էլեկտրամագնիսական դաշտերի բնական աղբյուրները բաժանվում են երկու խմբի: Առաջինը դա Երկրի դաշտն է՝ հաստատուն էլեկտրական դաշտ և հաստատուն մագնիսական դաշտ: Երկրորդ խումբը ռադիոալիքներն են, որոնք գեներացվում են տիեզերական աղբյուրների կողմից (Արեգակ, աստղեր և այլն), մթնոլորտային պրոցեսները՝ կայծակների պարպումները և այլն:

Ռադիոհաճախային և օպտիկական տիրույթների էլեկտրամագնիսական ճառագայթումները դասվում են ոչ իոնիզացնող էլեկտրամագնիսական ճառագայթումների և դաշտերի թվին: Դրանց թվին են պայմանականորեն դասվում նաև ստատիկ էլեկտրական և մագնիսական դաշտերը,

չնայած, որ դրանք ճառագայթումներ չեն: Բնական էլեկտրամագնիսական դաշտերի սպեկտրում կարելի է պայմանականորեն տարանջատել մի քանի բաղադրիչներ՝ Երկրի հաստատուն մագնիսական դաշտ, էլեկտրաստատիկ դաշտ և փոփոխական էլեկտրամագնիսական դաշտեր՝ 10^3 Հց-ից 10^{12} Հց հաճախությունների տիրույթում: Բնական ծագման էլեկտրամագնիսական ճառագայթումը կարևոր դեր է կատարում Երկրի վրա կյանքի ձևավորման և հետագա զարգացման համար: Մեր մոլորակի էլեկտրամագնիսական կենսոլորտը հիմնականում որոշվում է Երկրի էլեկտրական և քվադրիստատիկ դաշտերով, մթնոլորտային էլեկտրականությամբ (ամպրոպային պարպումներով, մասնավորապես կայծակներով), Արեգակի և գալակտիկաների ռադիոճառագայթմամբ:

Երկրի էլեկտրական դաշտը ուղղահայաց է ուղղված երկրային մակերևույթին (մթնոլորտի վերին շերտերի համեմատ բացասականորեն լիցքավորված): Երկրի մակերևույթին էլեկտրական դաշտի լարվածությունը կազմում է $E_{երկ.} \approx 130$ Վ/մ և նվազում է էքսպոնենցիալ օրենքով ըստ բարձրության: $E_{երկ.}$ -ի տարեկան փոփոխությունները իրենց բնույթով նման են ողջ երկրագնդի վրա. հունվար-փետրվարին դիտվում է մաքսիմում (մինչև 150-250 Վ/մ), հունիս-հուլիսին՝ մինիմում (մինչև 100-120 Վ/մ):

Երկրի մագնիսական դաշտի լարվածությունը բնութագրվում է երկու պարամետրերով: Հորիզոնական բաղադրիչը առավելագույնն է հասարակածի մոտ (20...30 Ա/մ) և

նվազում է դեպի բևեռներ (մինչև միավոր Ա/մ): Բևեռների ուղղաձիգ բաղադրիչը կազմում է մոտ 50...60Ա/մ և մինչև հասարակած նվազում է մինչև աննշան փոքր մեծություն: Երկրագնդի վրա գոյություն ունեն առանձին տեղամասեր, որտեղ ուղղաձիգ բաղադրիչի մեծությունը շատ ավելի բարձր է (“դրական անոմալիաներ”) կամ ցածր է (“բացասական անոմալիաներ”) միջին արժեքից:

Երկրի իոնոսֆերայով և նրա մակերևույթով առաջացած բնական ալիքատարում ցածր հաճախային էլեկտրամագնիսական ալիքների սպեկտրը տարածվում է հարյուրավոր հերցերից մինչև տասնյակ մեգահերցեր տիրույթում (ռադիոֆոն): Դրանց ինտենսիվության մաքսիմումը գտնվում է 10կՀց-ի մոտակայքում և նվազում է հաճախության հետ: Արեգակի և գալակտիկաների ռադիոճառագայթման սպեկտրը զբաղեցնում է մոտավորապես 10 ՄՀց-ից մինչև 10 ԳՀց: “Հանգիստ” վիճակում արեգակնային ռադիոճառագայթման ինտենսիվությունը գտնվում է 10^{-10} - 10^{-8} Վտ/մ² միջակայքում: Առկայծումների ժամանակ ճառագայթումն ուժեղանում է մի քանի տասնյակ անգամներ: Գալակտիկաների ռադիոճառագայթումների սպեկտրը և ինտենսիվությունը մոտ են հանգիստ Արեգակի սպեկտրին և ինտենսիվությանը:

Կենդանի օրգանիզմների հետ էլեկտրամագնիսական դաշտի փոխազդեցության բնորոշ ձևը հյուսվածքի տաքացման համակցումն է, որը կախված է հյուսվածքների կողմից կլանված էներգիայից (որպես կիսահաղորդիչ միջավայր) և

ինֆորմացիոն ակտից, որը որոշում է օրգանիզմի վրա ոչ ջերմային ներգործությունը: Ներգործության երկրորդ կողմը ոչ ջերմայինն է կամ, այսպես կոչված, ռադիոալիքների սպեցիֆիկ ազդեցությունը, որը որոշվում է օրգանիզմի կողմից ընդունվող էլեկտրամագնիսական ճառագայթումների հենց այդ ինֆորմացիոն ոլորտով: Այս ներգործության սպեկտրը և ձևը կախված են աղբյուրի և կապի ուղու հատկություններից:

3.2. ՌԱԴԻՈՀԱՃԱՆՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԵՎ ԳԵՐԲԱՐՁԻ ՀԱՃԱՆՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄՆԵՐԸ

Արհեստածին դաշտերը ճառագայթվում են մարդու կողմից ստեղծված տեխնիկական միջոցներով: Հաճախ ճառագայթվող ԷՄԴ տիրույթը արդյունաբերական հաճախություններն ու ամբողջ ռադիոհաճախային տիրույթն է: Ճառագայթման ինտենսիվությունը կախված է տեխնիկական միջոցների հզորությունից, ճառագայթիչների պարամետրերից, դիտարկման կետի հեռացվածությունից և այլն: Այս տիպի ճառագայթման բնութագրական առանձնահատկությունը բարձր կոհերենտությունն է, այսինքն հաճախային և փուլային կայունությունը, ինչպես նաև էլեկտրամագնիսական էներգիայի տարածական կոնցենտրացիան: Բացի այդ, տարբերում ենք նաև ռադիոֆոն, որպես երկրագնդի բոլոր

ճառագայթող ռադիոմիջոցների գումարային էֆեկտ և առաջին հերթին ցածր, միջին և բարձր հաճախային տիրույթները, որոնցում դիտվում է ռադիոալիքների գլոբալ տարածում: Ներկայումս արհեստական ծագման էլեկտրամագնիսական դաշտերը գերազանցում են բնական էլեկտրամագնիսական ֆոնին: Դրանք փոխարկվել են վտանգավոր էկոլոգիական գործոնի:

Գիտատեխնիկական առաջընթացի ժամանակակից պայմաններում էներգետիկայի և արդյունաբերության տարբեր տիպերի զարգացման արդյունքում ռադիոհաճախությունների և գերբարձր հաճախությունների ճառագայթումները առաջատար տեղ են զբաղեցնում ըստ իրենց էկոլոգիական և արտադրական արժեքի շրջակա միջավայրի այլ գործոնների թվում:

Ռադիոալիքները ծնվում են էլեկտրական դաշտի փոփոխության դեպքում, օրինակ, երբ հաղորդչի միջով անցնում է փոփոխական էլեկտրական հոսանք կամ երբ տարածության միջով թռիչքաձև անցնում են միմյանց արագ հաջորդող հոսանքի իմպուլսներ: Ռադիոալիքները տարածության միջով տեղափոխում են էներգիա, որը ճառագայթվում է էլեկտրամագնիսական տատանումների գեներատորի կողմից:

Ռադիոհաճախությունների էլեկտրամագնիսական դաշտը բնութագրվում է մի շարք հատկություններով՝ նյութը տաքացնելու ունակությամբ, տարածության մեջ տարածվելու և երկու միջավայրերի բաժանման սահմանին ան-

դրադառնալու հատկությամբ, նյութի հետ փոխազդելու ունակությամբ, որի շնորհիվ էլեկտրամագնիսական դաշտերը լայնորեն օգտագործվում են ժողովրդական տնտեսության տարբեր ճյուղերում. արդյունաբերությունում, գիտության մեջ, տեխնիկայում, բժշկության մեջ, կենցաղում:

Էլեկտրամագնիսական ալիքները ազատ տարածվում են օդի կամ տիեզերական տարածության (վակուում) մեջ: Սակայն, եթե ալիքների ճանապարհին հանդիպում է մետաղալար, անտենա կամ ցանկացած այլ հաղորդիչ մարմին, ապա դրանք նրան են փոխանցում իրենց էներգիան, դրանով իսկ այդ հաղորդչում հրահրելով փոփոխական էլեկտրական հոսանք: Սակայն ալիքի ոչ ամբողջ էներգիան է կլանվում հաղորդչի կողմից, դրա մի մասը անդրադառնում է մակերեսից՝ կամ հակառակ է գնում, կամ ցրվում է տարածության մեջ: Դրա վրա է հիմնված ռադիոլուկացիայում էլեկտրամագնիսական ալիքների կիրառությունը:

Էլեկտրամագնիսական ալիքների ևս մեկ կարևոր հատկություններից է որոշ խոչընդոտներ շրջանցելու ունակությունը: Սակայն դա հնարավոր է միայն այն դեպքում, երբ օբյեկտի չափերը փոքր են ալիքի երկարությունից կամ համեմատական են դրան: Օրինակ, որպեսզի հայտնաբերվի ինքնաթիռը, լուկատորի ռադիոալիքների երկարությունը պետք է ավելի փոքր լինի նրա երկրաչափական չափսերից (10 մ-ից փոքր): Եթե մարմինն ավելի մեծ է, քան ալիքի երկարությունը, ապա մարմինը կարող է անդրադարձնել այն: Սակայն կարող է նաև չանդրադարձնել: Օրինակ, զինված

ուժերի տեխնոլոգիայի շրջանակներում տեսանելիության փոքրացման համար մշակված են համապատասխան երկրաչափական ձևեր, ռադիոկլանող նյութեր և լուսատուրների կողմից օբյեկտի տեսանելիության նվազման ծածկաշերտեր:

Էլեկտրամագնիսական ալիքների կրած էներգիան կախված է գեներատորի ճառագայթիչի հզորությունից և դրանից ունեցած հեռավորությունից. միավոր մակերեսին ընկնող էներգիայի հոսքը ուղիղ համեմատական է ճառագայթման հզորությանը և հակադարձ համեմատական է ճառագայթիչից եղած հեռավորության քառակուսուն: Դա նշանակում է, որ կապի հեռահարությունը կախված է հաղորդակի հզորությունից և էլ ավելի՝ դրանից եղած հեռավորությունից:

Ռադիոտեխնիկայում օգտագործվող ռադիոալիքները զբաղեցնում են 10կմ-ից (30կՀց) մինչև 0.1մմ (3ՏՀց) միջակայքը: Դա էլեկտրամագնիսական ալիքների ընդլայնված սպեկտրի միայն մի մասն է: Ռադիոալիքներին (ըստ երկարության նվազման) հաջորդում են ջերմային կամ ինֆրակարմիր ճառագայթները: Դրանցից հետո գալիս է տեսանելի լույսի նեղ տիրույթը, այնուհետև՝ ուլտրամանուշակագույն, ռենտգենյան և γ -ճառագայթների սպեկտրը, սրանք բոլորը մեկ բնույթի էլեկտրամագնիսական տատանումներ են, որոնք տարբերվում են միայն ալիքի երկարությամբ և, հետևաբար, հաճախությամբ: Ամբողջ սպեկտրը տրոհված է տիրույթների, որոնց միջև սահմանները նշված են պայմա-

նականորեն: Այդ տիրույթները անընդհատ հաջորդում են մեկը մյուսին, փոխակերպվում են մեկը մյուսին, իսկ որոշ դեպքերում վերածածկվում են: Ինֆորմացիայի ընդունման կամ փոխանցման համար այն կրող էլեկտրամագնիսական ալիքը մոդուլյացնում են: Տարբերում են լայնույթային, հաճախային և փուլային մոդուլյացիաներ:

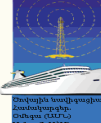
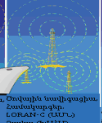




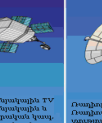
Միջազգային համաձայնությամբ ռադիոկապի համար օգտագործվող ռադիոալիքների ողջ սպեկտրը բաժանված է միջակայքերի: Ռադիոհաճախությունների և գերբարձր հաճախությունների էլեկտրամագնիսական ալիքների միջազգային դասակարգումը ըստ հաճախային և ալիքային միջակայքերի բերված է աղյուսակ 3-ում:

Սակայն այս միջակայքերը խիստ ընդլայնված են և իրենց հերթին բաժանված են տիրույթների, որտեղ մտնում են, այսպես կոչված, ռադիոհաղորդակցային և հեռուստատեսային միջակայքերը, ցամաքային և օդային կապի միջակայքերը, տիեզերական և ծովային կապի, տվյալների փոխանցման և բժշկության, ռադիոլուցիայի և ռադիոնավիգացիայի համար և այլն: Յուրաքանչյուր ռադիոժառանգության համար գոյություն ունի միջակայքի իր տիրույթը կամ ֆիքսված հաճախությունները (նկ. 10):

**Էլեկտրամագնիսական ալիքների միջազգային
դասակարգումը.**

Հաճախային միջակայքի անվանումը	Միջակայքի սահմանները	Ալիքային միջակայքի անվանումը	Միջակայքի սահմանները
Ցայրահեղ ցածր, ԾՑՀ	3-30 Հց	Դեկամետրամետրային	100-10 Մմ
Գերցածր, ԳՑՀ	30-300 Հց	Մեգամետրային	10-1 Մմ
Ինֆրացածր, ԻՑՀ	0.3-3 կՀց	Հեկտոկիլոմետրային	1000-100 կմ
Շատ ցածր, ՇՑՀ	3-30 կՀց	Միրիամետրային	100-10 կմ
Ցածր, ՑՀ	30-300 կՀց	Կիլոմետրային	10-1 կմ
Միջին, ՄՀ	0.3-3 ՄՀց	Հեկտոմետրային	1-0.1 կմ
Բարձր, ԲՀ	3-30 ՄՀց	Դեկամետրային	100-10 մ
Շատ բարձր, ՇԲՀ	30-300 ՄՀց	Մետրային	10-1 մ
Ուլտրաբարձր, ՈւԲՀ	0.3-3 ԳՀց	Դեցիմետրային	1-0.1 մ
Գերբարձր, ԳԲՀ	3-30 ԳՀց	Սանտիմետրային	10-1 սմ
Ծայրահեղ բարձր, ԾԲՀ	30-300 ԳՀց	Միլիմետրային	10-1 մմ
Հիպերբարձր, ՀԲՀ	300-3000 ԳՀց	Դեցիմիլիմետրային	1-0.1 մմ

Համաձայն էլեկտրամագնիսական ճառագայթումների դասակարգման ըստ հաճախությունների և ալիքի երկարությունների միջակայքերի.

							
Ռադիո և Կապիտալ ռադիոալիքներ Հաճախություն: 3000-5350 կՀց Վառվածություն: 1000-10000 ԿՎտ	Ռադիո և Կապիտալ ռադիոալիքներ Հաճախություն: 5350-17000 կՀց Վառվածություն: 1000-10000 ԿՎտ	Ռադիո և Կապիտալ ռադիոալիքներ Հաճախություն: 17000-30 ԿՀց Վառվածություն: 1000-10000 ԿՎտ	Ռադիո և Կապիտալ ռադիոալիքներ Հաճախություն: 30-300 ԿՀց Վառվածություն: 1000-10000 ԿՎտ	Ռադիո և Կապիտալ ռադիոալիքներ Հաճախություն: 300-3000 ԿՀց Վառվածություն: 1000-10000 ԿՎտ	Ռադիո և Կապիտալ ռադիոալիքներ Հաճախություն: 3-30 ԳՀց Վառվածություն: 1000-10000 ԿՎտ	Ռադիո և Կապիտալ ռադիոալիքներ Հաճախություն: 30-300 ԳՀց Վառվածություն: 1000-10000 ԿՎտ	
ՑՑՀ (VLF)	ՑՀ (LF)	ՄՀ (MF)	ԲՀ (HF)	ՇԲՀ (VHF)	ՈւՄՀ (UHF)	ԳԲՀ (SHF)	
3 կՀց	30 կՀց	300 կՀց	3 ՄՀց	30 ՄՀց	300 ՄՀց	3 ԳՀց	30 ԳՀց
100 կՎ	10 կՎ	1 կՎ	100 մ	10 մ	1 մ	10 սմ	1 սմ

Նկ. 10. Տարբեր ծառայությունների միջև սպեկտրի բաշխվածությունը:

Տարբեր հաճախությունների տեխնածին ԷՄԴ և ԷՄՃ կիրառությունը դասակարգված է աղյուսակ 4-ում:

Աղյուսակ 4.

Էլեկտրամագնիսական դաշտերի և ճառագայթումների կիրառությունը.

ԷՄԴ և ԷՄՃ հաճախությունը	Տեխնոլոգիական պրոցեսը, սարքավորումը, ճյուղը
> 0 մինչև 300 Հց	Էլեկտրասարքավորումներ, այդ թվում նաև կենցաղային նշանակության, էլեկտրահաղորդականության բարձրավոլտ գծեր, տրանսֆորմատորային ենթակայաններ, ռադիոկապ, գիտական հետազոտություններ, հատուկ կապ

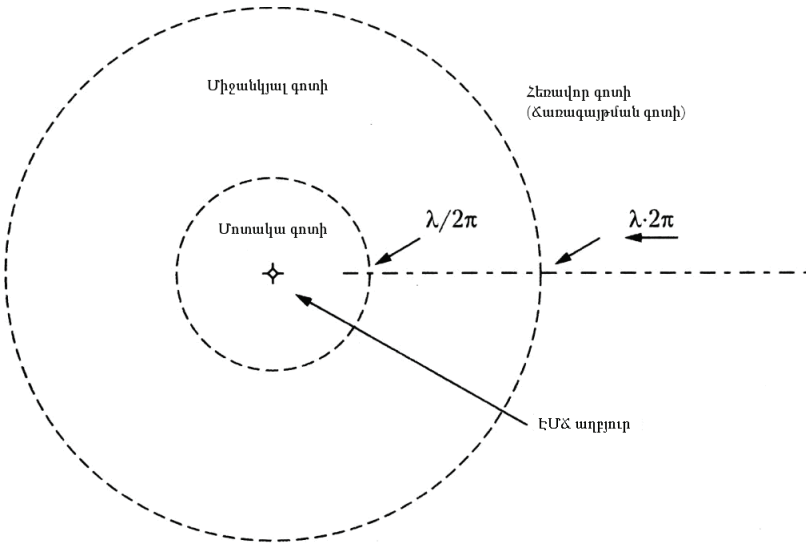
ԷՄԴ և ԷՄՃ հաճախությունը	Տեխնոլոգիական պրոցեսը, սարքավորումը, ճյուղը
0.3-3 կճգ	Էլեկտրահաղորդականության ռադիոկապ, մետաղի ինդուկցիոն տաքացում, ֆիզիոթերապիա
3-30 կճգ	Գերերկարալիքային ռադիոկապ, մետաղի ինդուկցիոն տաքացում (հայելիներ, հալույթ, զոդում), ֆիզիոթերապիա, ՈւՁ-սարքավորումներ
30-300 կճգ	Ռադիոնավիգացիա, ծովային և օդային նավերի հետ կապ, երկարալիքային ռադիոկապ, մետաղների ինդուկցիոն տաքացում, էլեկտրակորոզիոն մշակում, ՈւՁ-սարքավորումներ
0.3-3 Մճգ	Ռադիոկապ և ռադիոհեռարձակում, ռադիոնավիգացիա, մետաղների ինդուկցիոն և դիէլեկտրիկ տաքացում, բժշկություն
3-30 Մճգ	Ռադիոկապ և ռադիոհեռարձակում, դիէլեկտրիկ տաքացում, բժշկություն, պլազմայի տաքացում
30-300 Մճգ	Ռադիոկապ, հեռուստատեսություն, բժշկություն (ֆիզիոթերապիա, ուռուցքաբանություն), նյութերի դիէլեկտրիկ տաքացում, պլազմայի տաքացում
0.3-3 Գճգ	Ռադիոլուկացիա, ռադիոնավիգացիա, ռադիոհեռախոսային կապ, հեռուստատեսություն, միկրոալիքային վառարաններ, ֆիզիոթերապիա, պլազմայի տաքացում և ախտորոշում
3-30 Գճգ	Ռադիոլուկացիա և արբանյակային կապ, մետեոլուկացիա, պլազմայի տաքացում և ախտորոշում, ռադիոսպեկտրոսկոպիա
30-300 Գճգ	Ռադարներ, արբանյակային կապ, ռադիոմետեորոլոգիա, բժշկություն (ֆիզիոթերապիա, օնկոլոգիա)

3.3. ԻՆՉՊԵՍ ԵՆ ՏԱՐԱԾՎՈՒՄ ՈՍԴԻՈՍԱԼԻՔՆԵՐԸ

Ռադիոալիքները ճառագայթվում են անտենայից տարածություն և տարածվում են էլեկտրամագնիսական դաշտի էներգիայի տեսքով: Էլեկտրամագնիսական դաշտի կարևոր առանձնահատկությունը, որը ստեղծվում է էլեկտրամագնիսական ալիքների աղբյուրի կողմից, վերջինիս բաժանումն է մոտիկ գոտու (մակաձման գոտի), միջանկյալ գոտու (ինտերֆերենցիայի գոտի) և հեռավոր գոտու (ալիքային գոտի) կամ ճառագայթման գոտու: Աղբյուրներից ճառագայթման դեպքում (նկ. 11) մակաձման գոտու շառավիղը հավասար է.

$$R = \frac{\lambda}{2\pi} \quad (20)$$

այսինքն մոտակա գոտին տարածվում է $\lambda/2\pi$ հեռավորության վրա, կամ մոտավորապես ալիքի երկարության $1/6$ -ի վրա: Մակաձման գոտում դաշտը ծառայում է վազող ալիքի բաղադրիչների (էլեկտրամագնիսական ալիքի) ստեղծման համար, որոնք պատասխանատու են ճառագայթման համար:



Նկ. 11. Տարրական աղբյուրի շուրջը առաջացող գոտիները:

Մակաձման գոտում, որտեղ դեռ չի ձևավորվել վազող էլեկտրամագնիսական ալիքը, էլեկտրական և մագնիսական դաշտերը կարելի է համարել միմյանցից անկախ, այդ պատճառով այս գոտին կարելի է բնութագրել էլեկտրամագնիսական դաշտի էլեկտրական և մագնիսական բաղադրիչներով: Մակաձման գոտում էլեկտրամագնիսական դաշտի բնութագրման համար E փոփոխական էլեկտրական դաշտի և H փոփոխական մագնիսական դաշտի չափումները կատարվում են առանձին: Մոտակա գոտու սահմանները կախված են հաճախությունից. ինչքան բարձր է հաճախությունը, այնքան մոտ է գոտու սահմանը աղբյուրին: Հե-

ռավոր (ալիքային) գոտին սկսվում է $\lambda \cdot 2\pi$ հեռավորությունից, այսինքն ալիքի երկարության վեցապատիկին հավասար հեռավորություններից: Այս շերտում էլեկտրական և մագնիսական բաղադրիչները փոխվում են համափուլ կերպով: Հեռավոր գոտում դաշտի ինտենսիվությունը նվազում է աղբյուրից հեռավորությանը հակադարձ համեմատականորեն:

Էլեկտրական և մագնիսական դաշտերի լարվածությունների լայնույթները ճառագայթման գոտում տարածության ցանկացած կետում կապված են հետևյալ հարաբերությամբ. $E_m/H_m = \rho$, որտեղ ρ -ն միջավայրի ալիքային դիմադրությունն է:

Վակուումում ճառագայթման հեռավոր գոտում E-ի և H-ի միջև գոյություն ունի հետևյալ կապը. $E=377 \cdot H$, ուստի, որպես կանոն, չափվում է միայն E-ն:

Մակաձման և ալիքային գոտիների միջև գտնվում է միջանկյալ գոտին, որի շառավիղը որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$\frac{\lambda}{2\pi} < R < 2\pi\lambda \quad (21)$$

Միջանկյալ գոտու համար բնութագրական է ինչպես մակաձման դաշտի, այնպես էլ տարածվող էլեկտրամագնիսական ալիքի առկայությունը:

Ռադիոալիքների համար Երկիրը իրենից ներկայացնում է էլեկտրականության հաղորդիչ (թեև ոչ շատ լավ):

Անցնելով երկրի մակերևույթի վրայով, ռադիոալիքները աստիճանաբար թուլանում են: Դա կապված է նրա հետ, որ էլեկտրամագնիսական ալիքները երկրի մակերեսին գրգռում են էլեկտրահոսանքներ, որի վրա էլ ծախսվում է էներգիայի մի մասը: Այսինքն էներգիան կլանվում է երկրի կողմից, ընդ որում, այնքան շատ, ինչքան կարճ է ալիքի երկարությունը (բարձր է հաճախությունը):

Բացի այդ, ալիքի էներգիան թուլանում է նաև այն պատճառով, որ ճառագայթումը տարածվում է տարածության մեջ բոլոր ուղղություններով, և հետևաբար, ինչքան ընդունիչը հաղորդիչից հեռու է գտնվում, այնքան էներգիայի փոքր քանակ է անցնում միավոր մակերեսով և այնքան քիչ է ընկնում անտենայի վրա:

Երկարալիքային հաղորդակցական կայանների հաղորդումները կարելի է ընդունել մինչև մի քանի հազար կիլոմետրեր, ընդ որում, ազդանշանի մակարդակը սահուն կերպով նվազում է: Միջին ալիքային կայանները լսելի են հազարավոր կիլոմետրերի սահմաններում: Ինչ վերաբերվում է կարճ ալիքներին, ապա դրանց էներգիան կտրուկ նվազում է հաղորդակից հեռացմանը զուգընթաց: Դրանով է բացատրվում այն փաստը, որ ռադիոյի զարգացման արշալույսին կապի համար հիմնականում օգտագործվում էին 1-ից մինչև 30 կմ երկարությամբ ալիքները: 100 մ-ից կարճ ալիքները ընդհանրապես պիտանի չեն հեռակա կապի համար:

Սակայն կարճ և գերկարճ ալիքների հետագա ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ դրանք արագորեն մա-

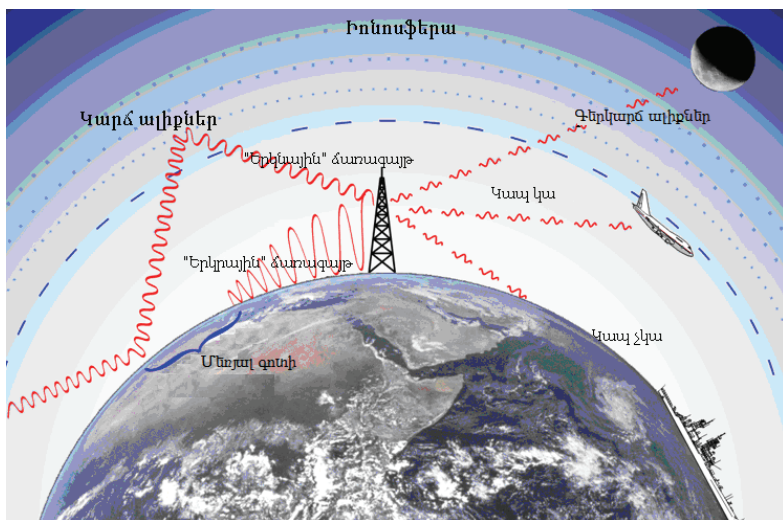
րում են, երբ անցնում են Երկրի մակերեսի մոտով: Դեպի վերև ճառագայթման ուղղության դեպքում կարճ ալիքները հետ են վերադառնում:

Դեռևս 1902թ. անգլիացի մաթեմատիկոս Օլիվեր Հեվիսայդը և ամերիկացի ինժեներ-էլեկտրիկ Արթուր Էդվին Քեննելլին գործնականորեն միաժամանակ կանխագուշակեցին, որ Երկրի վրա գոյություն ունի օդի իոնիզացված շերտ՝ բնական հայելի, որը անդրադարձնում է էլեկտրամագնիսական ալիքները: Այդ շերտը կոչվեց իոնոսֆերա:

Երկրի իոնոսֆերան պետք է թույլ տար մեծացնելու ռադիոալիքների տարածման հեռավորությունը, որը գերազանցում էր ուղիղ տեսանելիությունը: Փորձնականորեն այս ենթադրությունը ապացուցվեց 1923թ.: Ռադիոհաճախային իմպուլսները փոխանցվում էին ուղղահայաց վերև և ընդունվում էին վերադարձած ազդանշանները: Արձակված և ընդունված իմպուլսների միջև ժամանակի չափումները թույլ տվեցին որոշել անդրադարձման շերտերի բարձրությունն ու քանակը:

Իոնոսֆերայից անդրադառնալով, կարճ ալիքները վերադառնում են Երկիր, իրենց ներքևում թողնելով հարյուրավոր կիլոմետրեր “մեռյալ գոտի”։ Անցնելով իոնոսֆերայով և հետ գալով, ալիքը չի “հանգստանում”, այլ անդրադառնում է Երկրի մակերեսից և նորից ձգտում է դեպի իոնոսֆերա, որտեղ նորից անդրադառնում է և այլն (նկ. 12): Այսպես, բազմակի անդրադառնալով, ռադիոալիքը կարող է մի քանի անգամ շուրջերկրյա տարածությունն անցնել:

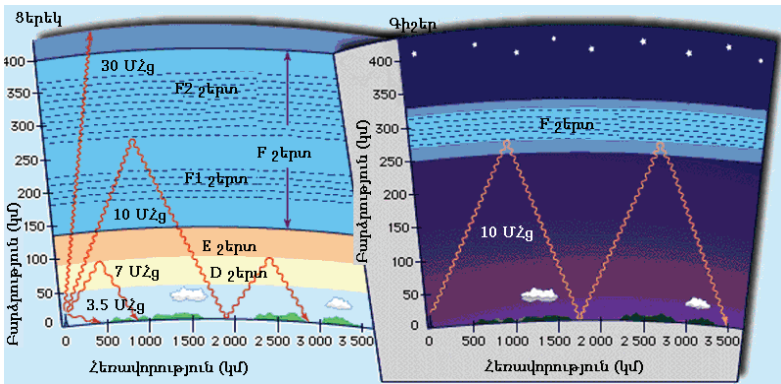
Բացահայտված է, որ անդրադարձման բարձրությունը առաջին հերթին կախված է ալիքի երկարությունից: Ինչքան կարճ է ալիքը, այնքան մեծ բարձրության վրա է տեղի ունենում նրա անդրադարձը և, հետևաբար, մեծ է “մեռյալ գոտին”: Այս կախվածությունը ճիշտ է միայն սպեկտրի կարճալիք տեղամասի համար (մոտ 25-30 ՄՀց): Ավելի կարճ ալիքների համար իոնոսֆերան թափանցիկ է: Ալիքները ներթափանցում են խորքեր և դուրս են գալիս տիեզերական տարածություն:



Նկ. 12. Կարճ և գերկարճ ալիքների տարածումը:

Նկ. 13-ից երևում է, որ անդրադարձը կախված է ոչ միայն հաճախությունից, այլև օրվա ժամանակից: Դա կապ-

ված է նրա հետ, որ իոնոսֆերան իոնիզացվում է արեգակնային ճառագայթմամբ և մութն ընկնելուն պես աստիճանաբար կորցնում է իր անդրադարձնող ընդունակությունը: Իոնիզացման աստիճանը կախված է նաև արեգակնային ակտիվությունից, որը փոխվում է տարվա ընթացքում և տարեցտարի ըստ յոթամյա ցիկլի:



Նկ. 13. Իոնոսֆերայի անդրադարձնող շերտերը և կարճ ալիքների տարածումը կախված հաճախությունից և օրվա ժամանակից:

Գերկարճ ռադիոալիքները ըստ հատկությունների նման են լուսային ճառագայթներին: Դրանք գործնականում չեն անդրադառնում իոնոսֆերայից, աննշան են պարուրում երկրի մակերևույթը և տարածվում են ուղիղ տեսանելիության սահմաններում: Այդ պատճառով գերկարճ ալիքների ազդեցության հեռավորությունը մեծ չէ: Սակայն դրանում

որոշակի առավելություն կա ռադիոկայի նկատմամբ: Քանի որ գերկարձ ալիքների միջակայքում ալիքները տարածվում են ուղիղ տեսանելիության սահմաններում, ապա ռադիոկայանները կարող են տեղավորվել միմյանցից 150-200 կմ հեռավորության վրա առանց փոխադարձ ներգործության: Դա թույլ է տալիս բազմակի օգտագործել միևնույն հաճախությունը հարևան կայանի կողմից:

Դեցիմետրային միջակայքի և 800ՄՀց ռադիոալիքների հատկությունները դեռևս շատ մոտ են լուսային ճառագայթներին և այդ պատճառով օժտված են ևս մեկ հետաքրքիր ու կարևոր հատկությամբ: Հիշենք, թե ինչպես է կառուցված լապտերը: Անդրադարձիչի կիզակետում տեղադրված լամպից լույսը հավաքվում է ճառագայթների նեղ փնջի մեջ, որը կարելի է ուղարկել ցանկացած ուղղությամբ: Գրեթե նույնը կարելի է կատարել նաև բարձր հաճախային ռադիոալիքների հետ: Դրանք կարելի է հավաքել հայելի անտենաներով և ուղարկել նեղ փնջերով: Ցածր հաճախային ալիքների համար այդպիսի անտենա կառուցել անհնար է, քանի որ չափսերը շատ մեծ կլինեին (հայելու տրամագիծը պետք է լինի ավելի մեծ, քան ալիքի երկարությունը):

Ալիքների ուղղորդված ճառագայթման հնարավորությունը թույլ է տալիս բարձրացնել կապի համակարգի արդյունավետությունը: Դա կապված է նրա հետ, որ նեղ ճառագայթն ապահովում է էներգիայի ավելի քիչ ցրումը կողմնակի ուղղություններով, ինչը թույլ է տալիս ավելի փոքր հզորությամբ հաղորդակներ կիրառել կապի տրված հեռա-

հարությանը հասնելու համար: Ուղղորդված ճառագայթումն ավելի փոքր խոչընդոտ է ստեղծում կապի այլ համակարգերի համար, որոնք չեն գտնվում ճառագայթի համար թիրախում:

Ռադիոալիքների ընդունման ժամանակ ևս կարող են կիրառվել ուղղորդված ճառագայթման առավելությունները: Օրինակ, պարաբոլային արբանյակային անտենաներն արբանյակային հաղորդակի ճառագայթումը ֆոկուսացնում են այն կետում, որտեղ տեղադրված է ընդունիչ սարքը (նկ. 14): Ռադիոաստղագիտության մեջ ուղղորդված ընդունող անտենաների կիրառությունը թույլ է տվել կատարելու մի շարք հիմնարար գիտական բացահայտումներ: Բարձր հաճախային ռադիոալիքների ֆոկուսացման հնարավորությունը ապահովել է դրանց լայն կիրառությունը ռադիոլուկացիայում, արբանյակային հեռարձակման, տվյալների անլար փոխանցման մեջ և այլն:

Անհրաժեշտ է նշել, որ ալիքի երկարության նվազմանը զուգընթաց մթնոլորտում աճում է մարումը և էներգիայի կլանումը: Մասնավորապես, 1սմ-ից կարճ ալիքների տարածման վրա սկսում են ազդել այնպիսի երևույթները, ինչպիսիք են մառախուղը, անձրևը, ամպերը, որոնք կարող են կապի հեռահարությունը սահմանափակող լուրջ խոչընդոտ դառնալ:



Նկ. 14. Պարաբոլային ուղղվածությամբ արբանյակային անտենա:

**3.4. ՌԱԴԻՈՀԱՃԱԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԵՎ ԳԵՐԲԱՐՁՐ
ՀԱՃԱԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ
ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄՆԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԸ
ՄԱՐԴՈՒ ԱՄԵՆՕՐՅԱ ԿՅԱՆՔՈՒՄ**

Մեր օրերում մարդն ապրում է իր իսկ ստեղծած էլեկտրական, մագնիսական, էլեկտրամագնիսական դաշտերով լեցուն աշխարհում (նկ. 15): Այդ դաշտերը կարող են ունենալ ոչ բարենպաստ ազդեցություն մարդու և Երկրի վրա ողջ կենդանի աշխարհի վրա:



Նկ. 15. Մարդն էլեկտրամագնիսական դաշտում:

Մարդու առօրյա կյանքում ռադիոհաճախության և գերբարձր հաճախության էլեկտրամագնիսական ճառագայթումների հիմնական աղբյուրների թվում կարելի է առանձնացնել. 1. կենցաղային էլեկտրասարքերը, 2. էլեկտրահաղորդիչ լարերը (քաղաքային լուսավորում, բարձրավոլտ լարեր), 3. էլեկտրական լարերը (շինությունների ներսում, հեռահաղորդակցություն), 4. էլեկտրատրանսպորտը (տրամվայներ, տրոլեյբուսներ, գնացքներ), 5. հեռուստա- և ռադիոկայանները (հեռահաղորդումն ապահովող անտենաներ), 6. արբանյակային և բջջային կապը (հեռահաղորդումն ապահովող անտենաներ), 7. ռադարները, 8. անձնական համակարգիչները:

Կենցաղային էլեկտրատեխնիկա. Էլեկտրական հոսանքով աշխատող բոլոր կենցաղային սարքերը հանդիսանում են էլեկտրամագնիսական դաշտերի աղբյուրներ: Հարկ է նշել, որ ավելի հզոր են ԳԲՀ-վառարանները, աերոգրիլները, “առանց եղյամի” համակարգով սառնարանները, խոհանոցային քարշիչները, էլեկտրական սալօջախները, հեռուստացույցները: Իրականում ստեղծվող ԷՄԴ-ն կախված կոնկրետ մոդելից և աշխատանքի ռեժիմից կարող է խիստ տարբեր լինել նույն տեսակի սարքավորումների շարքում: Ողջ կենցաղային էլեկտրատեխնիկան աշխատում է 50 Հց արդյունաբերական հաճախության պայմաններում: Մագնիսական դաշտի արժեքները սերտորեն կապված են սարքի հզորության հետ. ինչքան այն մեծ է, այնքան նրա աշխատանքի դեպքում մեծ է մագնիսական դաշտը: Գործնականում բոլոր էլեկտրակենցաղային սարքերի արդյունաբերական հաճախության էլեկտրական դաշտի արժեքները 0.5 մ հեռավորության վրա չեն գերազանցում մի քանի տասնյակ Վ/մ-ը, ինչը էականորեն ցածր է սահմանային թույլատրելի մակարդակից (ՄԹՄ)՝ 500Վ/մ:

Հաճախակի կիրառվող կենցաղային սարքավորումներից մեկը միկրոալիքային վառարաններն են: Նախ և առաջ, պարզենք սննդի տաքացման պրոցեսի ֆիզիկական հիմքերը: Միկրոալիքային վառարանի սիրտը բարձր հաճախային էլեկտրամագնիսական ալիքների հզոր (սկսած 800Վտ-ից) զեներատորն է՝ մագնետրոնը: Մագնետրոններից արձակվող ճառագայթների հաճախությունը բոլոր վառարանների

համար կազմում է շուրջ 2450 ՄՀց (միկրոալիքներ), ինչը միջազգային ստանդարտ է: Այսպիսով, բոլոր վառարանները աշխատում են մեկ հաճախային միջակայքում և խոչընդոտներ չեն ստեղծում ռադարների ու այլ սարքավորումների համար, որոնք նույնպես օգտագործում են միկրոալիքային միջակայքը:

Ալիքները տաքացվող կերակուրի մեջ թափանցում են 2-3սմ-ից ոչ ավելի խորությամբ: Միկրոալիքները մարդու օրգանիզմի վրա ևս թողնում են ջերմային ազդեցություն և կարող են առաջացնել այրվածքներ: Այդ պատճառով միկրոալիքային վառարանները աշխատում են միայն փակ դռների պայմանի դեպքում: Այս դեպքում ալիքները գործնականում վառարանից դուրս չեն գալիս և մարդու համար վտանգ չեն ներկայացնում:

Էլեկտրատրանսպորտ. Էլեկտրաքարշով աշխատող տրանսպորտը՝ էլեկտրագնացքները (այդ թվում մետրոպոլիտենի գնացքները), տրոլեյբուսները, տրամվայները և այլն, հանդիսանում է մագնիսական դաշտի հարաբերական հզոր աղբյուր 0-ից 1000 Հց հաճախությունների միջակայքում: Մերձքաղաքային գնացքներում B մագնիսական ինդուկցիայի առավելագույն արժեքները հասնում են 75 մկՏլ՝ 20 մկՏլ միջին արժեքի դեպքում: Հաստատուն հոսանքով էլեկտրաքարշով տրանսպորտում B-ի միջին արժեքը գրանցված է 29 մկՏլ մակարդակի վրա:

Միլիոնավոր մարդիկ ամեն օր օգտվում են էլեկտրատրանսպորտի ծառայություններից, չկասկածելով, որ

կանգառում և էլեկտրատրանսպորտի ներսում մագնիսական դաշտերը էականորեն գերազանցում են սովորական պայմաններում գոյություն ունեցող դաշտերին:

Էլեկտրահաղորդման գծեր (ԷՀԳ). Աշխատող ԷՀԳ լարերը շրջապատող տարածության մեջ ստեղծում են արդյունաբերական հաճախության էլեկտրական և մագնիսական դաշտեր: Գծերի լարերից այս դաշտերը տարածվում են տասնյակ մետրերի հասնող հեռավորությամբ:

Կախված նշանակությունից և նոմինալ լարումից՝ ԷՀԳ-ը բաժանվում են.

- Գերհեռու (500կՎ և բարձր)
- Մագիստրալ կամ գլխավոր (220-330կՎ)
- Բաշխիչ (30-150կՎ)
- Մոտեցնող (20կՎ-ից ցածր):



Էլեկտրական դաշտի տարածման հեռավորությունը կախված է ԷՀԳ-ի լարման դասից (թիվը, որը նշում է լարման դասը, դրվում է անվանման մեջ, օրինակ, ԷՀԳ 220կՎ): Ինչքան բարձր է լարումը, այնքան մեծ է բարձր մակարդակով էլեկտրական դաշտի տարածքը, ընդ որում, տարածքի չափերը չեն փոխվում ԷՀԳ-ի աշխատանքի ընթացքում: Մագնիսական դաշտի տարածման հեռավորությունը կախված է անցնող հոսանքի մեծությունից և գծի ծանրաբեռնվածությունից: Քանի որ ԷՀԳ-ի ծանրաբեռնվածությունը կարող է փոփոխվել ինչպես օրվա ընթացքում, այնպես էլ տարվա եղանակների փոփոխության հետ, մագնիսական դաշտի բարձրացված մակարդակով տարածքի չափերը ևս փոխվում են:

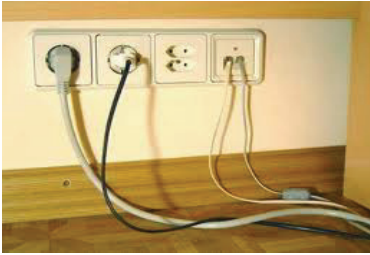
ԷՀԳ-ը և ցածրացնող տրանսֆորմատորային ենթակայանները ենթադրադասակարարման համակարգերի հիմքն են կազմում: ԷՀԳ-ն և տրանսֆորմատորային ենթակայանների մեծ քանակությունը շրջակա միջավայրում էականորեն բարձրացնում են էլեկտրամագնիսական դաշտի մակարդակը և իրենց ներդրումն ունեն ընդհանուր էլեկտրամագնիսական աղտոտման մեջ: Վերջին ժամանակներս բաշխիչ ցանցերի ուժային տրանսֆորմատորները սկսել են տեղադրվել անմիջապես շինություններում, ինչը սրում է հարակից կամ մոտակա տարածքներում գտնվող մարդկանց էլեկտրամագնիսական վիճակը:

Առկա են բազմաթիվ ապացույցներ՝ տարբեր բնական էկոհամակարգերի բաղադրիչների վրա ԷՀԳ-ի էլեկտրա-

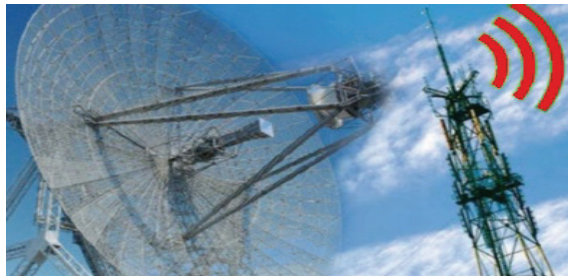
մագնիսական դաշտերի բացասական ներգործության վերաբերյալ: ԷՀԳ-ը միլիոնավոր կիլոմետրեր են անցնում դաշտերով, անտառներով, գետերով և ջրի տակով: Յույց է տրվել, որ ԷՀԳ-ի էլեկտրամագնիսական դաշտերն ազդում են միջատների վարքագծային ռեակցիաների վրա, օրինակ, մրջյունները լքում են ԷՀԳ-ին հարող անտառի հատվածները: Ջրային ավազանները հատող ԷՀԳ-ի և ստորջրյա ուժային լարերի էլեկտրամագնիսական դաշտը հաճախ դժվարացնում է ձկների միգրացիան:

Էլեկտրալարեր. Բնակելի շինություններում 50Հց արդյունաբերական հաճախության տիրույթում էլեկտրամագնիսական իրավիճակի մեջ ներդրում ունեն էլեկտրատեխնիկական սարքավորումները, հատկապես մալուխային գծերը, որոնք էլեկտրականությունը հասցնում են բնակարաններին և այլ սպառողներին, ինչպես նաև բաշխիչ վահանակները և տրանսֆորմատորները: Այդ աղբյուրներին հարակից տարածքներում սովորաբար բարձր է անցնող էլեկտրահոսանքով առաջացած արդյունաբերական հաճախության մագնիսական դաշտի մակարդակը: Ընդ որում, արդյունաբերական հաճախության էլեկտրական դաշտի մակարդակը սովորաբար բարձր չէ և չի գերազանցում բնակչության համար ՍԹՄ-ը՝ 500Վ/մ:

f=50Հց հաճախության դեպքում ալիքի երկարությունը կազմում է $\lambda = 6000$ կմ, հետևաբար, աղբյուրից ցանկացած հեռավորության վրա գտնվող գոտին կարելի է համարել մոտակա:



Հեռուստա- և ռադիոկայաններ. Հաղորդիչ ռադիոկենտրոնները (ՀՌԿ) տեղակայվում են իրենց համար հատկացված գոտիներում և կարող են զբաղեցնել բավական մեծ տարածքներ (մինչև 1000հա):



Ըստ իրենց կառուցվածքի դրանք ներառում են մեկ կամ մի քանի տեխնիկական կառույցներ, որտեղ գտնվում են ռադիոհաղորդիչներ և անտենայի դաշտեր, որոնց վրա գտնվում են մի քանի տասնյակ անտենա-ֆիդերային համակարգեր: Վերջիններիս մեջ ներառվում են՝ անտենա, որը ծառայում է ռադիոալիքների համար, և ֆիդերային գիծ, որը նրան է մոտեցնում հաղորդիչով անցնող բարձր հաճախային էներգիան:

Հեռուստատեսային հաղորդակներ. Հեռուստատեսային հաղորդակները, որպես կանոն, տեղակայվում են քաղաքներում: Հաղորդիչ անտենաները սովորաբար տեղադրվում են 110մ-ից ավելի մեծ բարձրությունների վրա: Առողջության վրա ազդեցության տեսանկյունից հետաքրքրություն են ներկայացնում մի քանի տասնյակ մետրից մինչև մի քանի կիլոմետր հեռավորության դաշտերի մակարդակները: 1 ՄՎտ հզորությամբ հաղորդիչից 1կմ հեռավորության վրա էլեկտրական դաշտի լարվածության բնութագրական արժեքները կարող են հասնել 15 Վ/մ-ի:

Ռադարներ. Ռադիոլուկացիոն կայանները, որպես կանոն, հազեցված են հայելային տիպի անտենաներով և ունեն ճառագայթի տեսքով նեղ ուղղվածությամբ ճառագայթման դիագրամ, որն ուղղված է երկարությամբ, սակայն առանձին համակարգերը կարող են աշխատել մինչև 100 ԳՀց հաճախություններով: Դրանց կողմից ստեղծվող էլեկտրամագնիսական ազդանշանը սկզբունքորեն տարբերվում է այլ աղբյուրների ճառագայթումից: Դա կապված է նրա հետ, որ

տարածության մեջ անտենայի պարբերական տեղաշարժը հանգեցնում է ճառագայթման տարածական ընդհատության: Ճառագայթման ժամանակային ընդհատությունը պայմանավորված է ճառագայթման հանդեպ ռադիոլուկատորների աշխատանքի ցիկլիկությամբ: Ռադիոտեխնիկական միջոցների տարբեր ռեժիմներով աշխատանքի ընդհանուր ժամանակը կարող է հաշվարկվել մի քանի ժամից մինչև օրեր: Այսպես, օդերևութաբանական ռադիոլուկատորներում, որոնք ունեն հետևյալ ժամանակային ընդհատությունը՝ 30ր – ճառագայթահարում, 30ր – դադար, գումարային աշխատանքը չի գերազանցում 12ժ, այն դեպքում, երբ օդանավակայանների ռադիոլուկացիոն կայանները մեծամասնությամբ աշխատում են շուրջօրյա:



Տարբեր նշանակության ռադիոլուկատորների հզորության աճը և շրջանային դիտարկման սուր ուղղված անտենաների կիրառումը հանգեցնում է ԳԲՀ տիրույթի ԷՄՃ ին-

տենսիվության էական աճին և տեղանքում ստեղծում է էներգիայի հոսքի բարձր խտությամբ գոտիներ: Առավել անբարենպաստ պայմաններ են դիտվում քաղաքների բնակելի այն թաղամասերում, որոնց սահմաններում գտնվում է օդանավակայան: 10^{10} շց և ավելի բարձր ռադիոհաճախությունների համար ալիքի երկարությունը չափվում է սանտիմետրերով, այդ պատճառով աղբյուրի շուրջը գտնվող տարածությունը կարող է դիտարկվել որպես հեռավոր գոտի:

Անձնական համակարգիչներ. Մարդկային գործունեության բոլոր ոլորտների զանգվածային համակարգչայնացումը հանգեցրել է նրան, որ մեծ քանակությամբ մարդիկ, այդ թվում նաև երեխաներ երկար ժամանակ են անցկացնում անձնական համակարգիչների (ԱՀ) դիմաց, ընդ որում, անմիջականորեն նրան մոտ ԱՀ-ն ոչ միայն ինֆորմացիայի աղբյուր է, այլև էներգետիկ աղտոտման աղբյուր: Ինչպես բոլոր սարքերը, որոնք օգտագործում են էլեկտրաէներգիա, համակարգիչը արձակում է էլեկտրամագնիսական ճառագայթում, ընդ որում, ըստ ճառագայթման ուժի՝ կենցաղային սարքերից ԱՀ-ի հետ կարող են համեմատվել միկրոալիքային վառարանը կամ հեռուստացույցը, սակայն դրանց անմիջականորեն մոտ մենք շատ քիչ ժամանակ ենք անցկացնում, իսկ էլեկտրամագնիսական ճառագայթումն ունի ավելի փոքր ներգործություն՝ աղբյուրից մինչև օբյեկտ հեռավորության մեծացմանը զուգընթաց:

Համաձայն ՌԴ-ի էլեկտրամագնիսական անվտանգության կենտրոնի կողմից իրականացրած հետազոտություն-

ների՝ համակարգիչների միայն 15%-ն է բավարարում միջազգային նորմերին, 31%-ը՝ մասնակի, իսկ 54%-ը չի համապատասխանում միջազգային ստանդարտներին, և անհրաժեշտ է ինչպես օգտատիրոջ, այնպես էլ շրջապատի մարդկանց պաշտպանություն: ԱՀ-ի էլեկտրամագնիսական ճառագայթման խնդիրը, այսինքն համակարգչի ազդեցությունը մարդու օրգանիզմի վրա, բավականին սուր է դրված հետևյալ մի քանի պատճառներով.

- Համակարգիչը միանգամից երկու աղբյուր ունի՝ մոնիտորը և համակարգային բլոկը:
- ԱՀ օգտատերը շատ հաճախ գրկված է անվտանգ հեռավորության վրա աշխատելու հնարավորությունից:
- Համակարգչի երկարատև ազդեցությունը (ժամանակակից օգտատերերի համար այն կարող է կազմել ավելի քան 12ժ, պաշտոնական նորմերով արգելված է օրեկան 6ժ-ից ավելի աշխատելը):

Բացի այդ, հաճախ առկա են մի քանի երկրորդային գործոններ, որոնք սրում են իրավիճակը, դրանց թվին են պատկանում՝ աշխատանքը նեղիկ, չօդափոխվող փակ տարածքում և մեկ տեղում ԱՀ-ի մեծ թվով կուտակումը:

Մոնիտորը, հատկապես նրա կողային և հետևի պատերը հանդիսանում են էՄՃ հզոր աղբյուր: Չնայած տարեցտարի ավելի խիստ նորմեր են ընդունվում, որոնք սահմանափակում են մոնիտորի ճառագայթման հզորությունը, սակայն դա բերում է միայն նրան, որ ավելի որակյալ

պաշտպանիչ շերտով է ծածկվում մոնիտորի դիմային հատվածը, իսկ կողային և հետևի հատվածներն էլի մնում են որպես ճառագայթման հզոր աղբյուրներ:

Մոնիտորի էլեկտրամագնիսական ճառագայթման հիմնական աղբյուրներն են էլեկտրոնա-ճառագայթային խողովակը, հանգույցները, սնուցման իմպուլսային աղբյուրը, տեսաուժեղացուցիչը:

Համակարգային բլոկի ճառագայթումը. Վերջին հետազոտությունների համաձայն, մարդու օրգանիզմն ավելի զգայուն է 40-70 ԳՀց հաճախությամբ էլեկտրամագնիսական դաշտերի նկատմամբ, և բավական է աննշան մակարդակի էլեկտրամագնիսական դաշտ, որպեսզի վնասվի մարդու առողջությունը:

Ժամանակակից համակարգիչների հատկանշական տարբերությունը կենտրոնական պրոցեսորի և ծայրամասային սարքերի աշխատանքային հաճախությունների մեծացումն է, ինչպես նաև կիրառվող հզորության աճը մինչև 400-500Վտ: Դրա արդյունքում համակարգային բլոկի ճառագայթման մակարդակը 40-70ԳՀց հաճախությունների վրա վերջին 2-3 տարում աճել է հազարավոր անգամ և ավելի լուրջ խնդիր է դարձել, քան մոնիտորի ճառագայթումը:

Նոութբուքի և հեղուկ-բյուրեղային մոնիտորների ճառագայթումը. Համարվում է, որ նոութբուքերում օգտագործվում են հեղուկ-բյուրեղների վրա հիմնված էկրաններ, որոնք չեն գեներացնում վնասակար էլեկտրամագնիսական ճառագայթների ողջ “փունջը”, ինչը բնորոշ է էլեկտրոնա-

ճառագայթային խողովակով սովորական մոնիտորներին: Հետազոտությունների արդյունքները ցույց են տվել, որ նոտութրուք տիպի համակարգիչների էլեկտրամագնիսական ճառագայթումը էականորեն գերազանցում է էկոլոգիական նորմատիվները:

Բջջային կապ. Ի՞նչ է իրենից ներկայացնում բջջային ռադիոհեռախոսային կապի համակարգը: Բջջային կապի ամբողջ համակարգի հիմքը բազային կայաններն են (ԲԿ) և շարժական ռադիոհեռախոսները (ՇՌՀ): Բազային կայաններն ապահովում են շարժական ռադիոհեռախոսների հետ կապը, ինչի արդյունքում ԲԿ-ն և ՇՌՀ-ն դառնում են ԳԲՀ-տիրույթի էլեկտրամագնիսական ճառագայթման աղբյուր:

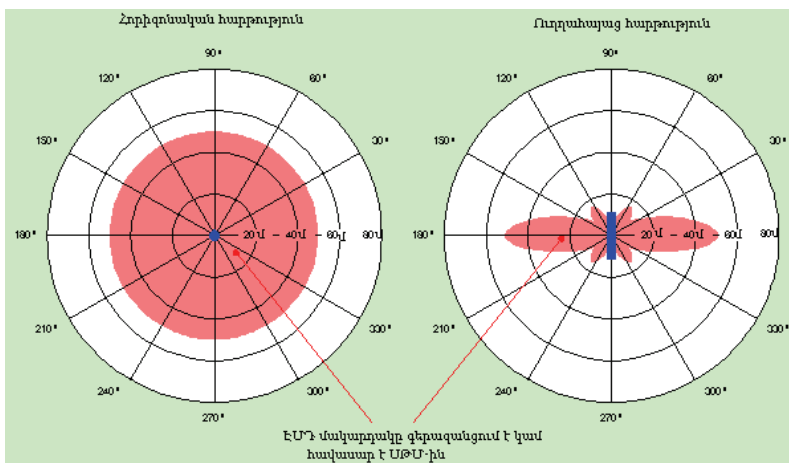
Շարժական ռադիոհեռախոսը փոքր չափերով ընդունիչ-հաղորդիչ է: Ինֆորմացիայի ընդունումն ու հաղորդումը իրականանում է 453-1800ՄՀ տիրույթում: ՇՀՌ ճառագայթման հզորությունը փոփոխական մեծություն է, որը կախված է “ՇՀՌ-ԲԿ” կապուղու վիճակից և փոխվում է դրանից կախված: Առավելագույն հզորությունը գտնվում է 0.125-1Վտ սահմաններում, սակայն ամենօրյա պայմաններում ՇՀՌ ճառագայթման հզորությունը կազմում է 0.05-0.2Վտ:

Մեկ տեղում տեղադրված ԲԿ անտենաների մեջ կան հաղորդող (կամ ընդունող հաղորդող) և ընդունող անտենաներ, որոնք ԷՄԴ աղբյուր են: ԲԿ հաղորդող (ընդունող հաղորդող) անտենաները կարող են լինել երկու տիպի.

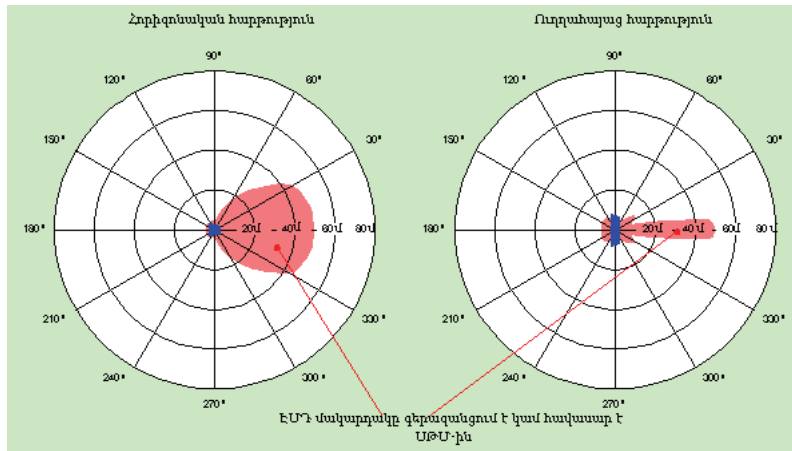
1. Հորիզոնական հարթության մեջ շրջանային դիագրամով (“Omni” տիպ) (նկ. 16);
2. Ուղղված (սեկտորային) (նկ. 17):

Բջջային կապի համակարգի կառուցվածքն այնպիսին է, որ անտենաները ուղղված են դեպի ուղղահայաց հարթություն, ինչի հետ կապված ճառագայթման հիմնական էներգիան (ավելի քան 90%) կենտրոնացած է նեղ ճառագայթի մեջ: Այդ ճառագայթը միշտ ուղղված է այլ կողմ այն շինություններից, որոնց վրա տեղադրված է ԲԿ անտենան:

ԲԿ համակարգի լավ աշխատանքի մյուս կարևոր պայմանը շրջակա կառույցներից ճառագայթի ավելի վեր տեղադրվածությունն է: ԲԿ-ը հանդիսանում է հաղորդող ռադիոտեխնիկական օբյեկտների տեսակ, որի ճառագայթման հզորությունը հաստատուն չէ: Բեռնվածությունը որոշվում է հետևյալ գործոններով. հեռախոսատիրոջ գտնվելը որոշակի ԲԿ սպասարկման գոտում, հեռախոսի շահագործմամբ, օրվա ժամանակահատվածը (գիշերային ժամերին ԲԿ ծանրաբեռնվածությունը մոտենում է զրոյի՝ ԲԿ-ը, կարծես, “լռում” է), շաբաթվա օրերը (հանգստյան օրերին ևս կայանների ծանրաբեռնվածությունը նվազում է):



Նկ. 16. “Omni” տիպի անտենայի ուղղվածության դիագրամը:



Նկ. 17. Մեկտորային անտենայի ուղղվածության դիագրամը:



ԲԿ-ի տարածքում գտնվող էլեկտրամագնիսական դաշտերի ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ 100% դեպքերում էլեկտրամագնիսական իրավիճակը շինություններում, որտեղ տեղադրված են ԲԿ անտենաները, չի տարբերվում տվյալ շրջանին բնորոշ ֆոնային մակարդակից: Մոտակա տարածքում 91% դեպքում գրանցվում են էլեկտրամագնիսական դաշտի մակարդակներ, որոնք 50 անգամ ավելի փոքր են ՍԹՄ-ից, որը հաստատվել է ԲԿ-ների համար սանիտարական հսկողության կողմից:

Բջջային ռադիոկապի համակարգի կարևոր առանձնահատկությունը ռադիոհաճախային սպեկտրի զանազան հաճախության կիրառումն է, քանի որ միևնույն հաճախությունների և մուտքային մեթոդների բազմակի կիրառությունը հնարավորություն է տալիս հեռախոսային կապով ապահովելու բազմաթիվ արձանեկներին: Հեռախոսային կապի աշխատանքում կիրառվում է սպասարկման գոտու տարածքի բաժանման 0.5-10 կմ շառավղով բջիջների սկզբունքը:

Ներկայումս աշխարհում գործում են բջջային ռադիոկապի մի քանի ստանդարտներ և կախված ստանդարտից, ԲԿ-ն ճառագայթում է էլեկտրամագնիսական էներգիա 463 ՄՀց-ից մինչև 1880 ՄՀց հաճախությունների միջակայքում:

ԲԿ-ներն ապահովում են իրենց տիրույթում գտնվող ՇՀՌ-երի հետ կապը և աշխատում են ազդանշանի ընդունման և հաղորդման ռեժիմում:

Հաղորդող անտենան հաղորդիչի այն մասն է, որտեղ էլեկտրական լիցքերն ու հոսանքները կատարում են տատանումներ՝ շրջակա տարածության մեջ էլեկտրամագնիսական դաշտ ճառագայթելով: Անտենան կարող է ունենալ ամենատարբեր կոնֆիգուրացիաներ, կախված նրանից, թե ինչ ձևի էլեկտրամագնիսական դաշտ է անհրաժեշտ ստանալ: Այն կարող է լինել մեկ սիմետրիկ վիբրատոր կամ սիմետրիկ վիբրատորների համակարգ, որոնք միմյանցից որոշակի հեռավորության վրա են տեղադրված և ապահովում են հոսանքների լայնույթների և փուլերի միջև անհրաժեշտ հարաբերությունը: Անտենան իրենից կարող է ներկայացնել սիմետրիկ վիբրատոր, որը տեղադրված է համեմատաբար մեծ հարթ կամ գոգավոր մետաղական մակերեսի վրա, որը անդրադարձիչի դեր է կատարում: Մանտիմետրային և միլիմետրային ալիքների տիրույթում հատկապես արդյունավետ է ռուպորի տեսքով անտենան, որը միացած է մետաղական խողովակ-ալիքատարի հետ, որն էլ իր հերթին հաղորդման գծի դեր է կատարում: Կարճ անտենայում հոսանքները ալիքատարի մուտքի մոտ հրահրում են

փոփոխական հոսանքներ նրա ներքին մակերեսին: Այս հոսանքները և դրանց հետ կապված էլեկտրամագնիսական դաշտը ալիքատարով տարածվում են դեպի ռուպոր: Փոխելով անտենայի կառուցվածքը և երկրաչափությունը կարելի է նրա տարբեր մասերում հասնել հոսանքի լայնույթի և փուլի այնպիսի հարաբերության տատանումների տարբեր հատվածներում, որ ճառագայթումն ուժեղանա որոշ ուղղություններով և թուլանա այլ ուղղություններով (ուղղորդված գործողության անտենաներ):

Ցանկացած տիպի անտենայից մեծ հեռավորությունների վրա էլեկտրամագնիսական դաշտը բավականին պարզ տեսք ունի. ցանկացած տրված կետում էլեկտրական դաշտի E լարվածության և մագնիսական դաշտի B ինդուկցիայի վեկտորները տատանվում են համափուլ փոխադարձ ուղղահայաց հարթությունների մեջ՝ նվազելով հակադարձ համեմատականորեն աղբյուրից հեռավորությանը: Ընդ որում, ալիքային ճակատն ունի չափերով աճող գնդի տեսք, իսկ էներգիայի հոսքի վեկտորն (Պոյտինգի վեկտոր) ուղղված է դեպի դուրս նրա շառավիղներով: Ամբողջ գնդով Պոյտինգի վեկտորի ինտեգրալը տալիս է ամբողջական, ըստ ժամանակի միջինացված ճառագայթվող էներգիան: Ընդ որում, լույսի արագությամբ՝ շառավիղային ուղղությամբ տարածվող ալիքները աղբյուրից տեղափոխում են ոչ միայն E և B վեկտորների տատանումները, այլև դաշտի իմպուլսը և էներգիան:

ԳԼՈՒԽ 4

ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՄԱԿԱՆ ԴԱՇՏԵՐԻ

ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ

Երկրի վրա կյանքը ծագել, զարգացել և շարունակվում է բնական ծագման հարաբերականորեն թույլ էլեկտրամագնիսական դաշտերի (ԷՄԴ) ազդեցության պայմաններում: Դրանց բնական աղբյուրներն են հանդիսանում Արեգակի և Տիեզերքի ճառագայթումները, Երկրի մագնիսական հատկությունները, ամպրոպային պարպումները և այլն: Այս դաշտերը, լինելով մշտական ազդող էկոլոգիական գործոն, որն ունի ինտենսիվության փոփոխվող մակարդակ, որոշակի ազդեցություն են թողնում մարդու, կենդանիների, բույսերի կենսագործունեության վրա: Հաշվի առնելով այն, որ մարդու՝ որպես տեսակի էվոլյուցիան տեղի է ունեցել բնական ԷՄԴ-երի մշտական կարգավորող ներգործությամբ, ինչն այլ գործոնների հետ միասին ապահովել է նորմալ կենսագործունեության իրականացման պայմաններ, կարելի է ենթադրել, որ ԷՄՃ պարամետրերի ցանկացած տատանումներ ինչպես աճի, այնպես էլ նվազման ուղղությամբ, կարող են պայմանավորել որոշակի կենսաբանական էֆեկտների զարգացում: ԷՄԴ կենսաբանական ազդեցության հավանականությունը և մեխանիզմները կասկած չեն

հարուցում, քանի որ կենսաբանական հյուսվածքները կազմված են նյութերից, որոնք կրում են էլեկտրական լիցք, և կենսական պրոցեսներն իրենք ուղեկցվում են տարբեր էլեկտրական պրոցեսներով:

Պատկերավոր արտահայտվելով, ամբողջ օրգանական աշխարհը մշտապես գտնվում է “ալիքների 6-րդ անտեսանելի օվկիանոսում”՝ դա 4 ջրային օվկիանոսներ են, մեկը՝ օդային և 6-րդը համարվում է էլեկտրամագնիսական դաշտերի օվկիանոսը: ԷՄԴ-ը գոյություն ունի ինչպես նյութ չպարունակող տարածության մեջ (վակուումում), այնպես էլ նյութով լցված տարածության մեջ. այդ թվում կենսաբանական հյուսվածքներում: Ռադիոհաճախություններով ԷՄԴ-ի քվանտի էներգիան չափազանց փոքր է և այն ունակ չէ փոփոխելու մոլեկուլային կառուցվածքը կամ քանդելու ցանկացած մոլեկուլային կապեր: 300 ԳՀց հաճախությամբ ԷՄԴ քվանտի առավելագույն էներգիան կազմում է 1.2 մԷՎ, այն դեպքում, երբ թույլ ջրածնական կապի քանդման համար անհրաժեշտ է 80 մԷՎ: Ուստի 300 ԳՀց և ավելի փոքր հաճախությամբ էլեկտրամագնիսական դաշտը հաճախ անվանում են ոչ իոնիզացնող ճառագայթում: Նույնիսկ բարձր ինտենսիվությամբ ոչ իոնիզացնող ճառագայթումը չի կարող կենսաբանական համակարգում հրահրել իոնիզացիա: Սակայն այն կարող է հրահրել այլ կենսաբանական էֆեկտներ՝ ի հաշիվ, օրինակ, տաքացման, քիմիական ռեակցիաների փոփոխության, հյուսվածքներում էլեկտրական հոսանքների ներքաշման:

Առողջապահության համաշխարհային կազմակերպության ԷՄԴ կենսաբանական ազդեցության վերաբերյալ միջազգային գիտական ծրագրի հիմնավորման (1995-2006) մեջ ձևակերպված է հետևյալ դրույթը. “Ենթադրվում է, որ այնպիսի բժշկական հետևանքների հաճախականացումը, ինչպիսին են քաղցկեղային հիվանդությունները, վարքագծի փոփոխությունները, հիշողության կորուստը, Պարկինսոնի և Ալցհեյմերի հիվանդությունները, ՁԻԱՀ-ը, արտաքինից առողջ երեխայի հանկարծակի մահվան համախտանիշը և շատ այլ վիճակներ՝ ներառյալ ինքնասպանությունների մակարդակի բարձրացումը արդյունք են էլեկտրամագնիսական դաշտերի ներգործության”:

Հետազոտողների փորձարարական տվյալները վկայում են հաճախային բոլոր տիրույթներում ԷՄԴ բարձր կենսաբանական ակտիվության մասին:

Էլեկտրամագնիսական դաշտերը միայն մասնակիորեն են կլանվում կենսաբանական օբյեկտի հյուսվածքների կողմից, ուստի կենսաբանական էֆեկտը կախված է ռադիոհաճախային ԷՄԴ ֆիզիկական պարամետրերից՝ ալիքի երկարությունից (տատանումների հաճախությունից), ճառագայթման ինտենսիվությունից և ռեժիմից (անընդհատ, ընդհատ, իմպուլսային մոդուլյացմամբ), օրգանիզմի ճառագայթահարման տևողությունից և բնույթից (անընդհատ, ընդհատումներով), ինչպես նաև ճառագայթվող մակերևույթի մակերեսից և օրգանի կամ հյուսվածքի անատոմիական կառուցվածքից: Վերը թվարկված պարամետրերի համակ-

ցումը կարող է հանգեցնել էականորեն տարբերվող հետևանքների ճառագայթահարվող կենսաբանական օբյեկտի ռեակցիայի համար: Հյուսվածքների կողմից կլանման աստիճանը կախված է բաժանման սահմանին ալիքների անդրադառնալու ունակությունից, որը որոշվում է հյուսվածքներում ջրի պարունակությամբ և դրանց այլ առանձնահատկություններով:

Ճառագայթող ԷՄԴ-ի հարաբերականորեն բարձր մակարդակների դեպքում ժամանակակից տեսությունն ընդունում է ներգործության ջերմային մեխանիզմը: ԷՄԴ հարաբերականորեն ցածր մակարդակի դեպքում (օրինակ, 300ՄՀց-ից բարձր ռադիոհաճախությունների համար այն փոքր է 1մՎտ/սմ^2 -ից) ընդունված է խոսել օրգանիզմի վրա ոչ ջերմային կամ ինֆորմացիոն բնույթի ներգործության մասին: Այս դեպքում ԷՄԴ ազդեցության մեխանիզմները դեռևս քիչ են ուսումնասիրված:

Երկարատև բազմամյա ներգործության դեպքում ԷՄԴ կենսաբանական էֆեկտը կուտակվում է, արդյունքում հնարավոր է հեռավոր հետևանքների զարգացումը:

ԷՄԴ դոզիմետրիայի հարցերը շատ բարդ են: Կլանված էներգիայի մեծությունը որոշվում է ոչ միայն դաշտի ինտենսիվությամբ և հաճախությամբ, այլև օբյեկտի չափսերով և ձևով, E և H վեկտորների նկատմամբ բաշխվածությամբ, ներքին կառուցվածքով, շրջապատող տարածությամբ և շատ այլ դժվար հաշվարկվող գործոններով: Պարզեցված ձևով կենսաբանական օբյեկտների ԷՄԴ դոզիմետ-

րիան հանգում է երկու հարցերի՝ էներգիայի ինչպիսի՞ քանակ է կլանված և որտե՞ղ է այն կենտրոնացված: Որպես այսպիսի բնութագրիչ օգտագործվում է SAR պարամետրը (Specific Absorption Rate) կամ ՏԿՀ (տեսակարար կլանման հզորություն): ՏԿՀ-ն իրենից ներկայացնում է օբյեկտի զանգվածի միավորի կողմից կլանված ԷՄԴ էներգիայի մասը և չափվում է Վտ/կգ-ով կամ մՎտ/գ-ով:

Ներգործության ինտենսիվությունը, և հետևաբար, ցանկացած կենսաբանական համակարգի պատասխան ռեակցիայի բնույթը որոշվում է արտաքին ճառագայթմամբ հրահրված ջերմաստիճանի կամ ներքին դաշտի մեծությամբ: Էլեկտրամագնիսական ալիքի ներթափանցման խորությունը մարդու և կենդանիների հյուսվածքներ կախված է դաշտի հաճախությունից և դրանցում ջրի պարունակությունից: Ընդհանուր առմամբ կարելի է ձևակերպել, որ ՏԿՀ մեծությունը կախված է ԷՄԴ հաճախությունից, E և H վեկտորների նկատմամբ ճառագայթվող օբյեկտի կողմնորոշումից, ընկնող էլեկտրամագնիսական ալիքից և ընդունում է առավելագույն արժեք որոշակի (ռեզոնանսային) հաճախությունների դեպքում: Պայմանականորեն ՏԿՀ ցուցանիշի հաճախային կախվածության կորը մարդու համար կարելի է բաժանել մի քանի տեղամասերի. մինչռեզոնանսային (ծայրահեղ ցածր հաճախություններից մինչև 30ՄՀց), բուն ռեզոնանսային (30-300ՄՀց, 70ՄՀց-ին մոտ ռեզոնանսային մաքսիմումով), մարմնի առանձին հատվածների ռեզոնանս. գլուխ, պարանոց (300-400ՄՀց), “տաք” կետերի առաջաց-

ման (400-2000ՄՀց) և գերեզոհման սային (2000ՄՀց):

Շնորհիվ ՏԿՀ հասկացության ներդրման և դրա որոշման գործնական մեթոդների մշակման՝ հնարավոր դարձավ համադրել կենսաբանական փորձերի արդյունքները, որոնք իրականացվել են տարբեր մեթոդներով, ճառագայթման պայմաններով և օբյեկտներով, հաճախային միջակայքերով, մոդուլյացիայի տեսակներով և այլն:

Կենսաբանական օբյեկտի տաքացումը հանդիսանում է բարձր ինտենսիվությամբ ԷՄԴ էներգիայի փոխակերպման հիմնական մեխանիզմը: Մարմնի ջերմաստիճանի փոփոխությունը կարող է ծառայել որպես մեկնարկային մեխանիզմ տարբեր ռեակցիաների զարգացման համար, որոնց փոփոխության մակարդակը կախված է օրգանիզմի կոնկրետ ֆունկցիոնալ համակարգի ջերմակարգավորիչ և մետաբոլիկ բնութագրերից:

Վարչավայում 1973թ. Միջազգային սիմպոզիումում առաջին անգամ ընդունվեց ԷՄԴ դասակարգումը 300ՄՀց-300ԳՀց հաճախությունների միջակայքում՝ դիտվող կենսաբանական էֆեկտներին համապատասխան.

1. Բարձր ինտենսիվություններ (էներգիայի հոսքի խտությունը մեծ է 10մՎտ/սմ^2 -ից), որոնց դեպքում գերակշռում են հստակ ջերմային էֆեկտներ:
2. Միջին ինտենսիվություններ (էներգիայի հոսքի խտությունը $1\text{-}10\text{մՎտ/սմ}^2$ է), որոնց դեպքում դիտվում են թույլ, սակայն տարբերելի ջերմային էֆեկտներ:

3. Ցածր ինտենսիվություններ (էներգիայի հոսքի խտությունը փոքր է 1մՎտ/սմ^2 -ից), որոնց դեպքում բացակայում են կամ լավ արտահայտված չեն ջերմային էֆեկտները:

Երկար ժամանակ գերակշռում էր այն կարծիքը, որ ԷՄԴ-ն ունի սոսկ ջերմային ազդեցություն, ինչը արգելակում էր այլընտրանքային մեխանիզմների ուսումնասիրությունը:

Ներկայումս լայն ճանաչում է ստացել այն փաստը, որ կենսաբանական էֆեկտները կարող են ի հայտ գալ նաև ոչ ջերմային ինտենսիվություններով ԷՄԴ ներգործության դեպքում: Հետազոտողների մեծ մասը դրանք կապում է օրգանիզմի հյուսվածքներում կենսաֆիզիկական պրոցեսների փոփոխության հետ (բջջիների մոլեկուլներում իոնային հոսքերի և էլեկտրապոտենցիալների առաջացում, բջջաթաղանթների թափանցելիության և ռեցեպտորային ապարատի ռեակտիվության փոփոխություն), ինչը հրահրում է հյուսվածքների էլեկտրական հատկությունների և օքսիդացման պրոցեսների ձևափոխություն, pH հավասարակշռության շեղում, հիստոհեմատիկ պատնեշների թափանցելիության փոփոխություն, օրգանիզմի տարբեր օրգաններում և օրգան-համակարգերում ռեֆլեկտորային փոփոխություններ, որոնք հանդիսանում են նախաախտաբանական վիճակների առաջացման պատճառները:

Նշված կենսաէֆեկտների կուտակումը ի հայտ է գալիս օրգանիզմի օրգանների և օրգան-համակարգերի ֆունկցիաների կոմպլեքս փոփոխությունների տեսքով, զարգա-

նում են, այսպես կոչված, ռադիոալիքային հիվանդություններ, որոնք բնութագրվում են կենտրոնական նյարդային, էնդոկրին, իմունային, սիրտ-անոթային համակարգերի ախտահարմամբ:

Ըստ երևույթին, ընդհանուր կենսաբանական տեսանկյունից ավելի ճիշտ է դիտարկել ԷՄԴ ինտենսիվությունների չորս մակարդակներ.

1. Ցածր՝ բնական պայմաններում դիտվող մակարդակից ցածր;
2. Միջին՝ սովորական բնական ֆոնին մոտ;
3. Բարձր՝ բնական մակարդակը 1-2 կարգով գերազանցող;
4. Ծայրահեղ բարձր՝ բնական մակարդակը 3 և ավելի կարգերով գերազանցող:

Դրան համապատասխան ԷՄԴ ազդեցության ընդհանուր մեխանիզմները կարելի է դիտարկել որպես ազդանշանային, կարգավորող, ապակայունացնող և էներգետիկ:

Օրգանիզմում ցանկացած պրոցես՝ երկու մոլեկուլի միացում, թթվածնի տեղափոխում, բջջի բաժանում, մկանի կծկում, հանգեցնում են լիցքերի առաջացմանը, տեղափոխմանը կամ անհետացմանը, հոսանքների ծագմանը, էլեկտրամագնիսական դաշտերի կառուցվածքի փոփոխությանը: Ընդ որում, այս դաշտերը մարդու մոտ, որպես տեսակի՝ նման են օրգանիզմի յուրաքանչյուր օրգանի, օրգան-համակարգի համար: Կենսակառույցներում (նյարդաթել, մկան, շարակցական հյուսվածք) ցանկացած կենսահոսանք իր

շուրջը ստեղծում է մազնիսական դաշտ, որը կրկնօրինակում է հոսանքի ձևը, և հետևաբար, արտաբերում է պարունակվող ինֆորմացիան: Այս ինֆորմացիան կրող էլեկտրամազնիսական դաշտը, տարածվելով օրգանիզմի սահմաններից դուրս, ներգործում է շրջապատող կենսաօբյեկտների վրա, որոնք այն օգտագործում են որպես իրար հետ շփվելու ունիվերսալ լեզու: Ներկայումս ԷՄԴ-ն համարվում է բնության մեջ ինֆորմացիոն ֆունկցիայի կրող, որն իրականանում է կենսաօբյեկտների միջև ինֆորմացիայի փոխանակության և անօրգանական աշխարհի հետ փոխադարձ կապի միջոցով:

Կենդանի աշխարհի տրամաբանությունը, նրան բնորոշ ձգտումը ներքին կառուցվածքների մշտական կարգավորման, հուշում է, որ էլեկտրամազնիսական փոխազդեցությունները պատահական չեն: Առանձին տարրերի բազմաթիվ դաշտերից ձևավորվում է որոշակի օրինաչափ կառուցվածքով օրգանիզմի գումարային դաշտ: Այսպիսով, ընդունվում է այն դրույթը, որ ԷՄԴ բնութագրիչների փոփոխությունը հանդիսանում է օրգանիզմում օրգանների և հավակարգերի ֆունկցիոնալ վիճակի տեղեկատվական հատկանիշը:

**4.1. ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ՕԲՅԵԿՏՆԵՐԻ ՀԵՏ
ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԴԱՇՏԵՐԻ
ՓՈՒՍԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ԿԵՆՍԱՖԻԶԻԿԱԿԱՆ
ՄԵԽԱՆԻԶՄՆԵՐԸ**

Կենսաբանական միջավայրի հետ ԷՄԴ փոխազդեցության էֆեկտը կախված է որոշակի ժամանակի ընթացքում կլանված դաշտի էներգիայից, այսինքն՝ ճառագայթման դոզայից: Դրա հիմքում ընկած է դաշտի էներգիայի փոխակերպումը ջերմության, որը տեղի է ունենում երկու դասական մեխանիզմներով, որոնք որոշվում են կենսաբանական նյութի դիէլեկտրիկ հատկություններով՝ հոսանքների ինդուկցիայով և մոլեկուլների պտույտ/տեղաշարժով:

XX դարի գիտության ձեռքբերումներից մեկը այն փաստի ընդունումն է, որ թույլ էլեկտրամագնիսական դաշտերը հանդիսանում են էկոլոգիապես նշանակալից գործոն, որն ազդում է շատ կենսաբանական պրոցեսների վրա: Կենդանի օրգանիզմների վրա մշտապես ազդում է բնական էլեկտրամագնիսական ֆոնը, որի պարամետրերի դինամիկական կարգավորվում է արեգակնային ակտիվությամբ և շուրջերկրային տարածության մեջ տիեզերական եղանակով, ինչպես նաև օդերևութաբանական և հիդրո-լիթոսֆերային պրոցեսներով: Բնական ԷՄԴ-երի հաճախային-լայնության և էքսպոզիցիոն տիրույթը շատ մեծ է, սակայն հետաքրքրություն է ներկայացնում ծայրահեղ ցածր հաճախությունների (ՄՅՀ) միջակայքը՝ 10^{-3} - 10^3 Հց: Ընդ որում, իո-

նոսֆերային ալիքատարի՝ 8Հց կենտրոնական հաճախությամբ էլեկտրամագնիսական դաշտերի փոփոխությունները, ինչպես նաև մագնիսա- և իոնոսֆերային ծագման տարատեսակ գեոմագնիսական առկայծումները հանդիսանում են Երկրի բնական էլեկտրամագնիսական ֆոնի ամենակարևոր բաղադրիչներից:

Մինևույն ժամանակ ԾՅՀ միջակայքին է դասվում շրջակա միջավայրի առավելագույն էլեկտրամագնիսական “աղտոտումը”, որը կապված է մարդու տեխնածին գործունեության հետ: Կարևոր էկոլոգիական նշանակություն ունեն ոչ միայն հիմնական արդյունաբերական (50-60Հց) և հաղորդակցային (70-80Հց) հաճախությունները, այլև էլեկտրափոխադրամիջոցների աղմուկային հաճախությունները (մինչև 10-20Հց) և իոնոսֆերային ալիքատարի ռեզոնանսային հաճախությունները, որոնք գրգռվում են տեխնածին ծագման էլեկտրամագնիսական դաշտերով:

Ժամանակակից էլեկտրամագնիսակենսաբանության արդիական ուղղություններից մեկը կազմավորման տարբեր մակարդակների վրա գտնվող կենսաբանական համակարգերի վրա ԷՄՃ ներգործության ֆիզիկաքիմիական մեխանիզմների ուսումնասիրությունն է: Որոշ ԷՄՃ-եր քաջ հայտնի են և վաղուց կիրառվում են արդյունաբերության մեջ, կլինիկական պրակտիկայում և կենցաղում, օրինակ, գերբարձր հաճախությունների, ինֆրակարմիր և ուլտրամանուշակագույն ճառագայթումները: Այլ հաճախային տիրույթների ԷՄՃ-ն, օրինակ, ծայրահեղ բարձր հաճախու-

թյունների (ԾԲՀ ԷՄՃ) ԷՄՃ-ն ուսումնասիրվում և կիրառվում է համեմատաբար ոչ վաղուց:

Ներկայումս մեծ քանակությամբ փորձարարական տվյալներ են կուտակված ԾԲՀ ԷՄՃ և ԾՅՀ ԷՄՃ կենսաբանական ակտիվության վերաբերյալ: ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄՃ կենսաբանական էֆեկտները բացահայտված են կազմավորման բոլոր մակարդակների կենդանի համակարգերի վրա: Բազմաթիվ ուսումնասիրությունների արդյունքները վկայում այն մասին, որ ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄՃ ազդեցության տակ փոխվում են մարդու վարքը, նրա նյարդային և էլեկտրականապես ակտիվ մյուս հյուսվածքների էլեկտրական ակտիվությունը, նյարդահնդոկրինային և իմունային համակարգերի տարբեր օղակների ակտիվությունը, տարբեր օրգանների և հյուսվածքների մետաբոլիկ ակտիվությունը, ներբջջային ազդանշանային առանձին օղակների ակտիվությունը, բջիջներում սպիտակուցների և նուկլեինաթթուների սինթեզը: Էլեկտրամագնիսական էկրանացումը հրահրում է նաև կենսաբանական պրոցեսների ակտիվության էական փոփոխություններ: Գոյություն ունեն տեսական և փորձարարական տվյալներ սպիտակուցների և նուկլեինաթթուների կառուցվածքային և ֆունկցիոնալ հատկությունների վրա ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄՃ ազդեցության վերաբերյալ:

Չնայած ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄՃ կենսաբանական ազդեցության ապացույցների մեծ քանակին, հետազոտողները նշում են, որ տարբեր գիտնականների կողմից տարբեր ժամանակներում ստացված արդյունքները իրար հետ դժվար հա-

մատեղելի են և հաճախ ունեն հակասական բնույթ, ինչն էականորեն դժվարացնում է ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄՃ ազդեցության ինչպես առաջնային, այնպես էլ համակարգային մեխանիզմների ըմբռնումը: Բացի այդ, գրականության մեջ շատ հազվադեպ են դիտարկվում տրված ֆիզիկական գործոնի ազդեցության հնարավոր առաջնային մեխանիզմների “փոխներգործության” և բջջային ու օրգանիզմի մակարդակով դրանց ինտեգրման խնդիրները:

Էլեկտրամագնիսական կենսաբանության բնագավառում առկա գրականության վերլուծությունը վկայում է այն մասին, որ բնական և տեխնածին ծագման էլեկտրամագնիսական դաշտերին իրենց բնութագրերով մոտիկ ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄՃ էֆեկտները ի հայտ են գալիս կազմավորման բոլոր մակարդակների վրա գտնվող կենդանի օրգանիզմների մոտ: Ընդ որում ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄՃ-ն, որպես ամենուր թափանցող գործոն, միաժամանակ ազդում է օրգանիզմի բոլոր հյուսվածքների և բջիջների վրա, այդ պատճառով կազմավորման տարբեր մակարդակներում սինխրոն կերպով իրականանում են տարամակարդակային էֆեկտներ, որոնք համակարգային մակարդակով իրականանում են որպես ոչ սպեցիֆիկ հարմարվողական ռեակցիաներ: Այսպիսի ոչ սպեցիֆիկ ռեակցիաները ի հայտ են գալիս ինչպես բջջային, այնպես էլ օրգանիզմային մակարդակի վրա: Հարկ է նշել կենդանի համակարգերի վրա էլեկտրամագնիսական գործոնների ազդեցության ևս մեկ կարևոր առանձնահատկություն: Փորձարարական հետազոտություններում մեծա-

մասամբ գրանցում են բջժի կամ բազմաբջիջ օրգանիզմի պատասխանը՝ ռեակցիայի ֆիզիոլոգիական նորմայի սահմաններում, այսինքն այն սահմաններում, որում իրականանում են այլ չվնասող գրգռիչների նկատմամբ սովորական ռեակցիաները: Եվ միայն էլեկտրամագնիսական գործոնների հարաբերականորեն ուժեղ և երկարատև ներգործության դեպքում գրանցվում են ախտաբանական խանգարումները, որոնք ոչ սպեցիֆիկ բնույթ են կրում: Ուստի շատ հաճախ հետազոտողներին մեկ հարց է հետաքրքրում. կարո՞ղ է արդյոք կենդանի օրգանիզմների վրա ԷՄԴ ներգործությունը կրել որևէ առանձնահատուկ բնույթ: Եթե այո, ապա կազմավորման ինչպիսի՞ մակարդակների վրա է ի հայտ գալիս այդ սպեցիֆիկությունը: Տվյալ հարցի պատասխանը անհնար է առանց հասկանալու էլեկտրամագնիսական դաշտերի ազդեցության մեխանիզմները մոլեկուլային, բջջային և օրգանիզմային մակարդակների վրա:

4.2. ԾԲՀ ԵՎ ԾՑՀ ԷՄՃ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ԱՌԱՋՆԱՅԻՆ ՄԵԽԱՆԻԶՄՆԵՐԸ

Էլեկտրամագնիսական կենսաբանության զարգացման տվյալ փուլում առկա են մի շարք տեսական պատկերացումներ թույլ ԾԲՀ և ԾՑՀ ԷՄՃ կենսաբանական ազդեցության առաջնային մեխանիզմների մասին: Սակայն արդեն բջջային մակարդակի վրա ԾԲՀ և ԾՑՀ ԷՄՃ ազդեցու-

թյան մեխանիզմների դիտարկումը պահանջում է հաշվի առնել մոլեկուլային մակարդակով տարբեր մեխանիզմների “փոխներգործումը”, որոնք կարող են միաժամանակ իրականացվել բջջում: Մոլեկուլային մակարդակով ԾՅՀ մագնիսական դաշտի ներգործության առաջնային մեխանիզմներից ներկայումս ամենամեծ հետաքրքրությունը ներկայացնում են, այսպես կոչված, ռեզոնանսային և ջրային մեխանիզմները:

4.2.1. Իոն-ռեզոնանսային մեխանիզմներ

“Իոն-ռեզոնանսային” վարկածի էությունը կայանում է նրանում, որ ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄՃ ազդեցության “թիրախներ” են հանդիսանում կենսաբանորեն կարևոր իոնները: Վարկածները հիմնված են փորձարարական արդյունքների վրա: Հաստատված է, որ կենսաբանական պրոցեսների որոշ մոդելների համար առավելագույն մագնիսակենսաբանական էֆեկտները դիտվում են այն հաճախություններում, որոնք համընկնում են գեոմագնիսական դաշտում ցիկլոտրոնային ռեզոնանսի հաճախությունների հետ կենսաբանորեն կարևոր այնպիսի իոնների համար, ինչպիսիք են Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ և այլն: Առաջարկվել են տեսական մեկնաբանության մի քանի տարբերակներ այն բանի, թե սպիտակուցների հետ իոնների փոխազդեցության վրա ինչպես են ազդում ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄՃ և փորձեր են կատարվել դրանք ստուգելու հա-

մար: Այս հարցի շուրջ քննարկումների արդյունքները ցույց են տալիս, որ դասական ֆիզիկայի տեսանկյունից առաջարկվող տեսական բացատրությունները բավարար չեն, իսկ փորձի ընթացքում դիտվող մագնիսակենսաբանական էֆեկտները կարող են բացատրվել քվանտային փոխներգործման և տարբեր տեսակների սպինային շրջադարձի երևույթների հիման վրա: Ընդ որում, հստակ նկատվում է ընդհանրությունը հայտնի ռեզոնանսային երևույթների հետ, որոնք բնորոշ են ատոմային միջուկների և էլեկտրոնային ուղեծրերի մագնիսական մոմենտների համար և “իոնային ռեզոնանսների” համար, ինչը հստակ խոսում է դիտվող երևույթների ընդհանուր քվանտային բնույթի մասին: Քվանտային ֆիզիկայի տեսանկյունից այս խնդրի դիտարկումը թույլ է տալիս ոչ միայն նորովի տեսնել “իոն-ռեզոնանսային” և այլ երևույթների ֆիզիկական էությունը, այլև լայն հեռանկարներ է բացում մագնիսակենսաբանական էֆեկտների տեսական բացատրության համար:

Վերը նշված տեսական պատկերացումները չեն բացատրում հայտնի մագնիսակենսաբանական էֆեկտների ողջ բազմազանությունը: Դա առաջին հերթին կապված է այն փաստի հետ, որ իոնները և կենդանի համակարգերի մնացած այլ բաղադրիչները կարող են հանդիսանալ որպես ԾԲՀ և ԾՑՀ էՄՃ ազդեցության թիրախներ և “աշխատում” են իր հատկություններով յուրահատուկ կոնդենսացված միջավայրում, այն է՝ ջրում:

4.2.2. ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄՃ ազդեցությունը ջրի, ջրային լուծույթների և կոլոիդ համակարգերի ֆիզիկաքիմիական հատկությունների վրա

“Ջրային” վարկածի էությունը կայանում է նրանում, որ թույլ էլեկտրամագնիսական դաշտերի առաջնային ակցեպտորը ջրային փուլն է, որի ֆրակտալ քվադիբյուրեղական կառուցվածքը իրապես գտնվում է մետակայուն վիճակում և մշտապես փոխվում է՝ ի հետևանք դրանում սպոնտան ընթացող ազատ ռադիկալային պրոցեսների և ջրածնական կապերի տարածական դասավորվածության սպոնտան վերադասավորման: Հենց այսպիսի մետակայուն դինամիկ վիճակը հանդիսանում է ջրային փուլի զգայունության առանցքային գործոնը թույլ ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄԴ-երի նկատմամբ: Ընդ որում, ջուրը կառուցվածքավորող գործոնները, որոնք նպաստում են կլաստերների և կլաստերային խոռոչների առաջացմանը, բարձրացնում են էլեկտրամագնիսական ներգործությունների նկատմամբ ջրային փուլի զգայունությունը: Տարաբնույթ գործոնների ազդեցությունը, այդ թվում՝ և ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄԴ ներգործումը, փոխում է կառուցվածքային վերակառուցումների դինամիկան, ինչը հանգեցնում է ջրային կլաստերների կառուցվածքի և ավելի մեծ ու տարաբնույթ ջրային “կառույցների” փոփոխությանը: Հաշվի առնելով այն փաստը, որ ջուրը հանդիսանում է յուրօրինակ մատրից, որը որոշում է կենսամակրոմոլեկուլների մակերևութային կազմավորվածությունը և ընդհանրա-

պես դրանց տարածական կառուցվածքը հանդիսանում է այն գործոններից մեկը, որը որոշում է մոլեկուլային կառույցների միկրո- և մակրոմասշտաբային դինամիկան, ապա ԷՄԴ-ով ինդուկցված ջրային փուլի դինամիկայի փոփոխությունները պետք է հանգեցնեն սպիտակուցային մոլեկուլների ներմոլեկուլային սեզմենտների դինամիկայի համապատասխան փոփոխություններին և, որպես հետևանք, սպիտակուցների կառուցվածքա-ֆունկցիոնալ հատկությունների փոփոխությանը: Այստեղ հետաքրքիր է դիտարկել ԳԲՀ փոքր ինտենսիվությամբ ճառագայթման ազդեցությունը ջրի և ջրային լուծույթների վրա: Գրականության մեջ գոյություն ունեցող տեսական և փորձարարական տվյալների վերլուծությունը վկայում է, որ կենդանի օրգանիզմներում միլիմետրային տիրույթի էլեկտրամագնիսական ալիքների առաջնային ռեցեպտորը կարող է լինել ջուրը, որը եզակի դեր է կատարում կենդանի օրգանիզմների գործառնության մեջ, ինչպես նաև կենսաբանական մակրոմոլեկուլների տարբեր կառուցվածքների կազմակերպման և կայունացման մեջ: Այս եզրահանգման հաստատումը կարող է լինել ԾԲՀ ԷՄՃ տիրույթի ալիքների ֆիզիոլոգիական ազդեցությունը կենսահամակարգերում: Որոշվել է առավել արդյունավետ ազդող ԾԲՀ-ալիքների տիրույթը՝ այսպես կոչված “կենսաբանական” ռեզոնանսները: Նախ և առաջ, հարկ է նշել, որ կենդանիների, մարդու հյուսվածքների և ջրի ռեզոնանսային հաճախությունները նույնն են. 40-120 ԳՀց տիրույթում դիտվում են 50, 65 և 100 ԳՀց-ի մոտակայ-

քում: Ջուրը հանդիսանում է կենդանի օրգանիզմների հիմնական բաղադրիչը: Հասուն մարդու օրգանիզմը պարունակում է միջինում մինչև 75% ջուր (հետաքրքիր է, որ 4-ամսեկան մարդու սաղմը պարունակում է 92% ջուր): Կենսագործունեության ընթացքում ջրի դերի մասին պատկերացումները սահմանափակվում էին միայն նրա մասնակցությամբ կենսաքիմիական ռեակցիաներում առանց հաշվի առնելու կենսաբանական միջավայրի ջրային բաղադրիչի կառուցվածքային և ռադիոալիքային հատկությունները: Վերջին տարիներին ստացված արդյունքները շատ հետազոտողների թույլ տվեցին ենթադրել, որ ջրին է պատկանում շատ ավելի հիմնարար ֆունկցիաների իրականացումը: “Ջրի մոլեկուլային կառուցվածք – ռեզոնանսային միլիմետրային ալիքներ” համակարգը ներքին միջավայրի կազմի և հատկությունների հաստատունության, դաշտ-մոլեկուլ մակարդակի վրա օրգանիզմի հիմնական ֆիզիոլոգիական ֆունկցիաների կայունության ավելի խորը և ունիվերսալ համակարգ է: Դրան են հանգեցնում հետևյալ փորձարարական փաստերը. 1. Ջրի և կենդանի օրգանիզմի կենսաբանական միջավայրի մոլեկուլային տատանումների ռեզոնանսային հաճախությունները գտնվում են միլիմետրային տիրույթում և նույնական են; 2. Գերցածր հզորության ռեզոնանսային հաճախություններով միլիմետրային ալիքների ազդեցությունը օրգանիզմի վրա թողնում է ուժեղ ոչ սպեցիֆիկ բուժիչ ազդեցություն օնկոլոգիական հիվանդությունների դեպքում:

Վենդանի օրգանիզմի կենսաբանական միջավայրի ջրային բաղադրիչի մոլեկուլային տատանումները, ինքնասինխրոնացվելով ռեզոնանսային հաճախությունների վրա, կարող են ներկայացնել ԾԲՀ ԷՄԱ ռեզոնանսային տիրույթի բնական ներքին աղբյուրը և հաղորդիչը: Այս տատանումների հաճախությունը կենսաբանական միջավայրի կառուցվածքին տալիս է տարածական և ժամանակային կազմակերպում: Վերջինս հանդես է գալիս բարձրհոսանքային կենսաբանական ժամացույցների դերում: Օրգանիզմում գոյություն ունեցող գրգռված վիճակը ռեզոնանսային միլիմետրային ալիքների դաշտի տեսքով ինքնաբերաբար ստիպում է անոմալ կառուցվածքներին, որոնք ունեն իրենց սեփական ռեզոնանսային հաճախությունները, վերադառնալ նորմայի: Արդյունքում կարելի է համարել, որ “ջուր-ալիք” համակարգն իրականացնում է հաղորդակցային-ուղղիչ ֆունկցիա, ինչն իրենից առանձին հետաքրքրություն է ներկայացնում:

Ներկայումս բժշկության մեջ լայնորեն օգտագործում են ախտորոշման և բուժման նոր մեթոդներ՝ կիրառելով ծայրահեղ ցածր ինտենսիվության միլիմետրային տիրույթի էլեկտրամագնիսական ճառագայթումը (սպեկտրալ և ռեզոնանսա-ալիքային ախտորոշման և ռեզոնանսա-ալիքային թերապիայի): Սպեկտրալ- և ռեզոնանսա-ալիքային ախտորոշումն իրենից ներկայացնում է շատ զգայուն մեթոդ, որը թույլ է տալիս հայտնաբերել ֆունկցիոնալ փոփոխությունները համապատասխան օրգաններում, հյուսվածքներում և

օրգանիզմի համակարգերում հիվանդությունների վաղ փուլերում, երբ դրանք լավագույնս ենթակա են բուժման:

Այսպիսով, ակնհայտ է, որ ջուրը կյանքի հիմքն է, այլ ոչ թե միայն արտաքին միջավայրում ջրի շրջապատույտի հայտնի պրոցեսների և օրգանիզմում նյութափոխանակության մասնակիցը: Ջուրն օժտված է նոր՝ ռեզոնանսա-ալիքային վիճակի մինչ այժմ թաքնված հատկությամբ և “կենսամիջավայրի ջրային բաղադրիչ – էլեկտրամագնիսական ալիքներ” համակարգը ընկած է կենսագործունեության պրոցեսների հիմքում, ինչը նրան հատուկ դեր է տալիս բնության մեջ:

Գրականության մեջ դիտարկվում է կենսաբանական համակարգերի վրա ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄՐ ներգործության ևս մեկ կենսաբանորեն կարևոր՝ ջրի միջոցով միջնորդված ուղի: Խոսքը գնում է ջրային համակարգերում Ca^{2+} իոնների կայունության վրա էլեկտրամագնիսական դաշտերի ազդեցության մասին: Հայտնի է, որ այս իոնները հանդիսանում են բջջային ազդանշանիչ տարբեր ուղիների ունիվերսալ ներբջջային փոխադրիչներից մեկը և կարգավորում են ներբջջային պրոցեսների լայն սպեկտր: Ազատ Ca^{2+} իոնների կոնցենտրացիայի աճը բջջում, որպես կանոն, հանգեցնում է վերջինիս անցմանը ակտիվ ֆունկցիոնալ վիճակի: Վաղուց հայտնի է, որ Ca^{2+} իոնները պատկանում են այն իոնների դասին, որոնք նվազեցնում են ջրի կառուցվածքային ջերմաստիճանը, այսինքն, լինելով իոնային կառուցվածքավորիչներ, նպաստում են ջրածնական կապերի ցանցի կայու-

նացմանը: Հաշվի առնելով, որ կառուցվածքավորող միացությունները բարձրացնում են թույլ էլեկտրամագնիսական գործոնների ազդեցության նկատմամբ ջրային համակարգերի զգայունությունը, ինչպես նաև կալցիումի իոնների խիստ կարևոր կենսաբանական դերը որպես “ինֆորմացիոն միջնորդների”՝ բջջային կարգավորման համակարգում, ապա հասկանալի է դառնում, թե ինչու էՄԴ կենսաբանական էֆեկտները շատ հաճախ անմիջականորեն կապված են բջջում այդ իոնների վիճակի հետ:

Միանգամայն կարևոր է նաև այն փաստը, որ մի շարք փորձարարական հետազոտություններում ցույց է տրվել կենսահամակարգի ռեզոնանսային պատասխանը ԾԲՀ և ԾՑՀ էՄԴ ազդեցությանը, որը ձևականորեն իրականանում է Ca^{2+} իոնների ցիկլոտրոնային ռեզոնանսի հաճախությունների վրա: Դա ապացուցում է, որ կենսաբանական համակարգերում ԾԲՀ և ԾՑՀ էՄԴ ներգործության թիրախներից են ֆիզիկաքիմիական և մոլեկուլա-կենսաբանական պրոցեսները, որոնք որոշում են Ca^{2+} ազատ իոնների կոնցենտրացիան, և հավանաբար, դրանց հիդրատային թաղանթի կայունությունը: Ուստի չի կարելի բացառել, որ էՄԴ բարձր կենսաբանական ակտիվությունը “ցիկլոտրոնային” հաճախությունների նկատմամբ պայմանավորված է ոչ թե սպիտակուցային կապման կենտրոններում Ca^{2+} իոնների վիճակի վրա այդ գործոնի ազդեցությամբ, այլ այդ իոնների հիդրատային թաղանթի և այդ իոնների հեքսաաքվակոմպլեքսներով կայունացող կլատրատների կայունության վրա, և

դրանից ելնելով՝ տվյալ իոնի ազատ ու կենսամակրոմոլեկուլի հետ կապված ձևի հարաբերակցության վրա ներգործությամբ:

Կարելի է ենթադրել, որ ոչ ակտիվ ֆունկցիոնալ վիճակում գտնվող բջջում ջրի դինամիկ կառուցվածքն այնպիսին է, որ կալցիումի իոններին թույլ չի տալիս ձևավորել կայուն հիդրատային թաղանթ, ինչի արդյունքում հավասարակշռությունը շեղվում է դեպի կենսամակրոմոլեկուլների հետ Ca^{2+} իոնների միավորման կողմը: Սակայն եթե ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄԴ ներգործությունը հրահրում է կառուցվածքային վերակառուցումներ ջրում տարրալուծելով ֆունկցիոնալ ոչ ակտիվ վիճակի կառուցվածքային “մոտիվը”, ապա Ca^{2+} իոնները հիդրատացվում են, անցնում են ազատ վիճակի և նպաստում են նոր կառուցվածքային ֆունկցիոնալ ակտիվ “մոտիվի” ձևավորմանը ջրի դինամիկ կառուցվածքում: Ընդ որում, եթե ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄԴ-ն ազդում են կենսաբանական օբյեկտի վրա, որը գտնվում է ակտիվ ֆունկցիոնալ վիճակում, ինչը “տպված” է ջրի դինամիկ կառուցվածքում, ապա կարող է տեղի ունենալ հակառակ պրոցեսը, այսինքն Ca^{2+} իոնները կկորցնեն հիդրատային թաղանթը և կանցնեն կապված վիճակի, դրանով իսկ բերելով բջիջը ոչ ակտիվ (կամ այլ) ֆունկցիոնալ վիճակի: Այսպիսով, այս վարկածը որոշակիորեն թույլ է տալիս բացատրելու ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄԴ ազդեցության ակտիվացնող և նորմավորող (“հակասթրեսային”) ազդեցության երևույթները, որոնք անհնար է բացատրել իոնային ռեզոնանսների գաղափարների հիման վրա:

Առաջարկված սխեմայում ցույց է տրվել, որ ջրի դի-
նամիկ կառուցվածքի ԷՄԴ-հրահրված փոփոխությունները
հանգեցնում են ջրային համակարգերում հիդրոֆոր-հիդրո-
ֆիլ հավասարակշռության փոփոխությանը, ինչը երևում է
ջրում ոչ բևեռային միացությունների լուծելիության (որպես
կանոն, նվազման կողմը) և կենսամակրոմոլեկուլների հետ
դրանց փոխազդեցության (որպես կանոն, ուժեղացման կող-
մը) փոփոխությամբ: Հիդրոֆոր-հիդրոֆիլ հավասարակշ-
ռության շեղումը ազդում է մակրոմոլեկուլային կառույցնե-
րում հիդրոֆոր փոխազդեցությունների փոփոխության վրա,
ինչը, հավանաբար, սպիտակուցներում դինամիկ կոնֆոր-
մացիոն վերադասավորումների հիմնական պատճառներից
մեկն է: Ընդ որում, փորձարարական մոդելներում, որոն-
ցում տեղի է ունենում կենսամակրոմոլեկուլների բեռնում
ցածրամոլեկուլային հիդրոֆոր միացություններով, ԾԲՀ և
ԾՑՀ ԷՄԴ ազդեցության էֆեկտները կառուցվածքային բնու-
թագրիչների վրա էականորեն մեծ են: Հաշվի առնելով, որ
մի շարք միացություններ, որոնք կենդանի համակարգե-
րում օգտագործվում են որպես ազդանշանային և կարգա-
վորիչ նյութեր (ստերոիդային հորմոններ, ներբջջային փո-
խադրիչ դիացիլգլիցերոլ և այլն), ցուցաբերում են արտա-
հայտված հիդրոֆոր հատկություններ, կարելի է ակնկալել
ամենատարբեր ֆունկցիոնալ փոփոխություններ ինչպես
առանձին բջիջների կողմից, այնպես էլ բազմաբջիջ օրգա-
նիզմի ամբողջական օրգանների և ֆունկցիոնալ համակար-
գերի կողմից:

Ինչպես հայտնի է, գազերը, այդ թվում և թթվածինը, ջրում լուծվում են հիդրոֆոբ մեխանիզմով: Ընդ որում, գազերը գտնվում են ինչպես իրական լուծված վիճակում, այնպես էլ նանոպղպջակների և դրանցից կազմավորված ֆրակտալ ագրեգատների տեսքով: Ջարմանալի չէ, որ ջրի դինամիկ կառուցվածքի վերադասավորումները, որոնք հրահրվել են ԷՄԴ ներգործությամբ, հանգեցնում են օդի լուծելիության նվազմանը և բջիջներում ու միջբջջային միջավայրում թթվածնի ու ածխաթթու գազի կոնցենտրացիայի նվազմանը. այսպիսի փոփոխություններին բջիջները պատասխանում են անաէրոբ պրոցեսների ակտիվացմամբ: Ըստ երևույթին, այդ պատճառով շատ հետազոտողներ գրանցել են գլիկոլիտիկ ռեակցիաների ակտիվության բարձրացում և կաթնաթթվի արտադրության աճ տարբեր հյուսվածքներում: Միաժամանակ, ածխաթթու գազի կոնցենտրացիայի նվազումը կարող է հանգեցնել ոչ ցանկալի էֆեկտների, հատկապես եթե դա վերաբերվում է արյան թթվահիմնային հավասարակշռության պահպանմանը և արյան մեջ թթվածնի և ածխաթթու գազի տեղափոխության համակցված կարգավորման պրոցեսներին: Հարկ է նշել նաև այն փաստը, որ ջրային միջավայրում գազային փուլը կարևոր դեր է կատարում կենսաբանական մակրոմոլեկուլների կառուցվածքային կազմավորման և ֆունկցիայի մեջ:

Հիդրոֆոբ-հիդրոֆիլ հավասարակշռության ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄԴ ազդեցությամբ հրահրված փոփոխությունները ազդում են ֆոսֆոլիպիդների և բնական ծագման այլ միա-

ցությունների մակերևութային ակտիվ հատկությունների վրա: Այսպիսի փոփոխությունները, ըստ էության, հրահրում են թաղանթների թափանցելիության և դրանց հիդրոֆիլության ու հիդրոֆոբության փոփոխություններ: Մյուս կողմից ֆիզիկաքիմիական հատկությունների նման փոփոխությունների դեպքում կարելի է սպասել Ca^{2+} -անկախ ցիտոպլազմային գրանուլների պարունակության ինքնաբուխ արտազատման խթանում շնորհիվ պլազմատիկ թաղանթի հետ դրանց միաձուլման: Ընդ որում, Ca^{2+} իոնների համար թաղանթի թափանցելիության աճը և դրանց անցումը ազատ վիճակի լրացուցիչ կիսթանի սեկրեցիայի կարգավորման Ca^{2+} -կախյալ ուղիները: ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄԴ ազդեցության համակցված մեխանիզմը (Ca^{2+} իոններից անկախ և կախյալ), ըստ էության, գերիշխող է արտազատիչ բջիջներում, որոնք անջատում են կենսաբանորեն ակտիվ տարբեր միացություններ և մասնակցում են օրգանիզմային մակարդակով ընդհանրական պատասխանի ձևավորմանը: Մարդու և կենդանիների օրգանիզմում այս բջիջների համախումբը դիտվում է որպես դիֆուզիոն տեղաբաշխված բջջային տարրերի առանձին ֆունկցիոնալ համակարգ՝ APUD-համակարգ (Amine Precursor Uptake and Decarboxilation): Այս համակարգն իրենից ներկայացնում է դիֆուզ նեյրոհիմունենդոկրինային համակարգ: Այն կարևոր դեր է կատարում տեղամասային (հյուսվածքային) և օրգանիզմային մակարդակներով ԷՄԴ ազդեցության մեխանիզմներում:

4.2.3. APUD-համակարգի բջիջները որպես ԷՄԴ սենսորներ

ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄԴ ազդեցության ներքո բջջում հրահրված տարբեր պրոցեսների փոփոխությունների համալիրը և դրանց փոխազդումը հանգեցնում են բջիջների ընդհանրական ռեակցիային, որը կախված է ինչպես բջիջների ֆունկցիոնալ մասնագիտացումից, այնպես էլ դրանց ֆունկցիոնալ վիճակից (հանգստի վիճակ, ակտիվ վիճակ կամ սթրես), և որոշում է, թե տեղի կունենա արդյոք բջջի ֆունկցիոնալ ակտիվացում, կամ նրա ակտիվության ճնշում՝ բջջային ոչ սպեցիֆիկ ադապտացիոն ռեակցիաների կոմպլեքսի ակտիվացման հետ միաժամանակ:

Բջջային ռեակցիաների ընդհանրական սպեցիֆիկան ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄԴ ազդեցությանը կախված է բջիջների կառուցվածքա-ֆունկցիոնալ մասնագիտացումից: Կարելի է տարանջատել օրգանիզմի մի շարք բջջային տարրեր, որոնք ԷՄԴ ներգործության նկատմամբ ցուցաբերում են ավելի բարձր զգայունություն և ռեակտիվություն: Դրանք գրեթե բոլորը դասվում են APUD-համակարգի բջիջների խմբին:

Ինչպես հայտնի է, APUD-համակարգը նյարդային և էնդոկրինային համակարգերի հետ միասին իրենից ներկայացնում է օրգանիզմի կարգավորման հատուկ միասնական համակարգ, որը կազմված է հատուկ բջիջներից՝ ապուոդոցիտներից, որոնք հյուսվածքներում ամենուր են տեղա-

դրված և օժտված են սպեցիֆիկ ուլտրակառուցվածքային և բջջաքիմիական հատկություններով: Ապուդոցիտների ուլտրակառուցվածքի առաձևահատկությունը բջջաթաղանթի հետ կապված ցիտոպլազմային միկրոգրանուլների առկայությունն է, որոնք հագեցած են կենսասակտիվ նյութերով: Այս բջիջների բջջաքիմիական սպեցիֆիկ կայանում է մոնոամինների՝ 5-հիդրօքսիտրիպտոֆանի և L-դիհիդրօքսիֆենիլալանինի կլանման և ճեղքման ունակության մեջ, ավելի ստույգ՝ L-դոֆադեկարբօքսիլազի և այլ ֆերմենտների օգնությամբ սինթեզվում են կենսածին ամիններ և պեպտիդային հորմոններ: Հենց այս բջջաքիմիական հատկություններն են արտացոլված APUD-հապավման մեջ (amine precursor uptake and decarboxylation):

APUD-համակարգը միացնում է նյարդային, էնդոկրին և իմուն համակարգերը միասնական համալիրում՝ իրար կրկնօրինակող և մասնակիորեն փոխադարձաբար փոխարինելի կառույցներով և ֆունկցիաներով: Նրա ֆիզիոլոգիական դերը կայանում է բոլոր մակարդակների վրա՝ ենթաբջջայինից մինչև համակարգային, փաստացիորեն բոլոր կենսաբանական պրոցեսների կարգավորման մեջ: APUD-համակարգը կազմում են շուրջ 60 տիպի բջիջներ, որոնք հայտնաբերվում են ԿՆՀ-ում (հիպոթալամուս, ուղեղիկ), ներզատական գեղձերում (հիպոֆիզ, էպիֆիզ, վահանաձև գեղձ, ենթաստամոքսային գեղձի կղզյակներ, մակերիկամներ, ձվարաններ), ուրցագեղձում և ավշային հանգույցներում, ստամոքսա-աղիքային ուղում, թոքերում, երիկամներում:

րում և միգրոլիներում, պարագանգլիումներում, ընկերքում և շարակցական հյուսվածքում: APUD-համակարգի բջիջներին են դասվում ճարպային բջիջները, թիրոցիտները, ստամոքսա-աղիքային ուղու էնդոկրին բջիջները, մակերիկամների քրոմաֆինային բջիջները, հիպոթալամուսի նյարդաներգատիչ բջիջները, էպիֆիզի պինեալոցիտները, հարվահանաձև գեղձերի պարաթիրոցիտները, լեյկոցիտային գրանուլոցիտները, ինչպես նաև ադենոհիպոֆիզի, ընկերքի, ենթաստամոքսային գեղձի, շնչառական ուղիների, երիկամների, մաշկի և այլ օրգանների ու հյուսվածքների էնդոկրինոցիտները: Այս բջիջների առանձնահատկություններից մեկը նրանց տեղադրվածությունն է արյունատար անոթների շուրջը, էպիթելային և շարակցական հյուսվածքների կազմում գտնվող բջիջների միջև: Ապոլոցիտները սինթեզում են միջնորդների և հյուսվածքային հորմոնների լայն սպեկտր (հիստամին, սերոտոնին, մելատոնին, ադրենալին, նորադրենալին, դիօքսիֆենիլամին), այդ թվում պեպտիդային տիպի (սոմատոտրոպ հորմոն, ցիտոկիններ, ադրենոկորտիկոտրոպ հորմոն, ալկոհոլդեհիդրոգենազ, էնդորֆիններ, էնկեֆալիններ, ուռուցքի նեկրոզի գործոն և այլն) և ստերոիդային (տեստոստերոն, պրոգեստերոն, էստրոգեններ) բնույթի: Նորմալում ապոլոցիտների կողմից այդ միացությունների արտազատումն իրականանում է արտաքին խթանիչների ազդեցության ներքո:

Հետազոտությունները ցույց են տվել ճարպային բջիջների բարձր զգայունությունը ԷՄԴ ներգործության նկատ-

մամբ ինչպես *in vivo*, այնպես էլ *in vitro* պայմաններում: Մինևույն ժամանակ, կան տվյալներ ԷՄԴ-հրահրված պի-նեալոցիտների, մակերիկամների ուղեղանյութի բջիջների, գրանուլային լեյկոցիտների, հիպոթալամուսի բջիջների, հիպոֆիզի և վահանաձև գեղձի բջիջների ֆունկցիոնալ ակտիվության փոփոխության մասին:

Այսպիսով, ամբողջական օրգանիզմի վրա ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄԴ ազդեցության դեպքում յուրաքանչյուր հյուսվածք և օրգան արձագանքում է՝ կախված նրանում տեղակայված APUD-համակարգի բջիջների տիպից և բջջային տարրերի տեղաբաշխման բնույթից: Այսպես, շարակցական հյուսվածքում միջբջջային տարածության մեջ, ինչպես նաև *in vitro* պայմաններում աճում է ճարպային բջիջների ակտիվությունը: Ճարպային բջիջների կողմից արտազատվող միացությունները, որոնք ունեն կենսաբանական ակտիվության լայն սպեկտր, սկիզբ են դնում կասկադային մեխանիզմով ռեակցիաներին, որը հանգեցնում է հյուսվածքներում ջրա-աղային, էներգետիկ, տրոֆիկ և գազատեղափոխման հավասարակշռության խախտմանը: Իրադարձությունների այսպիսի զարգացումը պետք է հանգեցնի առաջին հերթին սիրտ-անոթային և կենտրոնական նյարդային համակարգերի վրա ֆունկցիոնալ ծանրաբեռնվածության աճին: Հավանական է, որ հենց այդ պատճառով տիեզերական եղանակի փոփոխությամբ հրահրված գեոմագնիսական գրգռումների և փոթորիկների ժամանակ, ինչպես նաև էլեկտրամագնիսական առկայծումներով ուղեկցվող մթնո-

լորտային դինամիկայի արագ փոփոխությունների ժամանակահատվածում, մեծանում են հիպերտոնիկ կրիզների, կաթվածների, սրտի աշխատանքի խանգարումների զարգացման ռիսկերը: ԿՆՀ-ում հյուսվածքային հոմեոստազի այդ փոփոխությունների զարգացումը՝ ի պատասխան էլեկտրամագնիսական ֆոնի փոփոխությանը, հանգեցնում է ուշադրության նվազմանը, և որպես հետևանք, ավիացիոն և ճանապարհային պատահարների ռիսկի մեծացմանը:

Իմունային համակարգում ԷՄԴ ներգործությունը հանգեցնում է պոլիմորֆակորիզային լեյկոցիտների ուղղակի ակտիվացմանը, ինչը ի վերջո արտահայտվում է ոչ սպեցիֆիկ ռեզիստենտության ցուցանիշների վրա: ԷՄԴ-հրահրված մակերիկամների ուղեղանյութի բջիջների ակտիվացումը հանգեցնում է արյան մեջ կատեխոլամինների մակարդակի բարձրացմանը: Ստամոքսա-աղիքային ուղու ապուղոցիտների մագնիսազգայունությունը գործնականում ուսումնասիրված չէ, սակայն տրամաբանական է ենթադրել, որ այս բջիջները նմանատիպ ռեակցիայով են պատասխանում ԷՄԴ ազդեցությանը:

Այսպիսով, տարբեր օրգաններում և հյուսվածքներում ԷՄԴ-հրահրված ֆունկցիոնալ փոփոխությունները ԿՆՀ-ի համար ազդանշան են հոմեոստազի փոփոխության մասին, որին ի պատասխան, օրգանիզմում ակտիվանում է հիպոթալամուսա-հիպոֆիզա-մակերիկամային համակարգը, և փեղեկվում է ոչ սպեցիֆիկ ադապտացիոն ռեակցիաների բարդ համալիր, որն ուղղված է ֆունկցիոնալ համակարգե-

րի մի մասի ֆունկցիոնալ ակտիվության սահմանափակմանը կամ ձևափոխությանը և մյուսների ակտիվության բարձրացմանը: Այդ պատճառով գրեթե չկան լուրջ հիմքեր՝ օրգանիզմի մակարդակով ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄԴ ազդեցությանը ի պատասխան սպեցիֆիկ ռեակցիաներ սպասելու համար: Զարգացող ոչ սպեցիֆիկ ադապտացիոն փոփոխությունների բնույթը կախված է ինչպես ԷՄԴ պարամետրերից (հաճախություն, լայնույթ և էքսպոզիցիա), այնպես էլ մարդու և կենդանիների օրգանիզմի սկզբնական ֆիզիոլոգիական վիճակից և անհատական-տեսակային առանձնահատկություններից: Կարճաժամկետ և կարճ պարբերությամբ ԷՄԴ ազդեցությունը օրգանիզմի մակարդակով հրահրում է “ակտիվացման” և “վարժեցման” ոչ սպեցիֆիկ ադապտացիոն ռեակցիաներ, իսկ այդ գործոնի ուժեղ և երկարատև ազդեցությունը ուրիշ ներգործությունների հետ համակցված հանգեցնում է սթրես-ռեակցիա տիպի ֆունկցիոնալ փոփոխությունների զարգացմանը՝ ըստ Սելիեյի:

Վերը շարադրվածը վկայում է այն մասին, որ օրգանիզմում գոյություն ունի բջջային նյութափոխանակության կարգավորման միասնական ֆիզիկաքիմիական համակարգ և թաղանթների կառուցվածքա-ֆունկցիոնալ ցուցանիշների փոփոխությունների նմանություն: Ենթադրվում է, որ ցածր ինտենսիվությամբ էլեկտրամագնիսական ճառագայթման էֆեկտների մեծամասնությունը ոչ ուղղակիորեն է հրահրվում ճառագայթահարմամբ, այլ միջնորդված է կարգավորման տվյալ համակարգով, այդ թվում նաև օրգանիզ-

մի իմունային և հակաօքսիդանտային կարգավիճակի փոփոխությամբ, որը կապված է “կենսամիջավայրի ջրային բաղադրիչ-ռեզոնանսային ԷՄԴ” համակարգի մեջ միավորված բջջային կառույցների ցածր ինտենսիվությամբ ԷՄԴ կողմից ակուստիկա-էլեկտրական ինքնատատանումների ինիցիացիայով: Ըստ որոշ տվյալների, բջիջների թաղանթներում կարող են առաջանալ ակուստիկա-էլեկտրական ալիքներ, որոնք որոշիչ ազդեցություն են ունենում բջջի մետաբոլիկ պրոցեսների վրա:

Հիմնվելով փորձարարական տվյալների վրա ենթադրվել է, որ կենդանի համակարգերում, շնորհիվ էներգիայի մետաբոլիզմի, կարող են առաջանալ գրգռված կոհերենտ վիճակներ, ընդ որում, քառսային ջերմային տատանումների էներգիան կարող է փոխակերպվել կոհերենտ տատանումների էներգիայի: Համեմատելով թաղանթի հաստությունը ակուստիկ ալիքների հետ, ենթադրվել է, որ ճառագայթման ազդեցությունը կարող է թաղանթի տարբեր հաստվածներում ակուստիկ տատանումների գրգռման պատճառ դառնալ, որը կարող է բևեռացնել թաղանթները, և դրա արդյունքում ի հայտ են գալիս էլեկտրական տատանումներ: Բազմաթիվ կենսաբանական համակարգեր ունեն բևեռային (դիպոլային) տատանումների սպեկտր 10^{11} - 10^{12} Հց միջակայքում: Ըստ Ֆրեյլիխի, այս տատանումները կապված են ջերմային տատանումների հետ բևեռացված ալիքների ուժեղ փոխազդեցությամբ: Այս տեղային գրգռված դիպոլային տատանումների համար էներգիայի աղբյուր են

հանդիսանում ջերմային ֆլուկտուացիաները և տարբեր մետաբոլիկ պրոցեսները: Հեռահար կուլոնյան փոխազդեցությունների շնորհիվ այդ էներգիան փոխանցվում է այլ դիպոլներին: Բևեռային տատանումների փոխազդեցության ոչ գծային էֆեկտների և առաձգական տատանումների հետ այդ տատանումների ոչ գծային կապի շնորհիվ համակարգը կարող է անցնել մետակայուն վիճակի, որում էներգիան ձևափոխվում է միայն մեկ տեսակի տատանումների էներգիայի: Համակարգի վրա ԷՄԴ տատանումների արտաքին ներգործության դեպքում մետակայուն վիճակը կարող է անցնել հիմնական վիճակի, որը համապատասխանում է դիպոլային տատանումների ուժեղ գրգռմանը: Առաջանում է այսպես կոչված “գիզանտ դիպոլ”, որը կենսաբանական օբյեկտի անսովոր կոհերենտ վիճակի մասնավոր դեպք է և բնութագրվում է դիպոլային մոմենտների վեկտորների համաձայնեցված ուղղությամբ: Ենթադրվում է, որ նման տատանումները ներառում են կենսաբանական թաղանթների կամ կենսամակրոմոլեկուլների (սպիտակուց, ԴՆԹ և այլն) հատվածներ: Այսպիսի վիճակը մեկ քվանտային է և հիշեցնում է Բոզե-գազի ցածր ջերմաստիճանային կոնդենսացիան: Ընդ որում, էներգիան վերաբաշխվում է ազատության տարբեր աստիճանների միջև և փոխհատուցվում է տատանումների ցածր հաճախային տեսակներով:

4.2.4. ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄԴ ազդեցությունը թթվածնի ակտիվ ձևերի առաջացման վրա

Գրական տվյալների համաձայն գոյություն ունի կենսաբանական պրոցեսների վրա ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄԴ ազդեցության միայն մեկ ուղի, որը միջնորդված է ջրի կառուցվածքային վերադասավորումներով: Դա կապված է այն փաստի հետ, որ նշված կառուցվածքային վերադասավորումները կլաստերների փոխազդեցության տեղամասերում ուղեկցվում են ջրի մոլեկուլում կովալենտ կապերի քանդամմա և ջրածնի ատոմների ու OH^\bullet ռադիկալների առաջացմամբ: Ենթադրվում է, որ ազատ ռադիկալների վերահամակցման վրա ցածր ինտենսիվությամբ ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄԴ անմիջական ազդեցության հավանականությունը ծայրահեղ ցածր է, այդ պատճառով տվյալ գործոնի կենսաբանական էֆեկտները հիմնականում որոշված կլինեն ազատ ռադիկալների առաջացման արագության փոփոխություններով: Սակայն վերջին տարիների հետազոտությունները ցույց են տվել, որ ռադիկալային գույգերի վերահամակցման վրա ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄԴ-երը սկզբունքորեն հնարավոր է, որ ազդեն:

Ջրում ազատ ռադիկալների արտադրության և դրանց վերահամակցման մոդուլյացիան ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄԴ ազդեցության ժամանակ պետք է հրահրի կենսաբանական մոլեկուլների գերօքսիդային օքսիդացման ակտիվության և, հետևաբար, հակա- և պրոօքսիդանտային ակտիվության փոփոխություն բջջում: Միանգամայն հնարավոր է, որ փորձում

դիտվող թիուդիսուլֆիդային փոխանակության և լիպիդների գերօքսիդային օքսիդացման պրոցեսների փոփոխությունները որոշակիորեն կապված են ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄԴ ազդեցության նշված մեխանիզմի հետ: Ջրային լուծույթներում սպիտակուցների հիդրոլիզի արագացման հրահրման մասին փորձարարական տվյալները կարող են բացատրվել ԷՄԴ-հրահրմամբ ջրում ազատ ռադիկալների արտադրության աճով: Դրա հետ մեկտեղ ԴՆԹ-ում կտրվածքների քանակի աճը բջիջների վրա ԾԲՀ և ԾՅՀ ԷՄԴ ազդեցության դեպքում նույնպես կարող է բացատրվել ազատ ռադիկալային պրոցեսների ակտիվացմամբ:

4.3. ՄԻԼԻՄԵՏՐԱՅԻՆ ՏԻՐՈՒՅԹԻ ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՄԱՆ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ԷՖԵԿՏՆԵՐԸ

Կենսոլորտի էլեկտրամագնիսական աղտոտման պայմաններում գոյություն ունի էլեկտրամագնիսական տատանումների հաճախությունների և հզորությունների հատուկ տիրույթ, որում էլեկտրամագնիսական ալիքները “օգտագործվում” են բնության կողմից որպես խորքային հիմունքներ՝ մոլեկուլային-բջջային մակարդակով կենսագործունեության պրոցեսների կարգավորման համար: Այդպիսի “հատուկ” էլեկտրամագնիսական ալիքներ են միլիմետրային տիրույթի հզորության ցածր շեմային մակարդակով

ալիքները: Միլիմետրային ալիքների առանձնահատկությունը կայանում է նրանում, որ նրանց ակտիվ կենսաբանական ներգործությունը կենդանի օրգանիզմների վրա ի հայտ է գալիս հզորության ծայրահեղ ցածր, ոչ ջերմային մակարդակի վրա: Ընդ որում, դիտվում են ոչ սովորական օրինաչափություններ, այն է՝ տատանումների հաճախությունների փոփոխության դեպքում ռեզոնանսային էֆեկտներ հիշեցնող ֆիզիոլոգիական արձագանքի սուր մաքսիմումների գոյություն:

Մի շարք հետազոտություններում ցույց է տրվել, որ ջուր պարունակող միջավայրերի վրա ռեզոնանսային հաճախությունների միլիմետրային ալիքների ներգործության դեպքում մոլեկուլային միջավայրում զրգովում է ռեզոնանսա-ալիքային վիճակ: Ընդհանուր ֆիզիկական պատկերացումներից հետևում է, որ միջավայրի ռեզոնանսային վիճակը առաջանում է այն ժամանակ, երբ արտաքին փոխազդեցության հաճախությունը համընկնում է նրա սեփական մոլեկուլա-ալիքային պրոցեսների հաճախությունների հետ: Ջրային միջավայրերի հետ (ինչպիսին են կենսաբանական միջավայրերը) ԾԲՀ ալիքների ռեզոնանսային փոխազդեցության մեխանիզմը հասկանալու համար, ջրի մոլեկուլային կառուցվածքը դինամիկ պայմաններում դիտարկվում է որպես կապված նույնական օսցիլյատորների համախումբ: Ջրային միջավայրերի նկատմամբ օսցիլյատորներ են հանդիսանում փոխազդող հեքսագոնալ ֆրագմենտները, որոնք ջրածնական կապերի մասնակցությամբ առաջաց-

նում են սեփական տատանումներով ընդհանուր տատանողական համակարգ: Այսպիսի օսցիլյատորների համակարգը ալիքների տարածման ուղղությամբ կարելի է ներկայացնել որպես միաչափ շղթաների համախումբ: Անուղղակիորեն այդ մասին է վկայում, օրինակ, ազդանշանի ընդունումը ջրի մեջ ալեհավաք մտցնելու դեպքում, չնայած չկային որոշակի տվյալներ՝ ռեզոնանսային վիճակում մոլեկուլային ռեզոնանսային ալիքների երկարությունների ուղղակի չափումների վերաբերյալ: Սակայն այս խնդիրը լուծվել է կանգուն ալիքների մեթոդի կիրառմամբ: Եթե ռեզոնանսային հաճախությամբ ընկնող միլիմետրային ալիքները ծավալում գրգռում են մոլեկուլային ալիքներ, ապա ջրի շերտի հաստության փոփոխության դեպքում նրանում պետք է ի հայտ գան կանգուն ալիքներ որոշակի մակարդակների վրա: Փնջում դիսիպացիան մեծանում է և, համապատասխանաբար, ի հայտ են գալիս ռադիոմետրի կողմից ընդունվող ազդանշանի ինտերֆերենցիոն մաքսիմումներ, որոնք միլիմետրային ալիքների ռեզոնանսային երկարության կեսին հավասար պարբերականություն ունեն:

Ընկնող էլեկտրամագնիսական ալիքը փոխակերպվում է շարժման նոր ձևի՝ մոլեկուլային կառուցվածքների տատանման, այնպես որ գրգռված ալիքային շարժումը տարածվում է արդեն ջրածնական կապերով, որոնք կարող են բաց թողնել միայն հզորության ցածր մակարդակները: Մոլեկուլային ալիքներով տեղափոխվող լրացուցիչ հզորությունը համեմատական է ռադիոջերմային ֆոնին, իսկ այն

մեծացնելու դեպքում համակարգը դուրս է գալիս ռեզոնանսային վիճակից և ընկնող միլիմետրային ալիքներն ամբողջությամբ կլանվում են ջրային միջավայրի մակերեսին: Հետևաբար, ռեզոնանսա-ալիքային ԾԲՀ-ԳԲՀ ռադիոսպեկտրոսկոպիան սկզբունքորեն տարբերվում է հայտնի մեթոդներից. դրա հիմքում ընկած է ՄՄ ԷՄԱ-ի հետ ֆիզիկական և կենսաբանական միջավայրերի ռեզոնանսային փոխազդեցության երևույթը, որը կապված չէ ռեզոնանսային-քվանտային կլանման հետ:

Միլիմետրային ալիքների օգնությամբ կարելի է հայտնաբերել նաև կենսաբանական միջավայրերում թույլ արտահայտված պրոցեսները, օրինակ, լիմֆոցիտների բջիջների ձևի փոփոխությունը կամ թաղանթների թափանցելիությունը: Փորձերը ցույց են տալիս, որ թարմ կոնդենսացված և տաքացրած ջրի ռեզոնանսային պիկերի լայնույթը էականորեն գերազանցում է երկար պահված ջրի դեպքում ստացվող մեծությանը, իսկ ջրի սառեցումն ու բյուրեղացումը հանգեցնում են պիկերի լայնույթի էական նվազմանը: Այս էֆեկտի ֆիզիկական բացատրությունը կարելի է տալ հետևյալ ձևով: Ակնհայտ է, որ սառույցը և սառեցված ջուրը ավելի կառուցվածքավորված են թարմ կոնդենսացված և տաքացված ջրի համեմատ: Դա կապված է այն փաստի հետ, որ թարմ կոնդենսացված ջուրը գտնվում է չկարգավորված կառուցվածքային վիճակում, քանի դեռ կլաստերները չեն ձևավորվել: 1 օր պահելուց հետո ավարտվում է կլաստերագոյացման բնական պրոցեսը: Ջրի տաքացմանը

գուզընթաց տեղի է ունենում նրա մասնակի ապակառուցում, այսինքն կլաստերների չափերի փոքրացում և միջկլաստերային սահմանների ընդհանուր մակերեսի ավելացում, որոնց վրա տեղի է ունենում ալիքների դիսիպացիան: Քանի որ ռեզոնանսային պիկերի լայնույթը որոշվում է միլիմետրային ալիքների էներգիայի դիսիպացիայի ինտենսիվությամբ, որը տեղի է ունենում միջավայրի կառուցվածքային անհամասեություններում, ապա պիկերի լայնույթի նվազումը վկայում է միջավայրի կառուցվածքավորման մասին: Այսպես, ինչքան բարձր է ռեզոնանսային պիկի լայնույթը, այնքան ավելի ապակառուցված է միջավայրը, իսկ միջավայրի կառուցվածքավորումը ուղեկցվում է ռեզոնանսային պիկերի լայնույթի նվազմամբ:

Ընդհանրացնելով վերը նշվածը, կարելի է նշել, որ ռեզոնանսային պիկերի մեծությունը որոշվում է երկու գործոններով՝ մոլեկուլային ջրային միջավայրի կառուցվածքային կարգով և ջրային մոլեկուլների օսցիլյացիաների ինտենսիվության կամ դրանց գրգռման մակարդակով, որը կախված է ջերմաստիճանից:

Ca^{2+} իոնները մասնակցում են բջջի կենսագործունեության բազմաթիվ պրոցեսներին, այդ թվում բջջիջների դիֆերենցման և պրոլիֆերացիայի պրոցեսներին, բջջի ծավալի և ապոպտոզի միջոցով բջջի մահվան կարգավորմանը՝ ներգործելով որպես ունիվերսալ երկրորդային մեսենջեր: Վերջին ժամանակներս մեծ ուշադրություն է դարձվում Ca^{2+} կախյալ K^{+} -ական անցուղիների ուսումնասիրությանը: Բացա-

հայտնված է, որ բջջի ցիտոպլազմային թաղանթի ներսի կողմում գտնվում են հատուկ Ca^{2+} իոններով ակտիվացվող տեղամասեր, որոնց ակտիվացումը հանգեցնում է բջջից K^+ իոնների ելքին՝ Ca^{2+} -կախյալ K^+ -ական անցուղիների միջոցով: Այս անցուղիները տարածված են և գրգռվող, և չգրգռվող հյուսվածքների թաղանթներում, սակայն ավելի լավ արտահայտված են արյունաստեղծ համակարգի բջիջներում և աղերի ու հեղուկի տեղափոխությանը մասնակցող օրգաններում, օրինակ, աղիներում, թոքերում և թքագեղձերում: Այս անցուղիները առկա են նաև էրիթրոցիտներում:

Կոհերենտ և ոչ կոհերենտ բնույթի էլեկտրամագնիսական ալիքներով ներգործությունից հետո կենդանիների էրիթրոցիտների թաղանթների կազմի մեջ մտնող առանձին ֆոսֆոլիպիդային ֆրակցիաների որակական և քանակական պարունակության համալիր ուսումնասիրության արդյունքում բացահայտվել են էական փոփոխություններ ֆոսֆոլիպիդների ողջ կազմի սպեկտրում: Այսպես, հայտնաբերվել է էրիթրոցիտային թաղանթների հիմնական ֆոսֆոլիպիդային ֆրակցիաների՝ ֆոսֆատիդիլսոլինի և ֆոսֆատիդիլլեթանոլամինի, ինչպես նաև ֆոսֆատիդային թթվի պարունակության նվազում: Բացի այդ, տեղի է ունենում լիզոֆոսֆոլիպիդների մակարդակի աճ, ինչը վկայում է թաղանթային լիպիդների փաթեթավորման փոփոխության մասին: Այս շեղումները հիմնականում հայտնաբերվում են ճառագայթահարումից հետո վաղ ժամկետներում, իսկ հետագայում դրանք միտում ունենին վերականգնվելու:

Կոհերենտ և ոչ կոհերենտ բնույթի ցածր ինտենսիվությամբ, միլիմետրային տիրույթի էլեկտրամագնիսական ալիքներով ճառագայթահարման ենթարկված կենդանիների էրիթրոցիտների թաղանթներում հայտնաբերվում է լիպիդների գերօքսիդային օքսիդացման պրոցեսների ինտենսիվության աճ: Ցույց է տրվել, որ միլիմետրային ալիքների ազդեցության արդյունքում վաղ ժամկետներում կենդանիների օրգանիզմի էնդոգեն հակաօքսիդանտային պաշտպանության համակարգի վառ արտահայտված ակտիվացումից հետո տեղի է ունենում օրգանիզմի ներքին պաշտպանողական ռեսուրսների ծախսում՝ արյան պլազմայի ջրալույծ ցածրամոլեկուլային հակաօքսիդանտների ակտիվության նվազման հաշվին: Հետագայում, ավելի ուշ ժամկետներում տեղի է ունենում օրգանիզմի հակաօքսիդանտային կարգավիճակի աստիճանական վերականգնում, թեև մինչև 45 օր չի գրանցվում ճառագայթահարված կենդանիների արյան պլազմայի վերջնականորեն վերականգնված հակաօքսիդանտային ակտիվության մակարդակ:

Իմունային համակարգը, որը օրգանիզմի գլխավոր պաշտպանական համակարգն է, իրենից ներկայացնում է օրգանիզմում տեղի ունեցող կառուցվածքային-ֆունկցիոնալ փոփոխությունների, դրանց սպեցիֆիկայի և ուղղվածության շատ զգայուն ինդիկատոր: Օրգանիզմի իմունային համակարգի վիճակի մասին ինֆորմատիվ ցուցանիշներից մեկն են իմունային կոմպլեքսները (ԻԿ): ԻԿ առաջացումը օրգանիզմի նորմալ ֆիզիոլոգիական ռեակցիան է, որը

օտարածին հակազենի նկատմամբ իմունային պատասխանի ձևավորման փուլերից մեկն է: Նորմալում այս կոմպլեքսները արագորեն կապվում են կոմպլեմենտի համակարգի բաղադրիչների հետ և օրգանիզմից դուրս են գալիս ֆագոցիտար համակարգի բջիջների օգնությամբ: Սակայն ախտաբանական պայմաններում ԻԿ-ը երկար ժամանակ շրջանառում են արյունատար անոթներով, կարող են կուտակվել տարբեր օրգաններում և հյուսվածքներում, սկիզբ տալ իմունային տեղային ռեակցիաների, և այնուհետև հրահրել հյուսվածքներում բորբոքային պրոցեսների և ախտաբանական վնասվածքների զարգացմանը: Օրգանիզմում շրջանառող ԻԿ-ի կուտակումը կարող է արտացոլել ինչպես իմունային համակարգի հիպո-, այնպես էլ հիպերակտիվությունը: Շրջանառող ԻԿ-ով միջնորդված ռեակցիաների բնույթը կախված է ոչ միայն դրանցում հակամարմինների և հակաձինների բացարձակ պարունակությունից, այլև վերջիններիս փոխադարձ հարաբերությունից: Համեմատաբար խոշոր շրջանառող ԻԿ-ները առաջանում են հակաձինների և հակամարմինների էկվիմոլային հարաբերության դեպքում, իսկ փոքրերը՝ այդ երկու բաղադրիչներից մեկի ավելցուկի դեպքում: Փոքր շրջանառող ԻԿ-ները, որոնք պարունակում են հակաձինների և հակամարմինների ավելցուկ, ունեն կամ անբավարար քանակությամբ կոմպլեմենտ կապող տեղամասեր (հակաձինների ավելցուկի դեպքում), կամ նրանցում ոչ բոլոր կոմպլեմենտ կապող տեղամասերն են շրջափակված կոմպլեմենտի բաղադրիչներով (հակա-

մարմինների ավելցուկի դեպքում): Այս կոմպլեքսները պաթոգեն են, քանի որ հակված են ավելի երկար շրջանառության: Օրգանիզմի մի շարք ախտաբանական վիճակներում ԻԿ-ի պոպուլյացիայում աճում է այլ ֆիզիկաքիմիական հատկություններով ատիպիկ կոմպլեքսների պարունակությունը, դրանք կրիոզլոբուլիններն (ԿԳ) են: ԿԳ-երը իմունոզլոբուլինների նկատմամբ ինքնահակամարմիններ պարունակող ԻԿ են: Այլ խոսքերով, այդ կոմպլեքսներում հակածինները ներկայացված են իմունոզլոբուլինների ձևով: ԿԳ-ի բնութագրական առանձնահատկությունը դրանց նստեցումն է 37°C-ից ցածր ջերմաստիճաններում: Արյան մեջ ԿԳ-ի բարձր կոնցենտրացիաները վկայում են օրգանիզմում աուտոիմունային պրոցեսների զարգացման մասին: Ցույց է տրվել, որ ցածր ինտենսիվությամբ կոհերենտ, միլիմետրային տիրույթի էլեկտրամագնիսական ալիքներով բազմակի ճառագայթահարված առնետների մոտ այս գործոնի ազդեցության դեպքում 5-րդ օրը օրգանիզմում զարգանում են ապակառուցողական պրոցեսներ, որոնք հանգեցնում են օրգանիզմի իմունային պատասխանի ձևավորմանը և աուտոիմունային ռեակցիաներին, ինչն էլ ի հայտ է գալիս շրջանառող իմունային կոմպլեքսների և կրիոզլոբուլինների կոնցենտրացիաների բարձր մակարդակի վրա: Բացի այդ, ցույց է տրվել նաև, որ հիպերակտիվ իմունային համակարգին հաջորդում է հիպոակտիվացումը: Դրա մասին վկայում է ճառագայթահարումից հետո 10-րդ օրը ճառագայթահարված կենդանիների մոտ կրիոզլոբու-

լինների կոնցենտրացիայի կտրուկ նվազումը, ինչպես նաև ճառագայթահարված կենդանիների արյան մեջ բոլոր 3 տիպի շրջանառող իմունային կոմպլեքսների երկարատև (մինչև 30 օր) շրջանառությունը:

4.4. ՌԱԴԻՈՀԱՃԱԽԱՅԻՆ ՏԻՐՈՒՅԹԻ ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄՆԵՐԻ ԿԵՆՍԱԲԱՆԱԿԱՆ ԷՖԵԿՏՆԵՐԸ

Մարդու օրգանիզմի համար ավելի վնասակար է սանտիմետրային տիրույթի բարձր հաճախային ճառագայթումը: Բջջային կապը գտնվում է այս տիրույթի սկզբնական հատվածում: Փորձարարական և համաճարակաբանական տվյալների համաձայն՝ կենսաբանական էֆեկտի արտահայտվածությունն ու բնույթը՝ այլ գործոնների նման, կախված են օրգանիզմի վրա ներգործության տևողությունից: Ցույց է տրվել, որ երեխաների օրգանիզմը ավելի զգայուն է ներգործության այս տեսակին, քան հասուն մարդունը: Ներկայումս ապացուցված է, որ ռադիոհաճախային տիրույթի էլեկտրամագնիսական ճառագայթումը օժտված է բջջային մակարդակում փոփոխությունները խթանելու ունակությամբ. այն է՝ բարձրացնել բջիջների պրոլիֆերացիայի արագությունը, փոխել ֆերմենտային ակտիվությունը, ազդել ԴՆԹ-ի վրա, կարող է հրահրել հիվանդ բջիջների և չարորակ նորագոյացությունների առաջացում: Հաստատված է,

որ առնետների վրա ԷՄՃ ներգործության դեպքում 2450 ՄՀց հաճախականությամբ (500մկՎտ/սմ², ամեն օր 7 ժամ, շաբաթական 5 օր, 30 օրվա ընթացքում) ճառագայթահարված օրգանիզմի իմունային համակարգում տեղի են ունենում փոփոխություններ, զարգանում են օքսիդատիվ ներբջջային սթրես-ռեակցիաներ: Հասուն և դեռահաս տարիքի առնետների վրա իրականացված հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ ռադիոհաճախային էլեկտրամագնիսական ալիքները 900 ՄՀց և 1800 ՄՀց հաճախություններով, որոնք համապատասխանում են բջջային ռադիոհեռախոսային կապի GSM-900 և GSM-1800 ստանդարտներին, օժտված են կենսաբանական ակտիվությամբ: Օրգանիզմի վրա մեկանգամյա երկարատև (2 ժամ/1 օր) և չափաբաժիններով կարճատև (0.5 ժամ/4 օր) ներգործության դեպքում այս ալիքները հանգեցնում են արյան պլազմայում և էրիթրոցիտներում լիպիդների գերօքսիդացման (LՊՕ) պրոցեսների ինտենսիվության էական փոփոխություններին, արյան հակաօքսիդանտային կարգավիճակում հավաստի փոփոխությունների առաջացմանը, էրիթրոցիտների թաղանթային հատկությունների խանգարմանը, որոնք գրանցվում են ճառագայթահարումից հետո ինչպես վաղ, այնպես էլ ուշ ժամկետներում:

ԳԼՈՒԽ 5
ՌԱԴԻՈՀԱՃԱԽԱՅԻՆ ԷՄԴ ՆՈՐՄԱՎՈՐՈՒՄԸ

5.1. ԲԱՐՁՐ ՀԱՃԱԽՈՒԹՅԱՆ ԴԱՇՏԵՐ
ԵՎ ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄՆԵՐ

5.1.1. Բջջային հեռախոսների պոտենցիալ վտանգը

Ռադիոյի հայտնագործությունից արդեն անցել է ավելի քան 100 տարի: Այսօր Երկրի ռադիոճառագայթումը իր հզորությամբ բազմաթիվ անգամներ ավելի ուժեղ է դարձել, քան Արեգակինը, սակայն այդ հզորության հիմնական մասնաբաժինը դեռևս ընկնում է համեմատաբար ցածր հաճախություններին, որոնց նկատմամբ մարդը ադապտացված է: Այդ պատճառով հզոր ռադիոկայանների և հզոր հեռուստակենտրոնների աշխատանքի հատկապես վնասակար զանգվածային հետևանքները նկատելի չեն, թեև դրանց հզորությունը կազմում է տասնյակ և նույնիսկ հարյուրավոր կՎտ: Ավելի վնասակար են սանտիմետրային տիրույթի բարձր հաճախային ճառագայթումները:

Բջջային կապը առայժմ գտնվում է այդ տիրույթի ամենասկզբում, սակայն աստիճանաբար առաջ է գնում (GSM

1800, 1900): Բջջային հեռախոսում ճառագայթման անմիջական աղբյուրը նրա ցցաձողային անտենան է: Ընդհանուր առմամբ ճառագայթման մնացած աղբյուրները (հաղորդիչը, ընդունիչի հետերողիները, հաճախության սինթեզատորը և այլն) այնքան փոքր հզորությամբ են, որ դրանք կարելի է անտեսել:

ԳԲՀ ճառագայթումը անմիջականորեն տաքացնում է օրգանիզմը (լրիվ նմանություն ԳԲՀ վառարանների հետ): Արյան հոսքը նվազեցնում է տաքացումը, սակայն, օրինակ՝ աչքի ակնաբյուրեղը չի ողողվում արյունով և էական տաքացման դեպքում քայքայվում է՝ մզանում է: Այս փոփոխությունները, որպես կանոն, անդարձելի են: Այս պրոցեսն ուղեկցվում է աչքերում սուր ցավով և գլխում աղմուկով: Մարդու ուղեղի վրա ճառագայթման ներգործությունը էականորեն փոքր է, քանի որ ուղեղը պատված է զանգատափով և ունի զարգացած արյունատար համակարգ: GSM 900/1800 ստանդարտի հեռախոսը ավելի վտանգավոր է, քան NMT 450 ստանդարտի հեռախոսը, քանի որ ճառագայթման հաճախությունը ավելի բարձր է, թեև NMT 450-ում օգտագործվում են մեծ հզորություններ:

Հեռախոսի կողմից արձակվող ԳԲՀ ճառագայթման հզորությունը մեծ չէ և այն չի կարող հրահրել ակնաբյուրեղի և ուղեղի տաքացում: Սակայն ի տարբերություն ԳԲՀ վառարանի, հեռախոսը ճառագայթում է բարդ մոդուլյացված ազդանշան, որը իրենում ինֆորմացիա է կրում: Կենսաինֆորմացիոն փոխազդեցությունները բավարար չափով ուսումնասիրված չեն:

Բջջային կապի ստանդարտները մշակված են արևմուտքում, որտեղ էլ պատրաստվում են դրանք: Համարվում է, որ այնտեղ սանիտարական նորմերը բավականին կոշտ են: ԳԲՀ ճառագայթման վնասակար ներգործության վերաբերյալ ուսումնասիրությունները շատ չեն, սակայն գոյություն ունի ստանդարտ, որի համաձայն այդ հզորությունը կազմում է մինչև 2 Վտ (կամ $2 \cdot 10^6$ մկՎտ): Ամենայն հավանականությամբ, 2Վտ-ը միջին հզորությունն է, իսկ իմպուլսային հզորությունը շատ ավելի բարձր է: Գլխի վրա ընկնում է ճառագայթվող հզորության մոտ 20%-ը կամ շուրջ 400 000 մկՎտ:

Այս բոլոր մոտավոր փաստարկները բերված են այն ենթադրության հիման վրա, որ հեռախոսում օգտագործվում է դասական ցցաձողային անտենա՝ մոտավորապես ալիքի 1/4 երկարության չափով: Ժամանակակից ապարատներում անտենաները շատ ավելի կարճ են: Ինչքան կարճ է անտենան, այնքան մեծ է նրա բարորակությունը, որը որոշում է պահեստավորված էներգիայի մեծությունը: Այդ պահեստավորված էներգիան գտնվում է մոտակա դաշտում, այսինքն անտենայի շրջակայքում և չի ճառագայթվում: Ուստի գլխի վրա ընկնում է և ճառագայթվող հզորությունը, և պահեստավորված (կամ ռեակտիվ) էներգիան: Գլխի կողմից պահեստավորված էներգիայի մի մասի կլանման հաշվին, գլխի գտնվելը կարճ անտենայի մոտ ինչ-որ չափով իջեցնում է վերջինիս բարորակությունը: Պաշտպանական միջոցներից կարելի է օգտագործել կամ անդրա-

դարձնող էկրան (մետաղալարային ցանց), կամ կլանող էկրան (դիմադրողունակ հաղորդիչներից պատրաստված ցանց, օրինակ, ածխաթթվով ներծծված թելեր), կամ դրանց համակցությունը:

5.2. ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԴԱՇՏԵՐԻՑ ԵՎ ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՒՄՆԵՐԻՑ ՊԱՇՏՊԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Էլեկտրամագնիսական դաշտերից և ճառագայթումներից պաշտպանությունը կարգավորվում է շրջակա բնական միջավայրի պահպանության մասին օրենքով, ինչպես նաև մի շարք այլ նորմատիվային փաստաթղթերով: Բնակչության պաշտպանության հիմնական միջոցը էլեկտրահաղորդման գծերի էլեկտրամագնիսական դաշտերի հնարավոր վնասակար ազդեցությունից պաշտպանիչ տարածքների ստեղծումն է 15-30մ լայնությամբ՝ կախված էլեկտրահաղորդման լարերի լարվածությունից: Այս եղանակը պահանջում է մեծ տարածքների օտարացում և տնտեսական գործունեության որոշ տեսակների համար դրանց կիրառության բացառում:

Էլեկտրամագնիսական դաշտերի լարվածության մակարդակը իջեցնում են տարբեր էկրանավորող սարքավորումների, կանաչապատման, էլեկտրահաղորդման լարերի երկրաչափական պարամետրերի ընտրության, լարերի հողակցման և այլ միջոցառումների օգնությամբ: Մշակման

փուլում են գտնվում կաբելային և ստորգետնյա միջադիրների բարձրավոլտ լարերով էլեկտրահաղորդման օղային լարերի փոխարինման նախագծերը:

Ռադիոհեռուստատեսային կապի միջոցների և ռադիոլուկատորների կողմից ստեղծվող ոչ իոնիզացնող էլեկտրամագնիսական ճառագայթումներից բնակչության պաշտպանության համար օգտագործվում է նաև հեռավորության միջոցով պաշտպանության եղանակը: Այդ նպատակով ստեղծվում են սանիտարական-պաշտպանական գոտիներ, որոնց չափերը պետք է ապահովեն բնակելի տարածքներում դաշտի լարվածության սահմանային թույլատրելի մակարդակը: Մեծ հզորության (100կՎտ-ից բարձր) կարճալիք ռադիոկայանները տեղադրվում են բնակելի տարածքի սահմաններից հեռու:

Էլեկտրամագնիսական դաշտերի և ճառագայթումների նորմավորման հայեցակարգը ենթադրում է.

- Էլեկտրամագնիսական դաշտերի և ճառագայթումների սահմանային թույլատրելի մակարդակի նորմատիվային արժեքների միասնական համակարգի մշակում;
- Բնական ռեսուրսների պահպանություն՝ բնական միջավայրի տարբեր բաղադրիչների վրա այդ դաշտերի ներգործությամբ պայմանավորված կորուստներից;
- Էկոհամակարգերի՝ էական ֆունկցիոնալ խանգարումների կանխարգելում այս կամ այն բաղադրիչների վրա դաշտերի ուղղակի և անուղղակի ներգործության արդյունքում:

Եզրակացություն

Հաշվի առնելով կազմավորման տարբեր մակարդակների վրա գտնվող կենդանի համակարգերի վրա էլեկտրամագնիսական դաշտերի կենսաբանական ազդեցության մեխանիզմների բարդ լինելու հանգամանքը, պարզ է դառնում, որ հետազոտողների առաջ, ովքեր փորձում են գտնել մարդու և կենդանիների օրգանիզմում ընթացող պրոցեսների և էլեկտրամագնիսական ճառագայթումների ու դաշտերի միջև կորելյացիան, շատ բարդ խնդիր է դրված: Այսպիսի հետազոտություններում անհրաժեշտ է հաշվի առնել օրգանիզմի ֆունկցիոնալ վիճակը (նորմա, ակտիվացում, սթրես, ախտաբանություն), նրա կառուցվածքային առանձնահատկությունները, ինչպես նաև ուսումնասիրվող կենսաբանական պրոցեսների միջօրական, օրական և բազմաօրական ժամային կազմավորվածությունը:

Հարկ է ևս մեկ անգամ նշել, որ բնական և արհեստական էլեկտրամագնիսական դաշտերը ունեն տարբեր հաճախային կառուցվածք, տարածական տեղաբաշխում, լայնույթ և տարբեր ձևով են ազդում կենդանի օրգանիզմների վրա: Սա է պատճառը, որ մարդկությունը մինչև այժմ գոյատևում է արդյունաբերական էլեկտրամագնիսական աղտոտման պայմաններում: Ստեղծելով նոր արտադրություն, տեխնոլոգիաներ և քաղաքակրթություն՝ ստեղծվել է բնա-

կության նոր միջավայր, որը ծանրաբեռնված է էլեկտրամագնիսական դաշտերով և որին մարդու օրգանիզմը դեռևս չի հասցրել հարմարվել: Ուստի էլեկտրամագնիսական էկոլոգիական անվտանգության հարցերը պետք է լուծվեն համալիր կերպով՝ իրենցում ներառելով գիտահետազոտական աշխատանք:

Օգտագործված գրականության ցանկ

1. *Петин В.Г.* Биофизика неионизирующих физических факторов окружающей среды. Учебное пособие, Обнинск: МРНЦ РАМН, 2006
2. *Карапետян А.Т.* Миллиметровые волны и структурированность воды. Изд. ЕГУАС, Ереван, 2012.
3. *Петросян В.И., Сеницын Н.И., Елкин В.А., Девятков Н.Д., Гуляев Ю.В.* Роль резонансных молекулярно-волновых процессов в природе и их использование для контроля и коррекции состояния экологических систем. // Биомедицинская радиоэлектроника, 2001, № 5-6, с. 62-114.
4. *Бинги В.Н.* Биологические эффекты электромагнитных полей нетеплового уровня: Проблема понимания и социальные последствия. Физика взаимодействия живых объектов с окружающей средой. М., 2004. С. 43–69.
5. *Захаров С.Д.* О возможном фундаментальном единстве магнитобиологических «резонансов». Биофизика. 2010. Т. 55, вып. 4. С. 626–630.
6. *Кузнецов А.Н.* Биофизика низкочастотных электромагнитных воздействий. М., Изд-во МФТИ, 1994.
7. *Матвеев А.Н.* Электричество и магнетизм. М., Высшая школа, 1983.
8. *Ремизов А.Н., Максина А.Г., Потапенко А.Я.* Медицинская и биологическая физика. М., Дрофа, 2008.
9. Влияние электромагнитных полей на организм человека. Под ред. Черкасовой О.Г., Крутогиной Д.Г. М., Фонд “Новое тысячелетие”, 1998.
10. *Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В.* Миллиметровые волны и их роль в процессе жизнедеятельности. М., Радио и связь, 1991.
11. *Klaunberg B.J., Grandolfo M., Erwin D.N.* Radiofrequency radiation standards. Biological effects, Dosimetry, Epidemiology and Public Health Policy. New-York-London, Plenum press, 1995.

А. Карапетян, С. Баджинян, М. Малакян,
М. Шагинян, П. Вардеванян.
**Влияние неионизирующих электромагнитных
волн на биосистемы. Учебное пособие.**

A. Karapetyan, S. Bajinyan, M. Malakyan,
M. Shahinyan, P. Vardevanyan.
**Effect of non-ionizing electromagnetic waves
on biosystems. Hand-book.**

Адрес Редакции научных изданий
Российско-Армянского
университета:

*0051, г. Ереван, ул. Овсена Эмина, 123
тел/факс: (+374 10) 27-70-52 (внутр. 42-02)
e-mail: redaction.rau@gmail.ru*

Заказ № 23
Подписано к печати 25.07.2017г.
Формат 60x70¹/₁₆. Бумага офсетная № 1.
Объем 10.75 усл. п.л. Тираж 200 экз.