

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ
AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ
YÜKSƏK TƏHSİL İNSTİTUTU

CAHANGİROVA GÜNEL RÜFƏT
CABBAROVA REQİNA MUSTAFA

“RADİOMANEƏLƏR VƏ ONLARIN ARADAN QALDIRILMASI
ÜSULLARININ TƏHLİLİ” MÖVZUSUNDA

MAGİSTRİK DİSSERTASİYASI

İXTİSAS: 060627 – ELEKTRONİKA, TELEKOMMUNİKASIYA VƏ
RADİOTEXNİKA MÜHƏNDİSLİYİ

İXTİSASLAŞMA: RADİORABİTƏ, RADİOVERİLİŞLƏRİ VƏ TELEVİZİYA

ELMİ RƏHBƏR: f.r.e.n. dos. NAMİQ ŞÜKÜROV MALİK

BAKİ – 2024

MÜNDƏRİCAT

GİRİŞ	3
I FƏSİL. RADİOMANEƏLƏRİN NÖVLƏRİ	5
1.1. Radiomaneəların növləri.....	5
1.2. Qəsdən edilməyən maneəların təsir yolları	7
1.3. EMB REV-ə təsir edən amillər.	11
1.4. Sənaye radio maneələri	14
1.5. İmpulsu maneələr mənbələri.	16
1.6. Elektromaqnit enerjisinin birbaşa istifadəsi ilə əlaqəsi olmayan maneə mənbələri	21
II FƏSİL. SƏNAYE TƏYİNATLI RADİOMANEƏLƏRİN ARADAN QALDIRILMASI TƏDBİRLƏRİ	37
2.1. Radiomaneə mənbələri.....	37
2.2. Radiomaneə mənbəyinin ekranlaşdırılması	42
2.3. Amplitud seleksiyası.....	51
2.4. Ehtimal seleksiyası	55
2.5. Radiomaneəların təsir müddətinin seleksiyası.....	57
III FƏSİL. SÜNİ RADEOMANEƏLƏR VƏ ONLARLA MÜBARİZƏ TƏDBİRLƏRİ	61
3.1. Süni radiomaneələr	61
3.2. Süni radiomaneələrlə mübarizə	64
IV FƏSİL. QARŞILIQLI MANEƏ SƏVİYYƏLƏRİNİN HESABLANMASI. MANEƏNİN ZƏİFLƏMƏ ƏMSALI	67
NƏTİCƏ	73
İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT	74

GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı: Bəşər cəmiyyətinin inkişaf mərhələlərində elmi-texniki tərəqqi müstəsna rol oynayır. Yaşadığımız XXI əsrdə rabitə, radioelektronika, radiotexnika, informasiya-kompüter texnologiyaları kəskin sürətlə inkişaf edir.

Bu elm sahələrinin inkişafında texniki qurğuların element bazası mühüm rol oynayır. Antenalar, mobil radiotelefonlar, müxtəlif şüalandırıcı sistemlər, yüksək gərginlikli hava xətləri, yararlı kabellər elektromaqnit dalğalarının daşıyıcılarıdır. Elektrotexniki və radioelektron vasitələrinin geniş tətbiqi ətraf fəzada yayılan elektromaqnit sahəsinin səviyyəsinin artmasına, bu da öz növbəsində siqnalların normal qəbuluna mane olan müxtəlif radiomaneələrə gətirib çıxarır. Radioelektron vasitələrinin elektromaqnit birgəliyini təmin etmək üçün radiomaneələrin neqativ təsirini azaltmaq son dərəcə aktual problem olaraq qalır.

Xarici və yerli mütəxəssislərin apardıqları fundamental elmi tədqiqatların analizi sübut edir ki, radiomaneələrin yaratdığı müxtəlif diapazonlu elektromaqnit dalğaları insan orqanizminə də zədələyici bioloji təsir göstərir və müxtəlif xəstəliklər (onkoloji, nevroloji, kardioloji, uroloji, kinekoloji) yaranmasına səbəb olur.

Radiomaneələr müxtəlif tezlik diapazonlarında fəaliyyət göstərən radioqəbuledici qurğuların girişinə daxil olan faydalı siqnalın təhrifinə gətirib çıxarır və nəticədə siqnal/küy nisbəti faiz etibararı ilə aşağı düşür. Siqnalın təmiz qəbuluna mane olan radiomaneələrin əsas mənbəyi qəbul olunan siqnalla funksional asılılıqda olmayan elektrik və elektromaqnit təsirləridir. Radiosiqnalın ötürülmə uzaqlığını azaldan, eləcə də onun keyfiyyətinin əsaslı dərəcədə pisləşməsinə aparıcı səbəb radiomaneələrdir. Atmosfer, sənaye, radiokosmik, radioqalaktik mənşəli maneələr və qəbuledicinin öz küyləri şəffaf radioqəbula əsaslı bariyerlərdir.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri: Dissertasiya işinin məqsədi ətraf mühitdə yaranan müxtəlif radiomaneələri tədqiq etmək və baxılan məsələnin həlli üçün daha effektiv üsul işləyib hazırlamaqdan ibarətdir.

Tədqiqatın obyektı: Dissertasiya işində tədqiqat obyektı olaraq müxtəlif tezliklərdə fəaliyyət göstərən radioqəbuledicilər göstərilmişdir.

Tədqiqatın metodları: Dissertasiya işində qoyulan problemin həlli üçün sənaye radiomaneələri ilə mübarizə metodları, impul radiomaneələrinin aradan qaldırılması metodlarından istifadə edilmişdir.

Tədqiqatın elmi yeniliyi: Radiomaneələri aradan qaldırmaq üçün fiziki model işlənilib hazırlanmışdır. Bu modelə görə radiomaneələrin dəf edilməsi üçün radioqəbuledicidə həssaslığı, selektivliyi, stabilliyi yüksək olan az küylü parametrik və kvant (mazer) gücləndiricilərindən istifadə etmək lazımdır.

Nəticələrin praktiki əhəmiyyəti və tətbiq sahələri: Dissertasiya işinin praktiki dəyəri radiomaneələrin təsirini azaltmaq, qəbul olunan siqnalın keyfiyyətini yaxşılaşdırmaqdır. Radiomaneələrin azaldılması prosesi radioqəbuledicilərdə, radiovericilərdə, radiotelefonlarda və s. tətbiq olunur.

I FƏSİL. RADİOMANEƏLƏRİN NÖVLƏRİ

1.1. Radiomaneələrin növləri

Elektromaqnit maneələri radioverici vasitələrin keyfiyyətini zəiflədən (yaxud zəiflədə bilən) elektromaqnit enerjisinin arzuolunmayan təsiri hesab olunur. Radiomaneələr 9 kHs...3000 QHs radiotezlik diapazonuna uyğun elektromaqnit maneəsidir.

Radioelektron vasitələr onlara müxtəlif təbiətli elektromaqnit maneələrin təsiri şəraitində işləyir. Göstərilən maneələr yaranmasına, quruluşuna, spektral və zaman xüsusiyyətinə görə müxtəlifdir. Onlar təbii və süni mənşəli olmaqla iki qrupa bölünür.

Təbii maneələr təbiətdə obyektiv mövcud olan və insan fəaliyyəti ilə birbaşa əlaqəli olmayan elektromaqnit prosesləri ilə nəticələnir. Onlar aşağıdakı əsas səbəblərə görə yaranırlar:

- atmosferdə baş verən elektrik proseslərinə görə (ildırım, qütb parıltısı, qum fırtınası zamanı statistik elektrik yüklərinin boşalması, qar uçuqunu) ;
- yer səthindən, troposferdən və ionosferdən istilik radioşüalanmasına görə;
- kənar (kosmik) mənbələrdə küy radioşüalanmasına görə.

Təbii radiomaneələr öz xassələrinə görə fasiləsiz və ya genişzolaqlı impuls prosesindən ibarətdirlər. Həmin prosesi əksər qəbuledicilərin buraxma zolağı sərhəddində normal ağ küyə yaxın hesab etmək olar. [Перфилов, О. Ю. 2017].

Süni yaranmış maneələr insan fəaliyyətindən yaranır və texnikada müxtəlif elektromaqnit prosesləri ilə şərtləndirilmişdir. Onların arasında məqsədli və məqsədsizlər fərqləndirilir.

Məqsədli maneələr bəzi konkret radielektron vasitələrin (REV) normal fəaliyyətini pozmaq üçün xüsusi olaraq hazırlanırlar. Onların yaradılması və ona əks-təsir radiotexnikanın xüsusi oblastının tapşırıq dairəsinə daxildir. Bu da radioelektron əks-təsir yaradır. Belə tapşırıqlar sahəsi lazımı qədər spesifikdir və elektromaqnit birgəliyi (EMB) problemi sahəsində nəzərdən keçirilir.

Qəsdən edilməyən maneələr radioelektron vasitələrin (REV) funksiyasını pozmaq üçün nəzərdə tutulmayan süni yaranma mənbələrində yaranır. Onlar müxtəlif radiotexniki, elektron və elektrotexniki qurğuların işi zamanı meydana gəlir. Qəsdən edilməyən maneələri radioqurğuların şüalanması və müxtəlif elektron, elektrotexniki avadanlıqların işində meydana gələn sənaye maneələrinə ayrılırlar.

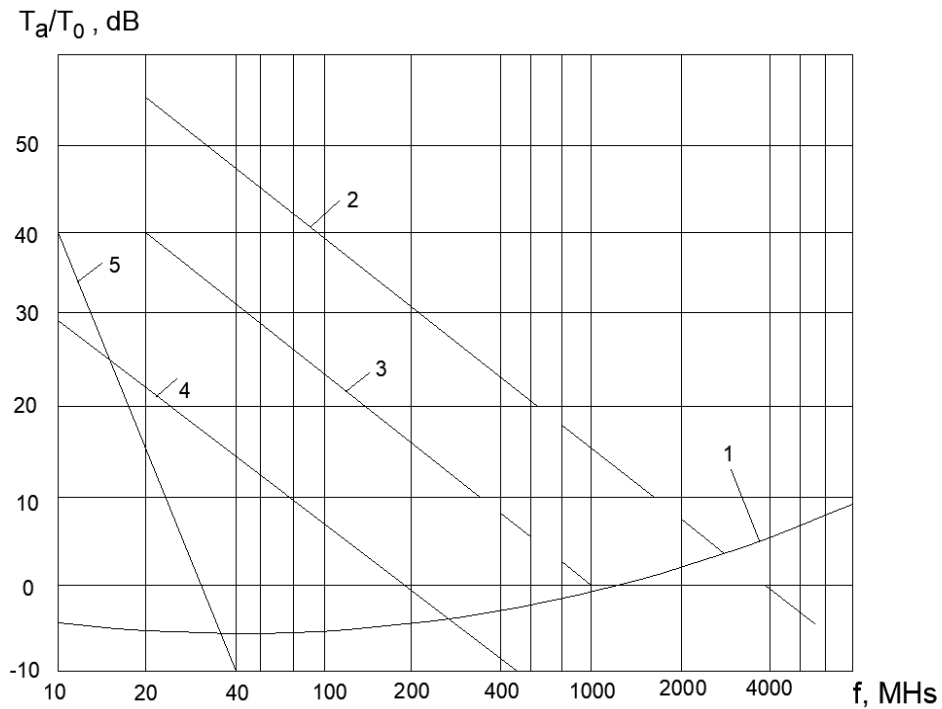
Qəsdən edilməyən maneələrə həmçinin qurğu və cihazların istənilən elektrik zəncirinə məxsus olan daxili küyünü də aid etmək olar. Onlar müxtəlif fluktasiyalı proseslərlə şərtləndirilmişdir və zəif siqnalın istifadə mümkünlüyünü azaldaraq, həmişə real zəncirlərdə faydalı siqnallarla paralel mövcuddurlar. Keçirici materiallardakı küylər kristallik qəfəsdə nizamsız istilik rəqslərindən törənir. İstilik küylərindən əlavə elektrovakuum cihazındakı küylər tor küyü və digər amillərlə əlaqədardır. Hesablanmış fluktasiya prosesləri təsadüfi xarakter daşıyır və yekunda spektral sıxlıqlı normal proses kimi meydana gəlir. Bu praktiki olaraq real qurğunun buraxma zolağına bərabərdir.[Перфилов, О. Ю. 2017].

Belə ki bəzi qurğuların xarici cəhətdən elektromaqnit maneələri daxili küylərin energetik ekvivalentidirlər. Onları tez-tez kelvinlə ölçülən antenanın küy temperaturu T_a adlandırılan vahid parametrlərin köməyi ilə qiymətləndirirlər. Antenanın küy temperaturu antenanın daxili müqavimətinə əlavə edilmişdir və küy maneəsini P_{as} qəbul edən antenna qəbuledicisinin gücünü müəyyən etməyə imkan yaradır. O, B tezlik zolağına aşağıdakı ifadə ilə gəlir:

$$P_{as}=kT_aB$$

Burada $k=1.38 \cdot 10^{-23}$ C/k – Bolsman sabitidir. Antenanın küy temperaturunu daxil etməklə, istilik küyü ilə həm xarici küy maneələrində, həm də daxili küylərdə ekvivalent əvəzetmə metodu həyata keçirilir. Bunlar hipotetik temperaturda T_a yerləşən tezlik zolağında B antenanın daxili müqaviməti ilə yaranır.

Şək. 1.1-də müxtəlif növ maneələrin intensivliyinin müqayisəsindən görüldüyü kimi antenanın küy temperaturunun tezlikdən asılılığı verilmişdir. Bu müxtəlif növ maneələrə üstün əhəmiyyətli süni şəkildə qəsdən edilməyən maneələr uyğundur.



Şəkil 1.1. Antenanın küy temperaturunun daxili küy üçün tezlikdən asılılığı (1); şəhərdə sənaye maneəsi (2) və kənd yerlərində (3) ; kosmik mənşəli radiomaneə; atmosfer radiomaneələri , $T=273K$

1.2. Qəsdən edilməyən maneələrin təsir yolları

İş prosesində elektromaqnit maneələr yaradan radiotexniki, elektrotexniki və elektron vasitələri maneə mənbəyi (MM) adlandırırlar. Onların təsirinə məruz qalan qurğular isə maneə reseptoru (MR), yaxud qısaca olaraq sadə reseptor adlanır. İş prosesi zamanı, MM MR-a arzu edilməyən təsir göstərir. Bu təsir birbaşa və ya dolayı ola bilər. Birbaşa təsir mənbəyindən maneənin elektromaqnit enerjisinin müxtəlif şəkildə olan reseptora ötürülməsi ilə şərtləndirilə bilər. Əgər MM radioötürücüdürsə, MR isə radioqəbuledicidirsə, onda şüalanma üstünlüyü və qurğuların antenalarının arzuolunmaz rəqslərinin qəbulu baş verir. Başqa hallarda elektromaqnit sahələri MM-nin konstruksiyasının müxtəlif elementlərindən keçən maneəni cərəyanın köməyi ilə yaradır. O, ətraf mühitdə sərbəst yayılan formada, yaxud istiqamətlənmiş elektromaqnit dalğaları kimi mövcuddur. Belə arzuolunmaz enerji ötürülməsinin həyata keçməsinin konkret üsulu

maneənin təsir (yayılma) yolu anlayışı ilə müəyyən olunur. Radiorabitədən fərqli olaraq, bu yolların mövcudluğu arzuolunan deyil və birbaşa təsiri aradan qaldırmaq üçün yayılma yolunda maneənin əhəmiyyətli dərəcədə zəifləməsi lazımdır. [Ремизов Л.Т. 2015].

Dalğaların sərbəst yayılması halında qəbulediciyə təsir edən maneənin səviyyəsi MM-in qüvvəsindən, qəbulediciyə qədər r məsafəsindən, maneənin λ dalğa uzunluğundan, mühitin parametrlərindən və bir sıra digər amillərdən asılıdır. Qəbuledicinin yerləşmə yerindən asılı olaraq maneə mənbəyi ətrafındakı fəza məqsədəuyğun şəkildə yaxın ($r \leq \lambda/2\pi$), aralıq və uzaq zonaya ayrılır.

Uzaq zona onunla xarakterizə olunur ki, onda enerji ətraf fəzada sərbəst yayılan elektromaqnit dalğaları ilə verilir. Onlar üçün elektrik və maqnit sahələrinin eninə quruluşu, bu sahələrin enerjilərinin sıxlıq bərabərliyi hər iki sahə bərabərliyinin dəyişməsinin məsafədən asılılığı, $1/r$ nisbəti və r məsafəsinin dəyişməsində elektromaqnit sahəsinin intensivliyinin künc bölünmə (Antena üçün-istiqamət diaqramı) xarakterikdir. Şüalanma və radiomaneələrin qəbulu həm radioötürücü və radioqəbuledici qurğuların antenaları, həm də müxtəlif qurğuların korpusları, naqilləri (nəticədə ekranlaşma kifayət olmur), montaj sxeminin elementləri, elektroqidalandırıcı zəncir və idarəetmə ilə həyata keçirilə bilər.

Aralıq zonaya $\lambda/2\pi < r < r_{\max}^2/\lambda$ şərti sərhəddi olan fəza oblastı aiddir. Burada MM və MR cərəyanın lokallaşdığı daha böyük sahədir. MM -nin cərəyan mənbəyinin ayrı-ayrı sahələrini şüalandıran elektromaqnit sahəsi praktiki olaraq eninə quruluşa malikdir və elektromaqnit dalğaları paylayır, qəbul nöqtələrindən ibarətdir və qəbul nöqtələrində yekunlaşdırıcı sahə isə bu dalğaların super mövqeyidir. Uzaq zona halından fərqli olaraq, belə interferensiya dalğalar üçün fəza münasibəti həm künc koordinatları, həm də MM və MR arasındakı məsafə ilə müəyyən edilir. Ona görə də elektrik və maqnit sahələrinin gərginliyi adətən r məsafəsindən monoton olmayan asılılığa malikdir. [Бартенев В. Г. 2021].

Yaxın zona elektrik və maqnit sahələrinin enerji sıxlıqlarının bir-birinə bərabər olmaması ilə xarakterizə olunur. Mənbənin növündən asılı olaraq yaxın zonada ya elektrik

ya da maqnit sahəsi üstünlük təşkil edir. Yaxın zonada elektrik və maqnit sahəsinin gərginliyinin qiyməti $1/r^2$ və $1/r^3$ asılılığı ilə dəyişir. Bu zona MR-ə sənaye maneələrinin təsiri üçün xarakterikdir.

İstiqamətlənmiş elektromaqnit dalğaları naqillərdə, dalğaötürücülərdə və digər verilmiş xətlərdə mövcuddur. Onlar üçün əhəmiyyətli məsafəyə vacib zəifləmə olmadan ötürmə imkanı xarakterikdir. Maneə mənbəyinin qəbulediciyə təsiri maneə mənbəyinin elektrik zəncirindəki və qəbuledicidəki ümumi elementlərin təsiri nəticəsində baş verir. Bu halda mənbə zənciri və reseptor mənbələrinin qalvanik rabitəsindən danışılır. O cərəyan keçiriciliyi ilə şərtləndirilmişdir və izolyasiya materiallarının qeyri ideallığından, torpaqlama zəncirində ümumi sahələrin mövcudluğundan yarana bilər. Maneə mənbəyinin və qəbuledici mənbəyinin dinamik rabitəsi obyektlərə sənaye maneəsinin təsirinin vacib səbəblərindən biridir.

MM-in MR-ə dolayı təsirində elektromaqnit enerjisinin qəbulediciyə birbaşa ötürülməsi baş vermir. Bu hallarda maneənin təsiri fəzanın parametrlərinin, qurğu elementləri parametrlərinin, yaxud maneə mənbəyinin təsiri ilə iş rejiminin dəyişməsi səbəbindən baş verir. Məs, güclü radioötürücünün şüalanma təsirini ionosferin elektrodinamik parametrləri dəyişir. Bu, maneə reseptoruna uyğun gələn radiodalğaların radioxətlərdə yayılması şəraitinin dəyişməsinə gətirib çıxarır. Digər nümunə MR-na enerji sərfiyyat rejiminin dəyişməsi hesabına müxtəlif bort elektrotexniki qurğuların təsiridir: güclü yüklənməni işə salarkən elektrik qidalandırıcısının gərginliyinin dəyişməsi və bu zaman yaranan keçid prosesləri səbəbindən müxtəlif elektron qurğuların işləmə şərti dəyişir.[Бартеев В. Г. 2021].

Maneənin radioelektron vasitələrə (REV) təsiri

Maneənin reseptora təsir xarakteri quruluşdan, spektral tərkibdən və maneə enerjisindən asılığa görə müxtəlifdir. Güclü maneənin reseptora təsirində cihazın işləməməsi halı ola bilər. Bu birinci növbədə yarımkeçirici materialların quruluşunun dəyişməsi səbəbindən, onların hissə-hissə və ya tam dağılmasına qədər ola bilər. Güclü maneə tək impuls və yaxud təkrarlanan impulsar ardıcılığı şəklində, həm də harmonik

və ya fasiləsiz küy prosesində mövcud ola bilər. Cədvəl 1.1-də elektron sxemin müxtəlif elementlərini sıradan çıxaran tək impulsun energetik məlumatları verilmişdir. [Киселев А. В. 2022].

Cədvəl 1.1 Elektron sxemin müxtəlif elementlərini sıradan çıxaran tək impulsun energetik məlumatları

Element növü	İmpulsun enerjisi, mкC
Nöqtəli kontakt diodu	0.01...12
Aşağı potensiallı integral mikrosxemlər	10
Kiçik güclü tranzistorlar	20 ... 100
Güclü tranzistorlar	1000
Elektrolitik kondensator	60 ... 1000
Rezistorlar (0.25Vt)	10^4
Rele	$10^3 ... 10^5$

İmpulsların təkrarlanan ardıcılığında, fasiləsiz rəqslərdə elektron sxemlərdən elementlərin sıradan çıxması, təhrifedici enerjinin kiçik qiymətlərində baş verir (cədvəl 1.1).

Əgər təsir edən maneə reseptorun zəncirində əks dəyişiklik göstərmirsə, onda lazımi intensivlikdə o, funksional pozulmaya gətirib çıxara bilər. Maneənin təsirinə məruz qalmaq, ona reaksiya vermək xassəsi qavrayıcılıq adlandırılır. (Qeyd edək ki, “qavrayıcılıq” termini həmçinin bu reseptorun xarakteristikasının kəmiyyət təsviri kimi də istifadə olunur.)

REV-in reaksiya verməsi maneənin gücünə görə müxtəlifdir. Əgər o aktiv elementləri yükləyirsə, doyurursa, onda bu halda həmin elementlərin xassələri, onların xətti xarakteristikaları əhəmiyyətli rol oynayırlar. Bunun nəticəsində REV-in keyfiyyət göstəriciləri, məsələn: radioqəbuledicilər, hətta maneənin tezliyi əhəmiyyətli dərəcədə qəbuledicinin kökləmə tezliyindən fərqlənəndə pisləşir. Belə maneələrin təsirinə həmçinin, xarici elektromaqnit sahələrini qəbul etməyə təyinatı olunmayan çoxsaylı elektron qurğular məruz qalırlar. Məlumdur ki, bir çox hallarda maneənin təsiri sonrakı təsir anlamını daşıyır. Belə ki, onun təsiri xeyli sonra özünü biruzə verir və reseptorun normal iş fəaliyyətini bərpa etmək üçün müəyyən zaman tələb olunur.

Gücünə görə faydalı siqnallarla ölçülmüş aşağı intensivlikli maneələrin təsirində qeyd edilmiş qeyri-xətti hadisələr mövcud deyil. Reseptor tərəfindən qəbul olunan maneə yaradan elektromaqnit rəqsləri faydalı siqnallarla birlikdə onun zəncirində additiv maneə kimi hərəkət edir. [Академик Папалекси Н. Д. 2014].

Nəticədə qəsdən edilməyən maneələrin təsiri radioelektron vasitələrin (REV) keyfiyyət göstəricilərinin pisləşməsinə gətirir. Bu təsirin dərəcəsi maneə səviyyəsi, onların spektral tərkibi, statistik xarakteristikası, cihaz növü və informasiyanın emal etmə üsulu ilə müəyyən edilir. Cihazın növündən və tərbiqindən asılı olaraq bu təsirin nəticəsində əsasən radioötürücüsünün keyfiyyətinin aşağı düşməsi, naviqasiya kompleksinin səhvləri, səhv komandadan radiopartlayıcıların təsadüfi işə düşməsi ola bilər.

Müxtəlif radioelektron vasitələrin (REV) işi zamanı yaranan qəsdən edilməyən maneələrin varlığı, onların təsirinin neqativ təzahüründən radioelektron vasitələrdə (REV) elektromaqnit birgəliyi problemi yaradır. "Elektromaqnit uyğunluğu" anlayışı eyni zamanda radioelektron, elektron və elektrotexniki vasitələrdə bacarıq kimi müəyyən edilir və qəsdən edilməyən elektromaqnit maneələrin təsirlə real istismar şəraitində birlikdə fəaliyyət göstərir, digər qurğulara icazə verilməyən elektromaqnit maneələrini yaratmır.

1.3. EMB REV-ə təsir edən amillər.

Potensial MM və MR-nin yerləşdiyi yerdən asılı olaraq bir obyektə (gəmidə, uçuş aparatında, və s.) yerləşdirilmiş EMB REV-in müxtəlif obyekt və vasitələrin verilən yerdən irəlidə yerləşən təminatı EMB REV-nin təminat tapşırığını ayırmaq məqsədəuyğundur. Bu bölünmə təhlükəli maneə mənbələrinin müxtəlif xüsusiyyətləri ilə və onların MR-nə təsiri ilə əlaqədardır. Bundan başqa, qarşıya qoyulmuş məqsəddən asılı olaraq bu tapşırığa növbəti səviyyədə baxa bilərik:

element , blok;

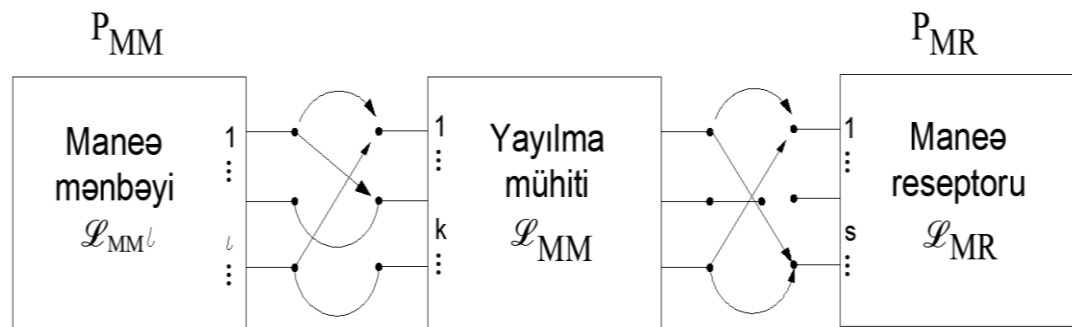
elementlərin cəmini verən qurğu bloklar (məsələn: radioqəbuledici yaxud radioötürücü qurğu);

komplekslər, radiosistemlər – məqsədin müəyyən edilməsi üçün təyin edilmiş funksional əlaqəli qurğular cəmi, yaxud uyğun tapşırıqları yerinə yetirən REV qrupları;

Radioxidmətlər – müəyyən məqsədlərlə şüalanmanın verilməsini və qəbulunu həyata keçirən qurğular (sistemlər) cəmi.[Антонова И. К. 2017].

EMB REV-in təmin edilməsi vacibliyi bütün sadalanan səviyyələrdə mövcuddur və onların hər birində özünün fərqli xüsusiyyətləri vardır. Bu xüsusiyyətlər qəsdən edilməyən (QEMM) reseptora konkret təsir yolları ilə, QEMM-ə təsir analiz üsulu ilə, QEMM-nin reseptora zəif təsir üsul və qaydası ilə əlaqədardır.

Baxılan istənilən səviyyədə QEMM-in reseptora təsiri aşağıdakı hallarla müəyyən edilir (şəkil 1.2)



Şəkil. 1.2. Maneənin reseptora təsir sxeminin ümumiləşməsi

1) İstənilən tezlikdə, həmçinin işçi tezliklərində P_{MM} güc mənası ilə xarakterizə olunan maneə mənbələri mövcuddur. Yaradılan REV ilə elektromaqnit sahəsini şərti olaraq, verilən vasitənin funksional təyinatını müəyyən edən əsas və onun texniki cəhətdən mükəmməl olmayan arzu edilməyən hissələrə bölmək olar. Məsələn: radioötürücü qurğu ancaq müəyyən tezlik zolağında şüalanma yaratmışdır. Lakin bəzi səbəblərdən bu zolaqdan kənar da arzu edilməyən radioşüalanmalar əmələ gəlir. [Максимов М. В. 2016].

QEMM-in reseptora təsirini öyrənərkən QEMM-in bütün növlərini nəzərə almaq lazımdır: əsas tezliklərdə şüalanın və işçi tezliklərdə arzu edilməyən şüalanmanı qidalanma zəncirinin yaratdığı maneələri, idarəetməni, kommutasiyanı və torpaqlamanı, həmçinin digər sənaye maneələri növlərini. Bəzi REV tərəfindən yaradılan arzuolunmayan elektromaqnit sahələri maneə mənbələrinin özündə qismən zəifləyir. QEMM-in yaranma yerində zəifləməsini \mathcal{L}_{MMI} – zəifləmə əmsalı ilə xarakterizə etsək, burada l indeksi şüalanmanın əsas şüalanmaya və yaxud QEMM-in yaratdığı növlərin birinə aid olmasını müəyyən edir;

2) MM-dən MR-ə elektromaqnit enerjisinin verilməsi müxtəlif hallarda mövcuddur. Bu proses çoxlu faktorlarla müəyyən edilir: mühitin xassələri; antenanın parametrləri; MM ilə MR arasındakı məsafə, onların antenalarının qarşılıqlı münasibəti, şüalanmanın polyarizasiyası və s. QEMM-də şüalanma və qəbul radioqurğuların antenanın istiqamətlənmə diaqramının (AİD) əsas, yan və arxa ləçəklərinə uyğun, həmçinin qurğunun korpusu, traktın fider elementləri naqillər və s. istiqamətindəki antenaları tərəfindən həyata keçirilə bilər. Paylanma mühitində QEMM-in zəifləməsini \mathcal{L}_k əmsalı ilə xarakterizə edək, burada k – QEMM-in reseptora təsir yolunun nömrəsidir ;

3) maneənin elektromaqnit enerjisi reseptor tərəfindən qəbul edilir və onun fəaliyyətinə təsir edir. Reseptor xarici elektromaqnit təsirinə müxtəlif şəkildə reaksiya verə bilər. Analogiyaya görə MM ilə konkret vacib qurğuya təsir edən əsas mexanizmdən və arzuolunmayan texniki qeyri-mükəmməl MR-i araşdırmaq tələb olunur. Radioqəbuledici üçün əsas tezlik zolağında ötürülən məlumatın spektrinə uyğun siqnalların qəbulu qeyri əsaslara kənar kanallarla qəbul edilənlər, antenadan başqa qəbul və s. aiddir. Reseptor zəncirindən keçərkən QEMM-in zəifləməsini \mathcal{L}_{MRS} əmsalı ilə xarakterizə olunur, burada S - qəbul kanalının nömrəsidir. L növlü maneə k təsir yolunda və s qəbul kanalında hərəkət edir. [Академик Папалекси Н. Д. 2014].

$$P_{MR} = P_{MMO} \cdot \mathcal{L}_{MMI} \cdot \mathcal{L}_k \cdot \mathcal{L}_{MRS} \quad (1.1.)$$

burada P_{MMO} – MM-in işçi tezliyində gücüdür.

Konkret REV və konkret tip maneələr üçün elə maneə hədləri ($P_{MR \text{ İCA}}$) göstərmək olar ki, onun fəaliyyətində tələb olunan keyfiyyət qalsın: $P_{MR} \leq P_{MR \text{ İCA}}$

Bu cür maneələri icazəverilən maneələr adlandırırlar. Əgər baxılan qrupun bütün MR-i üçün bütün yaradılan qəsdəndilməyən maneələr icazəlidirsə, vasitələr qrupunda elektromaqnit birgəliyi yerinə yetirilir.

MM və RT(reseptor tərifinin) birgəliyinin pozulması belə şərtləndirilir:

- MR-in xarakteristikasının qeyri-mükəməlliyi (məsələn : kiçik seçmə qabiliyyətinə görə radioqəbuledici qurğu signalın qəbulunda kənar kanallardan istifadə halları olur);
- cihazın ekranlaşmasının, qovşağın, REV blokların, radioqəbuledici və radioötürücü qurğuların traktlarının qeyri- mükəməlliyi nəticəsində maneənin qədərindən az zəifləmə;
- cihazın, fider traktının qeyri-rasional yerləşdirilmə;
- REV tezliyi arasında qeyri-rasional paylaşdırılma.

EMB-ni təmin etmək üçün qəsdəndilməyən maneələrin təsirinin konkret səbəbini aşkar etmək çox vacibdir: onların mənbələrini və yayılma yollarını tapmaq və müəyyən maneə hərəkətinə reseptorun meyilli olması səbəbini araşdırmaq. Bu məqsədlə müxtəlif REV-in xassələrinə, yaranma nöqtəyi-nəzərindən onların elementlərinə, QEMM-in yayılmasına və onlara meyilliyinə daha dəqiq baxmaq lazımdır. [Чобану Н. 2015].

1.4. Sənaye radio maneələri

Tarixən qəbul edilmiş “ sənaye radiomaneələri ” termini texnikada, məişətdə tətbiq edilən müxtəlif elektron və elektrotexniki qurğular tərəfindən yaradılan elektromaqnit maneələrinin geniş dairəsini birləşdirir. EMB qurğusuna təsir edən sənaye maneələrilə mübarizə üsullarının rolu xeyli böyükdür. Belə ki, bu maneələr nəinki radioyayım qurğularının, rabitənin, televiziyanın keyfiyyət göstəricilərini aşağı salır, həm də obyektlərdə EMB REV-in pozulmasının əsas səbəblərindən biridir. Onlar müxtəlif yollarla radioelektron cihazlara təsir etməklə, təkcə radioqəbuledici qurğuların deyil, həm

də radioqəbul üçün nəzərdə tutulmayan sərbəst və radioötürücü, radioqəbuledici qurğularla komplektləşən elektron hesablama maşınlarının, elektron avtomatika vasitələrinin, informasiyasının ötürülməsi qurğusunun iş keyfiyyətini xeyli zəiflədir. [Автор Б.П. Хромой, Ю.Г. 2018].

Sənaye radiomaneələrinin yaranmasının iki başlıca səbəbi vardır. Birincisi, müxtəlif qurğuların zəncirlərindən dəyişən elektrik cərəyanı keçir və yaranan maneələr əhatə olunan fəzada bu cərəyanlar tərəfindən yaradılan elektromaqnit sahəsinin şüalanması ilə şərtləndirilir. Belə maneələr üçün onların spektral tərkibləri maneə mənbələrində faydalı informasiyanın verilməsi və yaxud onun emalı üçün istifadə olunan siqnallara uyğunluğu xarakterikdir. Başqa səbəb enerji istehlakının yüklənməsinin dəyişməsi, kontaktların kəsilməsi və zəif zəncirdə keçid prosesləri ilə əlaqədardır. Bu halda maneə spektri rəqsi spektrin baxılan zəncirdə müntəzəm axan cərəyan səbəbindən enli olur. Əlavə spektral tərkiblərə uyğun maneələr əhatə olunan fəzada şüalanır, həmçinin elektrik qidalandırıcısının zəncirində paylanılır. İstənilən elektrotexniki və elektron qurğu sənaye maneəsinin mənbəyi ola bilər. Sənaye maneəsinin müxtəlif mənbələri arasında aşağıdakılar fərqləndirilir:

Özünün əsas funksiyasını yerinə yetirmək üçün fasiləsiz elektromaqnit rəqsləri generasiya edən qurğu (müxtəlif təyinatlı yüksək tezlikli sənaye və tibbi avadanlıqlar, elektron-şüa boruları, generatorlar);

Nizamsız impuls ardıcılığı istehsal edən elektrotexniki qurğu (yüksək gərginlikli elektrik enerjisi verilən xətlər, kontakt- kommutasiya qurğusu, qövs qaynağı üçün yüksək voltlu, cərəyan götürən elektronəqliyyat, sabit elektrik cərəyanı mühərriki və generatoru);

Mexaniki enerjini elektrik enerjisinə çevrilməsi ilə əlaqədar olan proseslər (hərəkət edən obyektlərin korpuslarının elektriclənməsi, xarici maqnit sahəsində qəbul kontaktlarının yerini dəyişməsi, pyezoeffektlər);

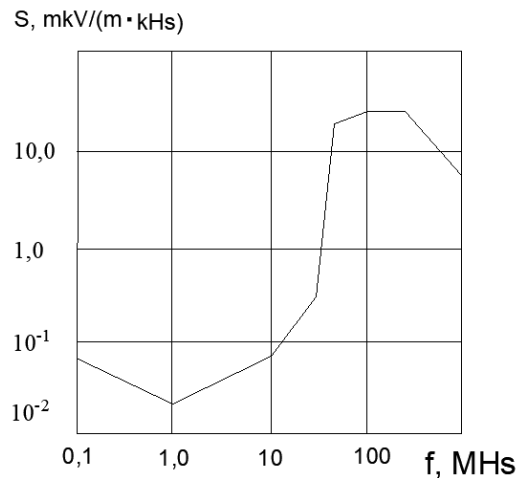
Hərəkət prosesində müqaviməti dəyişən konstruksiya elementlərinin kontaktları (elektromaqnit sahəsi ilə həmin kontaktları şüalandırdıqda, kontaktın müqavimətinin dəyişməsi qanununa görə amplituda və tezlik üzrə əvvəlki modulyasiya ilə onun yenidən şüalanması baş verir). [Румянчев К. Е. 2016].

1.5. İmpulslu maneələr mənbələri.

Əhəmiyyətli sayda mənbə tək impuls və ya impuls ardıcılığı şəklində sənaye maneəsi yaradır. Belə maneələrin xarakteristikası forma və impulsun təkralanma tezliyi ilə müəyyən edilir, onların tezlik spektri xeyli geniş olur. Belə ki, belə maneələrin enerjisi tezliyin geniş zolağında paylanmışdır. Verilən maneənin impulsunun forması, onların uzunluğu və təkrarlanma tezliyi müxtəlifdir. Onların daha xarakterik xassələrini nəzərdən keçirək.

Alışdırma sistemləri. Güclü sənaye maneəsi mənbələrini müxtəlif daxili yanma mühərriklərinin işəsalma (alışdırma) sistemləri (aviasiya, dəniz, quru) təşkil edir. Elektromaqnit maneələri alışdırma zəncirindən keçən impuls cərəyanını və göstərilən zəncirlərdə keçid prosesləri tərəfindən yaradılır. İmpulsların uzunluğu mikrosaniyədən başlayaraq bir nanosaniyəyədək davam edir. Bunun nəticəsində maneə spektri genişlənir, tezlik oblastını 16Hz-ə qədər tutur. Alışdırma sistemindən maneənin intensivliyi adətən tezlik zolağında 30-dan 300MHz-ə qədər maksimumdur. Maneə spektinin tipik görünüşü şəkil 1.3-də verilmişdir. [Бадер, М. П. 2017].

Alışdırma sistemindəki maneələr EMB-in obyektində pozulmasının ciddi səbəblərindən biridir. Tədqiqatlar göstərmişdir, alışdırma sisteminin real zəncirindən çoxu elektrik tipli mənbədir və buna görə də yaxın zonada onlar tərəfindən yaradılan sahə daha çox əhəmiyyətə malikdir.



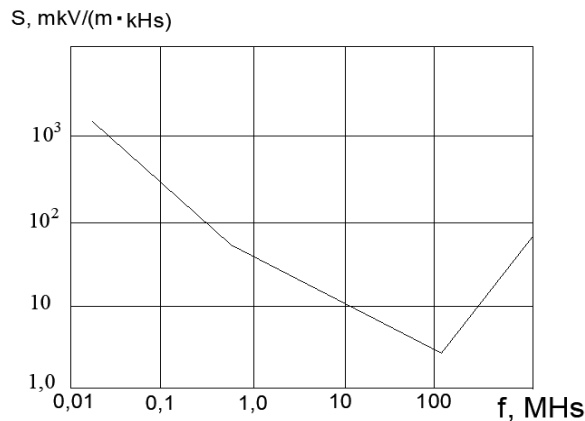
Şəkil 1.3. Maneə səviyyəsinin ondan 7.5m məsafədə müəyyən edilən avtomobil alışdırma sistemi üçün tezlikdən asılılığı.

Ümumi şüalanmada sahənin maqnit tərkibinin quruluşu kiçikdir və ancaq çox aşağı tezliklərdə özünü göstərir. Obyektlərdə bu maneələrin elektrik sahələrinin gərginliyi yüksək qiymətə qalxa bilər. Məsələn, xüsusi maneə dəf etməyən qurğularla təşkil edilməyən avtomobillərdə elektrik sahəsinin gərginliyi 500mk/m-ə çatır.

Bəzi xidmətlərdə, xüsusilə quru səyyar rabitədə bir qrup avtomobil tərəfindən yaradılan maneələr böyük əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, intensiv avtomobil şossesindən 60...80 m aralandıqda, bu maneələr praktiki olaraq digərindən üstün olur. Göstərilən maneələrə impuls qrupu təsir edir, onların hər birinin uzunluğu bir neçə mikrosaniyədən bir neçə millisaniyəyədək, ayrı-ayrı impulsların uzunluğu isə 1-dən 6-dək olur. Bu maneələrin intensivliyi sıxlığının dəyişməsinə uyğun olaraq əhəmiyyətli dərəcədə dəyişikliyə (± 16 dB qədər) məruz qalmışdır. Alışdırma sistemində maneənin təsirini adətən statistik təsəvvürlərdən istifadə edərək qiymətləndirirlər. Belə ki, çox hallarda alışdırma (işə salma) sistemindən maneə axınının intensivliyinin loqarifmik-normal paylanma ilə təsvir etmək olar. İmpuls qrupunun yaranmasının moment ehtimalını isə Puasson paylanması ilə vermək olar. [Воршевский, А. А. 2016].

Elektrik enerjisinin verilmə xətləri. Yüksəkvoltlu aparatlar və elektrik enerjisinin verilmə xətləri (EVX) yağış, qar, duman və havanın yüksək rütubətliyi, quraqlıq rayonlarda havanın böyük turbulenti, yüksək günəş radiasiyası zamanı maksimum intensivliyi impuls maneələri yaradır. Həmin maneələri birbaşa yaranma səbəbi dayaq dirəyinin izolyatorlarının deffektləri, həmçinin keçirici və izolyator xətlərinin səthində nizamsız yaranan elektrik boşalmalarına səbəb keçid prosesidir.

EVX-dan olan maneələr təsadüfi impuls axını təşkil edir. Bu növ maneə statistikaya görə alışdırma sistemi yaradan maneələrə anoloji. Lakin böyük orta impuls uzunluğu və kiçik orta hərəkət tezlikləri ilə fərqlənir. Bu maneələrin spektr tezliyi təxminən 14 kHs-dən 16Hs-ə qədər olan zolağı tutur (şəkil 1.4). [Гадзиковский В. И. 2014].



Şəkil 1.4. Maneə səviyyəsinin dirəyin əsasında 7.5m məsafədə müəyyən edilən elektrik verilişinin hava xətləri üçün tezlikdən asılılığı.

EVX-nın maneələri ətraf fəzada şüalanır, həm də əhəmiyyətli məsafədə koaksial (yeraltı kabel), iki naqilli və çoxnaqilli ötürmə xətləri (hava EVX) ilə yayılır.

Elektrik mühərrikinin maneəsi. Bütün növ elektrik mühərrikləri arasında daha çox maneəni məişət cihazlarında və müxtəlif icraçı mexanizmlərdə geniş istifadə edilən kollektor növlü mühərriklər yaradır. Maneənin yaranma səbəbini kontaktların kəsilməsi və mühərrikin elektrik zəncirində impuls cərəyanının yaranmasını təşkil edir. Maneələr

impulsun nizamsız axını şəklindədir, onların spektri 10 kHs-dən 16 Hs-ə qədər tezlik zolağını tutur. Elektrik mühərrikinin işi zamanı yaranan maneələr elektrik qidalandırıcı şəbəkədə yayılır, həmçinin ətraf fəzada yayılır. [Маслов, О. Н. 2000].

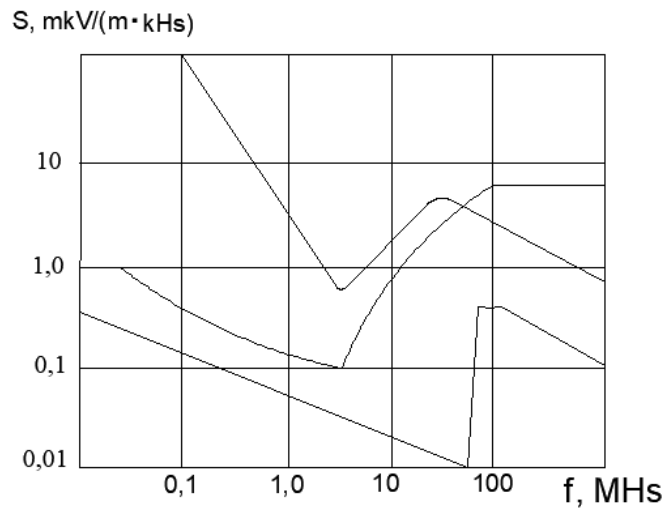
Qövs qaynaq aparatı. Bu aparatın maneələri şəbəkənin tezliyində qövs boşalmasının şüalanmasını və keçid prosesləri nəticəsində onun harmonikası ilə şərtləndirilir. O, genişzolaqlı impuls maneələrindən ibarətdir. Onların intensivliyi yüksəkdir və yolverilən səviyyəni 40 dB qədər keçir. O, belə növ maneəni təhlükəli hesab etməyə əsas verir.

Bu maneələrin spektrlərinin ölçmə nəticələri üç geniş rezonans zolağının mövcudluğunu göstərir. Zolağın mərkəzi 750 kHs, 3 və 20 MHS-ə bərabər tezliklərə uyğun gəlir. Lakin hər bir ayrılıqda götürülmüş aparatın spektr şüaları özündə bu rezonans şüalarını biruzə vermir.

İşığın qazboşalma mənbələri. Gündüz işıq lampaları və neon lampaları fasiləsiz fluktasiya maneələri, civə lampaları qövs, natrium lampaları impuls maneələri yaradırlar. Maneənin yaranmasının birbaşa səbəbi qaz boşalmasında cərəyanın qeyri-müntəzəm xarakterdə olmasıdır. Güclü lampaların elektrik qidalandırıcısından geniş tezlik zolağında əhəmiyyətli dərəcədə radiomaneə yaradan intensiv cərəyan keçir. Məsələn, lüminisens lampalar 10 ... 100 MHS və daha çox tezlik diapazonunda maneələr yarada bilər. [Бобков, В. Ю. 2007].

Kontakt şəbəkəsi. Sənaye maneələrinin mənbəyi kəskin cərəyan dəyişmələri baş verən istənilən elektrik zənciri ola bilər. Bu isə kontaktların kəsilməsi, qıgılcımın yaranması, izolyasiyadan cərəyan sızmasının baş verməsi, qazın ionlaşması ilə əlaqədardır. Güclü maneə mənbəyi elektronəqliyyat vasitələrdir. Onun hərəkəti hava naqili və cərəyan götürən kontaktların kəsilməsi ilə müşayiət olunur. Bu və digər elektrik qurğuları (rele sxemləri) tək impuls, impuls qrupu və ya periodik olmayan impuls ardıcılığı şəklində maneələr yaradır. Məsələn, elektronəqliyyat vasitələrinin hər bir keçidində maneələr 20 ... 30 saniyə ərzində 4,5 ms uzunluqlu impuls və 220 Hs orta

tezlikli impulsar axınına malikdirlər. Bu maneələrin spektri geniş tezlik zolağını tutur, spektrin səviyyəsi isə qurğunun tipindən aslıdır (şəkil 1.5). [Бузов, А. Л. 2006].



Şəkil 1.5. Maneə səviyyəsinin maqnitsizləşdirilmiş (1), dəyişdirilmiş (2) və elektromexaniki dəyişdirilmiş (3) qurğularla MM-dən 7.5m məsafədə müəyyən edilən tezlikdən asılılığı.

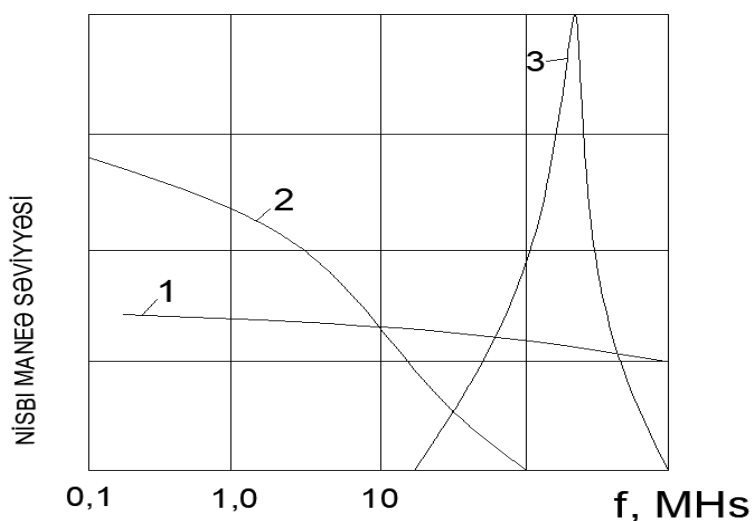
Elektrik qidalandırıcı mənbələr. Elektrik avadanlıqların və radioavadanlıqların ilkin və təkrar zəncir qidalanması impuls maneəsi mənbəyi kimi çıxış edilə bilər. Bunlar cərəyanın kəskin dəyişməsinə görə keçid prosesi ilə şərtləndirilə bilər. Bu mexanizmin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, vasitələrdən birinin (məsələn, elektrik mühərrikinin işə salınması, icraçı mexanizmlər) elektrik sərfiyyatının dəyişməsi zamanı MR-in elektrik qidalandırıcı zəncirindəki gərginlik dəyişir. Bu dəyişmə, həmçinin onu cərəyan sığrayışı şəklində müşayət edən keçid prosesləri, yaxud rəqsi proseslər böyük amplitudaya və geniş spektrə malikdirlər. Belə ki, hadisələr aparat bortunda 100 volta qədər amplitudalı gərginlik və davam etmə müddəti 10mks müşahidə edilərkən qeydə alınmışdır. [Бобков, В. Ю. 2007].

Maneənin əhəmiyyətli səviyyələri elektrik qidalandırıcı mənbələrin özü tərəfindən də yaradıla bilər. Belə ki, güclü tristor düzləndiricinin işi zamanı tez-tez dəyişən cərəyanın ikinci harmonikasının tezliyində periodik maneələr yaranır. Bu

maneələr onlarla meqahersi keçən tezlik oblastını tuturlar. Elektrikqidalandırıcı mənbədən digər yaranma səbəbi yüklənmə zamanı transformatorların doyma rejiminə keçməsidir. Onlardan keçən cərəyan sinisoidal formada deyil, harmonikaya malikdir. Bu halda elektrikqidalandırıcı mənbə dəyişən cərəyan şəbəkəsinin harmonik tezliyində maneə yaradır.

1.6. Elektromaqnit enerjisinin birbaşa istifadəsi ilə əlaqəsi olmayan maneə mənbələri

Sənaye maneələri hərəkət edən obyektin korpusunun silkələnməyi nəticəsində elektriclənmədən yaranır. Fərdi elektrik yüklərinin sıxlığı səthin əyintisinin kiçik radiusu maksimum qiymət alır. Belə ki, təyyarənin qanadlarının və yaxud vertolyotun vintlərinin sonunda o, füzulyajın orta hissəsinə nisbətən 5-8 dəfə yüksəkdir. Təyyarənin (vertolyotun, avtomobilin) korpusunun elektriclənməsi o qədər böyük olur ki, geniş spetrdə maneələr yarada bilən boşalmalar baş verə bilər. Elektriclənmə dərəcəsi və maneənin bu növünü intensivliyi hərəkətin sürətindən asılıdır və təqribən sürətin kubuna mütənasibdir (şəkil 1.6). [Воршевский, А. А. 2016)].



Şəkil 1.6. Qeyri-keçirici sahələrdəki cərəyan hesabına elektriclənən təyyarənin (1), keçirici sahənin cərəyanının birləşməsi (2), elektrik halqası maneə spektrləri.

Bu qrupa, yaranması mexaniki enerjinin elektrik enerjisinə çevrilməsi prosesi ilə şərtləndirilmiş və maneə mənbələrinə elektrikmaqnit enerjisinin birbaşa istifadə edilməsi ilə əlaqədar olmayan maneələri aid etmək olar. Beləliklə, radioqurğuların (EMM və s.) elementlərindəki dəyişən mexaniki yüklənmələr pyezo və triboelektrik effektlərdən və digər fiziki səbəblərdən maneə yarada bilər. Bu qrupuna maqnit sahəsində keçiricilərin yerdəyişməsi səbəbindən yaranan dəyişən cərəyanı da daxil etmək olar. Belə növ maneələr adətən özü yaratdığı qurğulara təsir edir, digər REV-ə isə az təsir edir.

Sənaye maneələrinin təsir yolları və onların təsir xüsusiyyətləri

Sənaye maneələrinin (SM) zəncirlərində dəyişən gərginlik və cərəyan ətraf fəzada elektromaqnit maneə sahələrinin yaranmasına gətirib çıxarır. Bu maneələr , əgər onlar antenna tərəfindən qəbul edilərlərsə, reseptorun girişinə təsir edirlər. Sənaye maneələrinin təsir dərəcəsi bir neçə amillə müəyyən edilir: maneə mənbəyinin gücü, mənbənin və reseptorun növü, ölçüsü, mənbənin elektrik zəncirinin və reseptorun konfigurasiyası, ekranın mövcudluğu və ya yoxluğu, obyektin konstruktiv xüsusiyyətləri, birləşdirici keçiricilərin varlığı və s.

MM və MR-in rabitə mexanizmlərindən asılı olaraq sənaye maneələri iki qrupa bölünür. Onlardan birincisinə reseptorlara təsir edən QEMM-i daxil edirlər. Onun SM ilə birbaşa elektrik əlaqəsi yoxdur. Belə maneələri şüalanan adlandırırlar. Digər qrupların maneələri reseptora yalnız verilən birləşmələrin mövcudluğunda təsir edir. Onların təsiri elektromaqnit rəqslərinin elektrik qidalandırıcı zəncirində, idarəetmədə, kommutasiyada və s. yayılması ilə şərtləndirilmişdir. Bu maneələri tez-tez konduktiv adlandırırlar. Belə hadisələrə ayrılıqda baxaq. [Бузов, А. Л. 2006].

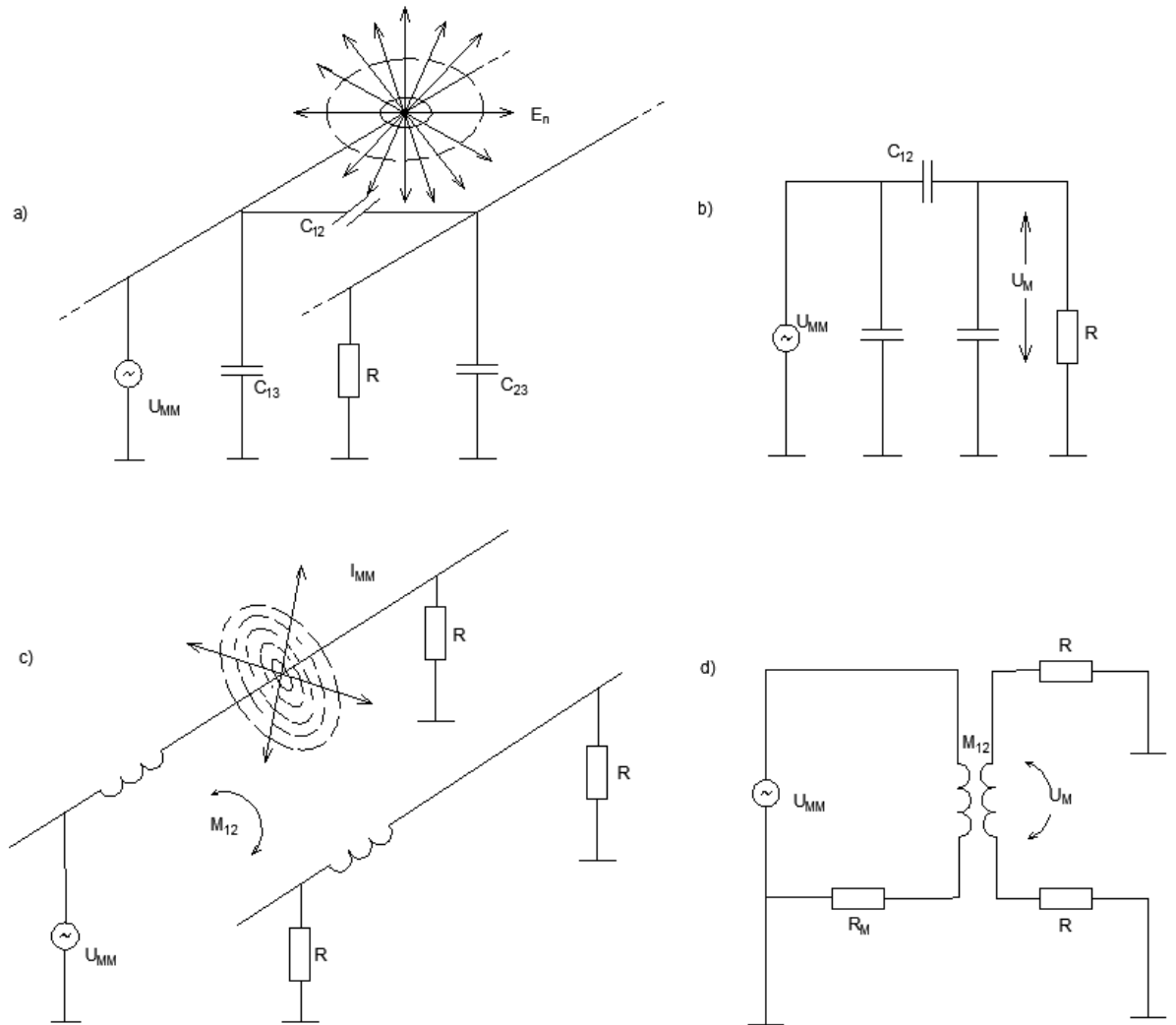
Şüalanan sənaye maneələri. Həqiqətən də, şüalanan maneələr, yəni şüalanan elektromaqnit sahəsi şəklində uzaq zona şərtinə uyğun olaraq ($r \gg \lambda/2\pi$) mənbədən müəyyən məsafədə mövcuddur. Məsələn, uzaq zona üçün şərti sərhəd 10MHs maneə tezliyi üçün 5m, 100 MHs tezlik üçün isə 0,5m təşkil edir. Ona görə də real şüalanan maneələr çox vaxt sənaye maneələrinin yüksək tezlikli spektrinə uyğun gəlir.

Elektromaqnit sənaye maneələri uzaq zonada daha çox REV antenaları ilə qəbul edilir. Daha az isə maneə sahəsinin yüksək intensivliyində radioqurğuların korpusları, birləşdirici keçiricilər, yaxud elementar MR zənciri ilə qəbul olunurlar. Bir çox yüksək tezlikli MM-in MR-lə əlaqəsi praktiki olaraq onlar arasındakı kiçik məsafələrdə ola bilər. Lakin, güclü mənbələrdən şüalandırılan maneələr müəyyən məsafədə hərəkət edə bilər. Məsələn, elektrikötürücü xətdən maneələr onlarla metr məsafədə, maneələr alışdırma sistemindən 32...40 MHz-dən yüzlərlə metrə qədər diapazonda, güclü yüksək tezlikli sənaye qurğularından (27 MHz tezlikli) maneələr isə bir neçə kilometrə yaranırlar.

Xarakteristik müqavimət $Z_{Müq} = E/H = 377 \text{ Om}$ uzaq zonada məsafədən asılı deyil. Ona görə də maneənin intensivliyini qiymətləndirmək üçün hər hansı bir tərkib sahəni müəyyən etmək kifayətdir. Ölçmə üçün şüalanan maneə kimi elektrik sahəsinin gərginliyi və ya güc axınının sıxlığı götürülür. [Мацлов, О. Н. 2000].

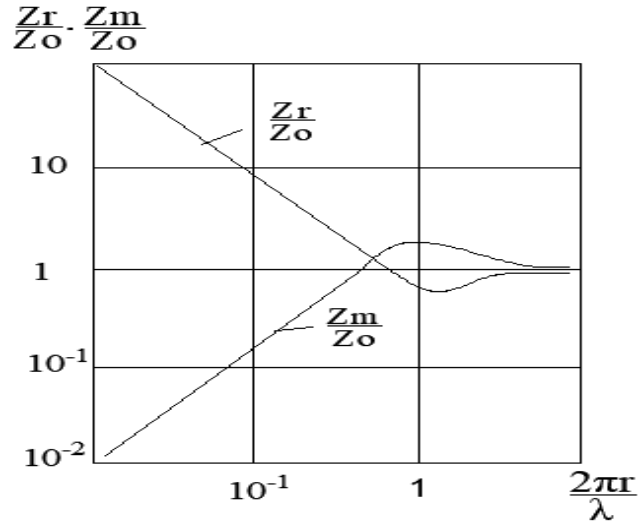
Sənaye maneələrinin yaxın zonaya təsiri daha geniş yayılıb və aşağı tezlikli maneələrə uyğundur (onlar üçün $r < \lambda/2\pi$ şərti ödənilir) . MM-in MR ilə yaxın zonada əlaqəsi, maneənin reaktiv sahələrinin hərəkəti ilə şərtləndirilir və elektrik (elektrik və ya tutum rabitəsi) (şəkil 1.7,a) və yaxud maqnit (maqnit və ya induktiv rabitə) (şəkil 1.7,c) sahəsi ilə müəyyən edilir. Rabitənin bu növlərini parazit tutumlarının təsiri və yaxud MM və MR arasında qarşılıqlı induktivlik (şəkil 1.7,b,d) kimi təsvir etmək olar. Yaxın zonada bir-birilə münasibətdə olan istənilən real zəncirdə sözsüz ki, iki növ rabitə mövcuddur. Lakin onlardan biri üstünlük təşkil edir.

Əgər öz xassəsinə görə qarşılıqlı təsirdə olan zəncirlər elektrik vibratorları kimidilərsə, elektrik (tutum) rabitəsi üstündür. Maqnit vibratorlarına oxşar zəncirlərə maqnit (induktiv) rabitəsi uyğun gəlir. Belə ki, vibratorla yaradılan elektrik sahəsinin gərginliyi verilmiş gərginliyə mütənasibdir. Böyük gərginlikli elektrik zənciri elektrik növünün ($E^2 \sim U_M^2 = P_{MM} R_M$, burada U_M , P_{MM} , R_M uyğun olaraq maneə gücü və zəncirin tam müqavimətidir) mənbəyidir. Analoji olaraq aşağı Om zəncirlər maqnit növünün mənbəyidir, yəni $H^2 \sim I_M^2 = P_{MM} / R_M$, burada I_M – cərəyan maneəsidir. [Кечиев, Л. Н. 2010].



Şəkil 1.7. Tutum rabitənin sxemi (a), qarşılıqlı induktivlik (c) və onların ekvivalent sxemi (b,d).

Yaxın zonanın xarakteristik $Z_{MÜQ}$ müqaviməti məsafədən asılıdır. (şəkil 1.8.)



Şəkil 1.8. Xarakteristik müqavimətin məsafədən asılılığı.

Mənbənin məlum məsafədə və növündə elektrik (maqnit) sahəsinin tərkib qiyməti maqnit (elektrik) sahəsinin məlum gərginliyinin hesabına tapıla bilər. Lakin, bir çox praktiki hallarda yekun maneə sahəsi bir mənbədən yaradılır, onların növü isə əvvəlcədən məlumdur. Bunun üçün həm elektrik, həm də maqnit sahəsinin gərginlikləri haqqında məlumat lazımdır.

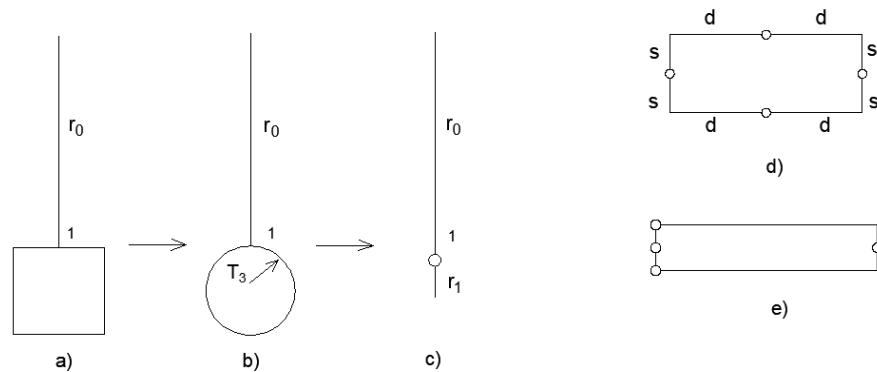
Öz növbəsində sahə gərginliklərinin verilən qiymətindən MM və MR-in rəbitə dərəcəsi asılıdır. Yaxın zonada yüksək gərginlikli elektrik və maqnit sahələri ölçüləri dalğa uzunluğundan xeyli kiçik olan mənbələr yarada bilərlər. [Бадер, М. П. 2017].

Sərbəst fəzada bu sahələrin gərginlik qiyməti MM-dən uzaqlaşdırma ölçüsünə görə sürətlə azalır. Ona görə də sərbəst fəzada qısa elektrik keçiriciləri arasında əhəmiyyətli rəbitə yalnız onların yaxın yerləşməsində mümkündür. Obyektdə elektromaqnit sahələrinin konfigurasiyası onların formasından, yaxın məsafədə olan metal cisimlərdən asılıdır və daha mürəkkəb xarakterə malikdir. Bunun nəticəsində MM və MR-in qısa zəncirlərinin rəbitəsi böyük məsafədə müşahidə edilə bilər. Maneə sahəsinin elektromaqnit dalğalarını həyəcalandıran zaman “qəsdəndilməyən” ötürücü xətlərdə xüsusilə əhəmiyyətli ola bilər. Belə xətlər bunlar ola bilər: dalğaötürücü, onun sərhəddi təyyarənin füzelyajıdır; qeyri-simmetrik koaksial dalğaötürücü, füzelyajın

daxilində yerləşdirilir. İzolyasiya qatı ilə örtülmüş tək keçirici ilə, montaj keçiricilərlə, korpusla təşkil edilmiş iki və çoxxətli ötürücü xətlərdə maneələrin yayılması mümkündür. Bundan başqa, obyektlərdə belə ötürücü xətlərdən təşkil edilmiş rezonatorların həyəcanlana bilməsi ilə razılaşımaq lazımdır. Rezonansların mövcud olması sahənin gərginliyinin kəskin artmasına gətirir və MR rabitəsinin də güclənməsinə səbəb olur. Məsələn, ölçmələrə görə həcm rezonatoru kimi nəqliyyat təyyarəsinin füzelyajının aşağı rezonans tezliyi 50...150 MHz həddindədir. [Автор Б.П. Хромой, Ю.Г. 2018].

Yaxın məsafədə sənaye maneələri tərəfindən yaradılmış sahələri MM-in ölçüldüyü kimi hesablamaq üçün ortoqonal qeyri-simmetrik modeldən variantlardan biri kimi istifadə etmək olar. Bu sahə , yəni müxtəlif şüalanma konfigurasiyalarını sintez etməyə imkan verən eyni uzunluqda olmayan vibratorlardır. Bu modelin əsası belədir: korpusun 1 nöqtəsində MM var, həmin korpusdan l_0 uzunluqlu maneədaşıyan naqıl çıxır (şəkil 1.9, a). Bu cür MM-in korpusunu r_0 radiuslu ötürücü sferaya mütənasib təsəvvür etmək olar (şəkil 1.9, b). Məsələnin həllinə uyğun olaraq şəkil 1.9,b-dəki model sferasındakı yükün təsvirini şəkil 1.10, c-dəki modellə dəyişmək olar, burada vibratorun uzunluğu $l_1=l_0r_a$ (l_0+r_a).

Qeyri-simmetrik dipol həm simmetrik dipola keçidi ($r_a=\infty$), həm də tək naqilə ($r_a=0$) keçidi həyata keçirməyə imkan verir. Elementar elektrik dipolu həmçinin bu modelin xüsusi halıdır ($l_0\rightarrow 0$).



Şəkil 1.9 Sənaye maneələri şüalandıran modellər

Real QEMM şüalandırıcıları diametrdən böyük xətti ölçülərə malikdir. Ona görə də onlar üçün sinusoidal cərəyan paylanmasını qəbul etmək olar. Bu zaman şüalanmanın sonunda cərəyan fazaları sərbəst ola bilər:

$$I_0(z') = I_{q_0}[\cos k(l_0 - z') + jP_0 \operatorname{sinc}(l_0 - z')], \quad z' \geq 0 \text{ olsa,}$$

$$I_1(z') = I_{q_1}[\cos k(l_1 - z') + jP_1 \operatorname{sinc}(l_1 - z')], \quad z' \leq 0 \text{ olsa,}$$

$$\text{Burada} \quad q_\delta = \frac{1}{\cos kl_\delta + jP_\delta \operatorname{sinc}kl_\delta}; \quad P_\delta = \frac{z_\delta}{W}; \quad k = \frac{2\pi}{\lambda}; \quad (1.1)$$

δ -müsbət istiqamətli cərəyanda 0 qiymətini alan indeks; l -mənfi istiqamətli cərəyanda 0 qiymətini alan indeks; $I - 1$ dipol nöqtəsindəki cərəyan; $z' - 1$ nöqtəsindən hesablanan koordinat; z_δ - vibratorun sonunda yüklənmənin müqaviməti; W -dipolun dalğa müqaviməti; λ - dalğa uzunluğu. [Балюк, Н. В. 2007].

Özündə qeyri-simmetrik dipolu təqdim edən maneə şüalandıran model nümunəsi, heterod tezliyində və onun harmonikasında şüalanan oxlu antenalı radioqəbuledici ola bilər. Həmin kabelə maneə cərəyanının sinfaza tərkibli, ona mütənasib tək naqillə də əvəz etmək olar. Bu halda elektrik maneə sahəsinin üstünlüyü yaranacaq.

Qapalı kontur şüalanması modeli kimi dörd simmetrik dipol sistemi ola bilər (şəkil 1.9,d). Bu halda yaxın zonada maqnit sahəsinin üstünlüyü yaranacaq. Dörd dipolun istifadəsi nümunəsi (onlardan ikisi simmetrikdir, ikisi isə hərəsinin bir vibratoru olmaqla, qeyri-simmetrikdir.) maneə sahəsinin simmetrik tərkibini keçən ikinaqilli kabel modeli olacaq (şəkil 1.9,e). [Андреева, Л. А. 2007].

Dekart koordinatda dipolun 1 nöqtəsi EHM-də rahat hesablanması üçün x_0, y_0, z_0 koordinatlarına malikdirsə, sahə gərginliyinin tərkib hissəsi belə yazıla bilər:

$$E_x = -30I \sum_{\gamma=0}^1 \sum_{\delta=0}^1 a_\delta \frac{e^{-jkr}}{r} \left[\frac{m_0}{\rho_0} b_\delta^{1-\gamma} + \gamma \frac{(-1)^\delta}{P_\delta} \left(\frac{m_0^2}{r\rho_0} - \frac{\rho_0}{jkr^2} \right) \right] \frac{x-x_0}{\rho_0},$$

$$E_y = -30I \sum_{\gamma=0}^1 \sum_{\delta=0}^1 a_{\delta} \frac{e^{-jkr}}{r} \left[\frac{m_0}{\rho_0} b_{\delta}^{1-\gamma} + \gamma \frac{(-1)^{\delta}}{P_{\delta}} \left(\frac{m_0^2}{r\rho_0} - \frac{\rho_0}{jkr^2} \right) \right] \frac{y-y_0}{\rho_0}, \quad (1.2)$$

$$E_z = -30I \sum_{\gamma=0}^1 \sum_{\delta=0}^1 a_{\delta} \frac{e^{-jkr}}{r} \left\{ b_{\delta}^{1-\gamma} + \gamma \frac{(-1)^{\delta}}{P_{\delta}} \left[\frac{m_0}{r} \left(1 + \frac{1}{jkr} \right) \right] \right\},$$

$$H_x = \frac{I}{4\pi\rho_0} \sum_{\gamma=0}^1 \sum_{\delta=0}^1 a_{\delta} e^{-jkr} \left[b_{\delta}^{1-\gamma} + \gamma \frac{(-1)^{\delta} m_0}{P_{\delta} r} \right] \frac{y-y_0}{\rho_0},$$

$$H_y = \frac{I}{4\pi\rho_0} \sum_{\gamma=0}^1 \sum_{\delta=0}^1 a_{\delta} e^{-jkr} \left[b_{\delta}^{1-\gamma} + \gamma \frac{(-1)^{\delta} m_0}{P_{\delta} r} \right] \frac{x-x_0}{\rho_0}, \quad (1.3)$$

$$H_z = 0,$$

$$\text{Burada } m_0 = z - z_0 + (-1)^{\delta+1} \gamma l_{\delta}; \quad \rho_0 = \sqrt{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2};$$

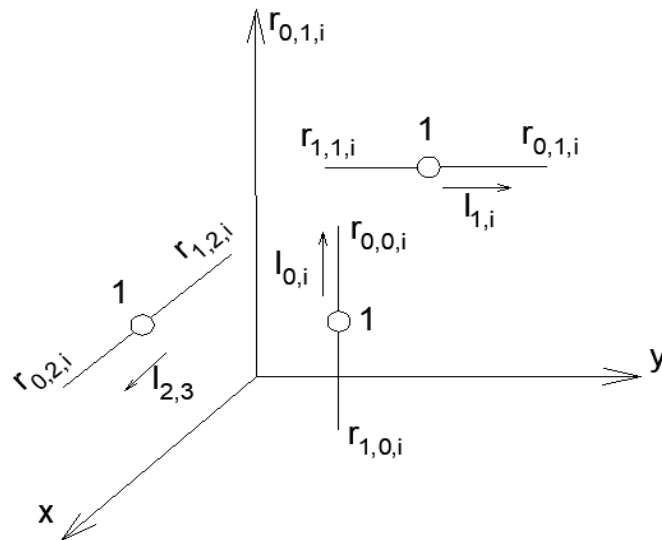
$$r = \sqrt{\rho_0^2 + m_0^2}; \quad a_{\delta} = \frac{P_{\delta}}{\cos kl_{\delta} + jP_{\delta} \sin kl_{\delta}};$$

$$b_{\delta} = -\cos kl_{\delta} - j \frac{\sin kl_{\delta}}{P_{\delta}}; \quad \delta = 0; 1; \gamma=0; 1.$$

Əgər cərəyan (1.1) ifadəsinə görə paylanılırsa, (1.2) və (1.3) ifadələri dipol sahəsinin tərkib hissəsi üçün dəqiqdir. Bu ifadələr sahənin gərginliyi hesablanan dipol uzunluğu, dalğa uzunluğu və məsafə arasındakı istənilən münasibətlər üçün doğrudur. Onların əsasında ortoqonal dipol sistemli sahə gərginliyinin tərkibi üçün ifadə almaq mümkündür. Məsələn, hər biri bir koordinat oxuna paralel olan üç qeyri-simmetrik dipol (şəkil 1.10). [Маслов, О. Н. 2000].

Şəkil 1.10 -də $l_{\delta, \beta, i}$ – vibratorun uzunluqlarıdır;

$$\beta = \begin{cases} 0, & \text{əgər dipol Z oxuna paralel yerləşib,} \\ 1, & \text{əgər dipol Y oxuna paralel yerləşib,} \\ 2, & \text{əgər dipol X oxuna paralel yerləşib.} \end{cases}$$



Şəkil 1.10. Dekart koordinat sistemində üç qeyri-simmetrik ortoqonal dipolun yerləşməsi.

Eletkrik və maqnit sahələrinin yekun gərginlikləri:

$$E = 30 \sum_{i=1}^{[N_{\beta}]} \sum_{\beta=0}^2 \sum_{\gamma=0}^1 \sum_{\delta=0}^1 I_{\beta,i} e^{j\varphi_{\beta,i}} a \frac{e^{-jkR}}{R} \left(-\frac{v}{\rho_1} \right)^B_x \quad (1.4)$$

$$_x \left\{ \left(\frac{m}{\rho_1} \right)^B b^{1-\gamma} + c \left(\frac{m^2}{\rho_1 R} - \frac{\rho^1}{=jkR^2} \right)^B \left[\frac{m}{R} \left(1 + \frac{1}{jkR} \right) \right]^B \right\},$$

$$H = \frac{1}{4\pi} \sum_{i=1}^{[N_{\beta}]} \sum_{\beta=0}^2 \sum_{\gamma=0}^1 \sum_{\delta=0}^1 I_{\beta,i} e^{j\varphi_{\beta,i}} a e^{-jkR} \frac{t}{\rho_1^2} \left(b^{1-\gamma} + c \frac{m}{R} \right). \quad (1.5)$$

Burada $[N_{\beta}]$ hər bir koordinat oxu boyunca yönəlmiş dipolların sayıdır;

$I_{\beta,i} e^{j\varphi_{\beta,i}}$ - 1 dipol nöqtəsindəki cərəyanlardır. [Балюк, Н. В. 2007].

$$\varphi_{\beta,i} = \begin{cases} 0, & \text{müsbət ox istiqaməti boyunca keçən cərəyan üçün,} \\ \pi, & \text{mənfi ox istiqaməti boyunca keçən cərəyan üçün.} \end{cases}$$

$$a = \frac{P_{\delta,\beta,i}}{\cos ku + jP_{\delta,\beta,i}\sin ku}; \quad b = -\cos ku - j \frac{\sin ku}{P_{\delta,\beta,i}};$$

$$c = \gamma(-1)^\delta / P_{\delta,\beta,i}; \quad m = A_1 m_1 + A_2 m_2 + A_3 m_3;$$

$$R = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2}; \quad \rho_1 = \sqrt{A_4 m_1^2 + A_5 m_2^2 + A_6 m_3^2};$$

$$U = A_1 l_{\delta,2,i} + A_2 l_{\delta,1,i} + A_3 l_{\delta,0,i}; \quad P_{\delta,\beta,i} \frac{Z_{\delta,\beta,i}}{W_{\beta,i}}; \quad A_1 = \beta(\beta - 1)/2;$$

$$A_2 = \beta(2 - \beta); \quad A_3 = 1 + \beta(\beta - 3)/2; \quad m_1 = x - x_{\beta,i} + (-1)^{1+\delta} \gamma A_1 l_{\delta,2,i};$$

$$m_2 = y - y_{\beta,i} + (-1)^{1+\delta} \gamma A_2 l_{\delta,1,i}; \quad m_3 = z - z_{\beta,i} + (-1)^{1+\delta} \gamma A_3 l_{\delta,0,i};$$

$$A_4 = 1 + \beta(1 - \beta)/2; \quad A_5 = (\beta - 1)^2; \quad A_6 = \beta(3 - \beta)/2;$$

$W_{\beta,i}$ - dipolların dalğa müqaviməti; Z - vibratorların sonunda yüklənmələr; (1.4) və (1.5) ifadələrindən alınır ki,

$$E_x = E, \text{ əgər } B = A_4, D = A_1, v = m_1;$$

$$E_y = E, \text{ əgər } B = A_5, D = A_2, v = m_2;$$

$$E_z = E, \text{ əgər } B = A_6, D = A_3, v = m_3;$$

$$H_x = H, \text{ əgər } t = (-1)^{A_2} (m_2)^{A_3} (m_3)^{A_2} A_4;$$

$$H_y = H, \text{ əgər } t = (-1)^{A_3} (m_1)^{A_3} (m_3)^{A_1} A_5;$$

$$H_z = H, \text{ əgər } t = (-1)^{A_1} (m_1)^{A_2} (m_2)^{A_1} A_6;$$

Nümunə. Şəkil 3.7,d-də təsvir olunan sabit I cərəyanı keçən konturdan sahə gərginliyini tapaq. Qəbul edək ki, kontur ZY müstəvisində yerləşir, onda

$$\begin{aligned}
x_{\beta,i} &= 0; y_{0,i} = -d; y_{0,2} = d; y_{1,i} = y_{1,2} = 0; z_{0,1} = z_{0,2} = 0; \\
z_{1,i} &= s; z_{1,2} = -s; I_{2,i} = 0; I_{0,i} = I_{1,i} = I; \varphi_{0,1} = \varphi_{1,1} = 0; \\
\varphi_{0,2} &= \varphi_{1,2} = \pi; l_{0,0,1} = l_{1,0,1} = l_{0,0,2} = l_{1,0,2} = s; \\
l_{0,1,1} &= l_{1,1,1} = l_{0,1,2} = l_{1,1,2} = d; N_0 = N_1 = 2; N_2 = 0.
\end{aligned}$$

Dipolun qidalandırıcı nöqtələrində və vibratorun sonunda cərəyanın bərabərliyinin təmini üçün mütləq,

$$P_{0,0,1} = P_{1,0,1} = P_{0,0,2} = P_{1,0,2} = -j\text{tg}(ks/2),$$

$$P_{0,1,1} = P_{1,1,1} = P_{0,1,2} = P_{1,1,2} = -j\text{tg}(kd/2).$$

Aşağı tezliklərdə ($k \rightarrow 0$) qəbul etmək olar ki, $P_{\delta,\beta,i} = 0$, $e^{-jkl} = 1$. Onda,

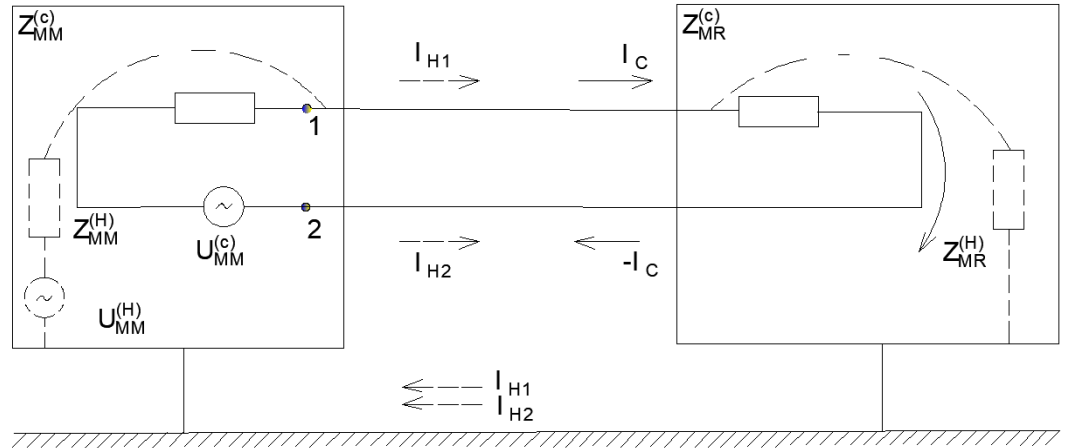
$$H_x = \frac{1}{4\pi} \left[\frac{(y+d)(z-s)}{R_4} \left(\frac{1}{t_4^2} + \frac{1}{t_3^2} \right) + \frac{(y-d)(z+s)}{R_2} \left(\frac{1}{t_2^2} + \frac{1}{t_1^2} \right) - \right. \\
\left. - \frac{(y+d)(z+s)}{R_1} \left(\frac{1}{t_4^2} + \frac{1}{t_1^2} \right) - \frac{(y-d)(z-s)}{R_3} \left(\frac{1}{t_2^2} + \frac{1}{t_3^2} \right) \right]. \quad (1.6)$$

$$\begin{aligned}
\text{Burada } t_1 &= \sqrt{x^2 + (z+s)^2}; & t_2 &= \sqrt{x^2 + (y-d)^2}; & t_3 &= \sqrt{x^2 + (z-s)^2}; \\
t_4 &= \sqrt{x^2 + (y+d)^2}; & R_1 &= \sqrt{t_1^2 + (y+d)^2}; & R_2 &= \sqrt{t_1^2 + (z+s)^2}; \\
R_3 &= \sqrt{t_3^2 + (y-d)^2}; & R_4 &= \sqrt{t_4^2 + (z-s)^2}.
\end{aligned} \quad (1.7)$$

Görünüdüyü kimi, (1.7) ifadəsi düzbucaqlı konturlu elektromaqnit sahəsinin gərginliyinin hesablanması ilə üst-üstə düşür. [Акбаиев, Б. Б. 2014].

Konduktiv maneələr. Sənaye maneələrinə təsirin əsas yollarından biri MM və MR-
i birləşdirən müxtəlif keçiricilərdə maneə cərəyanının keçidinin şərtləndirilməsidir.

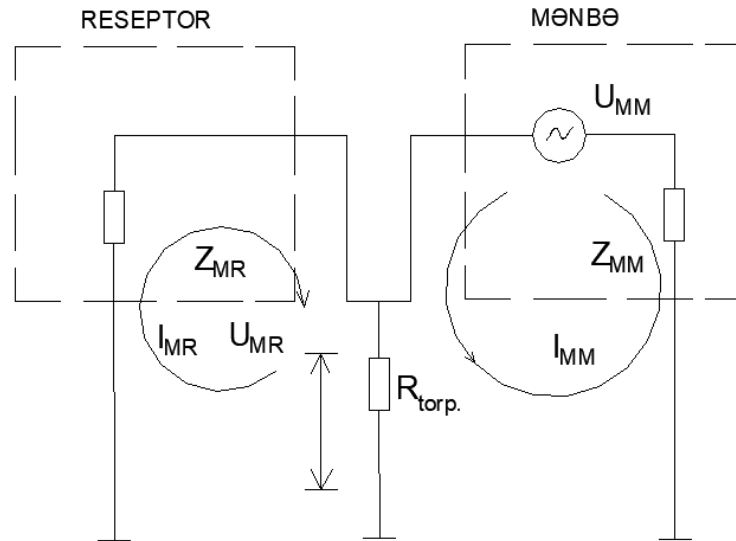
Konduktiv maneə təsirinin ümumiləşmiş sxemi şəkil 1.11-da göstərilmişdir.



Şəkil 1.11. Konduktiv maneə təsirinin ümumiləşmiş sxemi.

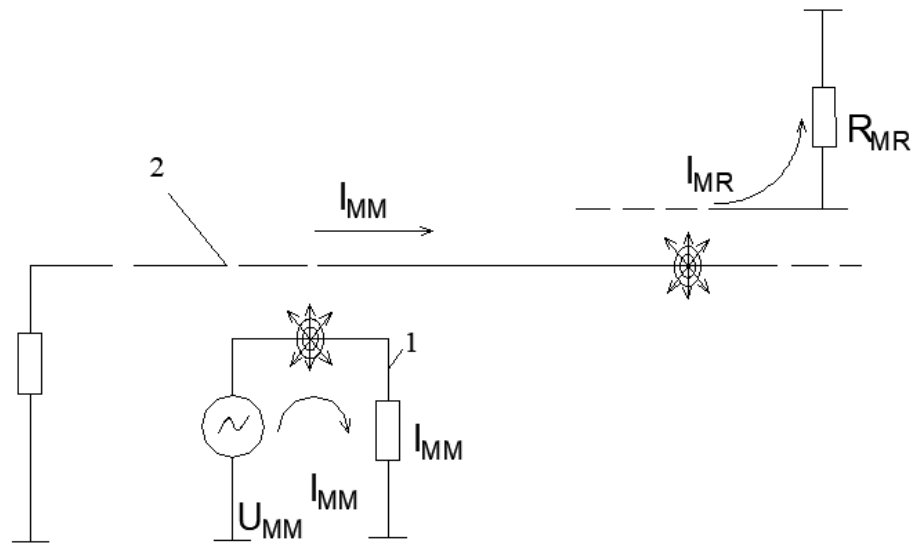
Ümumi halda 1 və 2 sığacları arasında $U_{MM}^{(C)}$ maneə gərginliyinə simmetrik olan maneə gərginliyi mövcuddur. Lakin, hər bir sığac və korpus (yaxud yerlə) arasında isə qeyri-simmetrik $U_{MM}^{(H)}$ maneə gərginliyi vardır. $Z_{MM}^{(C)}$ mənbəyinin daxili müqavimətinə və $Z_{MR}^{(C)}$ reseptoruna və birləşdirici keçiricilərə malik maneənin simmetrik cərəyanı zəncir üzrə keçir. Qeyri-simmetrik cərəyanlar $Z_{MM}^{(C)}$ və $Z_{MR}^{(C)}$ müqavimətlərindən, zəncir müqavimətinin isə salınmasından, qurğu korpusunun yerlə əlaqələndirilməsindən tamamlanır.

Maneə gərginliyinin yaranması müxtəlif səbəblərdən ola bilər, əsasən də qeyri-mükəmməl izolyasiya, yaxud torpaqlanmanın ümumi zəncirinin varlığı ilə şərtləndirilmiş qalvanik rabitənin mövcudluğuna görə (şəkil 1.12). [Иванов, В. А. 2012].



Şəkil. 1.12. Mənbənin və reseptorun elektrik zəncirinin ümumi sahəsinin mövcudluğu nəticəsində maneələrin yaranma sxemi.

Sonuncu halda hər hansı bir zəncirdən cərəyanın keçməsi R_T torpaqlama müqavimətində gərginlik yaradır və uyğun olaraq reseptor zəncirindən cərəyan keçir. Konduktiv maneələrin digər yaranma səbəbi elektrik zəncirinin maneə mənbəyi ilə elektromaqnit rəbitəsinin olmasıdır. Maneələr xarici elektromaqnit sahəsi ilə birləşdirici keçiricilərdə qurulur. Bundan başqa, onlar daxili elektromaqnit sahəsinin təsiri ilə başqa zəncirlərin yaxın yerləşmiş keçiricilərində yarana bilərlər. Əsasən də, müxtəlif kəbellərin paralel çəkilişində bu proses baş verir. Maneənin üçüncü yaranma səbəbi müxtəlif elektrik şəbəkələrindəki keçiricilərdə və dartılmış metal konstruksiyalardakı cərəyan ola bilər. Məsələn, müxtəlif borular- öz növbəsində başqa MR-in elektrik zəncirində maneə yarada bilər (şəkil 1.13). [Колесников, Е. П. 2020)].



Şəkil 1.13. Konduktiv maneənin daşınmasını aydınlaşdıran mexanizm sxemi.

Qeyri-simmetrik cərəyanla yaradılan elektromaqnit maneələri daha təhlükəlidir. Simmetrik cərəyandan olan maneələr az əhəmiyyətlidir. Belə ki, əks faza cərəyanı keçən keçiricilər yaxın yerləşdiklərindən, onların hər birinin elektromaqnit sahəsi müəyyən dərəcədə bir-birini kompensasiya edir.

Konduktiv maneələrin intensivliyi mənbədən kənarlaşdırılma dərəcəsinə görə asta-asta azalır və zəif MM-dən maneələr bir neçə yüz metr məsafədə yarana bilər. Konduktiv maneələrin zəifləməsini bir çox amillər müəyyənləşdirir: ötürücü xətlərin dalğa müqaviməti ilə, onun konfigurasiyasına və şaxələnmə dərəcəsinə görə, izolyasiya materialına əsasən və s. İstilik itkisinə və şüalanmada itkiyə görə o, adətən tezliyin artma dərəcəsinə mürənasib olaraq çoxalır.

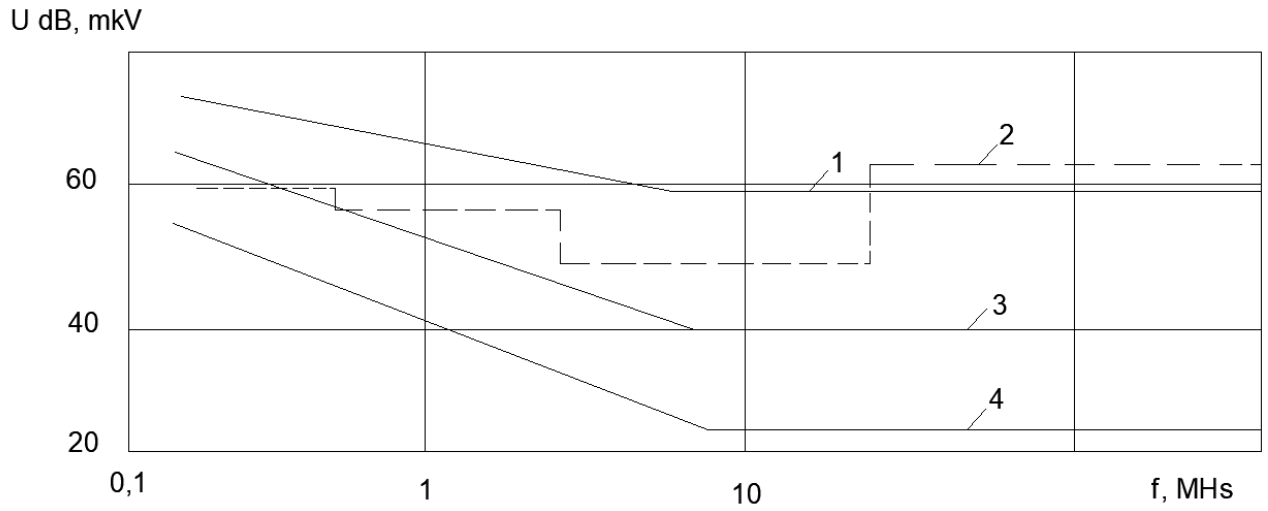
Konduktiv maneələrdə mənbənin reseptorla rabitə dərəcəsi maneə mənbəyinin daxili müqavimətinin və reseptorun giriş müqavimətinin əlaqələrindən asılıdır. Bu kəmiyyətlər tezliyin dəyişməsində geniş sərhəddə dəyişir. Bu isə rabitə əmsalının əhəmiyyətli tezlik asılılığına gətirib çıxarır. MM və MR-in daxili müqavimətinin tezlik asılılığı, onların təcrübi müəyyən edilməsində və konduktiv maneələrin hərəkətinin

təqlidində müəyyən çətinliklər yaranır. Belə ki, MR-ə konduktiv maneə təsirinin real şəraitinin təcrübi əks olunmasını çətinləşdirir. [Антипин, Б. М. 2019].

Aşağı tezlikli maneələr üçün (onlar üçün birləşdirici keçiricilərin uzunluğu dalğa uzunluğundan xeyli kiçikdir) MR-in qəbul etdiyi maneə gücü yalnız Z_{MM} və Z_{MR} müqavimətlərinin münasibətlərindən asılıdır (simmetrik və qeyri-simmetrik maneələrə uyğun olaraq). Daha yüksək tezliklərdə keçiricilərin uzunluğu dalğa uzunluğu ilə ortaqlıq ölçülərdə olarkən, parametrlərin paylanması ilə zəncir xasküyi özünü göstərir. Generatorun yüklənmə ilə razılaştırılması, buna görə də rabitə səviyyəsi bu halda mənbənin müqavimətinin, yüklənmənin, dalğa müqavimətinin və onun uzunluğunun qarşılıqlı münasibətindən asılıdır. Bundan başqa, birləşdirici keçiricilərin uzunluğunda, maneə dalğası uzunluğunun yarısında və ya dördə bir böləndə ötürücünün xəttində rezonans hadisəsi mövcud ola bilər. Bu da maneə yaradan sahələrin gərginliyini və yaxud xarici sahəsinin verdiyi konduktiv maneə səviyyəsini artırmağa bilər.

Müxtəlif zəncirlərdə konduktiv maneələrin səviyyəsi maneələrin gərginlik və cərəyan qiymətləri ilə xarakterizə olunur. Nümunə kimi konduktiv maneələrdə reseptorla rabitə kimi adətən maneələrin daşınma əmsalı $K_{MM} = U_{MM}^{(H)} / U_{MR}$ istifadə olunur, burada $U_{MM}^{(H)}$ maneənin daha böyük qeyri-simmetrik gərginliyidir. Konduktiv maneənin gərginliyi və cərəyanı, həmçinin maneənin daşınma əmsalı təcrübi müəyyən edilir.

Həm şüalanan, həm də konduktiv sənaye maneələrinin səviyyələrinin enməsi və verilən maneələrdə MR-in həssaslığının azalması EMB-in ümumi problemlərində böyük əhəmiyyət daşıyır. Sənaye maneəsinin çoxsaylı tədqiqatları müxtəlif təyinatlı aparatlar üçün bir sıra standart tələblər yaratmağa müvəffəq oldu (şəkil 1.14). [Иванов, В. А. 2012].



Şəkil 1.14. Radioqəbuledici ilə birgə quraşdırılmış avadanlıqdan sənaye maneələrinin icazə verilən səviyyələri.

II FƏSİL. SƏNAYE TƏYİNATLI RADIOMANEƏLƏRİN

ARADAN QALDIRILMASI TƏDBİRLƏRİ

2.1. Radiomaneə mənbələri

Əvvəlki fəsildə biz sənaye təyinatlı müxtəlif radiomaneə mənbələri və onların yaratdığı elektromaqnit rəqslərinin xassələri ilə tanış olduq.

Şəhərlərdə qəbul məntəqəsində sənaye təyinatlı radiomaneənin aradan qaldırılması bir sıra səbəblərə görə olduqca çətindir. Şəhərlərdə və sənaye mərkəzlərində maneə mənbələrinin sayı çox böyük olduğundan və demək olar ki, bütün şəhərə sıx şəkildə səpələnmiş olduğundan, onların spektrləri, təbii olaraq, üst-üstə düşür. Nəticədə, şəhərlərdə və sənaye mərkəzlərində fasiləsiz maneə yaranır ki, onun da spektrinə demək olar ki, bütün radiotezliklər daxildir. Əlbəttə ki, bu maneə nə spektrin tərkibinə görə, nə də intensivliyinə görə dəyişməz olaraq qalmır, lakin radiomaneə mənbələri hesab edilən və işləyən elektrik qurğularının və cihazların xarakterindən və sayından asılı olaraq, davamlı olaraq dəyişir. Maneə təbii olaraq, gündüz saatlarında, yəni maneə yaradan cihazların çoxunun işlək olduğu zamanda daha intensiv, nisbətən zəif isə gecənin gec saatlarında və səhərə yaxın vaxtlarda olur. [Л. Г. Мордухович, А. П. Степанов. 2019].

Maneənin intensivliyinin hesablanması texnikanın digər sahələrində olduğu kimi, intensivliyin spektr boyu paylanması əyrisinin müəyyən bir orta mövqeyindən başlayır və onu orta radiomaneə səviyyəsi adlandırırlar. Belə ki, orta radiomaneə səviyyəsi spektrin müxtəlif hissələri üçün (müxtəlif tezlik diapazonlarında) fərqli olduğundan və radioqəbul zamanı bizi həmişə qəbuledicinin quraşdırılma sahəsindəki müəyyən bir dar tezlik zolağı maraqlandırdığından, orta maneə səviyyəsi verilmiş diapazonda verilmiş tezlik zolağına aid edilir. Adətən, davamlı maneənin orta səviyyəsi müxtəlif tezlik diapazonlarında iki zolaq üçün müəyyən edilir: radioteleqraf qəbuluna uyğun olaraq, eni - 200 Hs və radiotelefon qəbuluna uyğun olaraq, eni - 6000 Hs-dir. Aydındır ki, onun ötürdüyü tezlik zolağı nə qədər geniş olarsa, davamlı radiomaneənin radioqəbulediciyə təsiri də bir o qədər güclü olar.

Sənaye radiomaneə səviyyəsinin müxtəlif ərazilərdə çata biləcəyi qiymətlər haqqında bir fikir əldə etmək üçün aşağıdakı təqribi məlumatları təqdim edirik:

Cədvəl 2.1. Müxtəlif sahələrdə küyün orta səviyyəsinin təqribi qiymətləri

Dalğa diapazonu	Ərazi növü	Zolağın eni üçün küyün orta səviyyəsi $\mu\text{V/m}$	
		6000 Hs	200 Hs
Orta dalğalar	Böyük şəhər . .	200	35
	Orta şəhər . .	80	15
	Kənd ərazisi . .	20	3,5
Qısa dalğalar	Şəhər	4	0,7
	Kənd ərazisi	2	0,4

Tamamilə aydındır ki, nə tezlik seleksiyası (selektiv qəbuledicilərdən istifadə etməklə), nə də məkan seleksiyası (çərçivədən istifadə etməklə) ilə küydən tamamilə xilas olmaq mümkün deyil.

Maneə rəqslərinin intensivliyi əhəmiyyətli dərəcədə olarsa, onlar qəbul edilən radioötürməni poza və hətta kifayət qədər intensivlikdə onu tamamilə dayandıra da bilirlər. Buradan belə bir qaçılmaz nəticə çıxır ki, tezlik seleksiyası yalnız o halda kömək edə bilər ki, qəbul edilən radioötürmənin intensivliyi maneənin orta səviyyəsindən əhəmiyyətli dərəcədə yüksək olsun, məcazi mənada desək, radioötürücü "həddini aşsın". [КЛОКОВ, В. В. 2018].

Lakin radioteleqraf və ya nitq qəbulu zamanı ötürülmənin aydın başa düşülməsi üçün maneədən yüksək səsle qışqırmaq kifayətdirsə, musiqinin yüksək keyfiyyətli qəbulu və ya ifası üçün bu kifayət deyil, çünki ötürmənin bədii səsləndirilməsi üçün burada həm ən yüksək səslər, həm də ən yavaş (pianissimo) səslər əhəmiyyət kəsb edir. Musiqinin və ya ifanın bədii ötürülməsi üçün ən yavaş səslərin intensivliyinin orta maneə səviyyəsindən əhəmiyyətli dərəcədə yüksək olması lazımdır. Beləliklə, qənaətbəxş qəbul üçün tələb olunan signal intensivliyi həm maneə səviyyəsindən, həm də qəbul edilən ötürmələrin xarakterindən asılıdır.

Aşağıda Lissabonda keçirilmiş Beynəlxalq Radiorabitə Konfransının məlumatları əsasında tərtib edilmiş cədvəl 2.1 verilmişdir ki, burada maneə zamanı müxtəlif növ ötürmələrin qəbul keyfiyyətini xarakterizə edən $s = \frac{\text{siqnalın gərginliyi}}{\text{maneənin orta səviyyəsi}}$ kəmiyyətinin qiymətləri əks olunub. [Кечиев, Л. Н. 2010].

Cədvəl 2.2 Maneə zamanı müxtəlif növ ötürmələrin qəbul keyfiyyətini xarakterizə edən s kəmiyyətinin qiymətləri

Ötürmənin növü	$s = \frac{\text{siqnalın gərginliyi}}{\text{maneənin orta səviyyəsi}}$	
	Qəbulun keyfiyyəti qənaətbəxş deyil	Qəbulun keyfiyyəti çox yaxşıdır
Dinləmə ilə teleqraf	1	5
Yüksək sürətli teleqraf	2	5
Kommersiya radiotelefoniyası	4	30
Yayım	7	100

Bu cədvəldən aydın olur ki, Morze teleqraf kodlarının çox yaxşı dinləmə ilə qəbulu üçün siqnal gücünün orta maneə səviyyəsindən cəmi iki dəfə çox olması kifayətdir, yayım ötürmələrinin kifayət qədər qənaətbəxş qəbulu üçün isə siqnal gücünün maneə səviyyəsindən ən azı 7 dəfə çox olması lazımdır. Bədi yayım üçün isə s 50-dən az olmamalıdır. Bu o deməkdir ki, (Cədvəl 2.1) böyük şəhərdə yayımın yaxşı qəbulu üçün orta dalğalarda siqnal intensivliyi ən az 10000 $\mu\text{V/m}$ olmalıdır.

Radioqəbuledici qurğunun radiomaneə mənbəyindən uzaqlaşdırılması

Nə üçün elə güclü radiostansiyalar qurmaq mümkün deyil ki, onların sahəsinin intensivliyi hətta onlardan uzaq məsafələrdə belə yaxşı qəbul üçün kifayət etsin? Gəlin görək belə bir radiostansiya üçün nə qədər güc tələb edilir. Xatırlayaq ki, siqnalın intensivliyi \sqrt{P} ilə mütənasib olaraq artır.

İndi isə Radiodalğaların Yayılması üzrə Beynəlxalq Komissiyanın məlumatlarına əsasən tərtib edilmiş, $\lambda = 600 \text{ m}$ dalğa uzunluğu ilə işləyən radioötürücünün sahə intensivliyi cədvəlinə diqqət edək (Cədvəl 2.3). [Бузов, А. Л. 2006].

Cədvəl 2.3. $\lambda=600$ m və $\lambda=1500$ m uzunluqlu dalğalar üçün gündüz vaxtı quru səth üzərindən onlardan müxtəlif məsafələrdə olan 1 kVt və 400 kVt gücündə ötürücülərdən $\frac{\text{mikroVolt}}{\text{metr}}$ -lə sahə gərginliyinin qiymətləri

Məsafə, km-lə	Şüalanan güc 1 kVt		Şüalanan güc 400 kVt	
	$\lambda = 600$ m	$\lambda = 1500$ m	$\lambda = 600$ m	$\lambda = 1500$ m
50		6000		
100	1500	2800	30000	
200	400	870	8000	17400
300	140	500	2800	10000
400	52	300	1040	6000
500	13	180	240	3600
600	8,5	100	170	2000
800	–	42	–	840
1000	4	18	80	360

600 m dalğa uzunluğu ilə işləyən 400 kilovatlıq ötürücünün sahə intensivliyi ondan 200 km məsafədə cəmi 8000 $\mu\text{V}/\text{m}$ -ə çatır ki, bu da böyük bir şəhərdə bədi yayımı qəbul etmək üçün çətinliklə kifayət edir. Kənd yerlərində isə çox yaxşı qəbul üçün daha böyük məsafələrdə (təxminən 400 km) mümkün olan 1000 $\mu\text{V}/\text{m}$ sahə intensivliyi kifayət edir. Elə bu cədvəldən görünür ki, uzun dalğada ($\lambda=1500$ m) hərəkət uzaqlığı gündüz saatlarında əhəmiyyətli dərəcədə böyükdür: belə ki, sahə intensivliyi yalnız ötürücüdən 300 km məsafədə 10000 $\mu\text{V}/\text{m}$ -ə enir və ondan təqribən 800 km məsafədə 1000 $\mu\text{V}/\text{m}$ -ə enir. Beləliklə, böyük şəhərlərdə gündüz vaxtı bədi yayımın həтта çox güclü stansiyalardan yaxşı qəbulu, yalnız onlardan nisbətən kiçik bir məsafədə mümkündür. Bir tərəfdən nəzərə alsaq ki, sahə intensivliyi məsafə ilə tərs mütənasibdir, tələb olunan güc isə sahənin gücünün kvadratı ilə düz mütənasibdir, digər tərəfdən isə artıq 400 kilovatlıq ötürücü çox mürəkkəb texniki struktura malikdir və qurulması böyük məsrəflər tələb edir (belə güc ötürücüləri bütün yer kürəsində çox azdır), bu zaman məlum olacaq ki,

radioötürücülərin şüalanma gücünün daha da artması çox da sərfəli olmayacaq. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, belə gücə malik stansiyalar, hətta nəzərəcarpacaq dərəcədə fərqli dalğa uzunluğunda belə, onların əhatə dairəsi daxilində daha zəif stansiyaları qəbul etməyi qeyri-mümkün edir. Ona görə də beynəlxalq razılaşmaya əsasən, radiostansiyaların gücü məhduddur. Məsələn, radioötürücüdən 1000 km məsafədə $\lambda = 1500$ m dalğada sahə intensivliyinin $10.000 \mu\text{V/m}$ -ə bərabər olması üçün təxminən 30.000 kVt güc tələb olunacaq. [Бобков, В. Ю. 2007].

Əhəmiyyətli dərəcədə daha əlverişli nisbətlər qısa dalğalar üçün əldə edilir. Bir tərəfdən, cədvəl 2.1-dən göründüyü kimi, qısa dalğa diapazonunda küy səviyyəsi xeyli aşağıdır və digər tərəfdən, daha sonra görəcəyimiz kimi qısa dalğaların yayılması şərtləri orta və uzun dalğaların yayılması şərtlərindən əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir. Lakin qısa dalğaların yayılma şərtlərinin dəyişkənliyi radioqəbul zamanı yeni, çox vaxt tamamilə ciddi maneələrə səbəb olur. Buna görə də, hətta qısa dalğalarda gücü artırmaqla ötürmələrin yüksək keyfiyyətli qəbulunu təmin etmək mümkün deyil.

Beləliklə, belə bir nəticəyə gəlirik ki, böyük şəhərlərdə, əksər hallarda, uzaq stansiyalardan qəbul edilən ötürmələrin sahə gücünün küyünü azaltmaq məqsədilə istifadə etmək praktiki olaraq qeyri-mümkündür və deməli, bu hallarda bir tezlik seleksiyası bədii ötürmənin qəbulu üçün tələb olunan optimallığı təmin etməkdə acizdir.

Şüalanmaya müdaxilə edən mənbələr şəhərlərdə hər yerə səpələnmiş olduğu üçün müəyyən çərçivəyə yönləndirilmiş qəbul da az təsirlidir. Yalnız nadir, təcrid olunmuş hallarda, güclü radiomaneə mənbəyi tam müəyyən edilmiş məhdud məkanda yerləşdikdə, onun müdaxilə təsirindən xilas olmaq üçün məkan seçimi uğurla tətbiq oluna bilər.

Beləliklə, əgər ötürücü stansiya sənaye təyinatlı radiomaneələri zəiflətmək üçün kifayət qədər güclü deyilsə, nə tezlik seleksiyasının köməyi ilə, nə də istiqamətli qəbul vasitəsilə şəhər daxilindəki radio dinləyicilər onlarla mübarizə apara bilməz. Sənaye radiomaneəsindən xilas olmaq probleminin ən sadə və ən radikal həlli kimi, məhz radioqəbuledici qurğunu bu maneənin mənbələrindən çıxarmaq təklif olunur. Belə bir həll Dünya Müharibəsindən qısa müddət sonra radionun sürətli inkişafının lap əvvəlində

yarandı və fəaliyyəti radioteleqraf və radiotelefon vasitəsilə mesajların fasiləsiz qəbulundan əhəmiyyətli dərəcədə asılı olan rabitə müəssisələri belə bir qənaətə gəldilər ki, xüsusi radioqəbul mərkəzləri adlanan bir sistem yaratmaq lazımdır. [АНТИПИН, Б. М. 2019].

Belə mərkəzlər adətən xidmət göstərdikləri böyük şəhərdən bir neçə on kilometr aralıda, radioötürücü stansiyalardan, ötürücü xətlərdən və digər radiomaneə mənbələrindən mümkün qədər uzaqda yerləşir. Müxtəlif şəhərlərdən və ölkələrdən radioteleqraf və radiotelefon mesajlarını qəbul etmək üçün avadanlıq maneəni tamamilə aradan qaldırmaq üçün bəzən tam rezervasiya edilmiş xüsusi təchiz olunmuş otaqlarda yerləşdirilir. Xüsusi seçilmiş qəbul mərkəzinin yerləşdiyi ərazi yüksək istiqamətli qəbul üçün mürəkkəb antenna sistemlərinin tikintisinə imkan verəcək qədər böyük olmalıdır. Öncə də qeyd etdiyimiz kimi bu, böyük ölçü tələb edir. Qəbul mərkəzinə daxil olan mesajlar naqillər (adətən yeraltı kabel) vasitəsilə birbaşa əsas teleqrafın qəbul zalına ötürülür.

Xüsusi qəbul məntəqələrinin qurulması, təbii ki, sənaye təyinatlı maneələrdən azad olmaq və uzaq məsafələrdən radioverilişlərin qəbulu məsələsini həll edir, belə ki, öncə, bu məntəqədə qəbul edilir, sonra isə naqillə ən yaxın şəhərdəki abunəçilərin mənzillərinə ötürülür.

2.2. Radiomaneə mənbəyinin ekranlaşdırılması

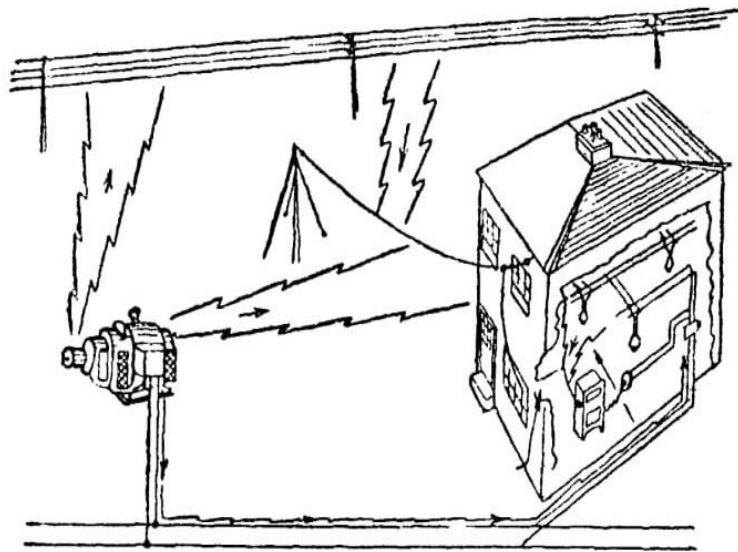
Bununla belə, şəhərdə xüsusi qəbul məntəqələrinin quraşdırılması hələ də radioqəbulun maneədən azad edilməsi məsələsini həll etmir. Radiomaneə mənbəyi hesab edilən elektrik maşınlarının, alətlərinin, cihazlarının və qurğularının normal işini pozmadan, bir tərəfdən onların yaratdığı elektromaqnit rəqslərini mümkün qədər zəiflətməyə, digər tərəfdən, bu rəqslərin radioqəbulediciyə daxil olmasının qarşısını almağa imkan verəcək vasitələr tapmaq və tətbiq etmək lazımdır. [Акбаиев, Б. Б. 2014].

Mənbənin özündə rəqslərin zəifləməsinə gəlincə isə, bu, yalnız bu rəqslərin qəbulu hər hansı bir qurğunun, maşının və ya aparatın vəzifəsi olmadığı hallarda mümkündür və

bu qurğuların (tramvay, trolleybusun hava şəbəkəsindəki qövs, elektrik maşınlarının fırçalarının qığılıcı, elektrik zəngi və s.) işinə ən çox zərər verən yan təsirləri təmsil edirlər. Bu, əlbəttə ki, hər hansı bir yüksək tezlikli qurğularda olduğu kimi, rəqslərin xüsusi olaraq yaradıldığı və ya bir qığılıcı və ümumiyyətlə elektrik boşalması nəticəsində yarandığı hallarda (şamlar, maqnitlər, elektrik qaynağı, proyektorlar, qaz-ışığı lampaları, elektrik qövs sobaları və s.) mümkün deyil.

Bununla belə, əgər mənbənin özündə belə, maneə yaradan rəqslərin zəifləməsi mümkün olarsa (icazə verilən yerlərdə qığılıcıları söndürməklə, yerüstü naqillə tramvay şəbəkəsi arasındakı əlaqəni yaxşılaşdırmaqla, ikiqat byugellər tətbiq etməklə və s.), bu, yalnız kiçik dərəcədə olacaq. Sənaye təyinatlı maneələrdən xilas olmaq və ya onları minimuma endirmək üçün, imkan daxilində, onların radioqəbulediciyə daxil olmasının qarşısını almaq lazımdır. [Автор Б.П. Хромой, Ю.Г. 2018].

Şəkil 2.1-də şəhər şəbəkəsindən enerji alan xarici antenaya qoşulmuş eyni şəbəkədən qidalanan qəbulediciyə qədər bütün mümkün maneə yollarının mənbədən keçməsi sxematik şəkildə göstərilmişdir.



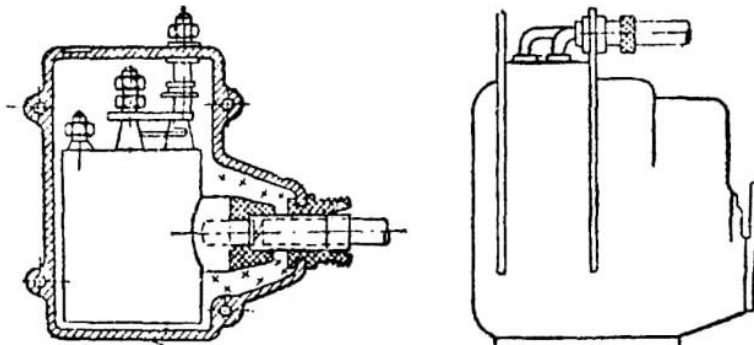
Şəkil 2.1. Müdaxilə mənbəyindən qəbulediciyə qədər müdaxilənin yayılma yollarının təsviri

Bir tərəfdən, yüksək tezlikli cərəyanlar xətt boyunca keçir və ondan birbaşa elektrik dövrəsi vasitəsilə qəbulediciyə, eləcə də ərazinin işıqlandırma şəbəkəsinə daxil olur,

buradan induksiya yolu ilə antenna girişinə və oradan qəbulediciyə daxil olur. Digər tərəfdən, mənbədə yaranmış maneə olan rəqslər fəzaya yayılır, oradan qəbuledici antenna, həmçinin yaxınlıqdan keçən telefon və ya teleqraf xətti tərəfindən götürülür və bu da öz növbəsində, antennaya təsir göstərir. Aydındır ki, maneə mənbəyi və ya qəbuledici (və ya hər ikisi) ümumi şəbəkədən enerji qəbul etmirsə, o zaman maneələrin qəbulediciyə daxil olması üçün mümkün yollar da az olacaq. Bu mülahizədən aydın olur ki, maneələr həm naqillər vasitəsilə, həm də birbaşa fəzada (şüalanma və ya induksiya vasitəsilə) yayılır. Beləliklə, bu növ maneələri uğurlu şəkildə aradan qaldırmaq üçün iki fərqli məsələni həll etmək lazımdır: maneə olan rəqslərin şüalanmasını azaltmaq və digər tərəfdən yüksək tezlikli cərəyanların xəttə daxil olan yolunu bağlamaq. [Балюк, Н. В. 2007].

Bəs fəzada elektromaqnit rəqslərinin yayılmasını necə zəiflədə bilərik? Elektromaqnit rəqsləri mənbəyi bütünlüklə, hər tərəfdən yüksək keçirici metaldan hazırlanmış divarlarla (vərəqlərlə) bağlanan bir qutuya yerləşdirilir, hansı ki, kifayət qədər qalın olarsa, elektromaqnit rəqslərinin pozulmasına imkan vermir və ya necə deyərlər, onları ekranlaşdırır.

Bütün otağın belə tam ekranlaşdırılması hər hansı kənar şüalanmadan qorunmaq üçün, məsələn, sənaye mərkəzlərində yerləşən elmi-tədqiqat institutlarının bəzi laboratoriyalarında, habelə xüsusilə həssas və ya kritik qəbulun aparıldığı xüsusi radioqəbuledici mərkəzlərin binalarında həyata keçirilir. Belə zirehlənməni avtomobillərdə və təyyarələrdə maqneto alışıdırma şamları üçün də həyata keçirmək asandır (şəkil 2.2).



Şəkil 2.2. Alovlanma maqnitusunun zirehlənməsi

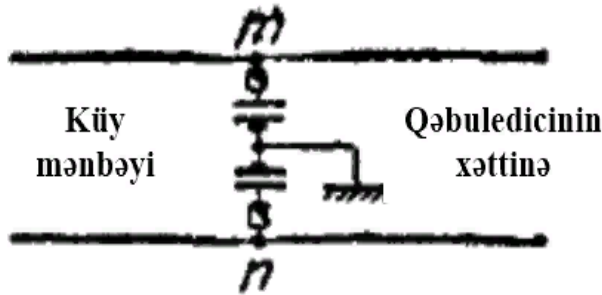
Bununla belə, texniki səbəblərə görə bu cür ekranlaşdırma hər zaman mümkün olmur, lakin harada ki, mümkündür, zirehdə müxtəlif giriş və çıxışlar üçün deşiklər olduğundan, elektromaqnit dalğalarının bir qədər sızması olduğu kimi qalır və bu qalıq şüalanma ilə ikinci üsulla, yəni – qəbulediciyə gedən yolu bağlamaqla, mübarizə aparmaq lazımdır. [Андреева, Л. А. 2007].

Naqillər vasitəsilə ötürülən radiomanənin zəifləməsi

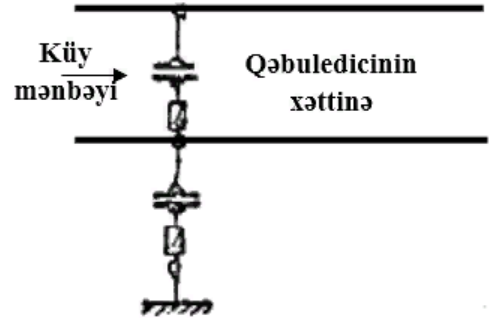
Yüksək tezlikli rəqslərin yarandıqları mənbədən qəbulediciyə gedən naqillərdən keçməsinə çətinləşdirmək və ya bağlamaq, eyni zamanda bu xətdə dövr edən daimi və ya aşağı tezlikli cərəyana gedən yolu sərbəst buraxmaq üçün hansı vasitələrdən istifadə etmək olar? Burada biz, mühəndislikdə də yaranan eyni problemlə qarşılaşırıq. Belə ki, mexaniki strukturun bu və ya digər hissəsini zərbələr və ya təkanlar nəticəsində yaranan sürətli vibrasiya rəqslərindən qorumaq, eyni zamanda onun hərəkətinin müəyyən növünü, məsələn, irəliləmə hərəkətini, saxlamaq lazım gəlir. Belə ki, qeyri-bərabər yollarda hərəkət zamanı avtomobili və ya ekipajı zərbələrdən və təkanlardan qorumaq üçün kuzovu təkər oxlarına birbaşa deyil, yayların üzərindəki nazik təbəqə polad zolaqdan hazırlanmış elastik dayağa qoyurlar. Kuzovun böyük ətaləti və yayların zəifliyi baxımından, təkər oxlarının hər hansı sürətli zərbələri və vibrasiyaları kuzova çox zəif ötürülür və praktiki olaraq, onun fəzadakı mövqeyində kəskin dəyişikliklərə səbəb olmur, kuzovun oxlarının mövqeyinin yavaş dəyişikliyi (qalxma və ya enmə zamanı) zamanı isə, əlbəttə ki, tam uyğunlaşır.

Həmçinin yaxşı məlumdur ki, qeyri-bərabər işləyən mühərrik tərəfindən idarə olunan mexanizmlərin zərbələrdən qorunmasını və bərabərsürətli fırlanmasını təmin etmək lazım gəldikdə, ümumi ox üzərində kənarları qalınlaşan – nazim çarx (maxovik) adlanan disk (və ya təkər) quraşdırılır. Nazim çarx ətalət momentinin böyük olması sayəsində mühərrikin ona verdiyi sürətli təkanlara və zərbələrə cavab vermir və onları oxa ötürmür, yavaş sürət dəyişikliyi zamanı isə (məsələn, işə saldıqda və ya bir sürətdən digərinə keçid zamanı) tam uyğunlaşır. [Акбаиев, Б. Б. 2014].

Mühəndislik işində kütlə ətaləti və yayların elastikliyi təkanlardan və onların yaratdığı vibrasiyalardan əsas qorunma vasitəsidir. Yaranan vibrasiyaları məhv etmək, onları söndürmək lazım olduğu hallarda, məlum olduğu kimi, sürtünmədən geniş istifadə olunur.



Şəkil 2.3. Kondensatorların köməyi ilə sabit cərəyan xəttinin bloklanması cərəyan xəttinin bloklanması



Şəkil 2.4. Kondensatorların köməyi ilə dəyişən cərəyan xəttinin bloklanması

Elektrik rəqsləri sahəsində biz, həmçinin yaylara və nazim çarxa analoji olan vasitələrə, mexanikada vəziyyətin aşağı tezlikli texniki cərəyanlardan yavaş dəyişməsinə və ya birbaşa cərəyana (bərabərsürətli hərəkət) analoji olan sürətli dəyişmələrinə müvafiq olan, yüksək tezlikli rəqsləri ayırmağa imkan verən vasitələrə maliklik. Bu vasitələrə, tutumu mexanikada yayın elastikliyi ilə eyni rolu oynayan elektrik kondensatoru və nazim çarxın ətalətinə (kütləsinə) uyğun gələn öz-özünə induksiya sarğıları və ya drossel aiddir. Radiotexnikada arzuolunmaz rəqsləri aradan qaldırmaq üçün mexanikadakı sürtünmə roluna olduqca oxşar olan elektrik müqavimətlərindən istifadə olunur.

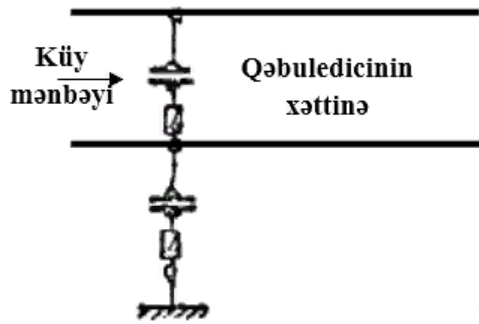
Qəbuledicinin girişinə maneə yaradan elektromaqnit rəqslərinin qarşısını almaq üçün kondensatorlar və öz-özünə induksiya sarğıları necə istifadə olunur? [Клоков, В. В. 2018].

Məlumdur ki, kondensator yalnız dəyişən cərəyanı buraxır və üstəlik, bu cərəyanın tezliyi nə qədər yüksək olarsa, kondensatorun tutumu da bir o qədər böyük olar. Beləliklə, eyni kondensator yüksək tezlikli cərəyanlar üçün çox aşağı və eyni zamanda aşağı tezlikli

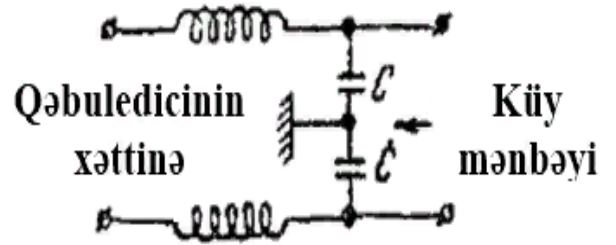
cərəyan üçün yüksək müqavimət göstərə bilər. Bu, müəyyən tutumlu bir kondensatoru düzgün işə salmaqla yüksək tezlikli cərəyanları həm kondensatordan keçməyən sabit cərəyandan, həm də böyük müqavimət göstərdiyi aşağı tezlikli dəyişən texniki cərəyandan ayırmağa imkan verir.

Bu məqsədlə, maneə kondensatorlarının köməyi ilə yüksək tezlikli rəqslər digər yol üzrə istiqamətlənir, daha çox yerə doğru yönəldilir və bununla da onların elektrik xətti vasitəsilə radioqəbulediciyə daxil olmasının qarşısını alır. Bir neçə nümunəyə baxaq. Şəkil 2.3 -də otağın girişindəki paylayıcı lövhəyə qoşulmuş kondensatorların köməyi ilə bu şəbəkədən otağa daxil olan radiomaneələrdən necə qurtula biləcəyimiz göstərilir. Qeyd etmək lazımdır ki, yüksək tezlikli rəqslər bir xətt boyunca yayıla bilər, bir naqıl boyunca gəlib, ikinci naqılla (simmetrik yüksək tezlikli cərəyan adlanır) və ya hər iki naqıl boyunca paralel olaraq (asimmetrik cərəyan) ayrıla bilər. İşə salındıqda, şəkl. 2.3-də göstərildiyi kimi, xətti müqavimət ilə müqayisədə kondensatorların aşağı müqaviməti səbəbindən m və n budaqlanma nöqtələrinə çatan yüksək tezlikli rəqslər, əsasən kondensatorlardan yerə keçir və yalnız çox kiçik bir hissəsi xətti budaqlanır.

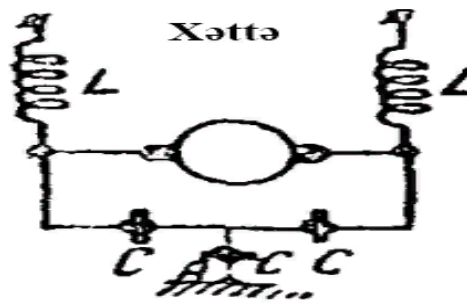
Buna baxmayaraq, sabit cərəyan xətti üçün olduqca uyğun olan bu əlaqə dövrəsi dəyişən cərəyan zamanı elektrik vurma təhlükəsi yarada bilər, belə ki, xəttin torpaqlanmış sıfır işçi (neytral) naqılı ilə kondensatorların torpaqlama nöqtəsi arasında müəyyən bir gərginlik fərqi olacaqdır. Buna görə də, dəyişən cərəyan xətləri üçün şəkil 2.4-də göstərilən kondensator qoşulmuş dövrə tətbiq olunur. Burada elektrik cərəyanı vurma təhlükəsi aradan qaldırılır və eyni zamanda, həm simmetrik, həm də asimmetrik müdaxilə edən yüksək tezlikli cərəyanların əsas hissəsi kondensatorlar vasitəsilə yerə axıdılır. [Колесников, Е. П. 2020].



Şəkil 2.4. Kondensatorların köməylə dəyişən cərəyan xəttinin bloklanması



Şəkil 2.5. Xəttin bloklanması üçün kondensatorların və drossellərin tətbiqi

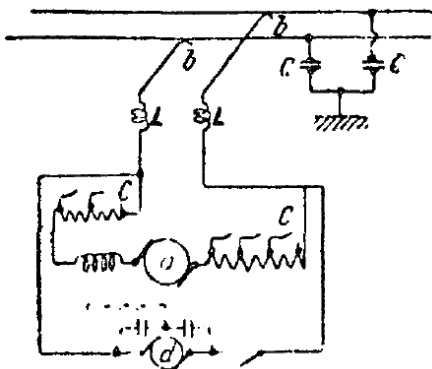


Şəkil 2.6. Elektrik mühərriki tərəfindən yaradılan maneədən qorunma sxemi

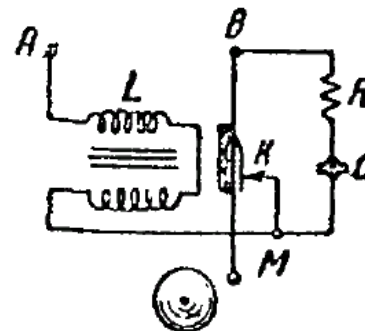
Xətti müqavimətin aşağı olduğu və müdaxilə edən yüksək tezlikli cərəyanları yerə boşaltmaq üçün tək kondensatorların kifayət etmədiyi hallarda, yüksək tezlikli cərəyanlar üçün xətti müqavimət drosselləri işə salmaqla artırılır (şək. 2.5). Tezlik nə qədər yüksək olarsa, drossellərin induktiv müqaviməti bir o qədər böyük olar və buna görə də, drossellərin induktivliyini müvafiq yolla seçməklə, yüksək tezlikli cərəyanlar üçün onların müqavimətini böyük etmək olar, aşağı tezlikli cərəyanlar üçün isə bu, olduqca kiçik olacaq. Yüksək tezlikli cərəyanların xəttə daxil olmasını dayandırmaq üçün drossellərin və kondensatorların tətbiqinə nümunə olaraq, şəkil 2.6-da maneə mənbəyinin elektrik mühərriki olduğu bir vəziyyət verilmişdir.

Radiomaneənin geniş yayılmış mənbəyinə misal trolleybusdur. Onun yaratdığı maneə tramvaydan daha güclüdür, çünki o, iki naqilli torpaqlanmamış (izolə edilmiş) xəttlə qidalanır. [Кечиев, Л. Н. 2010].

Şəkil 2.7-də trolleybusda maneənin əsas mənbələri sxematik olaraq göstərilmişdir: a – əsas mühərrik, b – buqellər və hava naqilləri arasında dəyişən əlaqə, xüsusilə itələyici (basma) çarxlar olduğu halda, c – lövbərlərin (rotor) dövrələrində reostatlar və mühərrik həyəcanı, haradan ki, böyük bir cərəyan və reostatlara nəzarət dövrələri keçir və d – əyləc kompressor mühərriki. Bu mənbələrdən gələn bütün maneələr, əsasən, xətt boyunca bir neçə kilometrə qədər məsafədə yayılır və fəzaya şüalanır. Şüalanmanı zəiflətmək üçün xəttə hər 50-100 m-dən bir orta torpaqlanmış nöqtəsi olan iki ardıcıl birləşdirilmiş kondensator qoşulur. Keçidə maneə yaradan rəqslərin yolunu bağlamaq üçün xəttə buqellərlə birlikdə drossellər daxil edilir, hansı ki, əsas mühərrikə mümkün qədər yaxın yerləşir və adətən trolleybusun damında quraşdırılırlar. Drossellərin induktivliyi elə seçilir ki, ən güclü müdaxilə tezliyi üçün onların müqaviməti təxminən 10000 Om olsun. Reostat nəzarət dövrəsinə 10-20 mHn induktivlikli drossel daxil edilir.



Şəkil 2.7. Trolleybusda əsas maneə mənbələrinin sxemi və onların aradan qaldırılması



Elektrik müqavimətinin tətbiqi ilə maneə yaradan rəqslərin

Şəkil 2.8. Elektrik zəngində maneənin azaldılması

söndürülməsinə misal olaraq, elektrik zəngini göstərmək olar (şək. 2.8). Dövrədəki L elektromaqnit sargılarının yüksək induktivliyinə görə A kontaktları açıldıqda, radioqəbula mane olan yüksək tezlikli rəqslər baş verir. Bu rəqsləri söndürmək üçün kontaktlara paralel olaraq, M və B nöqtələrinə C tutumu ilə R müqaviməti ardıcıl birləşdirilir. Dövrə açıldığı anda bu müqavimət rəqs dövrəsinə daxil edilir və onun zəifləməsinə artırır, bununla da maneə yaradan rəqslərin baş verməsini xəbərdar edir. Qeyd etmək lazımdır ki, müqavimətin bu cür daxil edilməsi eyni zamanda kontaktların açılması anında baş verə biləcək qılgılcımı çox zəiflədir və hətta söndürür və beləliklə, kontaktları yanmaqdan qoruyur. [Bruce Elbert. 2016].

Kompensasiya üsulu

Qəbuledicidə müxtəlif növ radiomaneələrin aradan qaldırılmasının daha bir üsulunu nəzərdən keçirərək bitirəcəyik. Bu çox effektiv üsul aşağıdakılara əsaslanır. Məsələn, qəbuledici antenaya qəbuledilən siqnalın dalğasında siqnaldan əhəmiyyətli dərəcədə intensiv maneə təsir edir, bu səbəbdən də qəbul tamamilə qeyri-mümkündür. Əgər maneə mənbəyi qəbuledici yerə nisbətən yaxındırsa, o, yuxarıda gördüyümüz kimi, antenaya induksiya vasitəsilə (ya birbaşa, ya da yaxınlıqdakı elektrik xətləri və ya işıqlandırma şəbəkəsi vasitəsilə) təsir edəcək. Bu hallarda, adətən başqa bir köməkçi antenanı (və ya çərçivəni) bu cür yerləşdirmək çətin deyil, hansı ki, maneədən əmələ gələn rəqslər onda yaxşı yönəldilsin və eyni zamanda qəbul edilən siqnallardan əmələ gələn rəqslər çox zəif və ya heç həyəcanlanmasın. [Бадер, М. П. 2017].

Əgər biz indi müvafiq gücləndirmə və ya zəiflətməklə, rəqslərin amplitudunu maneədən əsas qəbuledici antenada olduğu kimi eyni qiymətə gətirsək və sonra onları qəbuledicinin girişinə gətirib çatdırsaq, ilkin olaraq, maneə yaradan hər iki rəqslərin bir-birinə əks olmasına nail olarıq və o zaman onlar, açıq-aydın, qarşılıqlı olaraq bir-birini məhv edəcəklər. Burada maneənin qəbulediciyə təsirinə görə tam kompensasiya alacağıq. Aydın ki, siqnaldan gələn rəqslər ya qismən kompensasiya ediləcək, ya da qüsursuz olaraq qalacaqlar və buna görə də onların qəbulu maneədən azad olmuş olacaqdır.

Beləliklə, kompensasiya metodunu, maneənin köməkçi yol vasitəsilə qəbulediciyə çatdırılmasına əsasən, adətən, maneənin yatırılması üsulu adlandırırlar. Bu köməkçi yol elə seçilir ki, mümkün olduqca, bu yoldan ya heç keçilməsin, ya da qəbuledici siqnalın gələn ən zəif rəqslər keçsin.

Təcrübədən göründüyü kimi, kompensasiya üsulu, hətta zəif stansiyaların qəbulunu tibbi cihazlar (X-Ray, D'Arsonval və s.), eləcə də elektrik qaynağı tərəfindən yaradılan güclü maneələrdən azad etmək üçün uğurla tətbiq edilə bilər.

2.3. Amplitud seleksiyası

Atmosfer maneələri onlarla mübarizə aparmaq üçün xüsusi çətinliklər yaradır. Belə ki, bir tərəfdən, istənilən qəbuledicinin sazlanmasında maneə yaradan bütün tezliklərdə, demək olar ki, tamamilə tezlik spektri ilə fərqlənir, digər tərəfdən isə atmosfer maneələrinə müdaxilə etmək bizim səlahiyyətimizdə deyil. Biz onları heç bir tədbirlə zəiflədə və ya aradan qaldıra bilmərik. Hətta deyə bilərik ki, uzaq stansiyalarla əlaqə üçün nəzərdə tutulmuş xüsusi mərkəzlərdə qəbul şəhərdəki qəbula nisbətən zəif atmosfer maneəsinə daha həssasdır. Şəhərdə sənaye təyinatlı maneədən güclü "maneə" fonunda, onlar heç bir şəkildə müdaxilə edə bilməzlər. Beləliklə, atmosfer maneəsi ilə mübarizənin yalnız bir yolu qalır, o da – qəbuledici yerdə mübarizədir.

Atmosfer maneələri demək olar ki, hər yerə paylandığından və radionun inkişafının hələ lap başlanğıcında rast gəlinən ilk radiomaneə olduğundan, onunla mübarizəyə xüsusi diqqət yetirilirdi. Uzun illik işin nəticəsi olaraq, hazırda bir çox üsullar var ki, onlar hələ də hər hansı bir atmosfer maneəsindən tam azad olmağı təmin etməsələr də, bir çox hallarda onlarla mübarizəni asanlaşdırırlar. [Автор Б.П. Хромой, Ю.Г. 2018].

Tezlik və məkan seleksiyası atmosfer maneəsinin təsirini əhəmiyyətli dərəcədə azalda bilər. Əgər mümkün olan ən kəskin şəkildə istiqamətlənmə diaqramlarına malik antenalar sistemindən istifadə edilərsə, məkan seleksiyası burada xüsusilə effektiv ola bilər. Belə bir antena qurğusunun köməyi ilə biz qəbul edilən radiostansiyanın gücünü əhəmiyyətli dərəcədə artırmağa və eyni zamanda bütün digər istiqamətlərdən gələn digər

elektromaqnit şüalarının müdaxilə təsirini xeyli azalda bilərik. Lakin bu cür antena qurğuları, xüsusilə, uzun dalğalar üçün böyük bir sahə tələb etdiyinə görə, onlar yalnız xüsusi seçilmiş qəbuledici mərkəzlərdə tətbiq olunur. Qəbul çərçivələri də – güclü atmosfer maneəsinin müəyyən bir istiqamətdən gəldiyi hallarda (məsələn, uzaqdan tufan zamanı) əhəmiyyətli fayda verə bilər.

Tezlik seleksiyası üsuluna baxaq. Bu halda, radioqəbuledicinin ötürdüyü tezlik diapazonu nə qədər geniş olsa, atmosfer maneələri bir o qədər güclü olacaq. Buna görə, atmosfer maneəsinin müdaxilə təsirinə münasibətdə ən əlverişli şəraitdə radioteleqraf yerləşdiriləcək, hansı ki, qəbulu üçün hətta yüksək sürətli avtomatik ötürmə vəziyyətində belə, 200 Hs tezlik diapazonu kifayət olacaq. Əhəmiyyətli dərəcədə pis vəziyyətdə olan radiotelefoniyadır ki, ən azı 6000 Hs tezlik diapazonu tələb edir.

Müxtəlif dalğa uzunluqlarında və tezlik zolağının müxtəlif enliklərində atmosfer maneəsi nəticəsində yaranan sahə gərginliyinin qiyməti haqqında təsəvvür əldə etmək üçün Nyu-York və Berlin üçün atmosfer maneəsinin səviyyəsinə dair məlumatlar aşağıdakı cədvəl 2.4-də təqdim edilmişdir. [Антипин, Б. М. 2019].

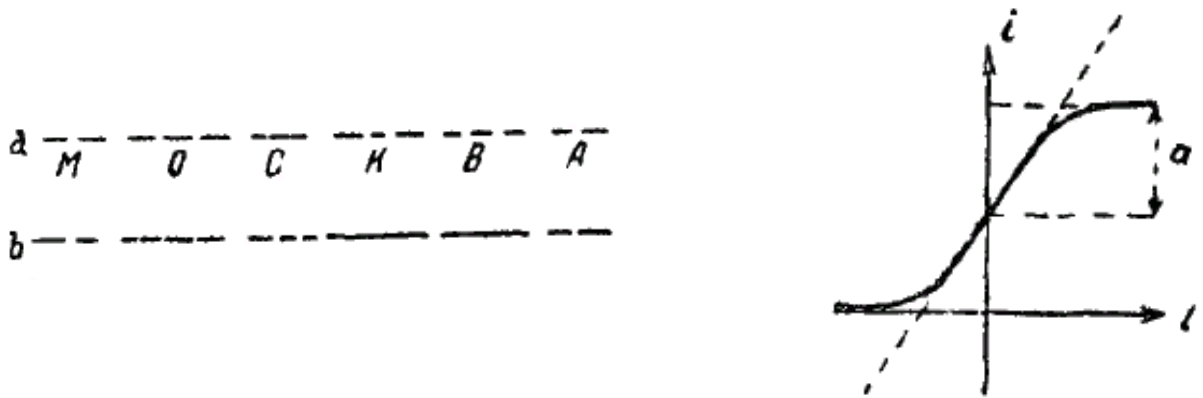
Cədvəl 2.4. Atmosfer maneələrinin səviyyəsi, $\mu\text{V}/\text{m-lə}$

Dalğaların uzunluğu, m-lə	Nyu-York, yay ən böyük maneələr		Berlin			
	200 Hs	6000 Hs	Avqust ayı ərzində orta		Yanvar ayı ərzində orta	
			200 Hs	6000 Hs	200 Hs	6000 Hs
10000	250	1100	57	300	10	63
2000	57	300	14	80	2,5	14
800	23	120	5,7	32	1,2	7
200	6	37	1,4	8	0,45	2,5

Bu cədvəldən qəbuledicinin zolağının eninin dalğa uzunluğundan, fəsildən və yerləşmədən asılı olmayaraq, hər yerdə eyni nisbətdə artması ilə maneənin nə qədər artdığı

aydın görünür. Həm də görürük ki, dalğa uzunluğu azaldıqca maneə səviyyəsi xeyli azalır. [Бузов, А. Л. 2006].

Morze kodlarının ən sadə siqnallarını qəbul edərkən bir neçə maneənin təsirini daha ətraflı nəzərdən keçirək. Belə ki, atmosfer maneəsi bir-birini təsadüfi izləyən impulslardan ibarət olduğundan, atmosfer səviyyələri nə qədər intensiv olarsa, bu impulslar da o qədər güclü və tez-tez olur ki, onların qəbulediciyə təsiri ya ləndə yeni kodların (nöqtələr və ya tirelər) görünməsi zamanı – əgər impuls Morze kodları arasında fasilə zamanı sadəcə antennaya təsir edirsə, – ya da iki kodun birləşməsi zamanı ola bilər. O da mümkündür ki, maneənin təsiri siqnalla eyni vaxtda baş versin, lakin hər iki təsir əks istiqamətə yönəldilmiş olacaq; o zaman bu, siqnalın parçalanmasına səbəb ola bilər. Şəkil 2.9 a-da təhrif edilməmiş (korlanmamış) Morze kodları olan teleqraf lentinin bir hissəsi göstərilmişdir, şəkil 2.9 b-də isə eyni mətn təqdim edilib, lakin atmosfer maneəsi ilə təhrif edilmişdir. Burada görürük ki, atmosfer maneələri O hərfindəki ilk tirenin parçalanmasına, C hərfində ilk iki nöqtənin birləşməsinə, C və K hərfləri arasındakı pauzada yeni kodun və K və B hərflərində kodların tamamilə birləşməsinə səbəb olub.



Nə tezlik, nə də məkan seçiminin atmosfer maneəsinin təsirini kifayət qədər azalda bilmədiyi hallarda bu cür təhrifdən xilas olmaq mümkündürmü? Radioteleqrafların qəbulu zamanı nə baş verdiyini daha yaxından nəzərdən keçirək. [Чобану Н. 2015].

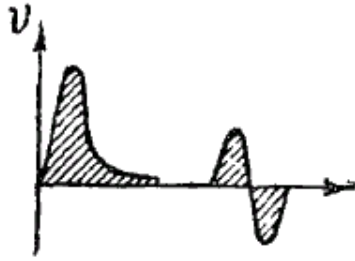
Şəkil 2.9. Atmosfer maneəsinin təsiri altında teleqraf kodlarının təhrif edilməsi

Nöqtəni ötürən siqnal, fəaliyyəti zamanı ləndə bu **Şəkil 2.10.** Amplitud məhdudlaşdırıcının lampa xarakteristikası

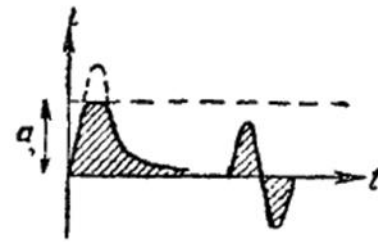
nöqtəni qeyd edən yazı aparatını idarə edən releni işə salmaq üçün kifayət olan effekt yaratmalıdır. Nöqtənin ötürülməsi zamanı çatdırılmanın müddəti, hətta yüksək sürətli avtomatik ötürmə ilə belə, 0,005 saniyədən az deyil, ildırım impulsunun müddəti, yuxarıda gördüyümüz kimi, daha azdır (təxminən 100 mikrosaniyə) və buna görə də, bu qısa müddət ərzində əlavə nöqtə yaratmaq üçün maneənin intensivliyi siqnalın intensivliyindən əhəmiyyətli dərəcədə yüksək olmalıdır. Buna görə də, qəbuledicinin girişində yalnız müəyyən amplitudalı rəqslərin keçməsinə imkan verən və daha yüksək amplitudalı rəqslərin yuxarı hissəsini kəsən məhdudlaşdırıcı qurğunun tətbiqi ideyası çoxdan yaranmışdı. Belə bir "amplituda məhdudlaşdırıcı" dan keçərək atmosfer maneəsi siqnal ilə eyni maksimum amplituda malik olacaq və onun müddəti daha qısa olduğundan, əlavə siqnal yaratmağı və əsas ötürülməni təhrif etməyi çətdirməyəcək.

Hazırda amplituda məhdudlaşdırıcıları kimi aşağıdakı əlamətdar xüsusiyyətləri ilə seçilən elektron lampalar geniş istifadə olunur: lampa şəbəkəsinə gərginlik, məsələn, siqnal tətbiq etsək, anod dövrəsindəki cərəyan həm bu gərginlikdən, həm də anodda sabit gərginlikdən və şəbəkədə əlavə sabit gərginlikdən (şəbəkənin yerdəyişməsi adlanan) asılı olacaq. Üstəlik, şəbəkədəki gərginliyin artması ilə anod cərəyanı davamlı olaraq artmayacaq, ancaq doyma cərəyanı adlanan müəyyən bir i_H qiymətinə qədər artacaq; şəbəkədəki gərginliyin daha da artması ilə bu cərəyan praktiki olaraq dəyişməz qalır. Şəkil 2.10-da lampa xarakteristikası adlanan üç elektrodlu lampanın i anod cərəyanının şəbəkə gərginliyindən asılılığı təqdim olunub. [Маслов, О. Н. 2000].

Əgər anod xarakteristikasında işçi nöqtəsini elə seçsək ki, şəbəkəyə gələn rəqsin maksimum icazə verilən amplitudası V (Şəkil 2.11) i_H doyma cərəyanına uyğun olsun, onda amplitudun əlavə artımı daha böyük anod cərəyanına səbəb ola bilməz, yəni bu sərhəddən kənarında olan bütün amplitud zirvələri kəsiləcək (şək. 2.12).



Şəkil 2.11. Məhdudlaşdırıcının girişində maneənin və siqnalın forması



Şəkil 2.12. Məhdudlaşdırıcının çıxışında maneənin və siqnalın forması

Belə ki, burada biz, müəyyən mənada, qeyd edilən qiyməti aşmayan amplitudlu rəqslərin seçiminə malik olduğumuz üçün, bu üsulu bəzən amplitud seleksiyası adlandırırlar.

Teleqraf qəbulu zamanı amplitud seleksiyası yalnız atmosfer maneələri deyil, həm də digər maneə növləri ilə mübarizə aparmaq üçün uğurla istifadə edilə bilər.

Bununla belə, amplitud seleksiyasını telefoniya qəbulu zamanı tətbiq etdikdə onun effektivliyinin nisbətən aşağı olduğunu açıq-aşkar görmək olur. Əslində, aydındır ki, təhrif edilməmiş qəbul üçün amplitud məhdudlaşdırıcısı (amplitud selektoru) elə tənzimlənməlidir ki, amplitudları zəif səslərin amplitudlarından əhəmiyyətli dərəcədə (təxminən, iki dəfə) böyük olan ən güclü səsləri ötürən rəqsləri maneəsiz, sərbəst keçirsin. Buna görə də o, intensivliyi zəif səslərin intensivliyindən qat-qat böyük olan maneələri də ötürəcək ki, bu da təbii ki, qəbula böyük maneə yaradacaq. Məhz bu səbəbdən, yuxarıda qeyd edildiyi kimi, yaxşı radioqəbul üçün siqnalın intensivliyinin maneə səviyyəsindən 50-100 dəfə yüksək olması lazımdır. [Академик Папалекси Н. Д. 2014].

2.4. Ehtimal seleksiyası

Xüsusilə güclü atmosfer maneələri ilə mübarizə aparmaq üçün maneə fonunda siqnalların təcrid edilməsinin nəzərdən keçirilən üsullarına əlavə olaraq, bu üsulların kömək etmədiyi, xüsusən də teleqrafın qəbulu zamanı, sadə, açıq-aydın bir texnika, yəni ötürülən mesajın çoxsaylı təkrarlanması geniş istifadə olunur. Güclü ildırım maneələri adətən bir-birini təsadüfi izləyən ayrı-ayrı ildırım boşalmaları nəticəsində yarandığından,

mətnin təkrar ötürülməsi zamanı, ilk ötürülmədə olduğu kimi eyni hərflərin və sözlərin təhrif edilməsi və ya tamamilə tutulması ehtimalı çox azdır. Buna görə də, iki və ya daha çox belə ötürməni müqayisə edərək, ötürülən mətni tamamilə bərpa etmək mümkündür. Bu üsulu, əlbəttə ki, digər radiomaneələrə qarşı da (məsələn, müharibə zamanı, xüsusi olaraq düşmən tərəfindən yaradılmış qəbul maneəsinə qarşı), həmçinin mətnin ötürülməsinin ciddi dəqiqliyini təmin etmək lazım olduqda, məsələn, kodla ötürülmə zamanı uğurla tətbiq etmək olar. Lakin bu, təbii olaraq, ötürülmənin təkrarlanmasının sayı qədər vaxt tələb edir. Təkrar ötürmə metodunun effektivliyi bir-birini izləyən atmosfer boşalmalarının təsadüfi və nizamsız xarakter daşması səbəbindən təhriflərin təkrarlanma ehtimalının aşağı olmasına əsaslandığı üçün onu təsadüf qanunlarının tətbiqinə əsaslanan seçmə metodu kimi və ya qısaca, ehtimal və ya statistik seleksiya üsulu kimi nəzərdən keçirmək olar. [Колосовский Е. А. 2021].

Mətnin bütövlükdə təkrar ötürülməsinin bu ən sadə üsulundan başqa, digər statistik seleksiya növləri də mümkündür. Xüsusilə, mətnin aşağıdakı formada radio vasitəsilə fotoötürülməsinə tətbiq etdikdə, daha effektiv olur (şək.2.13). Mətnin hər bir sətiri üfüqi xətlərlə 8-10 hissəyə elə bölünür ki, əmələ gələn sətirlərin hər biri yalnız bütün hərflərin hissəciklərini ehtiva edir, sonra hər bir sətir hər hərfin ən azı bir neçə hissəciyinin təhrif olunmadan keçəcəyi ümidi ilə ayrı-ayrılıqda ötürülür və beləliklə, mətni, bəlkə də təsvirləri bərpa etmək çətin olmayacaq. Hər bir xətti üfüqi deyil, maili xətlər boyunca bir neçə hissəyə kəsmək də mümkündür. Ancaq burada da ötürmə birdəfəlik ötürmə ilə müqayisədə bir neçə dəfə çox yavaşlayır.



Təbii ki, belə bir sual yarana bilər. Qəbul üçün tələb olunan sürətli ötürmə zamanı tezlik zolağının eni **Şəkil 2.13.** Siemens-Verdan yavaş ötürmə ilə müqayisədə fotoötürmə sistemi

daha çox olduğundan və digər tərəfdən, ötürülən tezliklərin zolaq eni nə qədər dar olarsa, maneənin təsiri bir o qədər zəif olarsa, onlardan qurtulmaq üçün daha yavaş ötürmək asan deyilmi? Bu da, öz növbəsində, qəbuledici tərəfindən ötürülən tezlik zolağının enini daraldacaq və bu səbəbdən də onun selektivliyini artıracaqmı? Bu mülahizə olduqca düzgündür və həqiqətən də ötürmə sürətinin azaldılması selektivliyin eyni vaxtda artması ilə xışıltı və ya fisiltı kimi güclü atmosfer maneəsi zamanı və ümumiyyətlə hər hansı davamlı maneə üçün uğurla istifadə edilə bilər. Əslində, bu cür maneələr ilə mübarizə aparmaq məqsədilə bu üsuldən tez-tez istifadə olunur. Lakin çox kəskin fərdi ildırım vurmaları zamanı, xüsusən tufan yaxınlaşdığı zaman, maneənin təsirini əhəmiyyətli dərəcədə azaltmaq üçün tezlik zolağını daraltmaq və eyni zamanda ötürülməni yavaşlatmaq lazım olduğunu asanlıqla görmək olur ki, bu da, praktiki olaraq qeyri-mümkündür. [АНТИПИН, Б. М. 2019].

Məsələn, tutaq ki, tufan yaxınlaşdığı zaman qəbul yerində sahə gücü 10 V/m olan, qəbuledicinin tezlik zolağının eni (selektivliyi) 200 Hs olan, boşalmaları 5 mm sahə gücü yaradan teleqraf ötürülməsini qəbul etmək tələb olunur. Etibarlı teleqraf qəbulu üçün siqnal gücünün orta maneə səviyyəsindən ən azı iki dəfə böyük olması lazımdır, bunun üçün orta maneə səviyyəsini 1000 dəfə azaltmaq, qəbuledicinin ötürmə zolağını $(1000)^2$ dəfə, yəni 10^6 dəfə daraltmaq lazımdır ki, bu da əlbəttə, tamamilə qeyri-mümkündür.

Bu halda ehtimal seleksiyasının tətbiqi yaxşı nəticələr verə bilər. Baxdığımız bu əsaslandırılmadan həm də aydın olur ki, davamlı atmosfer maneələri zamanı statistik seleksiyanın tətbiqi o qədər də effektiv deyil.

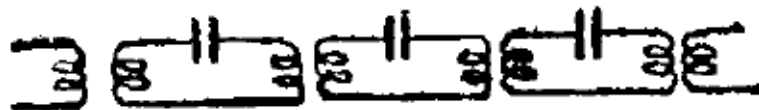
2.5. Radiomaneələrin təsir müddətinin seleksiyası

İndiyə qədər biz atmosfer radiomaneəsinin müxtəlif aspektlərini, daha doğrusu: onların şüalanma spektrinin xarakterini, qəbul yerinə nisbətən fəzada paylanmasını və zamanla fərdi radiomaneələrin izləmə xarakterini nəzərdən keçirdik. Yuxarıda təsvir edilən atmosfer maneələri ilə mübarizə üsulları onların radiosiqnallarındakı məhz bu xüsusiyyətlərindəki fərqə əsaslanırdı. Əminliklə deyə bilərik ki, atmosfer maneəsi və

radiosiqnalların şüalanma xarakterindəki hər hansı digər fərqlər yeni seleksiya üsulu üçün əsas ola bilər. Belə ki, amplitud seleksiyası güclü ildırım boşalmalarının fərqi, bir-birinin ardınca düzülmüş yüksək intensivlikli impuls olmasına əsaslanır. [Маслов, О. Н. 2000].

Bununla belə, teleqraf siqnal dalğası ilə atmosfer impuls dalğası arasındakı başqa bir fərqdən, məhz onların müddətindəki fərqdən istifadə edilə bilər. Yuxarıda dediyimiz kimi, hətta sürətli avtomatik radioteleqraf ötürülməsi zamanı belə, nöqtə saniyənin ən azı yüzdə yarısı qədər davam edən bir sıra dalğaların göndərilməsi nəticəsində yaranır, bu zaman ildırım impulsunun müddəti təxminən 80-100 mikrosaniyə və ya daha az olur, yəni nöqtədən bir neçə dəfə (5-10 və ya daha çox) qısa olur. Fəaliyyət müddətindəki bu fərq siqnalın impuls maneəsindən ayrılması üsulu – fəaliyyət müddətinin seleksiyası adlanan üsul əsaslanma bilər.

Aydındır ki, bu seleksiya üsulunu həyata keçirmək üçün qəbulediciyə çox tez keçən, hətta çox güclü (dəyişən) təsirə cavab verməyən və eyni zamanda kifayət qədər uzunmüddətli, əhəmiyyətli dərəcədə zəif harmonik təsirlə aktivləşdirilən bir qurğu təqdim etmək lazımdır. Bu qurğu, bir iti, hətta çox güclü təkanla yellənə bilməyən və kifayət qədər uzunmüddətli bir sıra yüngül təkanlar ilə yaranan öz rəqsləri sayəsində tədricən asanlıqla yellənən ağır bir zənglə eyni şəkildə hərəkət etməlidir. [Академик Папалекси Н. Д. 2014].



Şəkil 2.14. Rezonans konturlar dövrəsi

Çox az zəifləməli rezonans
elektrik dövrəsi də tamamilə bu cürə

davranır. Onu həmçinin qısamüddətli, lakin güclü bir impulsla bərk yellətmək olmaz, uzunmüddətli sinusoidal rəqsin təsiri altında, amplitudu son qiymətə çatana qədər onda rəqslər tədricən artır. Əgər təsir edən rəqs daha böyük amplituda malik olarsa, dövrdə onlar tərəfindən həyəcanlanan rəqslər, məsələn, yazı və ya digər qurğunun relesini işə salmaq üçün tələb olunan amplituda çatmaq üçün tələb olunan vaxtdan daha az davam edəcək, o zaman onun qəbulediciyə heç bir təsiri olmayacaq. Beləliklə, sadə rezonans konturu fəaliyyət müddətində selektivliyə (seçiciliyə) malik olur. Bununla belə, ən başlanğıcda rezonans konturunda rəqslərin artması prosesin sonrakı gedişatına nisbətən daha sürətli olur, bu da onun fəaliyyət müddəti seleksiyasını həyata keçirmək üçün tətbiqini az faydalı edir. Daha sərfəli qurğu o olardı ki, rəqsləri əvvəlcə yavaş, sonra daha sürətlə artsın. Bu halda, yazı və ya digər qurğunu işə salmaq üçün kifayət olan qısamüddətli təsir çox böyük amplituda malik olsa belə, effekt verməyəcək. Bu tip rəqslərin artması, məsələn, bir rezonans konturunun əvəzinə, hər bir əvvəlki konturu növbəti konturu həyəcanlandıracaq şəkildə bir-birinə bağlanmış konturlar zəncirini götürməklə, əldə edilə bilər (şək.2.14). Aydınır ki, burada rəqslərin artması əvvəlcə daha yavaş, sonra isə getdikcə daha sürətli baş verəcək, çünki birincidən başqa bütün konturlara, öz növbəsində yavaş-yavaş artan rəqslər təsir edir. Rəqs artımının əlverişli formasını əldə etmək üçün bir neçə kontur götürmək lazımdır (5-7). [Румянчев К. Е. 2016].

Rəqs artımının bu sadə gedişatına yalnız bir rəqs konturu olan lampa sxemində xüsusi rezonans növündən istifadə etməklə, daha asanlıqla nail olmaq olar. Yuxarıda gördüyümüz kimi, adi rezonans rəqs konturunun qəbul edilən rəqslərin tezliyinə uyğunlaşdırıldıqda baş verir və konturda həyəcanlanan rəqslərin tezliyi təsir edən rəqslərin tezliyinə tam bərabər olur.

Eyni xüsusiyyətli rezonans hadisələrinə o halda da rast gəlirik ki, rezonans konturu, radiolampaların köməyiylə regenerasiya adlanan müasir qəbuledicilərdə olduğu kimi lampa sxemində yerləşir. Bununla belə, lampa sxeminin elektrik dövrlərindən məlumatların xüsusi seçimi ilə, təsir edən rəqslərin tezliyi ilə deyil, iki dəfə aşağı tezliklə

sazlanmış rəqs konturunda güclü rəqslərin baş verməsini təmin etmək mümkündür. Lakin bu rəqslərin tezliyi adi rezonansda olduğu kimi təsir edən rəqslərə bərabər deyil, tam iki dəfə azdır. Bu yeni rezonans növü avtoparametrik adlanır və rəqslərin filtrasiyası üçün istifadəyə əsaslanan qurğu isə avtoparametrik filtr adlanır.

Avtoparametrik süzgəc aşağıdakı mühüm xüsusiyyəti ilə də fərqlənir: ondakı rəqslər yalnız ona təsir edən rəqslərin müəyyən amplituda qiymətindən başlayaraq həyəcanlanır və təsir edən rəqslərin amplitudası hər hansı müəyyən qiymətdən çox olan kimi həyəcanlanmağı dayandırır. Başqa sözlə, avtoparametrik filtr hərəkət məhdudiyyətlərinə malikdir və buna görə də onu amplituda seleksiyası zamanı da tətbiq etmək olar. [Ремизов Л.Т. 2015].

Avtoparametrik filtr, praktiki şəraitdə sınaqlardan göründüyü kimi, teleqraf ötürülmələrinin intensiv fərdi impuls maneəsindən qəbulunu əhəmiyyətli dərəcədə azad edir. Avtoparametrik filtr həyəcan həddinə malik olduğu üçün, həm də səs qəbulunu küy fonundan çox effektiv şəkildə azad edir. Lakin, ildırım impulslarının çox qısa fasilələrlə bir-birini izlədiyi hallarda (güclü tufan zamanı) avtoparametrik filtrin, eləcə də fəaliyyət müddəti seleksiyasının digər üsullarının effektivliyi xeyli azalır. Bununla belə, qeyd etmək lazımdır ki, bu hallarda maneənin müddəti anlayışı öz mənasını itirir.

III FƏSİL. SÜNİ RADEOMANEƏLƏR VƏ ONLARLA MÜBARİZƏ TƏDBİRLƏRİ

3.1. Süni radiomaneələr

Əvvəlki fəsillərdən radiomaneənin əsas növləri və onlarla mübarizə tədbirləri haqqında təsəvvür əldə etmək olar. Müxtəlif növ radiomaneələr arasında yad radio stansiyaların maneələrinə daha çox diqqət yetirdik. Müharibə zamanı düşmənlər qəsdən radiorabitəyə müdaxilə etmək üçün hər cür cəhdlər edirlər. Süni radiomaneələr də məhz bu məqsədlə tətbiq olunur.

Hər şeydən öncə qeyd edək ki, süni radiomaneə yalnız onun tezlik spektri qəbuledicinin tezlik zolağı ilə heç olmasa, qismən üst-üstə düşərsə və onun intensivliyi qəbul edilən siqnalın intensivliyindən çox və ya ən azı eyni qiymətə malik olarsa, effektiv olacaqdır. Buna görə də, müəyyən dalğalarda işləyən stansiyaların qəbuluna müdaxilə etməyə gəldikdə, ən asan yol maneə yaradan ötürücünü təxminən eyni dalğaya uyğunlaşdırmaqdır və maneə yaradan rəqslərin modulyasiya xarakteri qarşısının alınması arzuolunan ötürülmə növündən asılı olaraq seçilir. Beləliklə, telefoniya qəbulu zamanı maneə yaradan ötürücü adətən musiqini və ya nitqi də ötürür, teleqrafın qəbuluna maneə yaratmaq üçün isə, məsələn, teleqraf kodları kimi impulsları ötürmək daha effektivdir. Bəzən müdaxilə edən ötürücü kimi adi bir qığılcım ötürücü uğurla istifadə edilə bilər. [Иванов, В. А. 2012].

Düşmənin hansı dalğa uzunluğunda əlaqə saxlayacağı öncədən məlum olmadıqda, süni maneə mənbəyi yaratmaq vəzifəsi xeyli mürəkkəbləşir, çünki bu halda maneə yaradan ötürücü düşmənin radiorabitəsinə geniş tezlik diapazonunda effektiv şəkildə müdaxilə edə bilməlidir.

Prinsipcə, bu cür tələbləri, yuxarıda gördüyümüz kimi, davamlı tezlik spektrinə malik olan aperiodik maneələr təmin edir. Süni radiomaneə mənbəyi kimi çox güclü sönən rəqslər yaradan qığılcımlı radio ötürücüdən istifadə etmək etmək təbii görünür.

Bununla belə, müəyyən diapazonda davamlı spektri təmin edən və eyni zamanda əhəmiyyətli dərəcədə fəaliyyət radiusuna malik olan kifayət qədər effektiv radio ötürücüdən istifadə etmək, demək olar ki, mümkün deyil.

Hesablamalar göstərir ki, radioteleqrafı dinləmə ilə qəbul edərkən eyni vaxtda 100-200 m diapazonda kifayət qədər maneə səviyyəsi yaradan ötürücü bir neçə on minlərlə kilovatt gücə malik olmalıdır. Belə bir gücün qığılcım ötürücüsünü yaratmaq mümkün olmadığından da əlavə, tamamilə aydındır ki, belə bir ötürücü öz radiatorabitəsinə daha çox müdaxilə edəcək. [КЛОКОВ, В. В. 2018].

Bu halı ən çətin maneə kimi qəbul edirik, çünki bu halda qəbuledicinin buraxma zolağı minimuma endirilə bilər (təxminən 10 Hz).

Beləliklə, davamlı tezlik spektrinə malik süni maneə nəzərdən keçirilən məqsədlər üçün tamamilə yararsızdır və qoyulmuş problemin həlli üçün başqa yollar axtarmaq lazımdır. Burada bizə bu cür problemi işıq sahəsində nəzərdən keçirmək kömək edə bilər. Tutaq ki, məsələn, gecə vaxtı yerdən göndərilən zəif işıq siqnallarının təyyarədə qəbulu üçün düşməne maneə olmaq lazımdır. Bu problem, əlbəttə ki, güclü proyektor və ya davamlı olaraq yuxarıya doğru göndərilən işıqlandırma raketlərindən istifadə edərək təyyarənin ətrafındakı məkanı kifayət qədər parlaq şəkildə işıqlandırmaqla prinsipcə həll edilə bilər. Buna baxmayaraq, açıq-aydın görünür ki, əgər təyyarənin yerləşməsi məlum deyilsə və ya eyni anda fəzanın müxtəlif yerlərində bir neçə təyyarə mövcuddursa, o zaman düşmən təyyarələrinin ola biləcəyi ehtimal olunan bütün fəzanın çox parlaq və üstəlik, uzunmüddətli işıqlandırılması üçün o qədər güclü işıq mənbələri (və ya elə miqdarda) tələb olunur ki, bu da praktiki olaraq mümkün deyil. Düşmən təyyarələrinin zəif işıq siqnallarını almasının qarşısını almaq məsələsinin çox sadə həlli, hər kəsin yaxşı bildiyi kimi, arzuolunan bütün məkanın eyni vaxtda işıqlandırılmasının, onun ayrı-ayrı hissələrinin proyektor şüası ilə sürətlə bütün məkana yayılaraq, ardıcıl işıqlandırılması ilə əvəz edilməsidir. Bizi maraqlandıran bu halda süni radiomaneə yaratmaq problemi də oxşar şəkildə həll edilə bilər. Davamlı tezlik spektrli maneə mənbəyi əvəzinə, yalnız bir tezlik (və ya dar tezlik zolağı) yayan, lakin bu tezliyi əhəmiyyətli məhdudiyyətlər

çərçivəsində dəyişdirə biləcəyimiz şəkildə hazırlanmış bir ötürücüdən istifadə etmək olar və buna görə də, bir proyektor şüası kimi, onu bütün arzu olunan tezlik diapazonu boyunca yayılmağa məcbur etmək olar. [АНТИПИН, Б. М. 2019].

Aydındır ki, belə bir ötürücünün buraxdığı güc, bir dar tezlik zolağı yayan adi bir ötürücünün gücü ilə eyni qaydada olacaq və enerji baxımından, onun həyata keçirilməsinə heç bir maneə yoxdur. Bəs belə bir şüalanmanın radioqəbuluna maneə necə ifadə olunacaq? Əgər müdaxilə edən ötürücü tərəfindən yayılan tezlik zolağı hər zaman dəyişməz qalırsa və qəbuledici tərəfindən buraxılan tezlik zolağı ilə qismən üst-üstə düşürsə, o zaman fərdi maneə tezliklərinin öz aralarında və qəbul edilən siqnal tezlikləri ilə döyüntüləri nəticəsində qəbuledicidə bəzi səslər eşidilə bilər. Əgər qəbul edilən siqnalın spektrinin tərkibi sabit qalsaydı, bu səs də həm intensivliyində, həm də spektrin tərkibində sabit qalardı. Qəbul edilən siqnalın spektrinin tərkibi dəyişməz qalarsa, bu səs də həm öz intensivliyində, həm də spektrinin tərkibində sabit qalar.

Bununla belə, maneə yaradan ötürücünün tezlik zolağı stasionar qalmadığından, bütün tezlik diapazonu boyunca yayılaraq öz mövqeyini tez dəyişdiyindən, qəbuledicidəki səs də həm hündürlükdə, həm də intensivlikdə tez dəyişir: kəskin və sürətli bir uğultu eşidilir. Buna görə də, belə maneə yaradan tezlik ötürücüsü "uğuldayan" ötürücü adlanır.

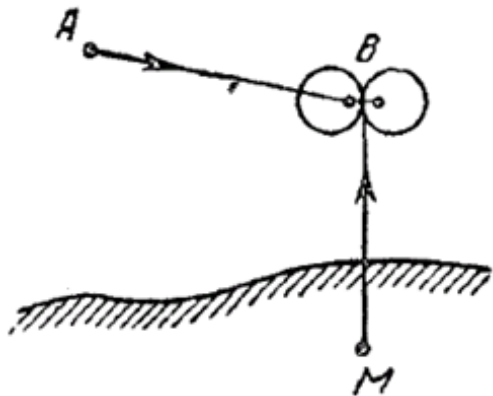
Bəs belə bir ötürücünün işi necə həyata keçirilir? Əvvəla, aydındır ki, bu məqsəd üçün bir dalğa uzunluğunda işləyən və digər dalğa uzunluğuna köklənmək üçün xeyli vaxt tələb edən adi ötürücü uyğun deyil. Bir dalğadan keçid fasiləsiz və üstəlik avtomatik olaraq baş verməlidir. Verilmiş diapazonun bütün dalğaları boyunca yayılma mümkün olan ən qısa müddət ərzində baş verməlidir (adətən bir neçə saniyə, ya da hətta saniyənin bir neçə hissəsi ərzində). Belə bir ötürücü tərəfindən buraxılan dalğalar eyni amplitudalı, lakin tədricən dəyişən dalğa uzunluğuna malik ardıcıl sinus şəkilli rəqslərin bir-birinin ardınca davamlı silsiləsi şəklindədir və bu dəyişiklik dövrü olaraq baş verir. Rəqslərin amplitudasının sabit qaldığı, rəqslərin tezliyinin isə vaxtaşırı dəyişdiyi dalğa rəqslərinin təbiətindəki bu dəyişikliyə tezlik üzrə modulyasiya və ya qısacası, tezlik modulyasiyası deyilir.

Tezlik modulyasiyasının, xüsusən amplituda modulyasiyası ilə birlikdə tətbiqi, süni maneə ötürücüsünün işinin həyata keçirilməsinin effektiv yollarından biridir. Tezlik modulyasiyası adətən kondensatorların tutumunun və ya rəqslərin yarandığı rəqs konturu sarğılarının induktivliyinin vaxtaşırı dəyişdirilməsi ilə həyata keçirilir. Növbəti fəsildə görəyimiz kimi, tezlik-modulyasiyası edən ötürücü tərəfindən buraxılan tezliklərin spektri bir-birinə yaxın məsafələrdə yerləşən və bütün tezlik diapazonunu dolduran xətlərdən ibarətdir. [Андреева, Л. А. 2007].

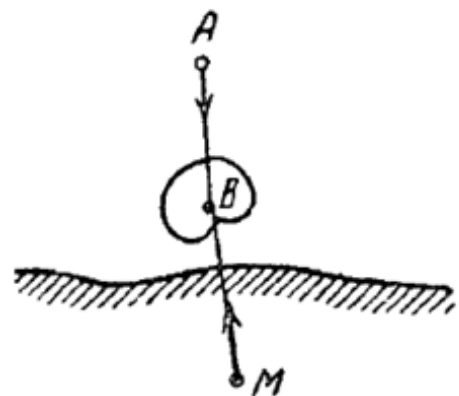
3.2. Süni radiomaneələri mübarizə

Bu cür süni maneələri mübarizənin bir neçə mümkün yolları vardır. İlk növbədə, bəzi hallarda məkan seleksiyası uğurla tətbiq oluna bilər. Tutaq ki, məsələn, B nöqtəsində A nöqtəsindən gələn ötürücünü qəbul etmək tələb olunur, maneə yaradan ötürücü isə M nöqtəsində yerləşir (şək. 3.). Açıq-aydın görünür ki, bu problemi sadə yarım dalğa vibratoru antenasından istifadə edərək uğurla həll etmək olar. Onu elə bir şəkildə quraşdırmaq lazımdır ki, BM istiqamətində qəbuledicinin qüvvəsi minimal olsun (yəni çərçivənin müstəvisinə çəkilən normal M-ə doğru yönəlsin).

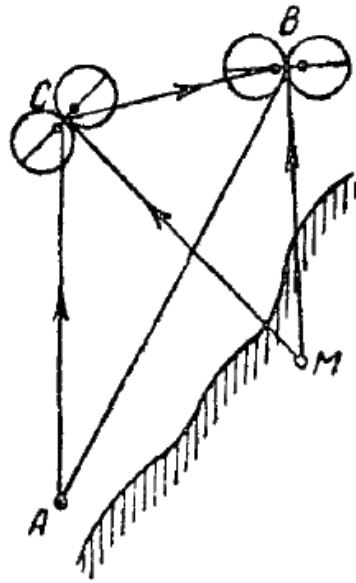
Əgər A nöqtəsi təqribən MB xəttində yerləşirsə (şək. 3.1), onda sadə çərçivədən istifadə etməklə M-in müdaxilə təsirindən azad olmaq mümkün deyil. Lakin bir neçə daha mürəkkəb antenanın, yəni kardioid şəklində istiqamətlənmə diaqramlarına malik şaquli antenna ilə çərçivənin birləşmələrinin tətbiqi, belə vəziyyətdə də bu çətinliyi uğurla dəf etməyə imkan verir. [Кечиев, Л. Н. 2005].



Şəkil 3.2.



Şəkil 3.3.



Şəkil.3.1.

Aydındır ki, qəbul edilən A ötürücüsünün istiqaməti (Şəkil 3.1) maneə yaradan M ötürücünün istiqamətindən bir qədər fərqli olduğu hallarda, məkan seleksiyasının birbaşa tətbiqi kömək edə bilməz. Lakin burada digər istiqamətdə yerləşən, C nöqtəsindən keçən retranslyasiyadan (təkrar ötürülmədən) istifadə edərək maneədən xilas olmaq mümkündür. Şəkil 3.1-dən görüldüyü kimi, bu halda, M maneəəsini təmizləmək üçün A ötürülməsinin C nöqtəsində, sonra isə C nöqtəsindən B nöqtəsinə qəbulu çərçivədən istifadə etməklə həyata keçirilə bilər.

Buna baxmayaraq, maneə yaradan stansiyaların bütün front boyunca səpələnmiş olduğu hallarda, böyük bir uzunluq tələb etməyən çərçivə və ya digər antenalardan istifadə edərək həyata keçirilən məkan seleksiyası üsulu müdafiəni kifayət qədər təmin etmir. Bu hallarda, bir-birindən nisbətən uzaqda yerləşən bir neçə dalğada eyni vaxtda ötürülmədən bəzən uğurla istifadə etmək mümkündür. Bu dalğaların seçimi, təbii ki, süni maneənin əhatə etdiyi dalğa diapazonunun ilkin təyininədən sonra elə edilir ki, seçilmiş dalğalardan ən azı biri bu diapazondan kənarında olsun. Adətən dalğa diapazonunun maksimal eni (tezlik modulyasiyasının maksimal dərinliyi) maneə ilə əhatə olduğundan, hər bir maneə yaradan ötürücü üçün müəyyən bir qiymət mövcuddur və onu dəyişdirmək tezlik diapazonunun özündən daha çətinidir. Onda bu cür dalğa seçimi ilə ifrat dalğalarda qəbul

edilən ötürmə müqayisəsi nəticəsində ötürülən mətni tamamilə bərpa etmək şansı çox yüksəkdir. Təbii ki, radioteleqrafın (dinləmə və ya lentə yazmaqla) qəbulu üçün kifayət qədər uyğun olan süni maneədən qurtulmağın bu üsulu radiotelefoniyanın qəbulu üçün çox vaxt effektiv olmaya bilər. [Акбаиев, Б. Б. 2014].

İndicə qeyd etdiyimiz növ süni maneə ilə mübarizədə, bir çox hallarda, yuxarıda baxdığımız (atmosfer maneələri ilə mübarizə tədbirləri ilə əlaqədar) qəbuledicinin selektivliyini artırarkən (qəbuledici tərəfindən buraxılan tezlik zolağını daraltmaqla) ötürmə sürətinin azaldılması üsulu çox təsirli ola bilər. Əslində, buraxılan tezlik zolağının müvafiq daralması zamanı süni maneənin səviyyəsini siqnal gücündən daha az etmək və bununla da, bu maneədən azad olmaq olar.

Lakin qeyd etmək lazımdır ki, yuxarıda müzakirə olunan atmosfer maneəsindəki vəziyyətdən fərqli olaraq, burada, qəbuledicinin selektivliyinin belə artması (tezlik buraxma zolağının daralması) ilə ötürmə sürətinin qaçılmaz azalması, mətnin azaldılmamış sürət və azaldılmamış buraxma zolağı ilə təkrar ötürülməsinin ötürmə sürətinin azalmasına bərabər deyil. Əslində, uğuldayan maneə vəziyyətində, biz təsadüfi hadisələrlə deyil, çox tez və müntəzəm təkrarlanan, dəyişmə sürəti nəticəsində, təkrar ötürülmə zamanı, ilk ötürülmədə olduğu kimi eyni təsirə malik olan maneələrlə məşğul oluruq.

Əgər teleqramların ötürülməsi uğuldayan maneənin tezliyinin dəyişmə sürəti ilə müqayisə edilə bilən vaxt tələb edərsə (saniyənin fraksiyaları sırasına görə), yalnız bu halda təkrar ötürmə faydalı ola bilər. [Бобнев М. П. 2016].

Ultraqısa dalğa rabitələri (λ – təxminən bir neçə metrdir) çox əhəmiyyətli dərəcədə süni maneənin təsirindən azaddır. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, ultraqısa dalğaların təsiri praktiki olaraq görmə xətti ilə məhdudlaşır. Buna görə də, maneə yaradan stansiya görmə xəttindən kənardə yerləşirsə, o, qəbula maneə ola bilməyəcək. Beləliklə, qısa məsafələrdə, xüsusən də ön cəbhə xəttində əlaqə üçün ultraqısa dalğalardan istifadə etmək məqsəduyğundur.

Radioqəbulediciyə normal qəbulu təmin etmək, radiomaneələri dəf etmək üçün xüsusi əlavə qurgular qoşulur. Həssaslığın həddi radioqəbuledicinin öz fluktasiyalı küyündən asılıdır və bu səbəbdən az küylü giriş gücləndiricilərindən texnikada istifadə olunur. Bu az küylü giriş gücləndiricilərindən ən sadəsi tunnel diodu olan gücləndiricidir. Daha uğurlu nəticələri isə parametrik gücləndirici və kvant gücləndirici yəni mazerlərdən istifadə etməklə olur.

IV FƏSİL. QARŞILIQLI MANEƏ SƏVİYYƏLƏRİNİN HESABLANMASI.

MANEƏNİN ZƏİFLƏMƏ ƏMSALI

Bəzi hallarda elektromaqnit birgəliyinin təhlili üçün onları icazə verilən qiymətlərlə müqayisə etmək və zəruri hallarda azaltmaq məqsədilə müvafiq tədbirlər görmək üçün qarşılıqlı maneə səviyyələrinin ətraflı hesablanması tələb olunur. Təhlil zamanı, ilkin olaraq, FS daşıyıcısı-MS daşıyıcısı nisbəti adlanan, faydalı siqnal (FS) gücünün qəbuledicinin girişindəki maneə törədən siqnal (MS) gücünə nisbəti (P_{fs}/P_{ms}) müəyyən edilir. Bu kəmiyyəti hesablamaq üçün enerji parametrlərini, qarşılıqlı əlaqədə olan stansiyaların antenalarının dəqiq yerini və istiqamətini bilmək lazımdır. Məlum parametrlərlə (P_{fs}/P_{ms}) nisbətinin

hesablanması ciddi çətinlik yaratmır və konkret şərtlər nəzərə alınmaqla həyata keçirilə bilər. Elektromaqnit birgəliyinin sonrakı təhlili qarşılıqlı əlaqədə olan siqnalların növündən və onların emal üsullarından asılıdır.

Tezlik modulyatoru vasitəsilə TV məlumatını ötürərkən yaranan nisbət (H/M), məsələn, verilmiş qoruma münasibətlərinin qrafiklərindən və ya ən pis halda keyfiyyətin pisləşməsinə birbaşa qiymətləndirməyə imkan verir. (P_{fs}/P_{ms}) nisbətinin rəqəmsal metodlarından istifadə elektromaqnit birgəliyinin təhlili üçün də kifayət edir. Bu halda keyfiyyətin pisləşməsi asılılıqlardan istifadə etməklə qiymətləndirilə bilər, məsələn, FS traktının (yolunun) rəqəmsal emalının müxtəlif variantları üçün ($P_{fs}/P_{küy}$) və (P_{fs}/P_{ms}) nisbətlərindən eyni vaxtda səhvlərin olma ehtimalı.

Telefon məlumatlarının ötürülməsi zamanı FS traktında kanalın çıxışında, ölçmə siqnalının səviyyəsinin 1 MVt-a bərabər olduğu nöqtədə (sıfır nisbi səviyyəyə malik nöqtədə), MS-in təsiri ilə yaranan icazə verilən maneə gücü ilə məhdudlaşdırılır. İcazə verilən maneə gücü kanalın çıxışındakı siqnal-maneə nisbəti ilə aşağıdakı kimi əlaqələndirilir:

$$P_{icazə.} = 1/(S/M), \quad (4.1)$$

burada, (S/M) – FS traktında kanalın çıxışındakı ölçmə siqnalının gücünün traktın həmin nöqtəsindəki maneə gücünə nisbətidir; $P_{icazə.}$ – icazə verilən maneə gücü, MVt ilə. [Л. Г. Мордухович, А. П. Степанов. 2019].

Öz növbəsində, kanalın çıxışındakı siqnal-maneə nisbəti, maneənin zəifləməsi əmsalından ($MZ\Theta$) istifadə etməklə, qəbuledicinin çıxışında FS daşıyıcısı-MS daşıyıcısı nisbəti ilə əlaqələndirilir.

$$MZ\Theta = \frac{(S/M)}{(N/M)} \text{ və ya } [MZ\Theta] = [(S/M) - (N/M)] \quad (4.2)$$

$MZ\Theta$ anlayışı elektromaqnit birgəliyinin təhlili zamanı yaranan iki əsas problemi həll etməyi asanlaşdırır: keyfiyyətin verilən pisləşməsinə təmin edən (P_{fs}/P_{ms}) nisbətinin tələb olunan qiymətinin müəyyən edilməsi və qəbuledicinin girişində verilmiş (P_{fs}/P_{ms}) nisbəti üçün kanalın çıxışında keyfiyyətin pisləşməsinin müəyyən edilməsi. $MZ\Theta$ MS-in və FS-in

emal üsullərindən və parametrlərindən, MS ilə FS-in daşıyıcı tezlikləri arasında tənzimləmədən asılıdır. Müasir radiorele xətləri (RRX) və xidməti rabitə sistemlərində (XRS) kanalların keyfiyyətinə çox ciddi tələblər qoyulur. Bu baxımdan və verilmiş məhdudiyyətlər nəzərə alınmaqla, icazə verilən siqnal-maneə nisbəti təxminən 60 dB olmalıdır. Kanalın belə yüksək keyfiyyətini təmin etmək üçün qəbuledicinin girişindəki (P_{fs}/P_{ms}) nisbəti kifayət qədər böyük olmalı və bir neçə onlarla desibelə bərabər olmalıdır. Əks təqdirdə, elektromaqnit birgəliyinin təhlilinə ehtiyac yoxdur, çünki maneə səviyyələrinin icazə verildəndən daha yüksək olacağı əvvəlcədən məlumdur. (P_{fs}/P_{ms}) -in kifayət qədər böyük qiyməti qəbuledicinin girişində maneə törədən siqnalın gücünü azaltmağa imkan verən bir sıra məhdudiyyətlərdən istifadə etməklə əldə edilir (antenanın yerinin və istiqamətinin rəasional seçimi, ekvivalent izotrop şüalanma gücü (EİŞG) məhdudiyyətləri, Yer səthində güc axınının sıxlığı və s.). Bu şərtlərdə, F_k kompleks spektrində orta tezlikli telefon kanalı üçün kanalın tezlik bölgüsü (KTB) – tezlik modulyasiyası (TM) istifadə edildikdə, ölçmə siqnalının sıfır nisbi səviyyəyə malik nöqtəsində:

$$MZ\Theta = 2 \left(\frac{\Delta f_k}{F_k} \right)^2 \frac{1}{g^0(F_k)} \frac{1}{\gamma \chi_{pf} y_{bf}(F_k)} \quad (4.3)$$

Burada Δf_k – FS traktının bir kanalında ölçmə siqnalının ötürülməsi zamanı effektiv tezlik deviasiyası; γ – maneə törədən siqnalı əhatə edən pik-faktor; χ_{pf} – siqnal-küy (maneə) nisbətində qazancı müəyyən edən psometrik əmsaldır. Əgər maneə spektri kəsilməzdirsə, $\chi_{pf} = 0,56$ olur, diskretdirsə, $\chi_{pf} = 1$ olur; $y_{bf}(F_k)$ – F_k tezliyində bərpa filtrinın ötürmə əmsalı modulunun kvadratı; $g^0(F_k)$ – FS və MS spektrlərinin bükülməsi ilə müəyyən edilən ölçsüz əmsaldır. [Л. Г. Мордухович, А. П. Степанов. 2019].

Maneə törədən siqnalı əhatə edən pik-faktor maneə törədən siqnal gücünün (modulyasiya olmadıqda maneə törədən siqnal gücü) modulyasiya edilmiş maneə törədən siqnal gücünə nisbətini ifadə edir. MS gücünün məlum spektral sıxlığı zamanı:

$$\gamma = U_m^2 / 2 \int_0^\infty S_{MS}(f) df \quad (4.4)$$

Burada U_m – modulyasiya edilməmiş MS daşıyıcısının amplitudu; S_{MS} – MS gücünün birtərəfli spektral sıxlığıdır, V^2/Hs .

MS tezlik modulyasiyasının (TM) siqnalı olduğu halda, $\gamma = 1$ yazmalıyıq. Beləliklə, (4.6)-da:

$$g^0(F_k) = g_k(F_k) \Delta F_k + \sum_i g_d^0(F_i),$$

$$g_d^0(F_i) = \begin{cases} g_d(F_i), & |F_i - F_k| \leq \Delta F_k/2 \text{ olduqda,} \\ 0, & |F_i - F_k| > \Delta F_k/2 \text{ olduqda} \end{cases}$$

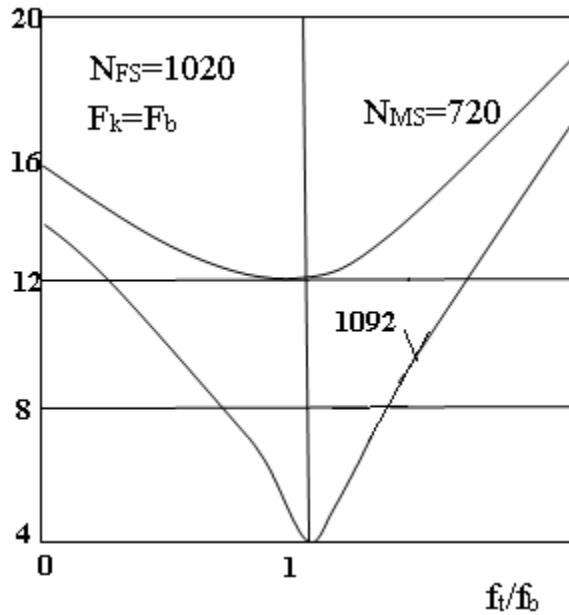
Buradan,

$$g(F) = g_k(F) + g_d(F) \sum_i \delta(F - F_i) == \int_{-\infty}^{+\infty} S_{FS}(f) [S_{MS}(f_t + F - f) + S_{MS}(f_t - F - f)] df \quad (4.5)$$

burada $g_k(F) - g(F)$ maneəsinin normallaşdırılmış spektrinin kəsilməz komponentidir, $1/Hs$;

$g_d(F)$ – maneə spektrinin diskret komponentinin intensivliyini xarakterizə edən ölçüsüz funksiyadır; $\delta(F - F_i)$

maneə spektrinin i -ci təsvir edən delta-normallaşdırılmış FS şərtlə ki, onun orta gücü daşıyıcı tezliyi isə sıfır $S_{MS}(f_t \pm F - f)$ – spektridir ($1/Hs$), lakin vahidə, daşıyıcı tezliyi MS daşıyıcı tezlikləri



– F_i tezliyində yerləşən diskret komponentini funksiyadır, $1/Hs$; $S_{FS}(f)$ spektridir ($1/Hs$), lakin o vahidə ($U_m^2/2 = 1$), $f_0 = 0$ bərabərdir; normallaşdırılmış MS o şərtlə ki, onun orta gücü isə $f_0 = f_t \pm F$; $f_t - FS$ və arasında tənzimləmədir.

Beləliklə, maneə səviyyələrinin ətraflı hesablanması üçün FS və MS spektrləri haqqında bilik tələb edilir. Bu, həm də maksimum EİŞG-də bir sıra məhdudiyətlərə uyğunluğu yoxlayarkən və iki geostasionar XRS-nin (Xidməti Rabitə Sstemi) elektromaqnit birgəliyini qiymətləndirərkən də zəruridir.

KTB-TM zamanı MZƏ əmsalı f_t tənzimləməsindən asılıdır və $f_t = F_k = F_b$ olduqda, minimal qiymətə **Şəkil 4.1.** MZƏ əmsalının nisbi tezlik malik olur (şəkil 4.1). Beləliklə, maneə tənzimləməsindən asılılığı baxımından, ən pis halda mobil telefon sistemi (MTS) spektrində yuxarı kanalda yerləşir. Praktiki olaraq, FS və MS daşıyıcılarının qeyri-sabit ifrat yüksək tezlikli (İYT) olması səbəbindən, tənzimləmə aşağı tezlikli MTS spektri ilə müqayisədə nəzərəçarpacaq dərəcədə dəyişəcək. Nəticədə, F_k orta tezlikli və $\Delta F_k = 3,1 \text{ KHz}$ tezlik zolağı enini əhatə edən bir kanalda maneə və MZƏ səviyyəsi əhəmiyyətli dərəcədə dəyişə bilər. Buna görə də, çox vaxt elektromaqnit birgəliyini qiymətləndirərkən tənzimləmə zamanı yuxarı kanaldakı maksimal maneə səviyyəsinə uyğun gələn MZƏ əmsalının yalnız minimal qiymətini hesablamaq kifayətdir ki, bu da onun orta tezliyinə bərabərdir. Cədvəl 4.1-də bir kanalda MS parametrlərinin tezlik deviasiyasının ən aşağı qiyməti ilə tezlik bölgülü çoxstansiyalı giriş (TBÇG)-KTB-TM rejimində “İntelsat-5” sistemində istifadə olunan parametrlərə uyğun olduğu hal üçün MZƏ əmsalının hesablanmış minimal qiymətləri verilmişdir. Eyni zamanda, bir kanalın orta siqnal gücü Beynəlxalq Radio üzrə Məsləhət Komitəsinin (CCIR) tövsiyələrinə müvafiqdir ($N > 240$ olduqda, -15 dBm0). [Л. Г. Мордухович, А. П. Степанов. 2019].

Cədvəl 4.1

N_{MS}	Müxtəlif N_{MS} zamanı MZƏ, dB
----------	----------------------------------

	12	60	132	252	432	612	792	1092
300	19,2	20,3	21,7	22,9	23,4	24,0	24,5	23,8
600	13,8	15,1	16,7	18,3	19,1	19,9	20,3	18,2
1020	1,1	3,4	6,0	8,6	9,8	11,3	12,3	3,9
1920	-4,2	-1,9	0,7	3,3	4,5	6,1	7,1	-1,4

N	F_k, KHz	F_b, KHz	$\Delta f_k, KHz$	$\Delta f_y, KHz$	m_σ, rad
300	60	1300	200	616	1,51
FS 600	60	2596	200	873	1,45
1020	312	4636	140	793	0,47
1920	312	8524	140	1088	0,40
12	12	80	109	159	4,8
60	12	252	136	276	3,5
132	12	552	223	529	4,3
MS 252	12	1052	358	1009	5,8
432	60	1796	401	1479	3,0
612	60	2540	454	1996	3,4
792	60	3284	499	2494	3,7
1082	312	4892	701	4118	2,4

Radiorele stansiyası (RRS) ilə KTB-TM arasındakı maneəni hesablayarkən, FS və MS traktında müxtəlif sayda telefon kanalları üçün MZƏ əmsalının hesablanması nəticələrini təqdim edən Cədvəl 4.1-dən istifadə etmək rahatdır. Ən yaxın tam ədədə (ən pis halda) yuvarlaqlaşdırılmış MZƏ əmsalının qiymətləri Cədvəl 4.1-in hər bir xanası daxilində aşağıdakı ardıcılıqla verilmişdir: yuxarı sıra soldan sağa – $f_t = 0$ tənzimləmə zamanı MZƏ yuxarı telefon kanalında; $f_t = F_b$ olduqda, FS və MS spektrlərinin yalnız kəsilməz komponentlərinin qarşılıqlı təsiri nəticəsində MZƏ yuxarı kanalda; $f_t = 2F_b$ olduqda, MZƏ yuxarı kanalda; aşağı sıra soldan sağa – $f_t = F_n$ olduqda, MZƏ aşağı “ən pis” kanalda, $f_t = F_b$ olduqda, MZƏ-nin yuxarı kanalda mümkün olan minimum qiyməti.

Əldə edilən nəticələr göstərir ki, MZƏ əmsalı əsasən modulyasiya indeksinin qiymətləri ilə və FS traktında ötürülən çoxkanallı telefon məlumatlarının spektrinin yuxarı hədd tezliyi ilə müəyyən edilir. Bu halda, FS traktında modulyasiya indeksinin kiçik qiymətlərində MZƏ əmsalının minimal qiyməti sıfırdan az olur ki, bu da (4.5) ifadəsi ilə təsvir edilmiş, faydalı TM signalının spektrində yüksək güclü diskret komponentin olması

ilə izah olunur. Bu vəziyyət elektromaqnit birgəliyi problemlərinin həllində əhəmiyyətli çətinliklərə səbəb olur: kanal çıxışında maneə səviyyəsi üçün ciddi standartlara riayət etmək üçün (4.1) ifadəsinə uyğun olaraq, qəbuledicinin girişində çox böyük (P_{fs}/P_{ms}) nisbəti tələb olunacaq. FS və MS spektrlərində diskret komponentləri aradan qaldırmaq və ya azaltmaq üçün xüsusi dispersiya siqnallarından (DS) istifadə etmək məqsədəuyğundur.

Cədvəl 4.2

N_{MS}	N_{FS} zamanı MZƏ (dB)								
	300	600	720	960	1020	1260	1320	1800	1920
3000	23 22 25	21 17 24	21 14 24	23 13 26	23 9 26	23 7 26	24 7 27	24 4 27	24 4 27
	29 10	28 4	27 0	7 -8	3 -13	3 -14	3 -15	3 -18	3 -18
600	23 22 26	20 18 23	21 15 23	22 14 25	22 10 25	23 8 26	23 8 26	24 5 27	24 5 27
	28 10	28 3	27 0	6 -9	4 -13	2 -15	2 -16	2 -18	2 -19
720	23 22 26	20 18 23	20 15 23	21 14 24	20 10 23	22 9 25	23 8 25	24 6 27	24 5 27
	27 9	27 2	26 -1	5 -10	1 -14	1 -16	1 -17	1 -19	1 -20
960	23 24 26	21 20 24	21 19 24	20 20 23	20 19 23	20 17 23	20 17 23	21 15 24	21 14 24
	21 2	21 -4	20 -7	-1 -16	-5 -21	-5 -22	-5 -23	-5 -26	-5 -26
1020	23 23 25	21 19 24	21 18 24	21 22 24	19 21 22	22 20 25	22 19 25	22 17 25	22 17 25
	20 1	20 -5	18 -8	-2 -17	-6 -22	-6 -24	-6 -24	-6 -27	-7 -27
1260	23 23 26	21 19 24	21 18 24	21 22 24	20 21 23	19 20 22	21 19 24	22 17 25	22 17 25
	20 1	20 -5	19 -9	-2 -17	-6 -22	-6 -24	-6 -24	-7 -27	-7 -27
1320	23 23 26	21 19 24	21 18 24	21 22 24	20 21 23	20 20 23	19 20 22	22 17 25	22 17 25
	20 1	20 -5	20 -8	-2 -17	-6 -22	-6 -23	-6 -24	-6 -27	-6 -27
1800	23 23 26	21 19 24	21 18 24	21 22 24	21 22 24	20 20 23	20 20 23	19 18 22	22 17 25
	20 1	10 -5	18 -9	-2 -17	-6 -22	-7 -24	-7 -24	-7 -27	-7 -27
1920	23 23 26	21 19 24	21 18 24	21 22 24	21 21 24	20 20 23	20 20 23	19 18 22	19 17 22
	20 1	19 -5	18 -9	-2 -17	-6 -22	-7 -24	-7 -24	-7 -27	-7 -27

NƏTİCƏ

1. Radiomaneələr radio qəbuledicinin giriş dövrəsində faydalı siqnalın düzgün qəbuluna mane olan və ya siqnalla funksional asılılıqda olan elektrik və ya elektromaqnit təsirləridir.

2. Radio maneələr qəbul edilən siqnalın keyfiyyətini və onun verilmə uzaqlığını məhdudlaşdıran mühüm səbəbdir.
3. Radio maneələr yaranma səbəbindən və mənbəyin tipindən asılı olaraq sənaye, kosmik , atmosfer radiomaneələrinə, başqa radio stansiyaların yaratdığı, bilərəkdən və ya süni yaradılan radio maneələrə, eləcə də radio dalğalarını qəbul edən radiotexniki quğuların öz küylərinə ayrılır.
4. Xarici və daxili radiomaneələrin təsiri nəticəsində siqnalın forması təhrifə məruz qalır. Nəticədə informasiyanın səlis və dəqiq qəbulu prosesi xeyli mürəkkəbləşir.
5. Radiomaneələri aradan qaldırmaq üçün rabitə sisteminin maneələrə dayanıqlıq xarakteristikalarını artırmaq lazımdır.
6. Koaksial fiderlər vasitəsilə qəbulediciyə ötürülən siqnalın keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq və radiomaneələrin təsirlərini azaltmaq məqsədilə ekranlama prosesindən geniş istifadə olunmalıdır.
7. Qəbulediciyə radiomaneələrin təsirini azaltmaq üçün siqnal/küy nisbətini artırmaq lazımdır.
8. Radiomaneələrin neqativ təsirlərininən effektiv metodlarından biri radiovericinin gücünün artırılmasıdır.
9. Radiomaneələrdən mühafizə üsullarından biri də radio qəbuledicinin selektivliyini (radio maneələrdən tələb olunan siqnalları ayırmaq qabiliyyəti) artırmaqdır.
10. Parametrik gücləndirici və kvant generatorlarından (mazer) istifadə etməklə radiomaneələrin təsirini nəzərə çarpacaq dərəcədə azaltmaq mümkündür.

İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT

- **Перфилов, О. Ю. (2017).** Радиопомехи : учебное пособие для вузов / О. Ю. Перфилов. - Москва : Горячая линия-Телеком. - 110 с. - ISBN 978-5- 9912-0491-0. Электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1195576> (дата обращения: 09.12.2023). – Режим доступа: по подписке.

- **Ремизов Л.Т. (2015).** Естественные радиопомехи / Ремизов Л.Т. ; акад. Кобзарев Ю.Б. (отв. ред.) ; Акад. наук СССР, Ин-т радиотехники и электроники. — М. : Наука. — 200 с. : ил., табл. — Библиогр. : с. 189-195.
- **Киселев А. В. (2022).** Радиопомехи и помехоустойчивый прием. Новосибирск.
- **Бартенев В. Г. (2021).** Защита РЛС от дискретных помех. Горчая линия - Телеком.
- **Академик Папалекси Н. Д. (2014).** Радиопомехи и борьба с ними. Москва.
- **Антонова И. К. (2017).** Многолучевые радиолокаторы в составе охранных комплексов. Радиотехника .
- **Максимов М. В., Бобнев М. П.,Кривицкий Б. Х. (2016).** Защита от радиопомех, Москва.
- **Колосовский Е. А. (2021).** Устройства приема и обработки сигналов.
- **Румянчев К. Е. (2016).** Прием и обработка сигналов. Курьером Ozon. Москва.
- **Лузин В. И., Никитин Н. П., Гадзиковский В. И. (2014).** Основы формирования, передачи и приема цифровой информации, 2014.
- **Чобану Н. (2015).** Многомерные многоскоростные системы обработки сигналов.
- **Л. Г. Мордухович, А. П. Степанов. (2019).** " Системы радиосвязи" Москва "Радиосвяз", «Расчет уровни взаимна помех» С-164.
- **Автор Б.П. Хромой, Ю.Г. (2018).** Моисеев Книга, учебник для техникумов. Электрорадио измерения. Автор Б.П. Хромой, Ю.Г. Моисеев.
- **Воршевский, А. А. (2016).** Электромагнитная совместимость судовых технических средств : учебник / А. А. Воршевский, В. Е. Гальперин. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : СПбГМТУ.
- **Бадер, М. П. (2017).** Электромагнитная совместимость : учебник для вузов железнодорожного транспорта / М. П. Бадер. — Москва : УМК МПС.

- **Маслов, О. Н. (2000).** Электромагнитная безопасность радиоэлектронных средств / О. Н. Маслов. — Москва.
- **Бобков, В. Ю. (2007).** Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование / В. Ю. Бобков, М. А. Вознюк, П. А. Михайлов. — Москва : Горячая линия — Телеком.
- **Бузов, А. Л. (2006).** Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем : учебное пособие / А. Л. Бузов [и др.]. — Москва : Эко-Трендз.
- **Кечиев, Л. Н. (2010).** Экранирование технических средств и экранирующие системы / Л. Н. Кечиев, Б. Б. Акбашев, П. В. Степанов. — Москва : Издательский Дом «Технологии».
- **Кечиев, Л. Н. (2005).** Защита электронных средств от воздействия статического электричества : учебное пособие / Л. Н. Кечиев, Е. Д. Пожидаев. — Москва : Техиздат.
- **Андреева, Л. А. (2007).** Великолепные блюда из микроволновки / Л. А. Андреева, Л. Н. Смирнова. — Москва : РИПОЛ классик.
- **Балюк, Н. В. (2007).** Мощный электромагнитный импульс: воздействие на электронные средства и методы защиты / Н. В. Балюк, Л. Н. Кечиев, П. В. Степанов. — Москва : Издательский Дом «Технологии».
- **Иванов, В. А. (2012).** Модельные и стендовые исследования электризации космических аппаратов / В. А. Иванов, В. Ю. Кириллов, Е. П. Морозов ; под редакцией В. Ю. Кириллова. — Москва : Издательство МАИ.
- **Акбаиев, Б. Б. (2014).** Защита объектов телекоммуникаций от электромагнитных воздействий / Б. Б. Акбашев., Н. В. Балюк, Л. Н. Кечиев. — Москва : Грифон.

- **Колесников, Е. П. (2020).** Методика расчетной оценки ЭМС радиоэлектронных средств с направленными антеннами в зоне Френеля / Е. П. Колесников, М. Н. Купин, И. В. Червяков // Электросвязь. — № 2. — С. 39—45.
- **Антипин, Б. М. (2019).** Частотно-территориальный разнос и электромагнитная совместимость / Б. М. Антипин, Е. М. Виноградов, А. А. Гоголь // Вестник связи. — № 5. — С. 41—43.
- **Клоков, В. В. (2018).** Анализ влияния электромагнитного излучения от энергетических объектов морских торговых портов на системы связи судов / В. В. Клоков [и др.] // Эксплуатация морского транспорта. — № 4 . — С. 133—136.
- **Bruce Elbert. (2016).** Radio Frequency Interference in Communications Systems.