

RADIOTEKNIK TIZIMLARDA OPTIMAL ANIQLASH ME'ZONLARI YORDAMIDA RADIO-SIGNALLARNI QABUL QILISHNI TASHKIL ETISH

Axunov A A

T.f.f.d (PhD) O'RHX va MU Axborot kommunikatsiya texnologiyalari va harbiy aloqa instituti

Annotatsiya: *Ushbu maqolada radiotexnik tizimlarda turli signallari optimal qabul qilishni ta'minlovchi qabul qilish me'zonlari yoritilgan. Qabul qilinadigan signallarning turlari, ularning ko'rsatkichlari va o'ziga xos xususiyatlarini aniqlash va to'g'ri tanib alohida ahamiyatga egadir. Shu jihatdan ba'zi hollar uchun optimal qabul qilgichlarni qurishda signallarni aniqlash me'zonlarini hisobga olish va to'g'ri tanlash jarayoniga alohida to'xtalgan.*

Kalit so'zlar: *radiotexnik tizim, aniqlash masalasi, foydali signal, xalaqit, optimal aniqlash mezonlari, to'g'ri aniqlash, signalni o'tkazib yuborish, yolg'on signal.*

Аннотация: *В данной статье освещены критерии приема, обеспечивающие оптимальный прием различных сигналов в радиотехнических системах. Особое значение имеет определение и правильное распознавание типов принимаемых сигналов, их показателей и особенностей. В связи с этим особое внимание уделяется процессу учета и правильного выбора критериев распознавания сигналов при построении оптимальных приемников для некоторых случаев.*

Ключевые слова: *радиотехническая система, задача обнаружения, полезный сигнал, помеха, оптимальный критерий обнаружения, правильное обнаружение, пропуск сигнала, ложный сигнал.*

Abstract: *This article examines the reception criteria that ensure the optimal reception of various signals in radio-technical systems. Determining and correctly recognizing the types of received signals, their indicators, and their characteristics is of particular importance. In this regard, special attention is paid to the process of accounting for and correctly selecting signal recognition criteria when constructing optimal receivers for certain cases.*

Keywords: *radio-technical system, detection task, useful signal, interference, optimal detection criterion, correct detection, signal throughput, false signal.*

Radiotexnik tizimlar tomonidan signallarni qabul qilishda yuzaga keladigan birinchi vazifa qabul qilingan tebranishda signal mavjudligi faktini aniqlashdan iborat. Bu masala aniqlash masalasi deb ataladi.

Aniqlash masalasi qabul qilingan tebranishda signal bor yoki yo'qligini aniqlashga imkon beradigan ma'lum qoidalar tizimini topishdan iborat.

Buning uchun qabul qilingan tebranishni tahlil qilish kerak, bu belgilar yig'indisi bo'yicha foydali signal va xalaqitning additiv aralashmasini sof xalaqitdan farqlash

imkonini beradi. Bunday tahlil xato qarorlar sonini kamaytirishga imkon beradi, lekin ularni butunlay chiqarib tashlamaydi [2].

Aniqlash masalasini muvaffaqiyatli hal qilish uchun foydali signal va xalaqitlar haqida ba'zi aprior ma'lumotlarga ega bo'lish va qabul qilingan tebranishni tahlil qilishda bu ma'lumotlardan iloji boricha to'liqroq foydalanish kerak.

Agar istalgan vaqt momenti uchun signalning ko'rsatkichlari qiymatlarini ko'rsatish mumkin bo'lsa, signal aniq yoki to'liq ma'lum deb ataladi. Real sharoitlarda qabul qilinayotgan signallarning ko'rsatkichlari tasodifiy kattaliklar bo'lib, ularning qiymatlari ko'p sonli omillar (uzoqlikning o'zgarishi, tarqalish muhitining holati, o'zaro ta'sir obyektining xususiyatlari va shu kabilar) ta'sirida o'zgaradi. Shuning uchun real signallar tasodifiy ko'rsatkichli signallar deb ataladi va bunday signallarga optimal ishlov berish statistik masala hisoblanadi. Bunday masalani yechish uchun ikkita ketma-ket bosqichni bajarish kerak: qabul qilingan xabar ehtimolliklarining aposterior taqsimotini hisoblash va ushbu taqsimotni tahlil qilish asosida qaror qabul qilish. Birinchi bosqichni amalga oshirish optimal aniqlash mezonlari yordamida amalga oshiriladi. Bunday mezonlar ko'p. Quyida optimal aniqlashning eng ko'p qo'llaniladigan mezonlarini ko'rib chiqiladi.

Optimal aniqlash mezonini deb shunday qoidaga aytiladiki, unga ko'ra barcha mumkin bo'lgan aniqlashlar ichidan eng yaxshisini tanlash mumkin [3].

Qabul qilingan signalni tahlil qilishda faqat ikkita qaror qabul qilish mumkin: "signal bor" yoki "signal yo'q". Boshqa har qanday yechimlar istisno qilinadi.

Agar signal haqiqatan ham tizimning qabul qilish kanali kirishida mavjud bo'lsa, uning mavjudligi to'g'risidagi qaror to'g'ri aniqlash deb ataladi. Bunday yechimning ehtimolini R_{ta} bilan belgilanadi [5].

Kirishda signal mavjud bo'lganda, uning yo'qligi haqida noto'g'ri qaror qabul qilinishi mumkin (signal shovqin xalaqitlari bilan niqoblangan). Bunday yechim signalni o'tkazib yuborish deb ataladi. Bunday yechimning ehtimolini R_{oy} bilan belgilanadi.

Ikkala hodisa ham mos kelmaydigan hodisalarning to'liq guruhini tashkil qiladi, shuning uchun quidagi tenglik o'rinli:

$$R_{ta} + R_{oy} = 1 \quad (1)$$

Ikkita teng ehtimolli mos kelmaydigan hodisaga misol tariqasida tangani uloqtirishni keltirish mumkin.

Agar tizimning qabul qilish kanali kirishida signal bo'lmasa, u holda uning yo'qligi to'g'risidagi qaror to'g'ri topilmaslik deb ataladi. Bunday yechimga R_{tt} , ehtimollik mos keladi [6].

Qabul qilgich kirishida signal borligi haqidagi xato qaror yolg'on signal deb ataladi. Bunday yechim R_{ys} ehtimollik bilan xarakterlanadi [7].

Ko'rib chiqilgan ikkala hodisa ham mos kelmaydigan hodisalarning to'liq guruhini tashkil qiladi, ya'ni:

$$R_{tt} + R_{ys} = 1 \quad (2)$$

Mumkin bo'lgan hodisalarning butun to'plamini xarakterlovchi ko'rib chiqilgan to'rtta ehtimoldan faqat ikkitasi mustaqil. Ko'pincha bog'liqmas sifatida R_{ta} va R_{ys} ehtimolliklardan foydalaniladi. Bu ehtimollarni aniqlab, qolgan ikkitasini ham bir qiymatli aniqlash mumkin.

Agar qabul qilish kanali kirishida signal mavjudligi va yo'qligining aprior ehtimollari mos ravishda $R(s)$ va $R(o)$ ga teng deb qabul qilinsa, u holda to'g'ri yechim R_{ty} ning va xato yechim R_{xato} ning to'liq ehtimollari aniqlashda teng bo'ladi:

$$R_{ty} = R(s)R_{ta} + R(o)R_{tt} \quad (3)$$

$$R_{xato} = R(s)R_{oy} + R(o)R_{ys} \quad (4)$$

To'liq ehtimolliklar yig'indisi quyidagiga teng bo'ladi:

$$R_{ty} + R_{xato} = 1 \quad (5)$$

Bu yig'indida to'g'ri yechim ehtimolliги birga, xato yechim ehtimolliги nolga intilishi tabiiydir. Biroq, bu talabni bajarish qiyin, shuning uchun haqiqiy optimal detektorlar xato yechimni minimallashtirish uchun loyihalashtiriladi.

Optimallik mezonlarini tanlash va xato qarorni minimallashtirish ko'p jihatdan tizim tomonidan hal qilinadigan taktik vazifalarga, signal va xalaqitlar haqidagi aprior ma'lumotlarning mavjudligi, ishonchliligi va to'liqligiga, u yoki bu xato qarorning narxi yoki og'irligiga va boshqa bir qator omillarga bog'liq. Ba'zi tizimlarda signalni o'tkazib yuborish yoki yolg'on signal bir xil darajada xavfli, ya'ni bu xatolarning narxi yoki og'irligi bir xil. Bunday tizimlarda optimallik mezon sifatida to'liq xatolikning minimal qiymati tanlanadi.

$$R_{xato} = R(s)R_{oy} + R(o)R_{ys} = \min \quad (6)$$

Bunday mezon to'liq xatolik minimumi mezon deb ataladi [7]. Ba'zan uni ideal kuzatuvchi mezon deb ham atashadi.

Boshqa tizimlarda yolg'on signal va signal o'tishining qiymati yoki og'irligi turlicha bo'lishi mumkin. Agar signalni o'tkazib yuborganlik uchun to'lovni (jarimani) r_{oyj} va yolg'on signal uchun to'lovni r_{ysj} deb belgilasak, u holda ushbu vazn koeffitsiyentlarini hisobga olgan holda xato qarorning to'liq ehtimoli quyidagiga teng bo'ladi:

$$R_{osh} = r_{oyj}R(s)R_{oy} + r_{ysj}R(o)R_{ys} \quad (7)$$

Bunday ehtimollik o'rtacha xavf deb ataladi. Bu ehtimollikning minimal qiymati o'rtacha xavf minimumi mezon deb ataladi:

$$R_{osh} = r_{oyj}R(s)R_{oy} + r_{ysj}R(o)R_{ys} = \min \quad (8)$$

O'rtacha xavf minimumi mezon umumiyroq mezon hisoblanadi. Shunday qilib, ideal kuzatuvchi mezon ushbu mezonning xususiy holi hisoblanadi:

$$r_{oyj} = r_{ysj} = 1 \quad (9)$$

Radiolokatsion kuzatuv va nishonlarni aniqlash tizimlarida, odatda, kuzatilayotgan makon hajmida nishonlarning mavjudligi yoki yo'qligi haqida aprior ma'lumotlar mavjud emas. Bunday holda, optimal qabul qilgichni qurish Neyman-Pirson mezoniga muvofiq amalga oshiriladi, bunda yolg'on signal ehtimoli ma'lum bir belgilangan qiymat bilan cheklanadi va signalni o'tkazish ehtimollari minimallashtiriladi [6], ya'ni:

$$R_{ys} = \text{const}; R_{oy} = \min \quad (10)$$

R_{oy} ehtimollik R_{po} ehtimollik bilan to'la hodisalar gruppasini tashkil etgani uchun Neyman-Pirson kriteriysi ko'pincha boshqacha ko'rinishda yoziladi:

$$R_{ys} = \text{const}; R_{ta} = \max \quad (11)$$

Ya'ni, optimal qabul qilgich R_{ys} yolg'on signalining berilgan ehtimolligida R_{ta} ni to'g'ri aniqlashning eng yuqori ehtimolligini ta'minlashi kerak.

Xulosa qilib aytganda, radiotexnik vositalarini ishlab chiqishda ularning vazifasidan kelib chiqan holda radiosignallarni optimal qabul qilishni ta'minlash uchun yolg'on signallar ehtimolli va to'g'ri aniqlash me'zonlarini oqilona ta'nlash muhimdir.

Qabul qilish jarayonini samarali tashkil etish, signallarni to'liqligicha qabul qilish bevosita optimal qabul qilish me'zonlariga bog'liq. Shu jihatdan qo'yiladigan vazifadan kelib chiqqan holda, qabul qilish me'zonlarini to'g'ri tanlashni yuqorida ko'rib chiqilgan holatlar asosida amalga oshirish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

[1] A.X. Isxoqov, A.A. Axunov. Signallarni raqamli qayta ishlash asoslari Darslik.-T.: «AKT VA AHI», 2022-yil, 130 b.

[2] A.X. Isxoqov, A.A. Axunov. Radioto'lqinlar tarqalish xususiyatlari va antenna-fider qurilmalari / o'quv qo'llanma.-T.: AKT VA AHI, 2022-yil.

[3] A.A. Axunov "Radioqabul qilish qurilmalari: ICOM va AOR". O'quv qo'llanma.-T.: AKT VA AHI, 2022-yil, 82 b.

[4] А.М. Кулдашев. Основы построения радиолокационных станций / Учебное пособие – Т: ВИИКТ и С МО РУ, 2024. 246 с.

[5] А.В. Терентьев, В.Ф. Коротков. Радиотехническая разведка: Теория и практика обработки радиолокационных сигналов / Учебное пособие. – СПб.: Медиапир, 2021. – 346 с.

[6] Б.А. Никольский. Основы радиоэлектронной борьбы / учебник – Самара: Изд-во Самарского университета, 2018. – 268 с.

[7] Ю.П. Мельников, С.В. Попов. Радиотехническая разведка. Методы оценки эффективности местоопределения источников излучения. – М.: "Радиотехника", 2008 г. – 432 с.