

UCHUVCHISIZ UCHISH APPARATLARI PARVOZINI BOSHQARISH, RADIO TELEMETRIYA

REJA

- 1. Radio telemetriya, 2,4 GHz dan yuqori chastotalarda uchuvchisiz uchish apparatini boshqarish**
- 2. 5 GHz dan yuqori chastotalarda uchuvchisiz uchish apparatini boshqarish.**
- 3. WiFi va WiMax modullari yordamida uchuvchisiz uchish apparatini boshqarish.**

Kalit so'zlar: radiochastota diapazoni, PUA boshqaruvi, WiFi, WiMax, 2,4 GHzli, 5 GHzli, boshqaruv, navigatsiya

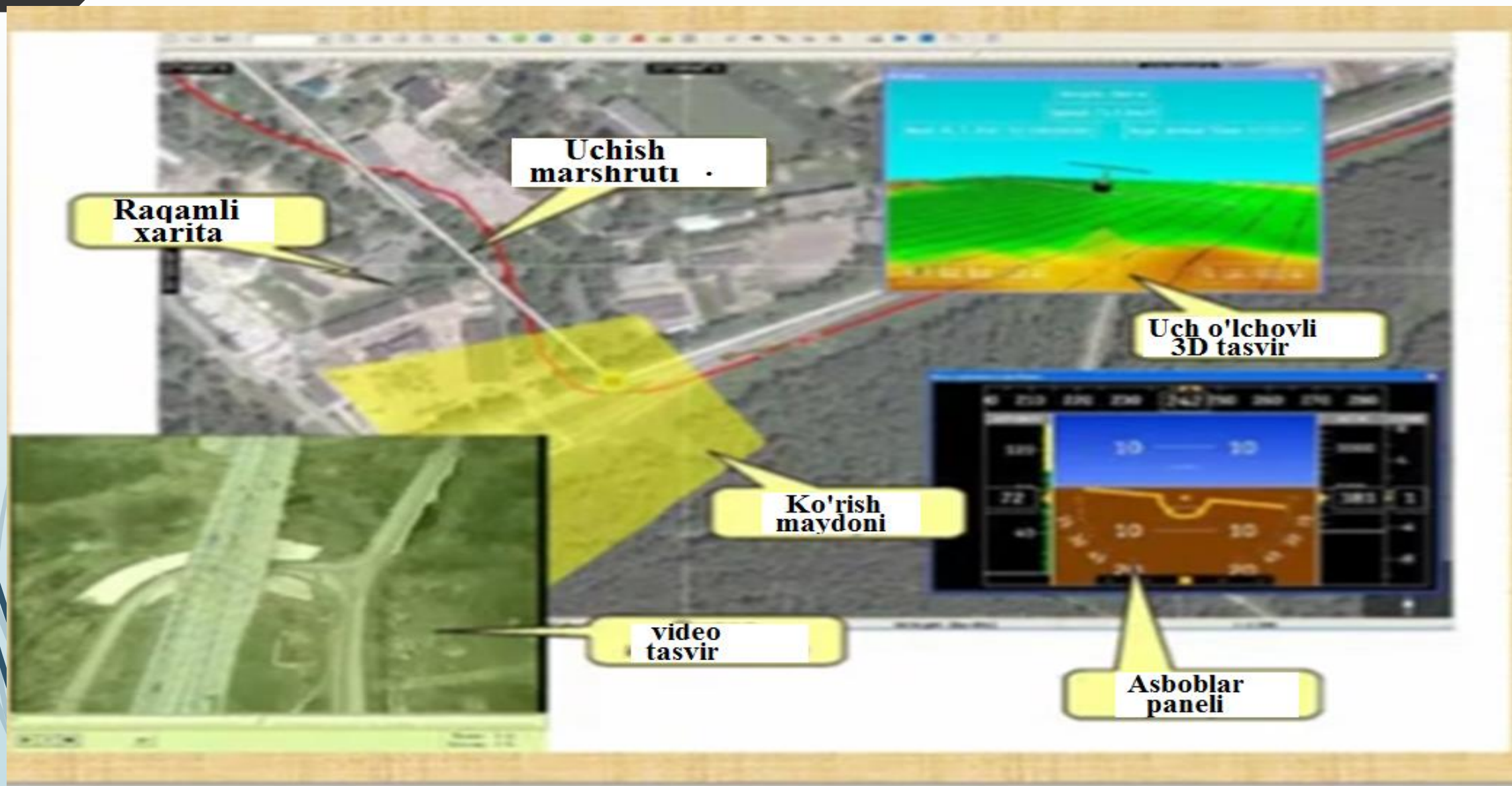
ADABIYOTLAR

- High-density performance line ARM-based 32-bit MCU, STMicroelectronics, <http://st.com/>
- Seeger J., Lim M. and Nasiri S. Development of High-Performance, High-Volume Consumer MEMS Gyroscopes, InvenSense, <http://invensense.com/>
- MPU-6000 and MPU-6050 Product Specification Revision 3.2, InvenSense, <http://invensense.com/>
- 3-Axis Digital Compass IC HMC5883, Honeywell, <http://honeywell.com/>
- EAGLE - Easily Applicable Graphical Layout Editor, Manual, Version 5. — 2010. CadSoft Computer.
- Агуров П. Интерфейс USB. Практика использования и программирования — Спб.: БХВ-Петербург, 2006.
- MPU-6000 and MPU-6050 Register Map and Descriptions Revision 3.2, InvenSense <http://invensense.com/>
- Shiffman D. Learning Processing: A Beginner's Guide to Programming Images, Animation, and Interaction Burlington, MA 01803, USA. — 2008. Elsevier Inc.
- BMP085, Digital barometric pressure sensor, BOSCH, [http:// boschsensortec.com/](http://boschsensortec.com/)
- Introduction to Estimation and the Kalman Filter Hugh Durrant-Whyte Australian Centre for Field Robotics The University of Sydney. — NSW 2006. — Australia, 2001.
- NMEA Data and Protocol Description, <http://www.gpsinformation.org/dale/nmea.htm>
- Shilov K., Lazurin G. MAV Autopilot For Commercial and Research Braunschweig. — Germany. — 2012.

Telemetriya, teleo`lchov

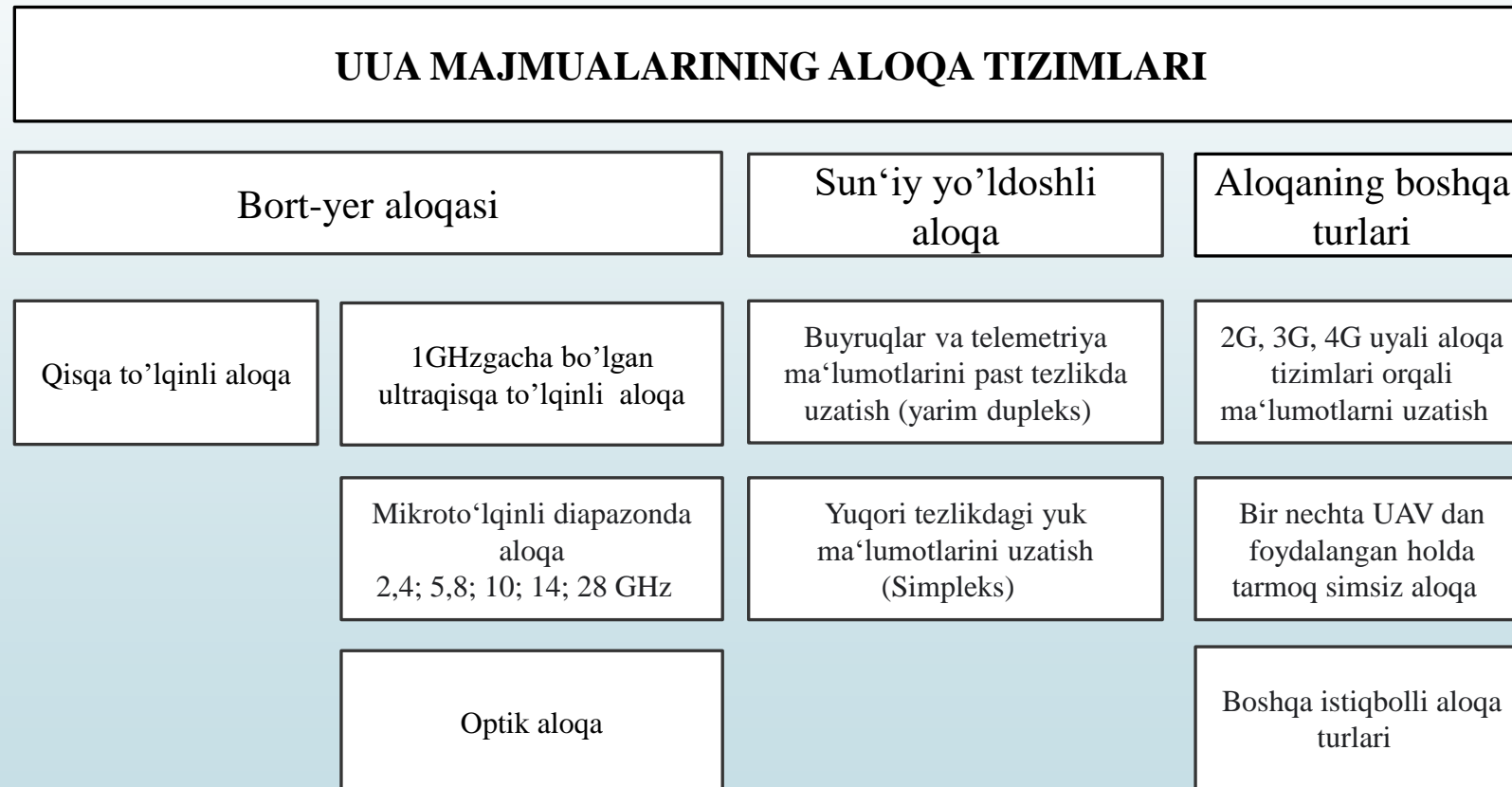
(yunoncha τῆλε «uzoq» + μέτροω — «o`lchayman») – telemexanika vositalari yordamida nazorat qilinadigan va boshqariladigan obektlarning (kuchlanish, tok, bosim va boshqalar) kabi o`lchanadigan ko`rsatkichlari xaqida ma`lumot olish tushuniladi

UUA uchish jarayoning telemetric ma'lumotlar orqali nazorati



2,4 GHz dan yuqori chastotalarda uchuvchisiz uchish apparatini boshqarish

Zamonaviy uchuvchisiz uchish apparatlari (UUA) yordamida hal qilinadigan vazifalarning aksariyati uchun yer usti stantsiyasi (YS) va UUA o'rtasida yuqori tezlikda ma'lumotlarni uzatish liniyasi bo'lishi zarur.



UUA komplekslarining aloqa tizimlari

“Dronlar” turlarining, modellarining va ishlab chiqaruvchilarining xilma -xilligiga qaramay, ko‘pgina xorijiy ishlab chiqaruvchilarning mahsulotlariga xos bo‘lgan umumiy parametrlar va xususiyatlarni ajratib ko‘rsatish mumkin:

• **chiqarilgan signalning maksimal “qonuniy” kuchi (boshqaruv kanalida) - 100 mVt;**

• **tipik (ustuvor) chastota diapazonlari - 2,4 va 5,8 GHz li;**

• **PPRCH rejimining tezligi (odatiy) - 350 - 500 sc/s dan (maksimal 2900 sc/s);**

• **modulyatsiya turi (odatiy) - FSK2 (kamroq - PSK2 (A / V) va OFDM);**

• **impuls davomiyligi (odatiy) - 500 mcs - 2,5 ms;**

• **impuls kengligi (odatiy) - 300 kHz - 2 MHz;**

• **ma’lumot uzatishning ramziy tezligi (odatiy) - 1000 - 2000 kbod;**

• **chastotali sakrash tarmoqli diapazoni - taxminan 80 MHz;**

• **“PPRCH tarmog‘i” kanallari soni - 40 tagacha.**

UUA boshqaruv kanalidan (PPRCH) signallarni aniqlash funksiyalarini bajaradigan qarshi choralar tizimining asosiy talablariga quyidagilar kiradi:

UYCh ish chastotasi diapazoni (UUA uskunasida boshqa UQT-UYCh diapazonlaridan foydalanish mumkinligini hisobga olgan holda kamida 2,4 va 5,8 GHz);	UYCh ish chastotasi diapazoni (UUA uskunasida boshqa UQT-UYCh diapazonlaridan foydalanish mumkinligini hisobga olgan holda kamida 2,4 va 5,8 GHz);	O'ta kam quvvatli (100 mW) radioelektron qurilmalardan signallarni aniqlash imkoniyati - aniqlash tizimining "sezuvchanlik" parametriga talablarning ortishi;	impulsi, qisqamuddatli signallarni "tezkor PPRCH" aniqlash imkoniyati - aniqlash tizimining "tezkorlik" parametriga talablarning ortishi;	keng polosada (kamida 80 MHz) taqsimlangan impulsi, qisqamuddatli signallarni aniqlash imkoniyati – "bir vaqtning o'zida tahlil o'tkazish qobiliyati" parametriga qo'yiladigan talablar va boshqalar.
--	--	---	---	---

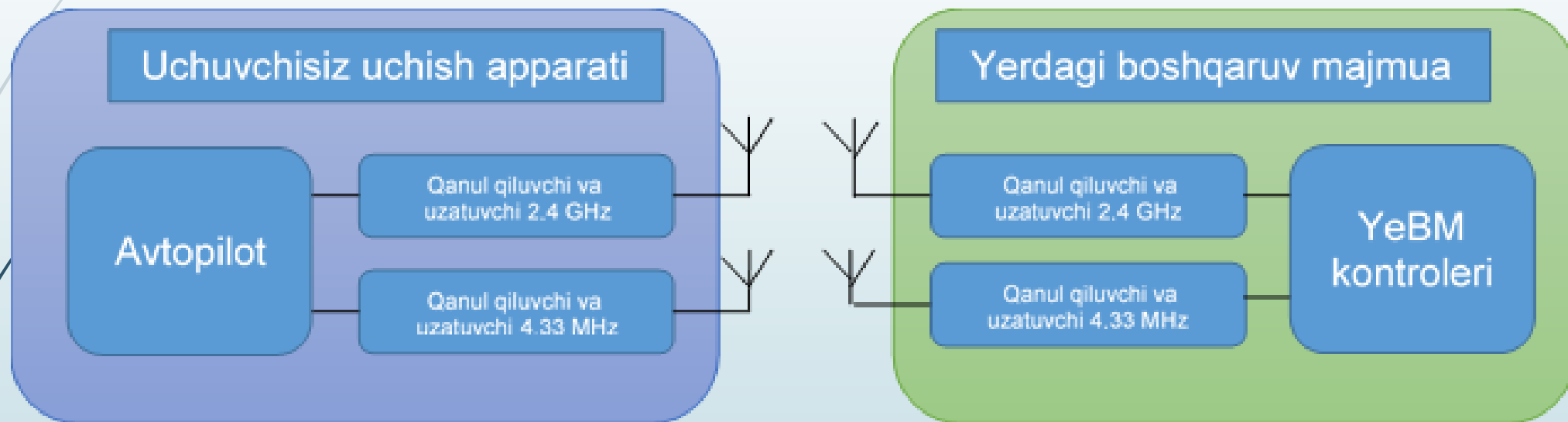
Radioaloqa kanalining ish chastotasi diapazonini tanlash bir qancha omillar bilan belgilanadi:

UUA qabul qilib-uzatuvchi qurilmasining og'irligi, o'lchamlari va iste'mol manbayiga qo'yiladigan talablar;

Ma'lum bir *bit* xato ehtimoli uchun zarur bo'lgan ish diapazoni;

Kerakli diapazonda ishlash uchun litsenziya olish imkoniyati yoki litsenziyasiz ishlash imkoniyati.


Aloqa radiokanallarini komplekslashtirishga misol.



Aloqa kanallarini tahlil qilish

Pozitsiya (Ob'ekt) nomi	Kuchayish / susayish, dB (dBm)	Jami, dBm
Uzatgichning chiqish quvvati	+30	+30
Yer usti nazorat qurilmasi (YNQ) ulagichi va fiderlarda yo'qotishlar	-1.5	+28.5
Yer usti nazorat qurilmasi (YNQ) antenναςining kuchayishi	+24	+52.5
Tarqalish yo'qolishi (2,4 GHz, 30 km)	-130	-77.5
Bort antenναςini kuchayishi	+2	-75.5
Bortning fider qurilmasi va ulagichlardagi yo'qotishlar	-1.5	-77
Qabulqilgichning sezgirligi	-90	+13
Hammasi bo'lib, aloqa kanalining byudjeti		13

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, 30 km masofada 2,4 GHz diapazonda UA va YNQ o'rtasidagi aloqani ta'minlash uchun yuqori kuchaytirish koeffitsientiga (20 dB dan yuqori) ega bo'lgan yer antenyasi bo'lishi zarur. Ushbu turdagi antenنالarning yo'naltirilganlik diagrammasining (YD) kengligi 10° dan kam, bu esa UAning yaqindan parvozi sharoitida ulardan foydalanishga cheklovlar qo'yadi.



► UUA larining turli xil masofadagi parvozlari uchun ikki turdagi antennalardan foydalanish maqsadga muvofiq: qisqa masofali parvozlari uchun ~ 8 dB li va uzoq masofali parvozlari uchun 20 dB lidan yuqori. Yer usti nazorat qurilmasi antennesining tayanch-aylanadigan qurilmasiga qo'yiladigan talablar antennesining yo'naltirilganlik diagrammasi kengligiga qarab belgilanadi: antennesining aylanuvchi platformasining azimut burchagi hamda balandlik burchagini o'rnatishda ruxsat etilgan xatoligi yo'naltirilganlik diagramma (YD) kenglikning yarmidan oshmasligi kerak. Antennani 27 dB bilan o'rnatilganda hamda yo'naltirilganlik diagrammasi kengligi taxminan 6° ga o'rnatilganda, u holda ruxsat etilgan xatolik 3° bo'ladi.

► UA va YNQ orasidagi masofa keng doirada o'zgarganda, qabul qilgich kirishidagi signal kuchi ~ 50 dB ga o'zgaradi (6 -rasm, masofa 500 m dan 100 km gacha o'zgarganda), bu esa chastota polosalari kengligini o'zgartirmasdan qisqa masofalarda ko'proq ma'lumotni uzatish uchun energiya zaxirasidan foydalanish imkonini beradi.

► Ushbu yondashuvni amalga oshirish raqamli aloqa tizimining modulyatsiya turini adaptiv (mos) o'zgartirish algoritmlarini yaratishni talab qiladi.

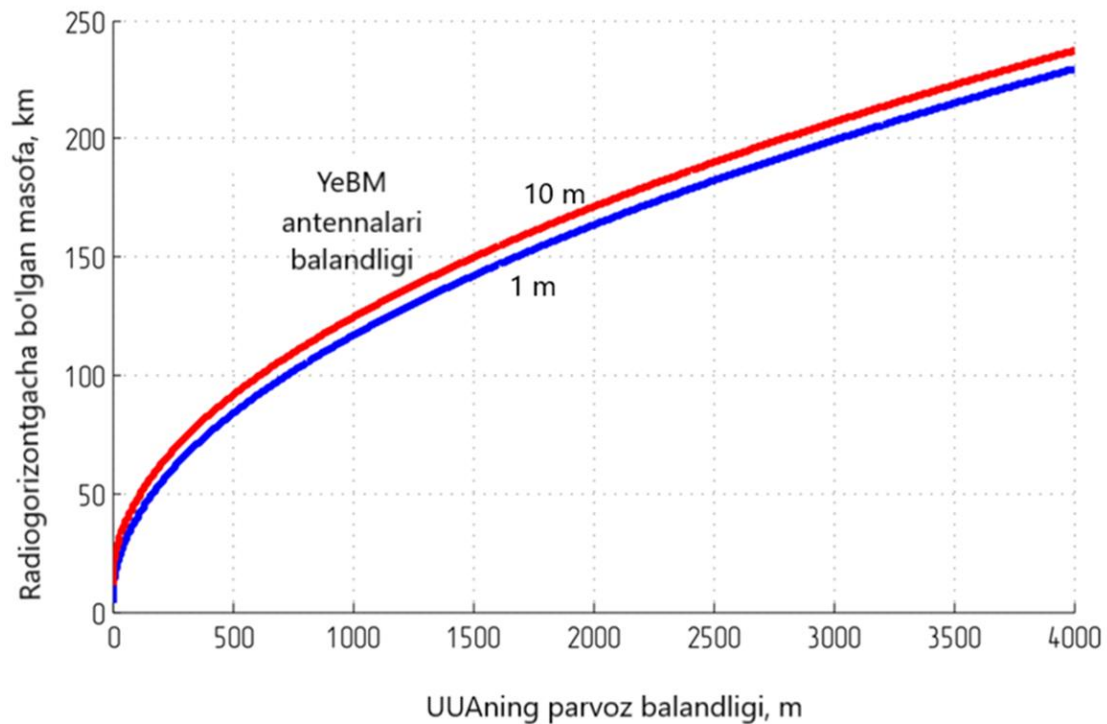
4.1.2. 5 GHz dan yuqori chastotalarda uchuvchisiz uchish apparatini boshqarish

Uchuvchisiz uchish apparatlari bilan aloqa tizimlarini rivojlantirishda istiqbolli yoʻnalish 5 GHz dan yuqori chastotali diapazonlardan foydalanish hisoblanadi.



UUA va YNQ ning oʻzaro joylashishi boʻyicha mumkin boʻlgan holatlari.

Uzoq masofalarda aloqani taʼminlash uchun yer usti va bortdagi antennalar uchun masofani radio gorizontgacha oshirish lozim. Radioaloqaning maksimal uzoqligi (atmosfera refraksiyasining turli koʻrinishdagi turlarining taʼsirini hisobga olmaganda) YNQ va UUA antennasi uchun radiogorizont oraliq masofalarining yigʻindisi bilan aniqlanadi.



Radioaloqaning maksimal uzoqligi quyidagicha aniqlanadi:

$$r_0 = 3,57 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

bu yerda,

h_1 - birinchi antenaning ko'tarilish balandligi, m;

h_2 - ikkinchi antenna ko'tarilish balandligi, m;

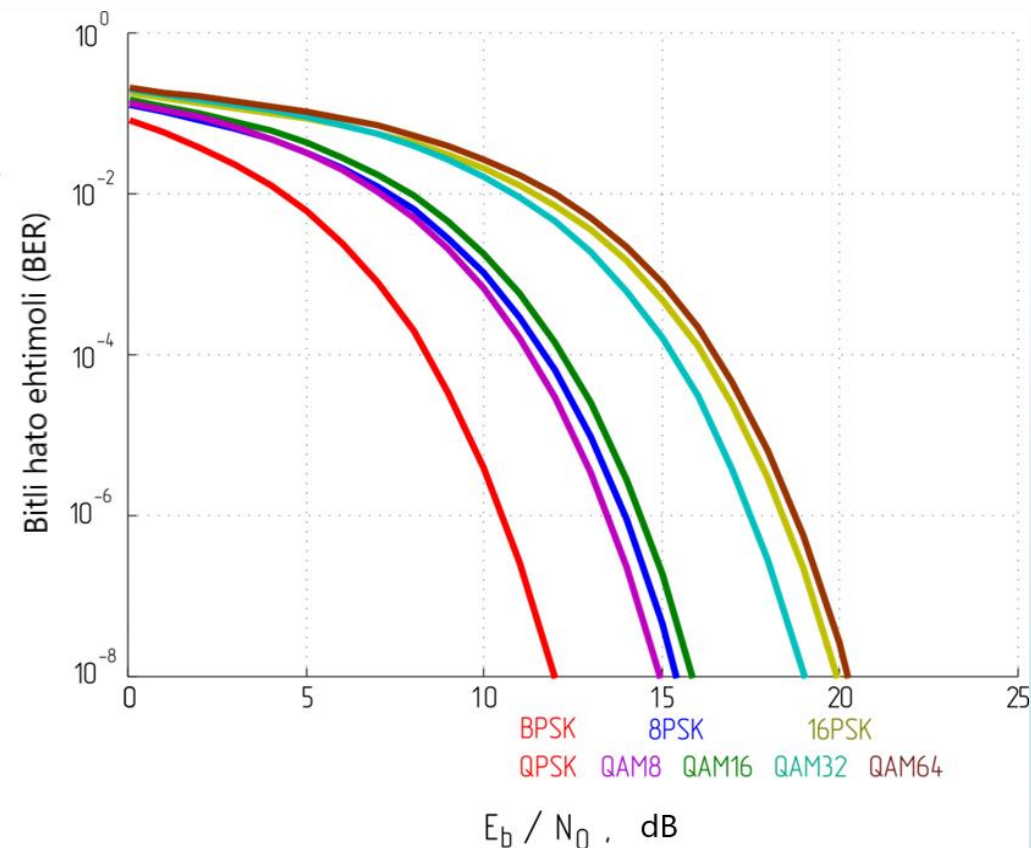
r_0 - maksimal radioaloqa uzoqligi, km.

UAA va YNQ antennalarining ko'tarilgan balandligiga qarab, maksimal aloqa uzoqligi.

Rasmdan ko'rinib turibdiki, aloqaning maksimal aloqa uzoqligi YNQ antenaning balandligiga bog'liqligi zaif, shuning uchun yer usti antenasi o'rnatish uchun ustunning balandligi, signallarning tarqalishiga ta'sir ko'rsatishi mumkin bo'lgan to'siqlarni hisobga olgan holda (yer rel'efi, binolar) ko'p nurlilikning ta'sirini kamaytirish zarurati bilan belgilanadi.

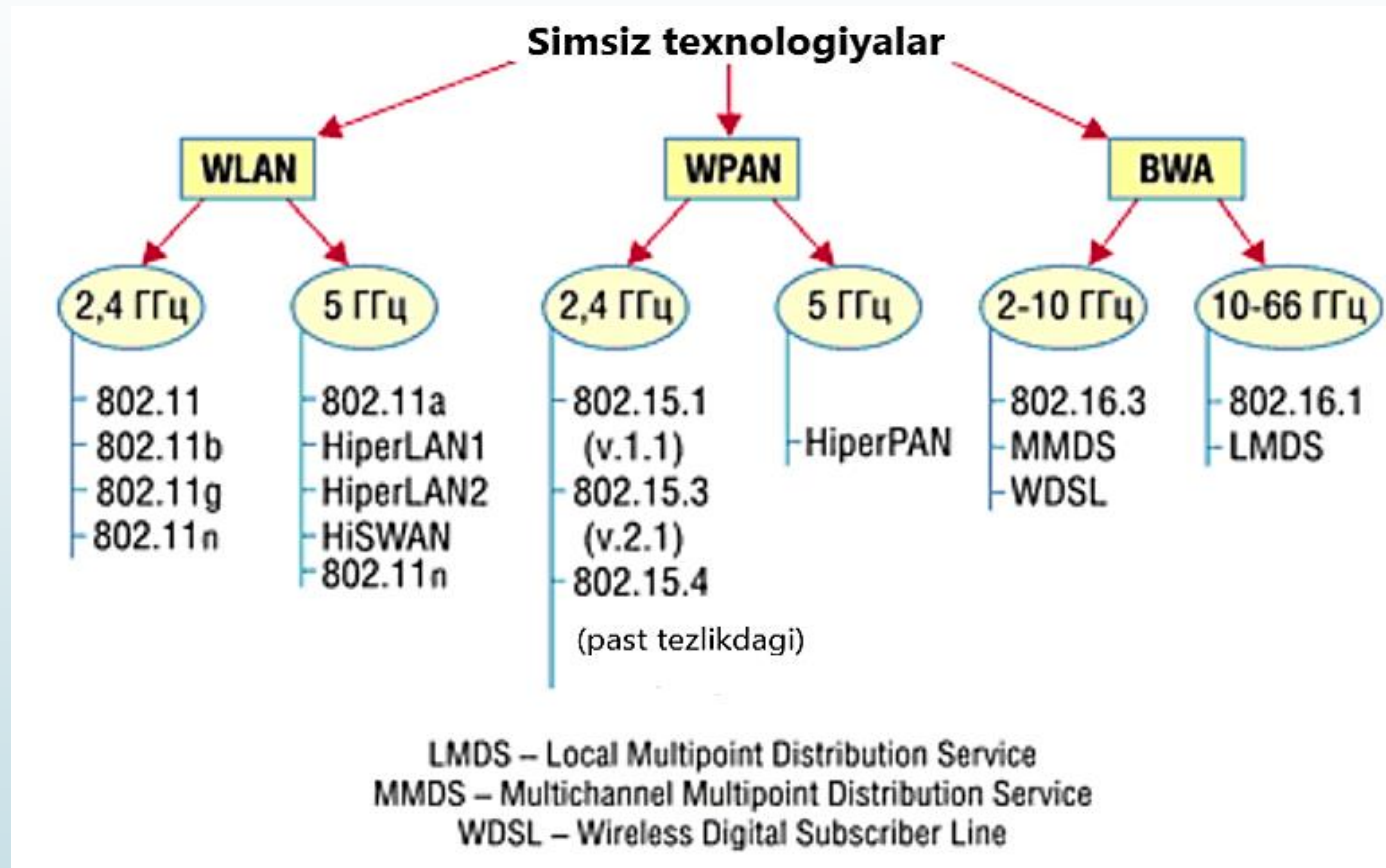
Rasmdan ko‘rinib turibdiki, modulyatsiya pozitsiyasining ortishi bilan *bit* xatolikning ehtimoli oshadi, ya’ni *bit* xatolikning belgilangan darajasini saqlab qolish uchun qabul qilgichining kirishida signalining shovqinga nisbatini oshirish lozim.

Shuning uchun ko‘p pozitsiyali modulyatsiyani faqat UA va YNQ orasidagi kichik masofalarda ishlatish maqsadga muvofiqdir. Maksimal aloqa oralig‘ini ta’minlash uchun ikkilik fazaviy manipulyatsiya (BPSK) va kvadratur fazaviy manipulyatsiya (QPSK) kabi energiya jihatidan eng foydali modulyatsiya turlaridan foydalanish lozim.



Turli xil modulyatsiya turlari uchun bit xatolik ehtimoli (izchil aniqlash, mukammal vaqt, kodlash yo‘q)

4.1.3. WiFi va WiMax modullari yordamida uchuvchisiz uchish apparatini boshqarish



Simsiz aloqa texnologiyalari tasnifi

IEEE 802.11 guruhdagi standartlarning asosiy xususiyatlari

Hozirgi kunda IEEE 802.11 guruhining asosan uchta standartidan keng foydalanilmoqda.

Standart	802.11 g	802.11a	802.11n
Chastotalar diapazoni, GHz	2,4-2,483	5,15-5,25	2,4 yoki 5,0
Uzatish uslubi	DSSS, OFDM	DSSS, OFDM	MIMO
Tezlik, Mbit/s	1-54	6-54	6-300
Muvofiqlik	802.11 b / n	802.11 n	802.11 a / b / g
Modulyatsiya turi	BPSK, QPSK OFDM	BPSK, QPSK OFDM	BPSK, 64-QAM
Xona ichidagi aloqa diapazoni, m	20-50	10-20	50-100
Ochiq havoda aloqa diapazoni, m	250	150	500

Simsiz Wi-Fi aloqasi uchun ma'lum bir chastota diapazoni ishlatiladi va mamlakatga qarab, bu diapazon turli xil bo'lishi ham mumkin. Barcha chastota diapazonini jihozlarning ishlashi mumkin bo'lgan bir nechta kanallarga bo'lish mumkin.

802.11b, 802.11g va 802.11n standartlari quyidagi kanallarni belgilaydi:

Kanal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Chastota, GHz	2,412	2,417	2,422	2,427	2,432	2,437	2,442	2,447	2,452	2,457	2,462	2,468	2,472	2,484

Jadval shuni ko'rsatadiki, 2,4 GHz diapazonda kanallar oralig'i 5 MHz, kanal kengligi esa yuqorida ta'riflanganidek 20 MHz ni tashkil qiladi. Shunday qilib, jihozlarning ishchi chastotalar spektrini qamrab oladi va o'zaro halaqitlarsiz mustaqil kanallar ishlashi mumkin bo'ladi, faqat uchta - masalan, 1 (2,412 GHzli), 6 (2,437 GHz) va 11 (2,462 GHz), chastotalari 20 MHz dan ortiq farq qiladi. Shuningdek, 2, 7, 12 yoki 3, 8, 13 kanallardan mustaqil foydalansa bo'ladi.

WiMAX tarmoqlarining asosiy afzalligi, shu kabi muammolarni hal qilish uchun mo'ljallangan boshqa texnologiyalar bilan taqqoslaganda, yetarlicha katta hududlarda tizimlarni kabel yotqizimasdan nisbatan tez va oxirgi foydalanuvchilarga Mbit/s birliklariga aloqa kanallarini taqdim etish, bu ayniqsa rivojlanmagan tarmoq infratuzilmasiga ega bo'lgan joylar uchun juda muhimdir

10-66 GHz oraliqdagi tizimlarning ishlashini ta'minlash uchun nisbatan kichik to'liq uzunligi tufayli, uzatgich va qabul qilgich o'rtasida ko'rish chizig'ining mavjud bo'lishligi talab qilinadi. Bunday sharoitlarda aloqa kanalini tahlil qilishda ko'p nurlilik muhitni e'tiborsiz qoldirish mumkin. Ma'lumotlar bitta tashuvchiga uzatiladi. Bir kanalning chastotalar oralig'i kengligi 25 yoki 28 MHz ni, ma'lumotlar uzatish tezligi 120 Mbit/s gacha tashkil etadi.

1-11 GHzli chastota diapazonida to'liq uzunligining oshishi hisobiga, to'g'ridan-to'g'ri ko'rinish bo'lmagan sharoitda uzatgich va qabul qilgichning o'zaro ta'sirining ssenariysi bo'lishi mumkin. Bunday hollarda, quvvatni sozlashning yanada murakkabroq usullarini, simvollar o'rtasidagi interferensiya bilan qarshi kurashishning turli usullarini (10-66 GHz chastota diapazoni bo'yicha ishlaydigan tizimlar bilan taqqoslaganda) qo'llash zarur.



WiMAX tarmoqlari uchun T-jadval

Afzalliklari	Kamchiliklari

Nazorat savollari

1. UUA larini qaysi radio chastotalarda boshqarish mumkin?
2. UUA ni 2.4 GHz dan yuqori radiochastotalarda boshqarishning afzalliklari va kamchiliklari?
3. UUA ni 5 GHz dan yuqori radiochastotalarda boshqarishning afzalliklari va kamchiliklari?
4. UUA ni Wi-Fi tarmog‘i yordamida boshqarishning afzalliklari va kamchiliklari?
5. UUA ni WiMax tarmog‘i yordamida boshqarishning afzalliklari va kamchiliklari?
6. Aloqa diapazoni qanday parametrlarga bog‘liq va maksimal aloqa oralig‘ini qanday hisoblash mumkin?
7. Simsiz aloqa texnologiyalari tasnifi.
8. UUA va tayanch stantsiya o‘rtasida radioaloqani tashkil etish printsiipi.
9. UUA bilan radioaloqani tashkil qilishda qanday parametrlarni bilish lozim?
10. UUA komplekslarining aloqa tizimlari



E'TIBORINGIZ UCHUN RAHMAT