

SH.A.GULAMOV

MIKROXEMA VA DATCHIKLAR

(Monografiya)

Andijan-2025

Gulamov Sh.A. Mikrosxema va datchiklar.

Monografiya – Andijan: ADTI, 2025 - bet

Muallif:

Gulamov Shuxrat Abdumuxtarovich – Andijon davlat tibbiyot institutining “Biologik fizika, informatika, tibbiy texnologiyalar kafedrasi”ning dotsenti, fizika-matematika fanlari nomzodi.

Taqrizchilar:

X.N.Zaynidinov – Toshkent axborot texnologiyalari universitetining “Sun’iy intellekt kafedrasi mudiri”, texnika fanlari doktori, professor.

Sh.P.Kurbanov – ADTI klinikalari bosh shikor o’rinbosari, Vrachlar malakasini oshirish fakulteti endoxirurgiya. Endourologiya, oftalmologiya va stomatologiya kafedrasi dotsenti, tibbiyot fanlari nomzodi.

KIRISH

Ma'lumki, bugungi kunning tibbiy texnika sohasidagi zamonaviy va innovatsion texnologilarini asosini mikroelektronika tashkil qiladi. Mikroelektronika o'z navbatida, yarimo'tkazgichlardan tayorlangan turli elementlar va mikrosxemalardan iboratdir.

Mikrosxemalar tibbiyotning yoqoritxnologik uskunalarida aloxida o'rin tutadi. Tashxis qo'yish, davolash, taxlil qilish va reabilitatsiya yonalishlaridagi, ayniqsa sun'iy intellekt bilan bog'liq zamonaviy tibbiy uskunalarni ishlashini boshqaruvchi mikroprotsessor texnikasini "yuragini" mikrosxemalar tashkil qiladi.

Shu bilan birgalikda, tibbiy ma'lumotlarni qayd qilish, ularni qayta ishlashda elektrodlar, o'zgartirgichlar va qayd qilgichlar – datchiklarni ro'li juda kattadir. Shuning uchun tibbiyot va biotexnologiya yonalishlarida tayorlanayotgan bakalavriatura va magistratura talabalari, ilmiy izlanuvchilar va malaka oshiruvchi mutaxassislar, mikrosxemalar va datchiklarga oid o'z bilim va ko'nikmalarini oshirib borishlariga mazkur monografia yordam beradi degan umiddamiz.

Yurtimizda yoqoritxnologik tibbiy uskunalarni ishlatish, sozlash, kalibrlash, uskunalaridagi qilish nosozliklarni tezda bataraf qiluvchi mutaxassislarga extiyoj yuqori ekanligi ma'lum. Shu munosabat bilan tibbiy muxandislarni tayyorlashga katta e'tibor qaratilmoqda. Masalan, Andijon davlat tibbiyot institute va Andijon davlat texnika institutlari o'zaro xamkorlik doirasida biotexnologiya va tibbiy muxandislik yonalishlarida mutaxassislarni tayyorlashga oid bir qancha ishlarni bajardilar. Bunda ular ko'roq xorijiy tajribaga, aniqrog'i quyidagi xorijiy granular katta axamiatga ega bo'ldi:

1. Jaxon bankininig Akademik innovatsiyalar fondi tomonidan moliyalashtirilgan "O'zbekistonda klinik injeneriya bo'yicha qo'shma magisterlik dasturi" nomli xalqaro grant loyixasi (2019 -2022 yy.).

Mazkur loyixaning mantiqiy davomi sifatida:

2. Yevropa ittifoqining xalqaro Erasmus+ xalqaro fondi tomonidaqn moliyalashtirilgan "O'zbekistonda tibbiyot muhandisligi sohasida yangi magistratura dasturi va malaka oshirish kurslsrini ishlab chiqish" nomli xalqaro grant loyixasi (2019 -2022 yy.)

Shunday qilib, qayd etilgan grant loyixalari doirasida, biotexnologiya yo'nalishidagi tibbiy muxandislarni tayorlashga oid o'quv reja va dasturlar,

fanlarga oid o'quv modullari ishlab chiqildi va xalqaro ekspertlar tomonidan e'tirof etildi.

Mazkur o'quv modullariga oid o'quv adabiyotlatlar va monografiyalarni tayyorlashga xam katta e'tibor qaratildi. Shundan qelib chiqib, "Mikroshemalar va datchiklar" nomli monografiya, biotexnologiya yo'nalishidagi, tibbiy muxandislik sohasidagi, tibbiyot institutlarining bakalvriat va magistratura talabalari, ilmiy izlanuvchilari va hu soha mutaxassislari uchun mo'ljallangan.

"Mikroshemalar va datchiklar" nomli monografiya ikki qismdan iborat bo'lib, birinchi qismda mikroshemalarni loyixalashni umumiy masalalari, ishlab chiqarish texnologiyalari, issiqlik rejimini taxminiy hisoblash, ishonchlilik ko'rsatkichlarini hisoblash, mikroshemalarni namlikdan himoya qilishni ta'minlash va mikoprotsessor texnikasini asoslari berilgan.

Monografiyaning ikkinchi qismida Tibbiy asboblari va qurilmalarga qo'yiladigan talablar, tibbiy asbob-uskunalar xavfsizligi, inson tanasini tavsiflovchi fizik signallarning turlari, biotibbiyot signallarining xususiyatlari, tibbiy-biologik ma'lumotlarni qayd qilish uskunalarini shemalari va ishlash tamoyillarining tavsifi ba'zi yozib olish qurilmalari, elektr bo'lmagan kattaliklarni elektrga aylantiruvchi o'lchash konvertorlarining ishlashini fizik printsiplari va blok-shemalari, tibbiybiologik tadqiqotlar uchun mikroelektron va nanoelektron sensorlar, mikroelektron datchiklar xaqida ma'lumotlar berilgan.

Muallif

SHARTLI QISQARTMALAR

KIS - keng ko'lamli mikroshemalar.

O'YKIS - o'ta yirik mikroshemalar.

UO'YKIS - ultrakatta hajmdagi mikroshemalar.

IMS - integral mikroshemalar .

ALT - avtomatlashtirilgan loyixlash tizimi.

IC - integraltsiyalangan sxema, integral mikroshema.

TRTI -Taganrog radiotexnika instituti.

KhIS - kichik integral mikroshema.

O'IS - o'rtacha integral sxema.

GKO'IS- giga-katta o'lchamli integral mikroshema.

KKT- ko'p kollektorli tranzistorlar.

KET- ko'p elektrodli tranzistorlar.

UE - umumiy emitter.

MDYa – metal dielektrik yarimo'tkazgich.

YuPGM - Yupqa plyonkali gibril mikroshema.

I -QISM

1.1. MIKROSXEMALARNI LOYIXALASHNING UMUMIY MASALALARI

Mikroelektronikaning asosiy yutuqlaridan biri fundamental va amaliy fanlar asosida yangi element bazasi - integral mikrosxemalar yaratilishidir. Loyixalash masalalarini ishlab chiqish va texnologiyani takomillashtirish, qisqa vaqt ichida yuqori darajada integratsiyalashgan funktsional birliklarni yaratishga imkon berdi, masalan, keng ko'lamli(KIS) (БИС), o'ta yirik (O'YKIS)(СБИС), ultrakatta hajmdagi (U O'YKIS) (УБИС) mikrosxemalar va dasturlashtiriladigan qurilmalar - mikroprotsessorlardir.

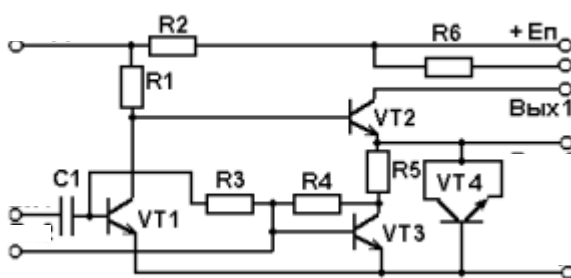
Mikrosxema turlari. Avvalo, yarimo'tkazgich texnologiyasidan foydalangan holda elektr zanjiri elementlarini amalga oshirish imkoniyati ko'rib chiqiladi. Ilgari yarimo'tkazgichli integral mikrosxemalar (IMS) foydasiga asosiy mezonlar bo'lgan, ommaviy ishlab chiqarish va keng ko'lamli ishlab chiqarish hozirda asosiy talab emas.

Elionnli qayta ishlashning zamonaviy usullari (elektron litografiya, implantatsiya) (IMS)ning kichik va katta partiyalarini ishlab chiqarish uchun maqbul sharoitlarni yaratadi. Biroq, fotolitografiya yordamida IMS ishlab chiqarish partiya hajmi oshgani sayin arzonroq bo'ladi.

Elektr sxemasini tahlil qilish elementlar va komponentlarning qulay ish rejimlarini aniqlash uchun amalga oshiriladi. Bunday holda, quvvat sarfining maksimal qiymatlari ($P_{\max}$) har qanday element yoki komponentning ishdan chiqishining kritik holati uchun rezistorlar uchun hisoblanadi: rezistorlar uchun, qisqa tutashuv yoki tranzistor, diod, kondansatör yoki individual p-n o'tishlarni uzilish xolatlari uchun. Kondensatorlar uchun maksimal ish kuchlanishi (U_{ish}) eng noqulay ish rejimini hisobga olgan holda aniqlanadi.

Faol komponentlarning (tranzistorlar, diodlar) chekli ish rejimlarini baholashda maksimal mumkin bo'lgan toklar va kuchlanishlar, maksimal quvvat qurilmaning muhim holatlarda ishlashini tahlil qilish asosida aniqlanadi.

Tahlilning taxminiy ketma-ketligini va kerakli hisob-kitoblarni berilgan misolda kuzatish mumkin, buning uchun dastlabki ma'lumotlar: – elektr sxema 1.1.rasmda ko'rsatilgan. elementlar ro'yxati 1.1.jadvalda keltirilgan. 1.1; – 1.2. elektr sxemasi ma'lumotlari -1.2 jadvalda keltirilgan.



Rasm 1.1.1. Kuchaytirgichning printsiplial elektr sxemasi

1.1.Jadval. Kuchaytirgichning elektr sxemasidagi elementlar ro'yxati

Sxemada belgilanishi	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	C_1	$VT_1 - VT_4$
Nominal qiymati	1,4 kOm	5,6 kOm	9,8 kOm	4,0 kOm	0,6 kOm	4,8 kOm	1500 pF	KT 369A

1.2. Elektr sxema bo'yicha ma'lumotlar

Kuchlanish ta'noti, V	R_1 ning to'liq nisbiy hatoligi, %	Maksimal ishchi temperature, T_{max}	C_0 ning to'liq nisbiy hatoligi, %	Maksimal ishchi chastota f , MGts
15	10	85	25	1,0

Keyingi hisob-kitoblar uchun minimal zarur ma'lumotlar 1.2. jadvalda keltirilgan va quyidagilarni o'z ichiga oladi: - rezistorlar uchun: nominal qarshilik qiymati R_i , Om; nominal qiymat uchun ruxsat γR_i , %; quvvat sarfi P_i , mVt; maksimal ish harorati (odatda $T_{max} = 85^\circ \text{C}$); – kondensatorlar uchun: sig'im qiymati C , pF;

dielektrik yo'qatishning burchak tangensi $\operatorname{tg}\delta$, %; maksimal ishchi chastota f , $\kappa\Gamma\text{ц}$; solishtirma sig'imning namoyon bo'lish xatoligi C , %, 0%; ishchi kuchlanishi U_{rab} , V; ishdan chiqish hatoligi γC_{CT} , %.

Hozirgi vaqtda deyarli barcha konstruktorlik byurolari va loyixalash markazlari kompyuterlar bilan ta'minlangan, shuning uchun muhandislar tomonidan chizma taxtasi, qalam va slayd qoidasi yordamida g'oyalarni amalga oshirish ahamiyatsiz bo'lib qoldi.

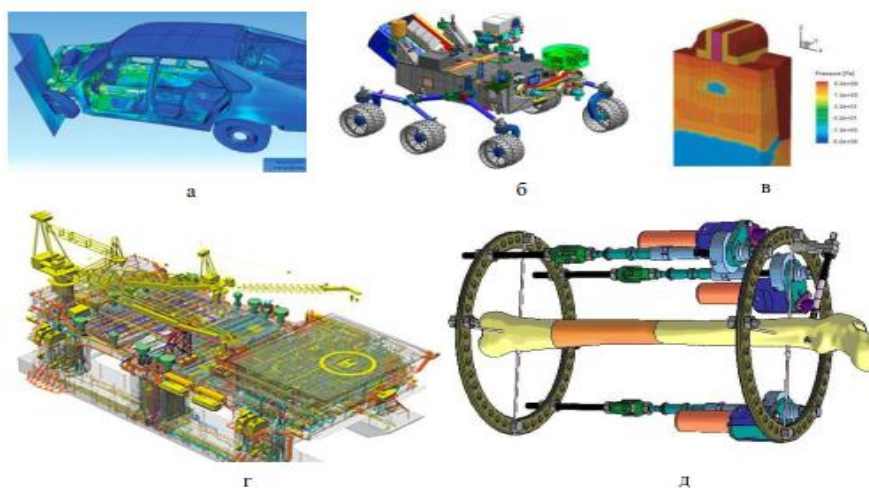
Avtomatlashtirilgan loyixlash tizimi (ALT), maqsad va vazifalar

Avtomatlashtirilgan loyihalash tizimi - loyihalash funktsiyalarini bajarish uchun axborot texnologiyalarini amalga oshiradigan avtomatlashtirilgan tizim, loyihalash jarayonini avtomatlashtirish uchun mo'ljallangan, xodimlardan va uning faoliyatini avtomatlashtirishning texnik, dasturiy ta'minot va boshqa vositalaridan iborat tashkiliy-texnik tizimdir. Bunday tizimlarni belgilash uchun **(ALT) (CAИP)** qisqartmasi ham keng qo'llaniladi.

Kompyuterdan foydalangan holda turli xil avtomatlashtirish texnologiyalarining butun majmuasini belgilash uchun ingliz adabiyotida CAx (angl. computer-aided technologies) atamasi qo'llaniladi. Masalan, CAD-tizim (computer-aided design) - kompyuter yordamida loyihalash, CAE-tizim (computer-aided engineering) - muhandislik hisob-kitoblari va tahlillarini avtomatlashtirish tizimlari, CAM-tizim (computer-aided manufacturing) - texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish tizimlari. hisob-kitoblar. **CAИP** ning rus tilidagi kontsepsiyasi umumiyroq bo'lib, ingliz tilidagi adabiyotning maxsus tushunchalarini o'z ichiga oladi. O'zbek tilidagisi esa **ALT** kontsepsiyasida berilmoqda.

Shuni ta'kidlash kerakki, "avtomatlashtirilgan" so'zi jarayonda inson ishtirokini ta'kidlaydi, chunki (ALT) (CAIP)**da** ba'zi funktsiyalar odamlar tomonidan amalga oshiriladi va faqat ma'lum loyixalash operatsiyalari va protseduralari avtomatikdir.

Shuning uchun (ALT) (CAIP)siz ishlaydigan yoki undan oz miqdorda foydalanadigan korxonalar raqobatbardosh bo'lib qolmoqda va SAPRni qo'llash sohalari doimiy ravishda kengayib bormoqda va energetika, tibbiyot, biotexnologiya, mikroelektronika, avtomobilsozlik, dizayn, qurilish, ilmiy tadqiqotlar va boshqa sohalarni qamrab oladi (1.1-rasm).



Rasm 1.1.1. *(ALT) (CAIP) qo'llanilish sohalari: a- avtomobil sanoati, b- kosmos, v- mikroelektronika, z- neftqidiruv, d- tibbiyot va biotexnologiyalar*

(ALT) (CAIP) ta'minoti

(ALT) (CAIP) ta'minotida quyidagilar o'rinni oladi:

Texnik ta'minot - bu o'zaro bog'liq va o'zaro ta'sir qiluvchi texnik vositalar (kompyuterlar, periferik qurilmalar, tarmoq uskunalari, aloqa liniyalari, o'lchash asboblari) majmuasidir. Avtomatlashtirilgan loyihalash masalalarini hal qilishda

foydalaniladigan matematik usullar, modellar va algoritmlarni birlashtirgan matematik ta'minotdir.

Dasturiy ta'minot: umumiy tizim va amaliy dasturiy ta'minotlarga bo'linadi: amaliy dasturiy ta'minot loyihalash protseduralarini bevosita matematik ta'minotni amalga oshirish uchun qo'llaniladi. Loyixalashning ma'lum bosqichlariga xizmat ko'rsatish yoki turli bosqichlarda o'xshash muammolar guruhlarini hal qilish uchun mo'ljallangan amaliy dasturlar paketlarini o'z ichiga oladi; tizimli dasturiy ta'minot apparat komponentlarini boshqarish va amaliy dasturlarning ishlashini ta'minlash uchun mo'ljallangan. Tizim miqyosidagi dasturiy ta'minot komponentiga operatsion tizim misol bo'la oladi.

Axborot ta'minoti - bu loyixalashni amalga oshirish uchun zarur bo'lgan ma'lumotlar to'plami. Standart loyihalash tartib-qoidalari, namunaviy loyihaviy yechimlar, komponentlar va ularning modellari, loyihalash qoidalari va loyixalash me'yorlaridan iboratdir. (ALT) (CAIP)ning axborot ta'minotining asosiy qismi-ma'lumotlar bazasidir.

Lingvistik ta'minot - (ALT) (CAIP)da loyihalashtirilayotgan ob'ektlar, jarayon va loyihalash vositalari to'g'risidagi ma'lumotlarni taqdim etish, shuningdek "loyixolovchi - kompyuter" dialogini o'tkazish va texnik (ALT) (CAIP) vositalari o'rtasida ma'lumot almashish uchun foydalaniladigan tillar to'plamidir. Tabiiy tilni rasmiylashtirish uchun atamalar, ta'riflar va qoidalarni o'z ichiga oladi. Lingvistik qo'llab-quvvatlashda loyixalash va modellashtirish tillarining har xil turlari (VHDL, VERILOG, UML, GPSS) mavjud.

Uslubiy ta'minot - (ALT) (CAIP) ishlash texnologiyasining tavsifi, aniq natijalarga erishish uchun foydalanuvchilar tomonidan texnologik usullarni tanlash va ulardan foydalanish usullaridir. Loyihalashtirilgan ob'ektlarda sodir bo'ladigan jarayonlar nazariyasini, tahlil usullarini, tizimlar va ularning tarkibiy qismlarini

sintezini, turli xil loyixalash usullarini o'z ichiga oladi. Loyihalashtirilgan ob'ektlarda sodir bo'ladigan jarayonlar nazariyasini, tahlil usullarini, tizimlar va ularning tarkibiy qismlarini sintezini, turli xil loyihalash usullarini o'z ichiga oladi.

Tashkiliy ta'minot - loyihalash tashkilotining tarkibini, bo'limlar o'rtasidagi aloqani, ob'ektning tashkiliy tuzilmasini va avtomatlashtirish tizimini, tizimning ish sharoitidagi faoliyatni va loyiha natijalarini taqdim etish shaklini belgilaydigan hujjatlar to'plamidir.

Ergonomik ta'minot: insonning psixologik, psixofiziologik, antropometrik xususiyatlari va imkoniyatlarini avtomatlashtirish uskunalarining texnik xususiyatlari va ish joyidagi ish muhiti parametrlari bilan uyg'unlashtirishga qaratilgan o'zaro bog'liq talablarni birlashtiradi.

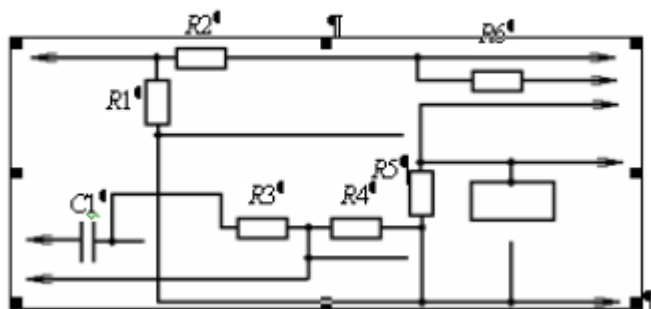
Huquqiy ta'minot - (ALT) (CAПP) faoliyati davomidagi huquqiy munosabatlarni tartibga soluvchi huquqiy normalardan va uning faoliyat ko'rsatish natijalarining huquqiy holatidan iborat.

1.2. PRINTSIPIAL ELEKTRIK SXEMA

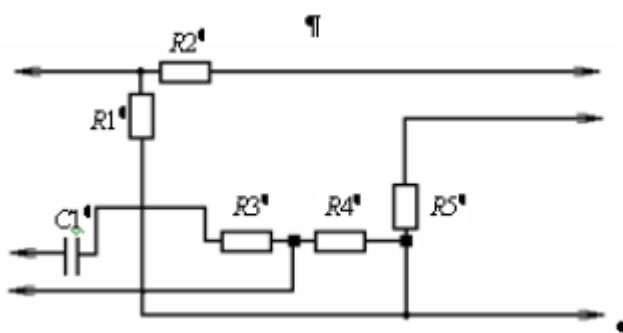
rejimining yuqoridagi mulohazalari asosida, sxemadagi barcha tranzistorlar o'tkazgichlar bilan almashtirilganda va zanjirda doimiy tok o'tganda: 1. **Ekvivalent zanjirdagi** tranzistor o'rniga, kollektor va emmitentlarga (1.2-rasm) ulangan o'tkazgichlarni birlashtiruvchi tugun bilan almashtiriladi.

2. **Minimallashtirishning** keyingi bosqichida biz oddiygina rezistor va o'tkazgichning parallel ulanishini o'z ichiga olgan sxema bo'limlaridan xalos bo'lamiz, ularni o'tkazgich bilan almashtiramiz, shuningdek, bazoviy sxemalarni olib tashlaymiz (1.3-rasm).

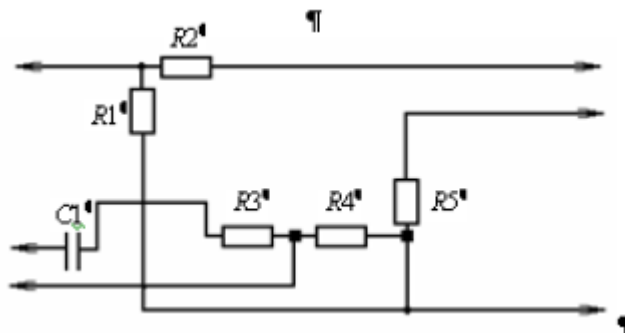
3. **"korrekt"** , **"Kirish 1"** , **"Kirish 2"** va **"Chiqish 1"** ning ta'sirini xisobga olmasak xam bo'ladi, chunki ular o'zgaruvchan tok zanjirlari deb hisoblanadi (1.4-rasm).



Rasm 1.2.1. Ekvivalent sxema-1



Rasm 1.2.2. Ekvivalent sxema-2



Rasm 1.2.3. Ekvivalent sxema-2

4. Ketma-ket ulangan R_1 va R_2 rezistorlarni elektr qarshiligi $R_{ekv} = R_1 + R_2 = 1,4 + 5,6 = 7 \text{ kOm}$ bitta elektr qarshiligiga almashtiramiz; evivalent qarshilik R_{ekv} dan o'tayotgan umumiy tok kuchini xisoblaymiz: $I = U/R = 15/7 \cdot 10^3 = 2,1 \cdot 10^{-3} \text{ A}$.

5. Rasm 1.4 dagi sxemaga qaytamiz va xar bir e elektr qarshiligidagi elektr quvvatni xisoblaymiz: $P_1 = R_1 \cdot I^2 = 1,4 \cdot 10^3 \cdot (2,1 \cdot 10^{-3})^2 = 1,134 \cdot 10^{-3} \text{ , Vt}$; $P_2 = R_2 \cdot I^2 = 5,6 \cdot 10^3 \cdot ((2,1 \cdot 10^{-3})^2 = 4,536 \cdot 10^{-3} \text{ , Vt}$. Rezistor R_2 da sochilayotgan quvvat ko'pdir, shuning uchun uni rezistorlardagi quvvat sochilishning maksimal qiymati tariqasida qabul qilamiz. Shunday qilib, rezistor va kondensatorlarni geometrik o'lchamlarini xisob-kitob qilish uchun minimal zarur parametrlar ma'lum bo'ldi.

Rezistor- elektr qarshilik uchun xisoblash ma'lumotlari

Jadval-1.1

Sxemadagi belgilanishi	Nominal qiymat R_1, kOm	Nominalga ruxsat $\gamma_g, \%$	Sochilish quvvati P_1, mVt	Ishchi temperaturani maksimal qiymati $T_{max}, ^\circ\text{C}$
R_1	1,4	10	4,536	85
R_2	5,6	10	4,536	85
R_3	9,8	10	4,536	85
R_4	4,0	10	4,536	85
R_5	0,6	10	4,536	85
R_6	4,8	10	4,536	85

Elektr sig'imi uchun xisoblash ma'lumotlari

Jadval-1.2

C, pF	U, V	f, kGts	Tg^δ	$C_0, \%$	$T_{max}, ^\circ\text{C}$
1500	15	1000	0,03	25	85

1.3. INTEGRAL MIKROSXEMALARNI (IMS) TUZILISHI VA ISHLAB CHIQUARISH TEXNOLOGIYASI

Integraltsiyalangan sxema (IC); integral mikrosxema (IC), mikrosxema - mikroelektron qurilma - yarimo'tkazgichli taglikda (plastinka yoki plyonka) ishlab chiqarilgan va ajralmaydigan korpusga joylashtirilgan mikrosxemadir. Mikrosxemalar ko'pincha **chip** deb ham ataladi (inglizcha chip: "ingichka plastinka": atama dastlab mikrosxema kristalining plastinkasiga ishora qilingan).

1952 yil 7 mayda britaniyalik radio muhandisi Jeffri Dummer birinchi marta ko'plab standart elektron komponentlarni monolit yarim o'tkazgich kristaliga birlashtirish g'oyasini taklif qildi. O'sha yillarda ushbu takliflarni amalga oshirish texnologiyaning etarli darajada rivojlanmaganligi sababli amalga oshirilmadi.

1958 yil oxiri va 1959 yilning birinchi yarmida yarimo'tkazgich sanoatida katta yutuq bo'ldi. Amerikaning uchta xususiy korporatsiyasi vakili bo'lgan uch kishi integral mikrosxemalar yaratishga to'sqinlik qiladigan uchta asosiy muammoni hal qilishdi. Texas Instruments kompaniyasidan Jek Kilbi birlashtirish printsiptini patentladi, birinchi nomukammal IC prototiplarini yaratdi va ularni ommaviy ishlab chiqarishga olib keldi. Sprague Electric kompaniyasidan Kurt Lehovec bitta yarimo'tkazgich chipida hosil bo'lgan komponentlarni elektr izolyatsiyalash usulini ixtiro qildi (p-n birikma izolatsiyasi). Fairchild Semiconductor kompaniyasidan Robert Noys IC komponentlarini (alyuminiy metallizatsiyasi) elektr bilan bog'lash usulini ixtiro qildi va Jan Xoernining eng yangi planar texnologiyasiga asoslangan komponent izolyatsiyasining takomillashtirilgan versiyasini taklif qildi. 1960 yil 27 sentyabrda Jey Last guruhi Noys va Erni g'oyalari asosida Fairchild Semiconductor kompaniyasida birinchi ishlaydigan yarimo'tkazgichli ICni yaratdi. Kilby ixtiroosi uchun patentga ega bo'lgan Texas Instruments kompaniyasi o'z raqobatchilariga qarshi patent urushini boshladi, u 1966 yilda o'zaro litsenziyalash texnologiyalari bo'yicha kelishuv bitimi bilan yakunlandi.

Yuqorida aytib o'tilgan seriyaning dastlabki mantiqiy IClari tom ma'noda standart komponentlardan qurilgan bo'lib, ularning o'lchamlari va konfiguratsiyasi texnologik jarayon tomonidan aniqlangan. Muayyan oilaning mantiqiy IClarini ishlab chiqqan sxema dizaynerlari bir xil standart diodlar va tranzistorlar bilan ishlagan. 1961-1962 yillarda Sylvania etakchi ishlab chiqaruvchisi Tom Longo birinchi marta sxemadagi funktsiyalariga qarab bitta ICda turli xil tranzistor konfiguratsiyalaridan foydalangan holda dizayn paradigmasini buzdi. 1962 yil oxirida Silvaniya Longo tomonidan ishlab chiqilgan tranzistor-tranzistorli mantiqning (TTL) birinchi oilasini chiqardi - tarixan bozorda doimiy o'rin egallashga muvaffaq bo'lgan integratsiyalashgan mantiqning birinchi turi. Analog sxemalarda ushbu darajadagi yutuq 1964-1965 yillarda Fairchild operatsion kuchaytirgich dizayneri Bob Vidlar tomonidan amalga oshirildi.

Sobiq SSSRda birinchi mikrosxema 1961 yilda TRTI (Taganrog radiotexnika instituti) da L. N. Kolesov boshchiligida yaratilgan. Mazkur voqea mamlakat ilmiy jamoatchilik e'tiborini tortdi va TRTI Oliy ta'lim vazirligi tizimida yuqori ishonchli mikroelektron uskunalarni yaratish va uni ishlab chiqarishni avtomatlashtirish muammosi bo'yicha yetakchi sifatida tasdiqlandi. L.N.Kolesovning o'zi ushbu muammo bo'yicha Muvofiqlashtiruvchi kengash raisi etib tayinlandi.

Sobiq SSSRdagi birinchi gibrid qalin plyonkali integral sxema (201-seriya "Trail") 1963-65 yillarda Aniq texnologiya ilmiy-tadqiqot institutida (Angstrem) ishlab chiqilgan bo'lib, 1965 yildan ommaviy ishlab chiqarilmoqda. Ishlab chiqishda NIEM (hozirgi Argon tadqiqot instituti) mutaxassislari ishtirok etishdi

Sobiq SSSRda birinchi yarimo'tkazgichli integral sxema 1960 yil boshida NII-35 da (o'sha paytda Pulsar ilmiy-tadqiqot instituti deb o'zgartirilgan) ishlab

chiqilgan planar texnologiya asosida keyinchalik NIIME (Mikron) ga o'tkazilgan jamoa tomonidan yaratilgan.

Birinchi mahalliy kremniy integral mikrosxemasi yaratish TC-100 seriyali integral kremniy sxemalarini harbiy qabul qilish bilan ishlab chiqish va ishlab chiqarishga qaratilgan edi (37 element - flip-flop sxemasining murakkabligiga ekvivalent, Amerika analogi). Texas Instruments kompaniyasining IC seriyali SN-51). Qayta ishlab chiqarish uchun kremniy integral mikrosxemalarining prototip namunalari va ishlab chiqarish namunalari AQShdan olingan.

TASNIFI

Integratsiya darajasiga qarab, integral mikrosxemalarning quyidagi nomlari qo'llaniladi:

- kichik integral mikrosxema (KhIS) – har bir kristallda 100 tagacha element
- o'rtacha integral sxema (O'IS) - har bir kristallda 1000 tagacha element
- katta integral sxema (KIS) - har bir kristallda 10 ming elementgacha
- ultra-katta miqyosli integral sxema (UO'YKIS) - har bir kristall uchun 10 mingdan ortiq element

Ilgari, endi eskirgan nomlar ham ishlatilgan: ultra-katta o'lchamli integral mikrosxema (UO'YKIS) - chipdagi 1-10 milliondan 1 milliardgacha element va ba'zida giga-katta o'lchamli integral mikrosxema (GKO'IS) - kristalldagi 1 milliarddan ortiq elementlar. Hozirgi vaqtda 2010-yillarda "UBIS" va "GBIS" nomlari amalda qo'llanilmaydi va 10 mingdan ortiq elementlarga ega bo'lgan barcha mikrosxemalar VLSI sifatida tasniflanadi.

Gibridli mikro yg'ma STK403-090, korpusdan olib tashlangan

1. Yarimo'tkazgichli mikrosxema - barcha elementlar va o'zaro bog'lanishlar bitta yarim o'tkazgich kristalida amalga oshiriladi (masalan, kremniy, germaniy, galliy arsenid).

2. Plyonkali integral sxema - barcha elementlar va elementlararo ulanishlar plyonkalar shaklida amalga oshiriladi:

- qalin plyonkali integral sxema;

- yupqa plyonkali integral sxema.

3. **Gibrid mikrosxema** (ko‘pincha mikromontaj deb ataladi) bir nechta chip diodlari, chip tranzistorlari va/yoki boshqa elektron faol komponentlarni o‘z ichiga oladi. Mikromontaj paketlanmagan integral sxemalarni ham o‘z ichiga olishi mumkin. Passiv mikromontaj komponentlari (rezistorlar, kondansatörler, induktorlar) odatda umumiy, odatda seramika, gibrid chip substratida yupqa plyonkali yoki qalin plyonkali texnologiyalar yordamida ishlab chiqariladi. Komponentlari bo‘lgan butun substrat bitta muhrlangan korpusga joylashtiriladi.

4. **Aralash mikrosxema** - yarimo'tkazgichli kristalldan tashqari, kristall yuzasida joylashgan yupqa plyonkali (qalin plyonkali) passiv elementlarni o'z ichiga oladi.

Signalni qayta ishlash bo'yicha mikrosxemalar bo'ladi:

1. Analogli;

2. Raqamli;

3. Analogli- raqamli.

. **Analog mikrosxemalar** - kirish va chiqish signallari uzluksiz funktsiya qonuniga ko'ra, musbatdan manfiy ta'minot kuchlanishi oralig'ida o'zgaradi.

Raqamli mikrosxemalar - kirish va chiqish signallari ikkita qiymatga ega bo'lishi mumkin: mantiqiy nol yoki mantiqiy bir, ularning har biri ma'lum bir kuchlanish diapazoniga mos keladi.

Masalan, +5 V kuchlanishli TTL tipidagi mikrosxemalar uchun 0...0,4 V kuchlanish diapazoni mantiqiy nolga, 2,4 dan 5 V gacha bo'lgan diapazon esa mantiqiyga to'g'ri keladi; -5,2 V kuchlanishli ESL mantiqiy chiplari uchun -0,8 dan -1,03 V gacha bo'lgan diapazon mantiqiy, -1,6 dan -1,75 V gacha mantiqiy nolga teng.

Analog-raqamli mikrosxemalar raqamli va analog signallarni qayta ishlash shakllarini, masalan, signal kuchaytirgichi va analog-raqamli konvertorni birlashtiradi.

Qo'llanilishi

Quyida funktsiyalari analog IClar tomonidan bajarilishi mumkin bo'lgan qurilmalarning qisman ro'yxati keltirilgan. Ko'pincha bitta mikrosxema bir vaqtning o'zida bir nechtasini almashtiradi (masalan, K174XA42 superheterodin FM radio qabul qiluvchining barcha tugunlarini o'z ichiga oladi).

- operativ kuchaytirgichlar
- solishtiruvchilar
- signal generatorlari
- filtrlar (shu jumladan pyezoelektrik effekt)
- analogli multiplikatorlar
- analog attenuatorlar va sozlanishi kuchaytirgichlar
- quvvat manbai stabilizatorlari: kuchlanish va tok stabilizatorlari
- impulsli quvvat manbalari uchun boshqaruv chiplari
- signal o'zgartirgichlar
- sinxronlash sxemalari
- turli datchiklar

Analog mikrosxemalar tovushni kuchaytirish va ovozni qayta ishlab chiqarish uskunalari, videomagnitofonlar, televizorlar, aloqa uskunalari, o'lchash asboblari, analog kompyuterlar, ikkilamchi quvvat manbalari va boshqalarda qo'llaniladi.

Analog kompyuterlarda

- operatsion kuchaytirgichlar (LM101, mA741)

Quvvat manbalarida



Rasm 1.3.1. *KP1170EH8 rusumli kuchlanish stabilizatorinig mikrosxemasi*

- (KP1170EH12, LM317) chiziqli kuchlanish stabilizatori.
- (LM2596, LM2663) impulsli kuchlanish stabilizatori.

Videokameralar va fotoapparatlarda:



Rasm 1.3.2. Videokameralar va fotoapparatlarda ishlatiladigan mikrosxemalar

- (ICX404AL) ПЗС- matritsalar.
- (MLX90255BA) ПЗС- matritsalar.

Tovush kuchaytirish va tovushni xosil qilish uskunalarida

- tovush chastotasini quvvat kuchaytirgichlarida (LA4420, K174YH5, K174YH7) .
- stereofonik apparatlar uchun ikkilangan УМЗЧ.
- turli regulyatorlar (K174UN10 - elektron sozlash bilan ikki kanalli УМЗЧ)

O'lchov priborlarida quyidagi mikrosxemalar ishlatiladi:

- Bosim datchiklari (MP3V5100)
- Magnit maydoni datchiklari (YP1101XП30^l)
- Xarorat datchiklari (L1V1335, MAX6613)

Raqamli integral mikrosxemalar (raqamli mikrosxema) diskret funktsiya qonuniga muvofiq o'zgaruvchan signallarni o'zgartirish va qayta ishlash uchun mo'ljallangan integral mikrosxemadir. Raqamli integral mikrosxemalarning ishlashi, ikkita barqaror holatda bo'lishi mumkin bo'lgan, tranzistorli kalitlarga asoslangan: ochiq va yopiq (binar tizim). Transistorli kalitlardan foydalanish turli xil mantiqiy, triggerli va boshqa integral mikrosxemalarni yaratishni imkonini beradi. Raqamli integral mikrosxemalar kompyuterlarning diskret ma'lumotlarini

qayta ishlash qurilmalarida, avtomatlashtirish tizimlarida va boshqalarda qo'llaniladi.

Texnologik jarayon

Mikroshemalar ishlab chiqarishda **fotolitografiya** (proyeksiylanish, kontaktli va boshqalar) usuli qo'llaniladi, bunda sxema olmosli disklar bilan kremniyning monokristallarini yupqa plastinalarga kesish natijasida olingan substratda (odatda kremniy) hosil bo'ladi. Mikroshema elementlarining kichik chiziqli o'lchamlari kichik bo'lganligi tufayli ko'rinadigan yorug'lik va hatto ultrabinafshaga yaqin nurlanishlaridan foydalanishdan voz kechilgan.

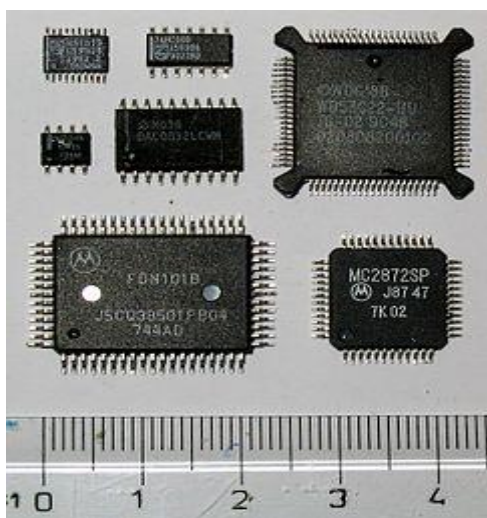
Mikroshemalar ishlab chiqarishning texnologik jarayonining xarakteristikasi sifatida fototakrorlovchi topologiyasining minimal boshqariladigan o'lchamlari (kremniy oksididagi kontaktli oynalar, tranzistorlardagi eshik kengligi va boshqalar) va natijada tranzistorlarning (va boshqa elementlarning) kristaldagi o'lchamlari ko'rsatilgan.

1970-yillarda tijorat maqsadlarida ishlab chiqarilgan mikroshemalarning minimal qilinadigan o'lchami 2-8 mikronni tashkil etgan bo'lsa, 1980-yillarda u 0,5-2 mikrongacha qisqartirildi.

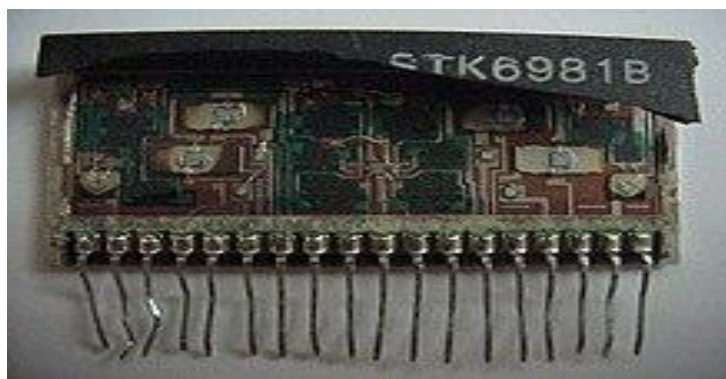
1990-yillarda raqobatning yangi bosqichi tufayli eksperimental usullar ishlab chiqarishga joriy etila boshlandi va tezda takomillashtirildi: 1990-yillarning boshlarida protsessorlar (masalan, Pentium va Pentium Pro erta) 0,5-0,6 dan foydalangan holda ishlab chiqarildi. mikron texnologiyasi (500-600 nm), keyin texnologiya 250-350 nm ga yetdi. Quyidagi protsessorlar (Pentium II, K6-2+, Athlon) allaqachon 180 nm texnologiyasidan foydalangan holda ishlab chiqarilgan. 2002-2004 yillarda 90 nm texnologik jarayonlar o'zlashtirildi (Winchester AMD 64, Prescott Pentium 4)

Mikroshema seriyalari

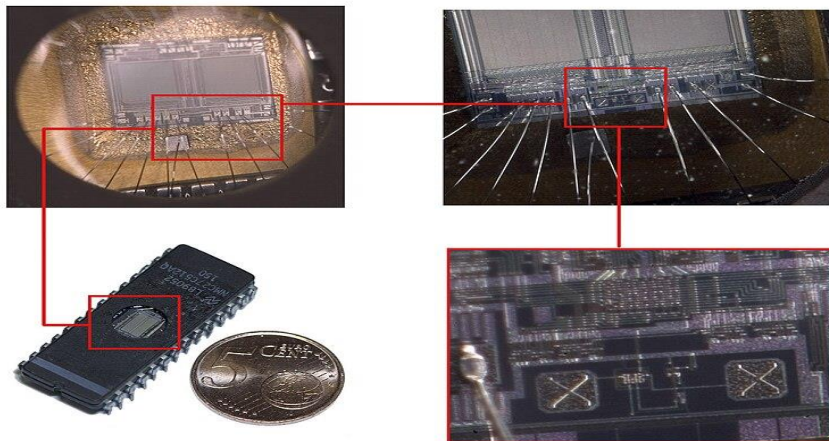
Analog va raqamli mikroshemalar ketma-ket (seriyali) ishlab chiqariladi. Seriya – yagona konstruksiya va texnologik konstruksiyaga ega bo'lgan va birgalikda foydalanish uchun mo'ljallangan mikroshemalar guruhidir. Xuddi shu seriyali mikroshemalar, qoida tariqasida, bir xil quvvat manbai kuchlanishiga ega va kirish va chiqish qarshiliklari va signal darajalari bo'yicha mos keladi.



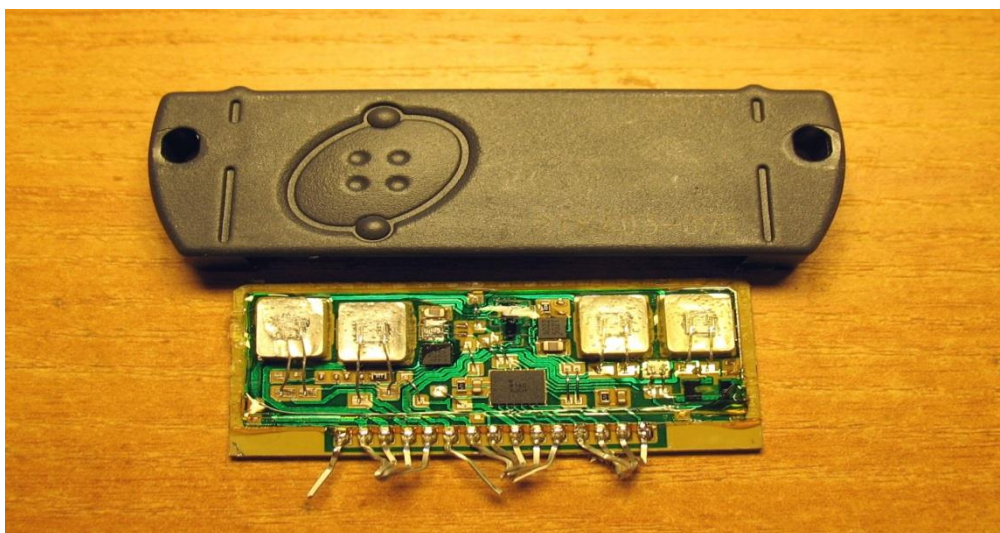
Rasm 1.3.3. *Ustki montaj uchun mo'jallangan integral mikroshemalarning korpuslari*



Rasm 1.3.4. *Bosma platasida joylashgan mikroshemalar*



Rasm 1.3.5. *Bosma platasida joylashgan mikroshemalar*



Rasm 1.3.6. *Telefon ichida joylashgan mikroshemalar*

1.4. IMS TURLARI, ELEMENTLARI VA KOMPONENTLARINI TUZILISHI

1.Integral sxemalar va ularni sinflari

Integral mikrosxemalarning quyidagi nomlari qo'llaniladi:

- kichik integral mikrosxema (KhIS) – har bir kristallda 100 tagacha element
- o'rtacha integral sxema (O'IS) - har bir kristallda 1000 tagacha element
- katta integral sxema (KIS) - har bir kristallda 10 ming elementgacha
- ultra-katta miqyosli integral sxema (UO'YKIS) - har bir kristall uchun 10 mingdan ortiq element

Ilgari, endi eskirgan nomlar ham ishlatilgan: ultra-katta o'lchamli integral mikrosxema (UO'YKIS) - chipdagi 1-10 milliondan 1 milliardgacha element va ba'zida giga-katta o'lchamli integral mikrosxema (GKO'IS) - kristalldagi 1 milliarddan ortiq elementlar. Hozirgi vaqtda 2010-yillarda " UO'YKIS " va " GKO'IS " nomlari amalda qo'llanilmaydi va 10 mingdan ortiq elementlarga ega bo'lgan barcha mikrosxemalar VLSI sifatida tasniflanadi.

2.Mikrosxemalarni belgilash tizimlari.

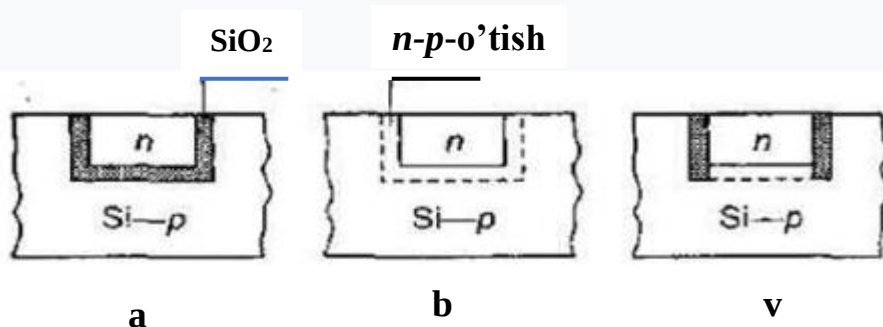
Seriya raqamining birinchi raqami mikrosxemaning konstruksiyasi va texnologiyasini bildiradi: 1,5,6,7 - yarim o'tkazgich mikrosxemalari; 2,4,8 – gibrid mikrosxemalar; 3 - boshqa mikrosxemalar (plyonka, keramikali va boshqalar). Seriya raqamining keyingi ikki yoki uchta raqami ishlab chiqishning seriya raqamidir.

3. Bipolyar tranzistorlar asosidagi yarimo'tkazgichli IMS larnig elementlari

Integral bipolyar tranzistorli turlari:

Yarimo'tkazgichli mikrosxemalarning bipolyar tranzistorlari p-tipli yarimo'tkazgichli taglikda undan ajratilgan mahalliy n-tipli hududlarda “cho'ntak”

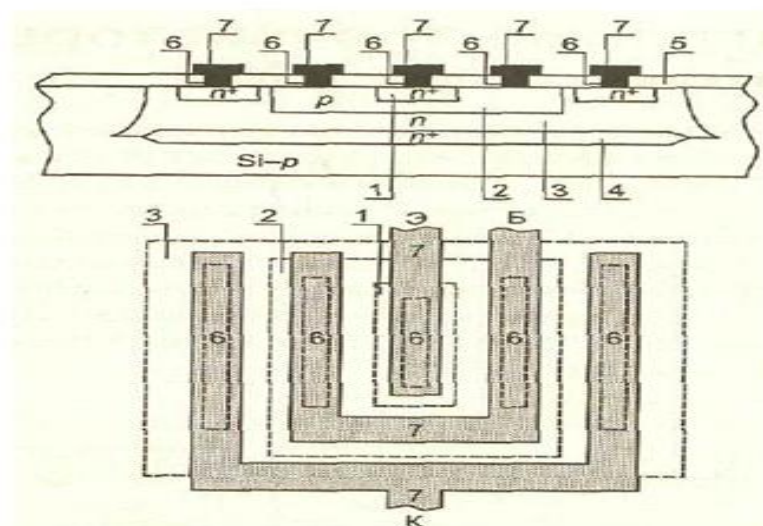
ko'rinishdagi soxada hosil bo'ladi. Taglikdan cho'ntaklarni izolyatsiya qilish bir necha usul bilan amalga oshirilishi mumkin. Silikon dioksid plyonkasi yordamida izolyatsiyalash usuli bilan (1.4.1 a-rasm). Biroq, bu usul texnologik jihatdan murakkab. Eng oddiy usul - teskari siljigan (obratnosmeshenniy) p-n o'tishdan foydalangan holda izolyatsiyalash usulidir (1.4.1 b-rasm), lekin bu usul teskari oqim mavjudligi sababli nomukammaldir. Zamonaviy IClarda asosiy izolyatsiyalash usuli izolyatsiyani dielektrik va teskari yo'nalishli p-n o'tishi bilan birlashtirgan kombinatsiyalangan izolyatsiyalash usuli hisoblanadi (4.1 v-rasm).



Rasm 1.4.1. *Integral bipolyar tranzistorli turlari*

***n - p - n* turdagi transistor**

n-p-n turdagi bipolyar tranzistorlar yarimo'tkazgichli IS larning asosiy elektron elementlari hisoblanadi. Eng ko'p ishlatiladigan tranzistorlar vertikal tuzilishga ega bo'lib, ularda tranzistor maydonlaridan barcha terminallar taglik yuzasida bir xil tekislikda joylashgan (1.4.2-rasm). Bunday tuzilma **planarli** deb ataladi.



Rasm 1.4.2. *n-p-n* turdagi bipolyar tranzistorlarning vertical tuzilmasi

Tuzilma emiterli (1), bazaviy (2) va kollektorli (3) soxalardan iborat. Kollektor soxasini ostida yashirin n^+ qatlam(4) joylashgan. Tuzilma tashqi ta'sirlardan SiO_2 oksig qatlami bilan himoyalangan bo'lib, unda tuzilmani tegishli sohalarini metall simlarga (7) ulash uchun oynalar (6) mavjud. Transistor qatlamlarining parametrlari jadvalida.

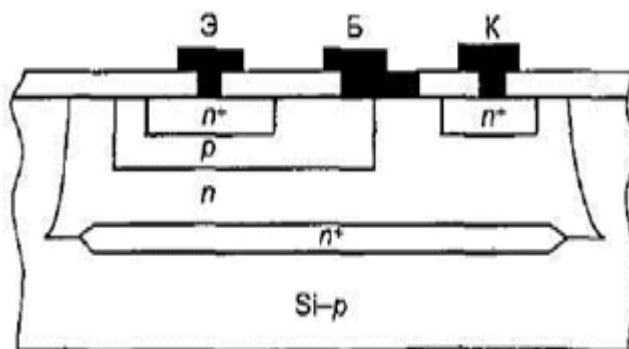
Tranzistor qatlamkarini tipik parametrlari 1.4.1-jadvalda keltirilgan:

Jadval-1.4.1

Qatmlarning nomi	N, sm^{-3}	d, mkm	$\rho, \text{Om cm}$	r_s, Om
p - tipdagi taglik	$1,5 \cdot 10^{15}$	200-400	10	-
Yashirin n^+ - qatlam	10^{16}	2,5-10	-	10-20
Kollektor n - qanlani	-	3,5-12	0,5-1,0	-
Baza p - qatlami	$5 \cdot 10^{18}$	1,5-2,5	-	100-300
Emmitter n^+ - qatlami	10^{21}	0,5-2	-	2-15

Shotki diodli tranzistorlar

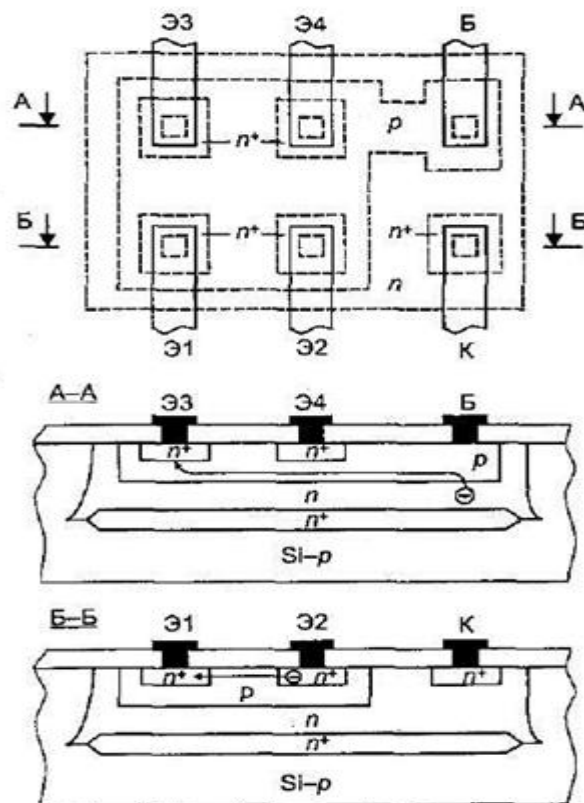
Raqamli IMSlarda Schottky diodli tranzistorlar raqamli IMSlarda keng qo'llaniladi. Ular an'anaviy n-p-n tranzistorlaridan shunisi bilan farq qiladiki, kollektor o'tishiga patallel ravishda, matalni elektron yarimo'tkazgichli to'g'rilagich ko'rinishidagi Schottky diodi ulanadi. Bunday tranzistorning tuzilishi 1.4.3-rasmda ko'rsatilgan. Shotki diodi, n-qatlamli kollektor tomon baza shiqichini o'stirilishi xisobiga xosil bo'ladi. Kollektor o'tishiga parallel ulangan, n-qatlamli chiqishning kontakt sohasida, to'g'rilovchi Shotki kontakti hosil bo'ladi.



Rasm 1.4.3. Shotki diodli bipolyar tranzistorning tuzilmasi

Ko'p emmitterli tranzistorlar

Ko'p emitentli tranzistorlar (KET) (MƏT) raqamli tranzistor-tranzistorli mantiqiy (TTM) (TTJ) IS ning asosini tashkil qiladi. Umumiy kollektor va bazaga ega bo'lgan KETlar 8 tagacha emiterni o'z ichiga oladi. KETning tuzilishi va uning topologiyasi 1.4.4-rasmda ko'rsatilgan. KET ishining o'ziga xosligi shundaki, sxemaning har qanday holatida kollektor birikmasi doimo ochiq bo'ladi va emmitter o'tishlari ochiq yoki yopiq bo'lishi mumkin. Bunday holda, p-n o'tishning uchta kombinatsiyasi bo'lishi mumkin.



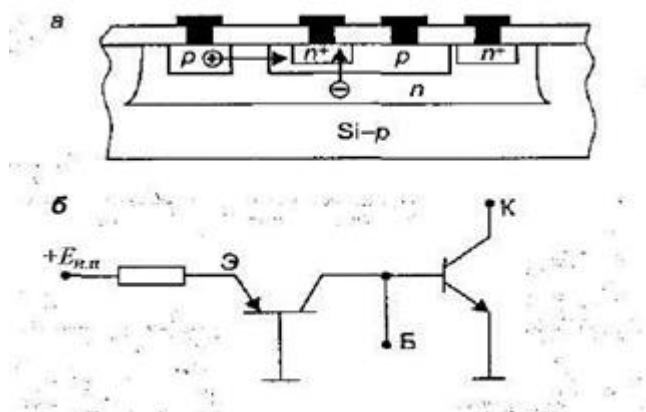
Rasm – 1.4.4. Ko'p emmitterli tranzistorlarning tuzilmasi

Ko'p kollektorli tranzistorlar

Ko'p kollektorli tranzistorlar (KKT) in'eksion mantiqiy sxemalarda qo'llaniladi. Bunday tranzistorning tuzilishi 1.4.5-rasmda ko'rsatilgan. KET tuzilmasidan unchalik farq qilmaydi. Amalda KKT invers-teskari rejimda ishlaydigan KET hisoblanadi. Bu tuzilmadagi umumiy emmitter epitaksial n -qatlamdan iborat, kollektorlar esa n^+ -soha xisoblanadi. Bunday tuzilma, emitterning past samaradorligi tufayli, etarlicha yuqori tok o'tkazish koeffitsientini olishga imkon bermaydi. Amalda, yashirin qatlamning baza qatlamiga yaqinlashishi va n^+ -kollektorlarning bir-biriga iloji boricha yaqinroq joylashishi tufayli tok o'tkazuvchanlik koeffitsienti to'g'ri $\alpha = 0,8-0,9$ yoki $\beta = 4-10$ ni olish mumkin, bu injektsiyali mantiqiy sxema uchun etarlidir.

Injektsion tok bilan ta'minlanuvchi tranzistorlar

Inektsion tokli tranzistorlar injektsion mantiqiy sxemalarini yaratishga asos bo'ladi. Tuzilma jihatdan (Rasm-14.7a) ular gorizontal $p-n-p$ tranzistor va vertikal $p-n-p$ tranzistorining integratsiyalashgan birikmasidir.



Rasm-1 4.7. Inyeksiya tki ta;minitiga ega bipolyar trantranzistorning tuzilishi (a) va elektr sxamasii (b).

Bunday holda, $p-n-p$ tranzistorining asosi bir vaqtning o'zida $n-p-n$ tranzistorining emittridir va $p-n-p$ tranzistorining kollektori $n-p-n$ tranzistorining bazasi hisoblanadi. $p-n-p$ tranzistorining emitteriga injektor deyiladi. Rezistor orqali injektorga to'g'ridan-to'g'ri kuchlanish qo'yiladi (4.5-b-rasm), buning natijasida $p-n-p$ tranzistorining emitterli o'tish ochiladi va uning bazasiga kovaklar (musbat elementr zarrachlar) injektsiyalanadi.

Kovaklar baza orqali difundirlanib (kirib borishi), kovaklar $p-n-p$ tranzistorining bazasi hisoblan kollektoriga kiradi. Agar $n-p-n$ tranzistorining chiqshi uning tagligi bilan ulangan bo'lsa, u holda uning bazasida kovaklar to'planmaydi va tranzistorning ikkala o'tishi ham yopiq holatda bo'ladi.

Agar baza tagligigaga ulanmagan bo'lsa, u holda $n-p-n$ tranzistorining baza sohasida kovaklarning to'planishi sodir bo'ladi, ya'ni zaryad tashuvchilarning

in'ektsiyasi sodir bo'ladi, shuning uchun "in'ektsiya ta'minoti" nom kiritilgan. In'ektsiya natijasida $n-p-n$ tranzistorining emitterli va kollektorli o'tishlarda aktseptorlarning manfiy zaryadlari kompensatsiya qilinadi, buning natijasida ikkala o'tish joyi ochiladi va u to'yinish holatiga o'tadi. Shunday qilib, vertikal $n-p-n$ tranzistor elektron kalitning funksiyasini bajaradi.

In'ektsiya mantiqiy sxemasida $p-n-p$ tranzistori ko'p kollektorli bo'lib, bu bir nechta vertikal pnp tranzistorlarini bitta gorizontal pnp tranzistoridan quvvatlantirish imkonini beradi. Vertikal $p-n-p$ tranzistorni ham ko'p kollektorli qilib ishlab chiqariladi, bu bir vaqtning o'zida bir nechta elektr zanjirlarini yopish va ochish imkonini beradi.

Bipolyar tranzistorlar asosidagi integral mikrosxemalar turlari

Elektron kalit

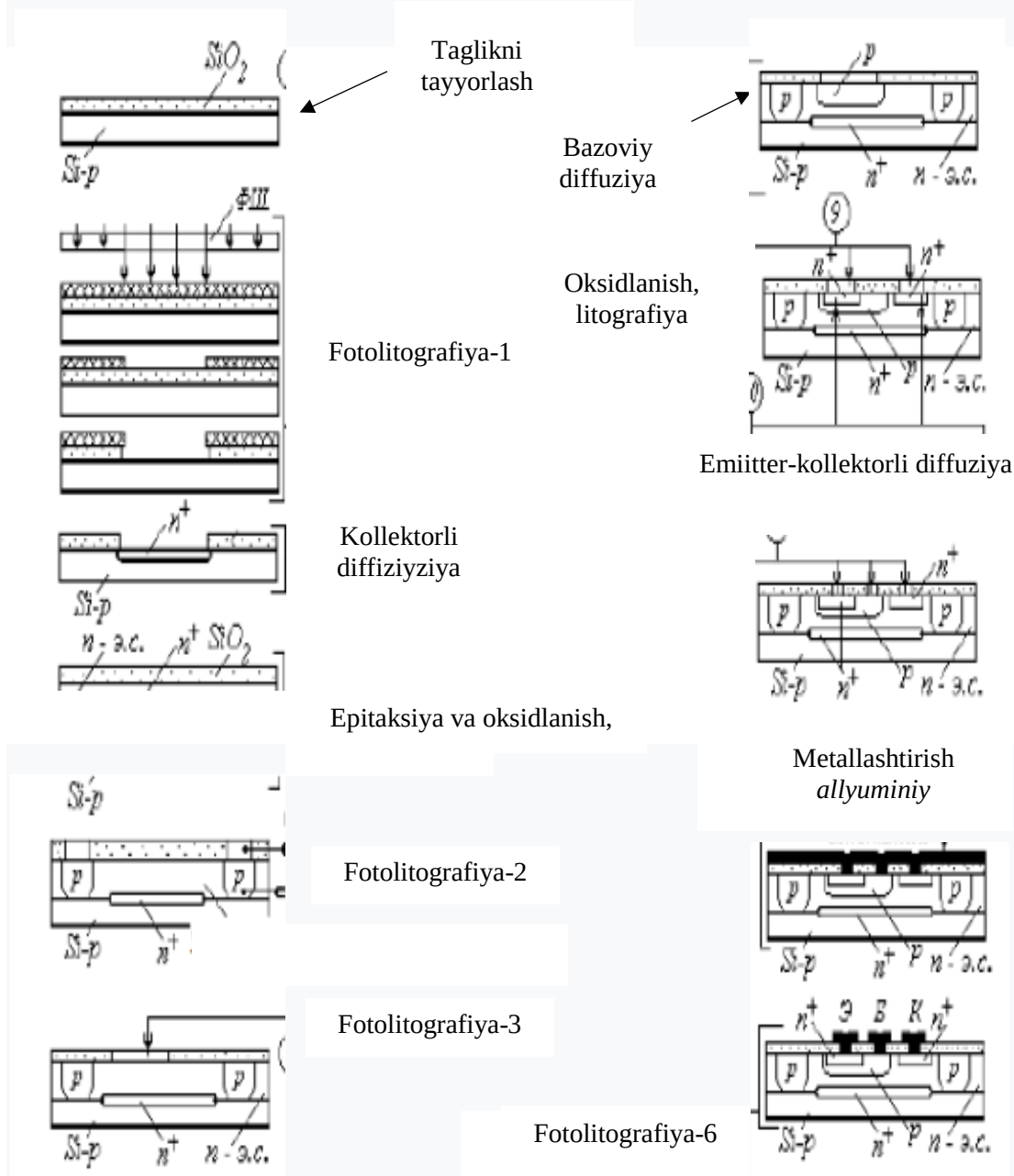
Eng oddiy kalit –umumiy sxema bo'yicha rezistiv yuklamali umumiy emitterga (UE) ulangan **bipolyar tranzistordir**. Kalit yuklamasi bo'lib keyingi kalitning kirish qarshiligi ham bo'lishi mumkin.

Bipolyar tranzistorlardagi kalitlarning ishlashi zaryadlarning to'planishi va so'rilish jarayonlarining inertsiasini bilan belgilanadi.

Ishlash samaradorligini oshirish uchun muvozanatsiz zaryad tashuvchilarning ishlash muddatini qisqartirish (asosga oltin aralashmani kiritish orqali) yoki Shottki diodi bilan kollektor o'tishini shuntlash bilan.

1.5. IMSLARNI TAYYORLASH TEXNOLOGIK JARAYONLARINI XARAKTERISTIKALARI

Planar epitaksial jarayon eng keng tarqalgan, yaxshi rivojlangan va past va o'rta integratsiyalashgan yarimo'tkazgichli mikrosxemalarni ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. 1.5.1-rasmda izolyatsiyalangan p - n o'tishli bipolyar tranzistorni amalga tayyorlash ketma-ketligi ko'rsatilgan.



Rasm 1.5.1. Bipolyar transistor asosida (planar-epitaksial texnologiya) asosidagi IMS tayyotlash bosqichlari

Ushbu tranzistorning tuzilishi 1.5.1-rasmda ko'rsatilgan. Uni amalga oshirish eng ko'p operatsiyalar va o'tishlar talab qilinadi. Soddaroq elementlar (rezistorlar, sig'implar va boshqalar) ushbu texnologik jarayon doirasida ushbu elementlar uchun har qanday operatsiyalarni istisno qilish yoki fotoshablondagi topologiyani o'zgartirish orqali yaratilishi mumkin.

Texnologiyaning **birinchi bosqichida** taglik tayyorladi. Odatda bu (111) orientatsiyaga ega KDB 10/0,1 kremniy plastinkasidir.

Ikkinchi bosqichga fotolitografiya-1 tegishlidir, unda oksid qatlamining materiali yordamida yashirin kollektorosti qatlamiga mos keladigan topologiyaga ega yuqori haroratli niqob yaratiladi.

Texnologiyaning **uchinchi bosqichi** - donor aralashmasining sirt qatlamiga diffuziyasi va shu bilan kovakli o'tkazuvchanlikni elektron o'tkazuvchanlikga o'zgartiradi.

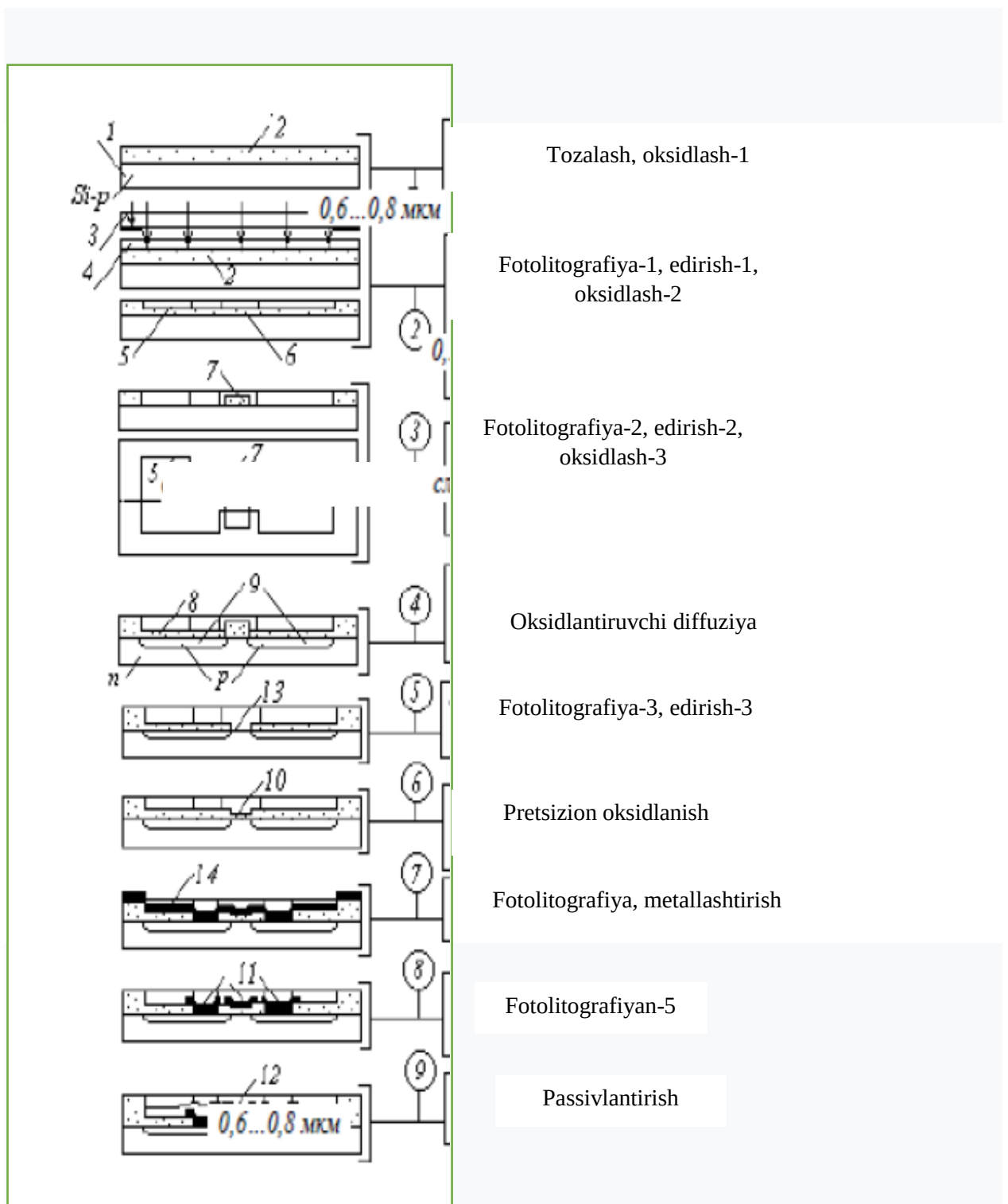
Operatsiyalarning **to'rtinchi guruhi** epitaksial qatlamni yaratish bilan bog'liq.

.

2.Polevoy (maydon) tranzistorlar asosidagi IMSlarni tayyorlashning texnologik yo'li

Polevoy (maydonli) tranzistorlarda yarimo'tkazgichli elementlar elektr izolyatsiyasini talab qilmaydi va shu munosabat bilan texnologik jarayon kamroq operatsiyalarni talab qiladi.

Misol tariqasida quyida indutsirlangan kanalga ega n-p-n-tipli MDYa(M/II) tranzistorlari asosida tayyorlangan IS larning texnologik jarayoni keltirilgan (Rasm-1.5.2). Amaliyotlar ketma-ketligi va unga bog'liq bo'lgan strukturaviy o'zgarishlar taglikning ko'ndlang kesmalarida ko'rsatilgan (Rasm-.1.5.2).



Rasm 1.5.2. Indutsirlangan kanalga ega *n-p-n*-tipi MDYa tranzistorlari asosida IMS tayyorlash operatsiyasini ketma-ketligi

Diametri 60 dan 250 mm gacha bo'lgan *p*-tipi kremniy tagligi ishlatiladi. Tozalash va keyingi oksidlanishdan so'ng, fotolitografiya (birinchi niqoblash)

bo'lajak elementning butun maydonini ochib berish (travleniya yo'li bilan) bilan amalga oshiriladi. Keyingi bosqichda, ikkinchi oksidlanish, element maydonida, 0,1...0,3 mikron qalinlikda amalga oshiriladi.

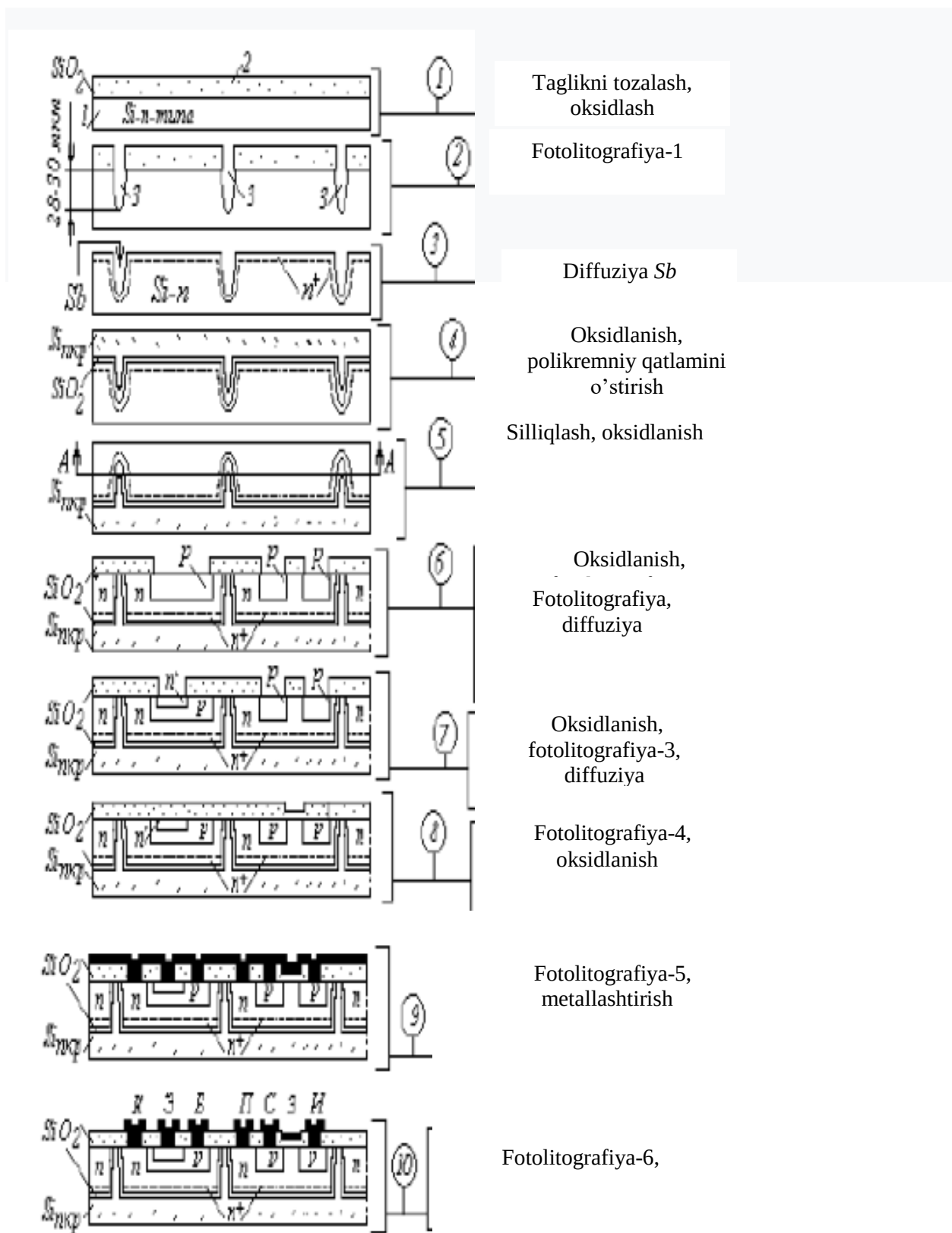
Uchinchi fotolitografiya, qalinligi taxminan 0,02 mikron bo'lgan dielektrik oksidi qatlamini yaratish uchun keyingi aniq oksidlanish maqsadida darvoza maydoni ustidagi dielektrikdagi oynani ochish uchun amalga oshiriladi.

Keyinchalik, kirish-chiqish omik kontaktlarini hosil qilish uchun oynalarni ochish maqsadida to'rtinchi litografiya amalga oshiriladi, alyuminiy qatlami butun maydon bo'ylab sepiladi va elementlar orasidagi ulanishlar va kontakt topologiyasini hosil uchun keyingi beshinchi litografiya amalga oshiriladi. Asosiy ishlov berish jarayonlari himoya qatlamini purkash yoki o'tqazish (passivatsiya) bilan yakunlanadi.

3. Bipolyar va polevoy (maydon) tranzistorlar asosidagi IMSlarni tayyorlashning texnologik yo'li.

Mazkur texnologiya IMSlarni amalga oshirish ketma-ketligi (Rasm 1.5.3) bipolyar va maydon (polevoq) tranzistorlarni bitta tsiklda birlashtirish masalalarini oqilona hal qiladi.

Boshlang'ich material (taglik) sifatida odatda past qarshilikli ($1...3 \text{ Ohm} \cdot \text{sm}$) kristallografik o'qlqri (111) bo'lgan kremniy tanlab olinadi, u ko'pincha bipolyar tranzistorlar uchun ishlatiladi. Bu holda MDYa (MDP) tranzistorlarini eksperimental ma'lumotlardan foydalanish kerak bo'ladi, chunki adabiyotda berilgan ma'lumotlar (100) yo'nalishiga tegishlidir. Bipolyar va polevoy (maydon) tranzistorlar asosidagi IMSlarni tayyorlash ketma-ketligi Rasm 1.5.3. da keltirilgan.

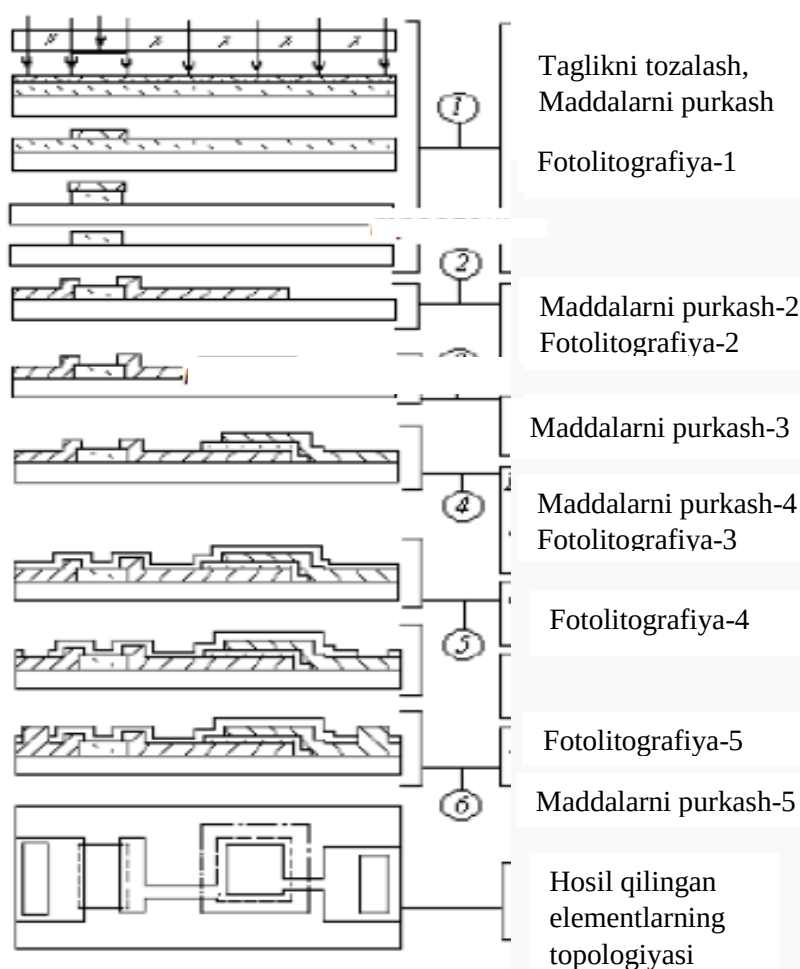


Rasm.1.5.3. Bipolyar va polevoy (maydon) tranzistorlar asosidagi IMSlarni tayyorlash ketma- ketligi: 1- taglik; 2- oksid qatlmi; 3 – ajratib turuvchu kanalchlar

1. Yupqa plyonkali gibrid mikrosxemalarni (GIMS) tayyorlashning texnologik yo'li

Texnologiya yupqa plyonkali passiv elementlarni (rezistorlar, kondensatorlar, induktiv g'altaklar va boshqalar) materialni faol bo'lmagan taglik yuzasiga qo'llash orqali amalga oshirish uchun bir qator operatsiyalarni o'z ichiga oladi.

Faol komponentlar yarimo'tkazgichli IMS texnologiyasidan foydalangan holda ishlab chiqarilgan komponentlar shaklida ishlab chiqariladi va mikroshemaning passiv qismini yaratgandan so'ng, ular yuzasiga montaj qilinadi. Gibrid yupqa plyonkali mikroshemalarning plyonka elementlarini (rezistorlar, kondensatorlar) tayyorlashning asosiy bosqichlari 1. 5.4-rasmda ko'rsatilgan.



Rasm 1.5.4. *Yupqa plyonkali elementlarning bosqichlari*

Qo'llaniladigan tagkiklar - shisha, keramika, shisha-keramika, masalan, bir tomoni ishchi sirt bo'lgan ST50-1. Ularni yog'sizlantirish izopropil spirti, trixloretilen yordamida amalga oshiriladi, deionizatsiyalangan suv bilan yuviladi va sentrifuga bilan quritiladi.

Birinchi bosqichda plyonka sifat rezistorlar tayorlanadi.

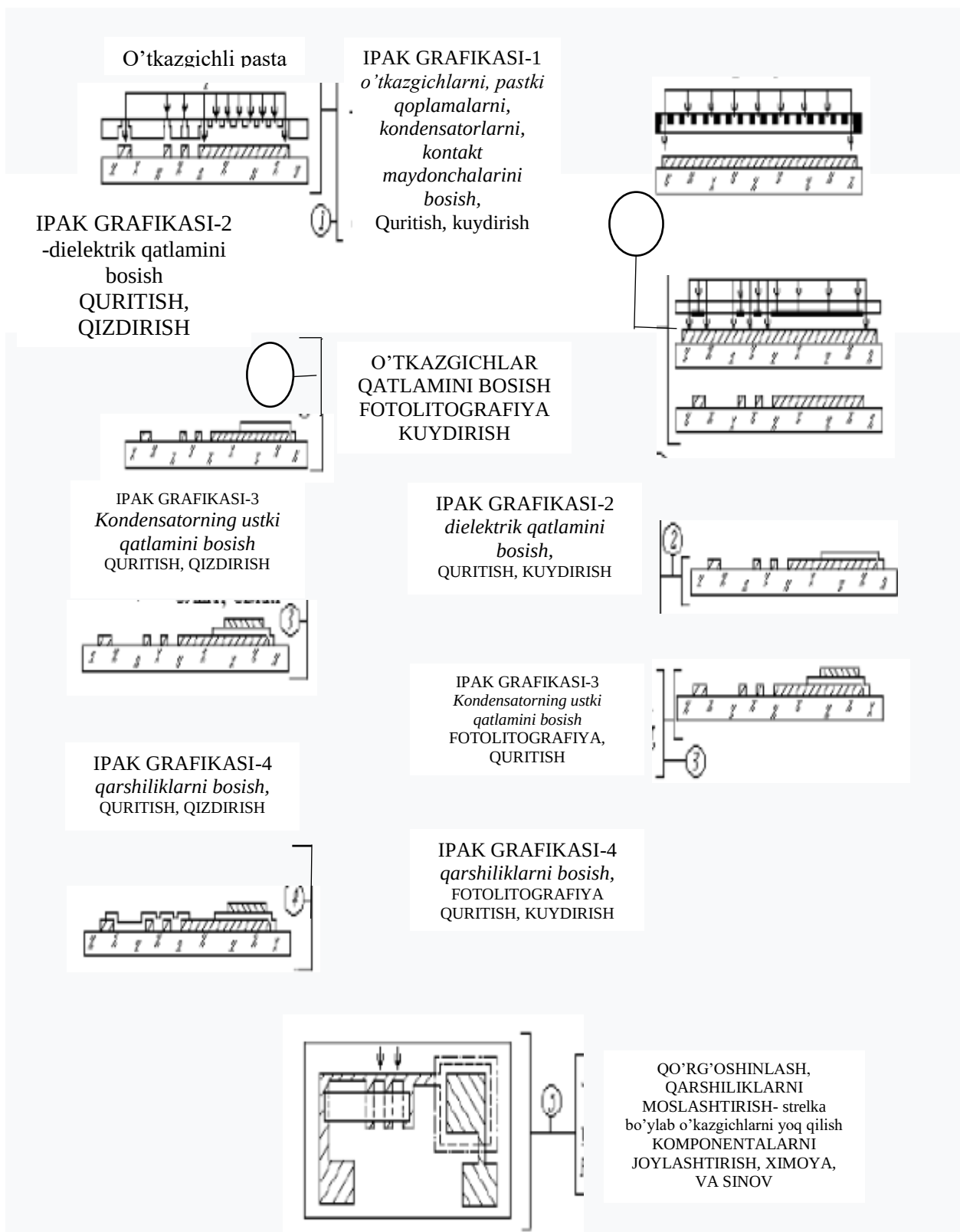
Texnologiyaning ikkinchi bosqichida elementlararo simlarni, kondansatörlarning pastki qoplamalari va kontakt maydonlari ishlab chiqiladi. Xrom pastki qatlamli alyuminiy qatlamli taglik yuzasiga purkanadi. Aynan shu qatlamda ko'rsatilgan elementlar ikkinchi litografiya orqali hosil bo'ladi

Uchinchi bosqichda purkash orqali yuqori sifatli dielektrik xosil qilinadi.

4.Qalin plyonkali gibrid IMSlarni tayyorlashning texnologik yo'li.

Qalin plyonka texnologiyasi, bir tomondan, soddaroq o'xshaydi, murakkab bo'lmagan jihozlari va IMS kichik partiyalari uchun tejamkor ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish imkoniyati tufayli jozibadordir.

Ikki bir oz farqli yo'nalish (I va II) uchun qalin plyonkali rezistorlar va kondsatorlar bilan IMSni ishlab chiqarish ketma-ketligi 1.5.5-rasmda ko'rsatilgan. Taglikt sifatida turli tarkibli va bir tomoni silqlqngan M7, 22XS kompozitsiyali keramik plastinkalar ishlatiladi.



Rasm -1.5.5. Qalin plyonkali IMSlarning elementlarning texnologik bosqichlari passiv elementlarini texnologik bosqichlari

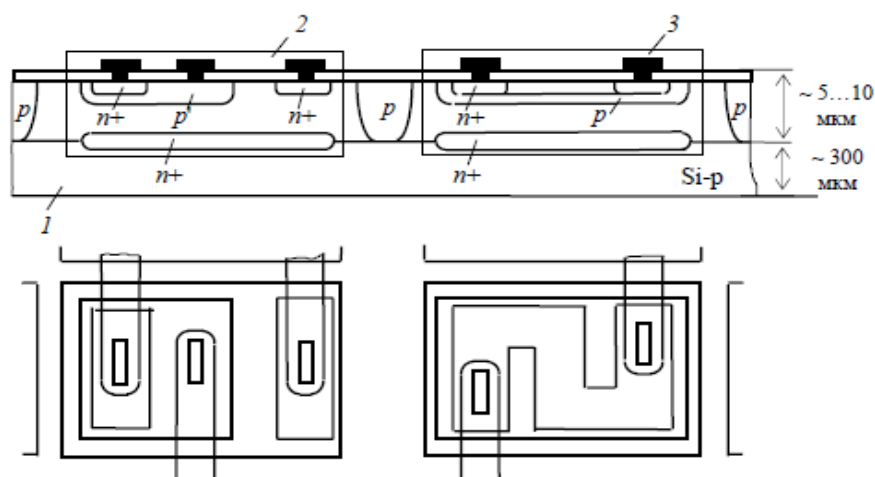
Dastlabki tayyorgarlikda - qatlamlarning har biri uchun trafaretlar ishlab chiqariladi (I variant). II variantda - fotoshablonlar va trafaretlarni tayyorlash olib boriladi. Operatsiyalarning birinchi bloki (I variant) o'tkazgichlarning konfiguratsiyasiga, kondansatorlarning pastki qatlamlari va kontaktli yuzalarga muvofiq pastalarni qo'llashni o'z ichiga oladi. Xuddi shu operatsiyalar blokida, kontakt yuzalarini shikish (tranleniyasi) ;_3_|__qoplangan qatlamni quritish va 1100...1150 °C haroratda kuydirish (objig). Natijada metall elementlar orasidagi simlar va kontaktli yuzalar xosil bo'ladi.

1.6. IMS KONSTRUKTSIYASINI TANLASH VA TAYYORLASH TEKNOLOGIYASI

1. INTEGRAL MIKROSXEMALAR VA ULARNI SINFLARI

Integral mikrosxema sxema (IMS) - bu ma'lumotni (signallarni) aylantirish va qayta ishlashning o'ziga xos funksiyasini bajaradigan, yagona texnologik tsiklda ishlab chiqarilgan, komponent sifatida qabul qilinadigan (ajralmas qism) mikroelektronik texnologiyaning tarkibiy jihatdan to'liq mahsulotini anglatuvchi atama. elektron qurilma.

Integral mikrosxemalar ko'pincha bir qator umumiy konstruktiv xususiyatlariga egadir (1.6.1-rasm).

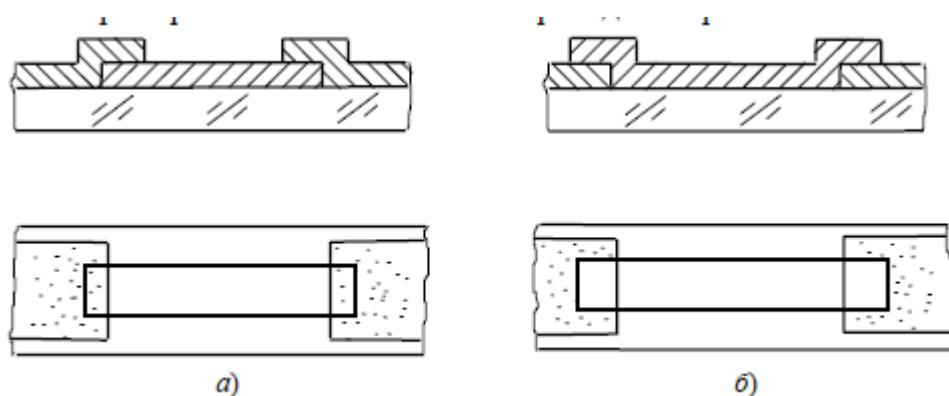


Rasm- 1.6.1. Integral mikrosxemani konstruktiviyasi:

1 – taglik yoki kristall; 2 – korpus-g'lob; 3 – qopqoq; 4 – tashqi ulash simlari; 5 – bukiluvchi tashqi simlar

IMSlarni turini aniqlaydigan asosiy qism taglik yoki kristall xisoblanadi 1. Sxema vazifasini amalga oshiradigan elementlar unda yoki uning yuzasida hosil bo'ladi. 2-qopqoq 3, tashqi 4 va moslashuvchan 5 simlar bir qator yordamchi vazifalarni bajaradi: tashqi ta'sirlardan himoya qilish, montaj va chiqish signallarini almashtirish, o'rnatish qulayligi va boshqalar.

Plyonkali elementlarga misollar 1.6.2- rasmda keltirilgan.



Rasm- 1.6.2. Plyonkali IMSlarni elementlarni: *a,b- yupqa- va qalinplo'nkali rezistorlar*

Plyonkali IMSlarda faol elementlarni xosil qilish qiyin jarayondir, ammo yaxshi imkoniyatga ega bo'lgan juda keng ko'lamdagi passiv elementlarning (rezistorlar, kondensatorlar, induktiv g'altaklar va boshqalar) to'plamini shakllantirish uchun ajoyib imkoniyatlar mavjud.

1.7. IMSLARNI AKTIV ELEMENTLARINI XISOBLASH

1.Bipolyar tranzistorlarni xisoblash

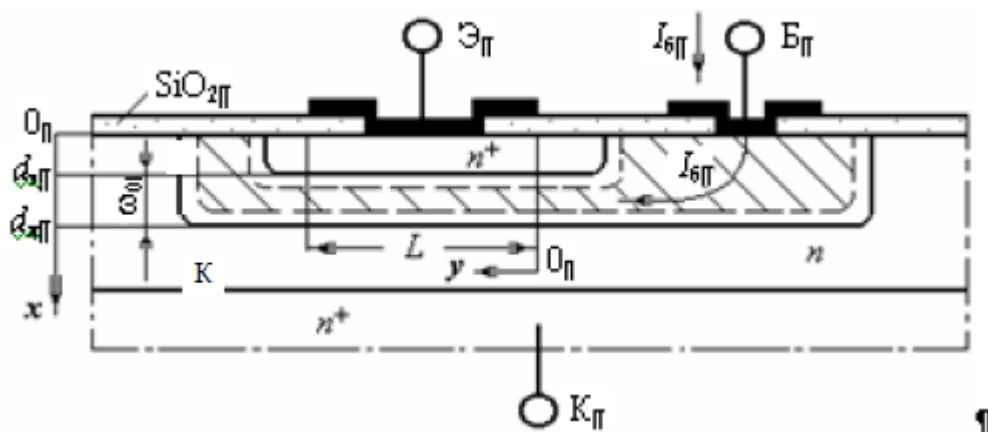
Bipolyar tranzistorlarning konstruktsiyasi tokning kuchayishi (uzatish) koeffitsientini va uning harorat chegaralarin, baza va kollektor korpusining qarshiligini, emittter va kollektor o'tishlarining sig'imini, izolyatsiyani parazitarni sig'imini, kollektor o'tishining kuchlanishdan teshilishini va emitent-kollektor sohasini, maksimal ishchi tokini, chegaraviy ω_α va ω_β larni hisoblashdan iborat. Kattaliklarning parametrlarini hisoblashda Puasson tenglamalari, uzluksizlik, tok tashuvchining o'tkazilishi va aralashmalar kontsentratsiyasining taqsimlanishi tenglamalari qo'llaniladi.

Diskret bipolyar tranzistorlarda eng ko'p ishlatiladigan materiallarning asosiy elektr konstantalari va parametrlari 1.7.1 - jadvalda keltirilgan.

Jadval-1.7.1.Ba'zi materiallarni elektr konstantalari va parametrlari

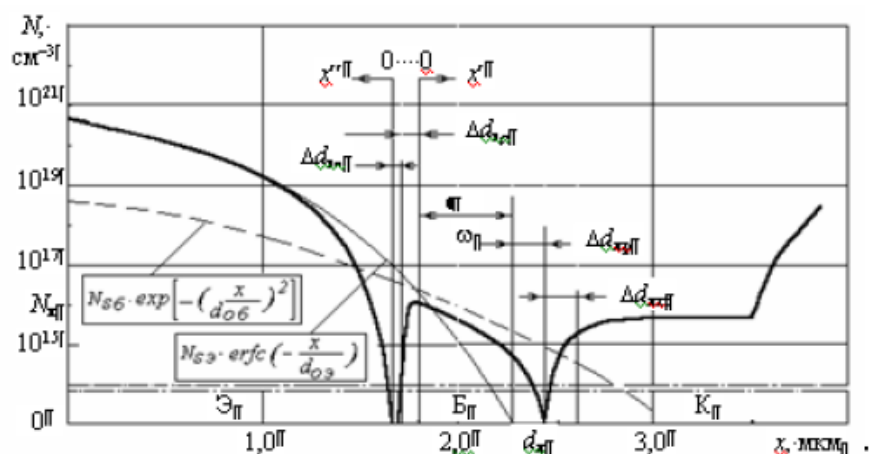
№	Doimiylar va kattaliklar	Qiymatlar
1	Elementar zaryad q , Kl	$1,6 \cdot 10^{-19}$
2	Boltsman doimiysi k , J/ $^{\circ}$ C	$1,37 \cdot 10^{-23}$
3	Vakuumning dielektrik singdiruvchaligi ϵ_0 , F/sm	$8,85 \cdot 10^{-14}$
4	Vakuumning magnit singdiruvchaligi μ_0 , Gn/sm	$4\pi 10^{-9}$
5	Kremniyning taqiqlangan zonasi, V: $T = 0K$ da, ϕ_{30} ; $T = 330K$ da, ϕ_3	1,21 1,12
6	Xususiy kontsentratsiyasi n_i , sm^{-3}	$1,5 \cdot 10^{10}$
7	$T = 300 K$ da dielektrik singdiruvchalik ϵ , nisbiy kattaliklarda: Kremniy, Si Krumniy oksidi Krumniy monooksidi Kremniy nitride Si_3N_4 Alyuminiy oksidi Al_2O_3	11,7 3,9 5.....6 7,5 8.....9

Bunday tranzistorning tuzilishi 1.7,1-rasmda ko'rsatilgan. Uning asosiy topologik parametrlari - emiterning chuqurligi - d_e , kollektor o'tishining chuqurligi bo'yicha taqsimlanishi - d_k ; epitaksial qatlam qalinligi d_e ; metall bazaning kengligi- ω_0 , o'z bazasining kengligi ω ; emittter uzunligi L (o'zing zaryad taqsimlashi shtrix chiziqlar bilan rasmda ko'rsatilgan).



Rasm-1.7.1. Diskret bipolyar tranzistornibg tuzilmasi

Hisob-kitoblarni amalga oshirishda 7.2 rasmda keltirilgan, aralashmalarning chuqurlikdagi va baza va emitterdagi diffuziya vaqtidagi taxminiy natijaviy (uzluksiz chiziqlar) taqsimotga e'tibor qaratishingiz mumkin.



Rasm-1.7.2. Taxminiy natijaviy (uzluksiz chiziqlar) taqsimot

Rasm-1.7.2 da keltirilgan NS e, NS b qiymatlari - mos ravishda emitter va kollektor diffuziyalari uchun aralashmalarning sirt konsentratsiyasi; N_k - kollektor sohasidagi aralashmalarning konsentratsiyasi; fazoviy zaryadlar qalinligi quyidagicha belgilangan: Δd_{en} – emittr tomonida, Δd_{ep} – emitter yaqinidagi baza sohasida, Δd_{ls} – kollektordagi bazaviy sohada, Δd_{kn} – baza bilan chegaradagi kollektor sohasida.

Aralashmalarning taqsimlanishi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$N(x) = N_A - N_D = N_{Se} \operatorname{erfc}(x / d_{0e}) + N_{Sb} \exp [-(x / d_{0b})^2] - N_K \quad (7.1)$$

Bu erda d_{0e} , d_{0b} doimiylar bo'lib, berilgan d_e , d_k , N_{Se} , N_{Sb} , N_K parametrlarni xisobga olgan holda aniqlanadi. d_0 kattaligi $d_0 = \sqrt{D t}$ ko'rinishda aniqlanadi (D -diffuziya koeffitsienti, t -vaqt).

Rasm- 1.7.2. keltirilgan $|N(X)|$ taqsimot quyidagolarga mos keladi $N_{Se} = 5 \cdot 10^{20} \text{ sm}^{-3}$; $N_{Sb} = 5 \cdot 10^{18} \text{ sm}^{-3}$, $d_e = 1,7 \text{ mkm}$, $d_k = 2,4 \text{ mkm}$, $d_{0e} = 0,683 \text{ mkm}$, $d_{0b} = 0,964 \text{ mkm}$.

Yarimo'tkazgichli tuzilmaning elektr parametrlari (1.7.1-rasm) qatlamlar va birikmalarning bir qator parametrlarini, shuningdek, boshqa xususiyatlarni o'z ichiga oladi. p - n o'tish joylari Δd fazoviy zaryadlari qatlamlarining qalinligini, o'ziga xos sig'im C_0 va uning kuchlanishga bog'liqligini, R_s qatlamlarining solishtirma qarshiligini, I_0 issiqlik toklarini, shuningdek keltirilgan parametrlarning o'zgarish chegaralarining qiymatlarni bilish ker .

p - n o'tish joyining **solishtirma bareyr sig'mi** quyidagicha aniqlanadi:

$$C_0 = \epsilon_{ya} \epsilon_0 / \Delta d \quad (7.2)$$

yoki boshqa ko'rinishda:

$$S_0(U) = S_0(0) / (1 - U / \Delta d) \quad (7.3)$$

yoki boshqa ko'rinishda:

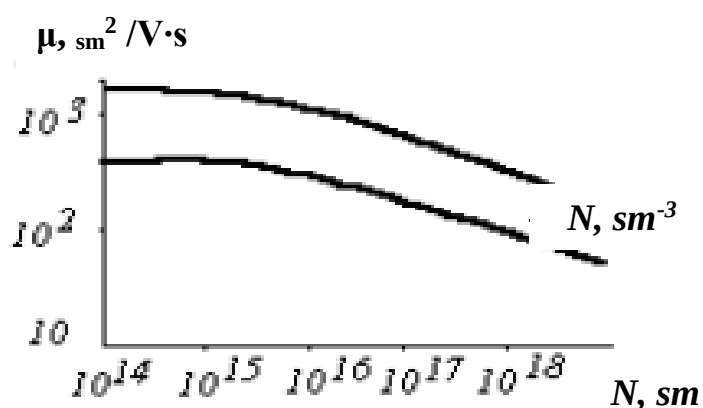
$$C_0(U) = C_0 / (1 - U / \Delta \varphi_0)^{1/n} \quad (7.4)$$

Emitter o'tish uchun tipik teshilish kuchlanishi – 6.....9 V, kollektor uchun- 0.....90 V, izolyatsiyalangan o'tish uchun- 15...100 V.

Ma'lum solishtirma qarshiliklar ρ (yoki σ o'tkazuvchanligi) uchun qatlamlarning **solishtirma qarshiliklari** quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$R_s = \rho / d_0 = 1/(\sigma d_0) \quad (7.5)$$

Baza qatlami. Solishtirma qarshilik solishtirma o'tkazuvchanlik orqali aniqlanishi mumkin



Rasm-1.7.5. Tok tashuvchilarni xarakatchanligini aralashmani kontsentratsiyasiga bog'liklik grafigi

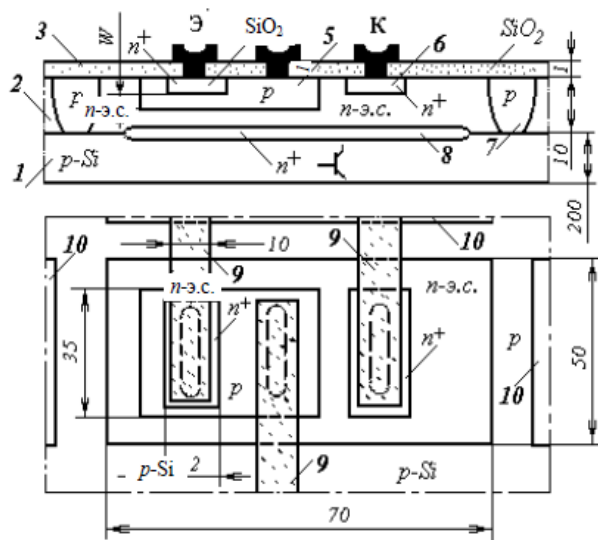
1.8. KONDENSATORLARNI XISOBLASH

1. Yarimo'tkazgichli kondensatorlar

IMS kondensatorlarining konstruktiv parametrlari oldingi bo'limda muhokama qilingan edi, ular yarimo'tkazgich va plyonka texnologiyalari doirasida amalga oshirilishi mumkin. Yarimo'tkazgichli IMSlarda kichik nominalli (30pF dan kam), plyonka texnologiyalari doirasida (5000 pF dan kam) va nominali mikrofaraada bo'lganlar komponentalar tariqasida ishlatiladi.

Yarim o'tkazgichli kondensatorlar

Bipolyar tranzistorlardagi kondensatorlar tuzilmasi rasm-1.8.1 da keltirilgan, asosiy parametrlari esa jadva -1.8.1 keltirilgan:



Rasm-1.8.1. Bipolyar tranzistorlardagi kondensatorlar

Jadval-1.8.1. K10-17 kondensatorining parametrlari

(TKC) guruxi uchun sig'mlarni chegaraviy nominal qiymatlari, pF			Qo'shi mcha Reaktiv quvvat, var	Gabarit o'lchamlari, mm							Massa, g
II33	M47	M75		L	B	H	L ₁	B ₁	H ₁	m	
22...68	22...82	33...100	1	1,5	1,2	1,0	1,5	1,4	1,2	0,1...0,5	0,1
75...150	91...180	110...200	2	2	1,7	1,0	2	1,9	1,2	0,2...0,5	0,1
160...510	200...620	220...910	3,5	4,0	2,7	1,0	4	3,0	1,2	1...1,5	0,2
560...910	690...1000	1000...1200	5	5,5	2,7	1,0	5,5	3,0	1,2	1,5...2	0,3
1000...180	1100...200	1300...240	10	5,5	4,3	1,0	5	4,6	1,2	1,5...2	0,4

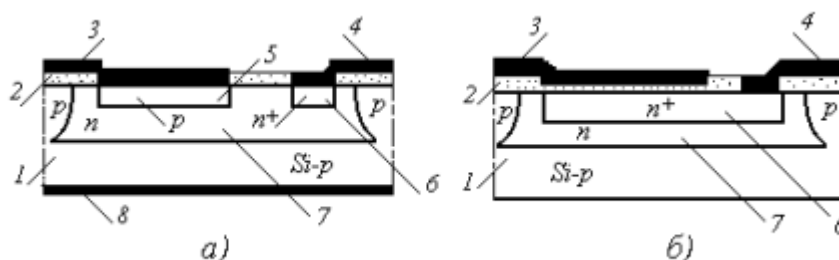
0	0	0					5				
560...820	680...1000	1000...1500	7	4	2,7	1,8	4	3,0	2,0	1...1,5	0,3
1000...1500	1100...1800	1600...2000	10	5,5	2,7	1,8	5,5	3,0	2,0	1,2...2	0,4
2000...3000	2400...3600	2700...3900	20	5,5	4,3	1,8	5,5	4,6	2,0	1,5...2	0,5

Tuzilmalar turli p - n o'tish joylarida tashkil etilgan. Teskari siljishli p - n o'tishga asoslangan diffuziyali kondensatorning sig'imi:

$$C = C_0 + C_{yon} = C_0 ab + C_{yon} (a + b) x_i, \quad (1.8.1)$$

Bu erda C_0 va C_{yon} – p - n -o'tishning tubli va yon qismlarining solishtirma sig'mi; a, b va x_i lar p - n o'tishning geometric o'lchamlari.

MDYa – kondensatorning tuzilmasi rasm-1.8.2 da ko'rsatilgan:



Rasm-1.8.2. IMS dagi MDYa da IClarida integral kondansatörlarning tuzilmalari: *a* – diffuziyali chiqish-kirish (cmok-ucmok) sohalarini qo'llash yordamida; *b* – chiqish-kirish (cmok-ucmok) sohalarini qo'llash yordamida; 1 - taglik; 2 - dielektrik; 3 - yuqori plastinkadan chiqish; 4 - pastki plastinkadan chiqish; 5 – p – tip sohasi; 6 – n^+ - sohasi; 7 – kollektor sohasi (epitaxial qatlam); 8 – taglikdagi

Jadval-1.8.2. IMS ning MDYa dagi integral kondensatorlarning kattaliklari

№	Kondensatorning turi	Solishtirma Sig'im C_0 , pF/mm	Maksimal sig'im C_{max} , pF	Ruxsat (допуск) δ , %	TKS (TKC) (a_c) $\times 10^{-3}$, 1/°C	Teshosh kuchlanishi U_{tesh} , V	Добротность
1	Kremniy dielektrik MDYa SiO ₂ oksidli	400 - 600	500	± 20	0,015	30...50	25...80
2	Nitrid kremniy dielektrik MDYa Si ₃ N ₄ oksidli	800...1600	1200	± 20	0,01	50	20...100

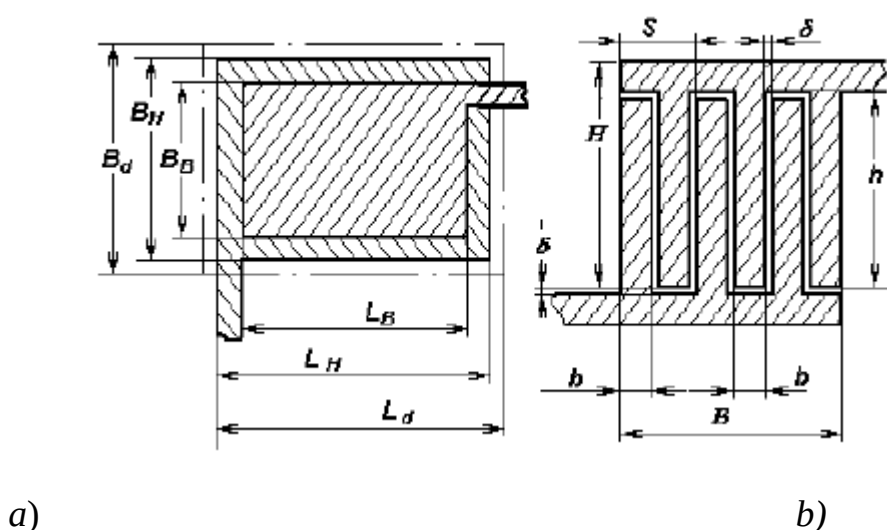
MDYa kondensatorining sig'imi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$C = 0,0885 \varepsilon S / d = C_0 S, \quad (1.8.2)$$

bu erda ε - nisbiy dielektrik singdiruvchanlik (SiO_2 $\varepsilon = 4$ uchun); d – dielektrikni qalinligi; S_0 – solishtirma quvvat (1.8.1-jadvalga muvofiq); S - kondansatörning yuqori qoplamasining sitini yuzasi.

Yupqaplyonkali kondensatorlar

Yupqaplyonkali kondensatorlarning asosiy tuzilmalari rasm-1.8.3 da keltirilgan:



Rasm-1.8.3. Yupqaplyonkali kondensatorlar: a – sig'mi $5 \cdot 10^3$ pF gacha bo'lgan; b- sig'mi 30 pF gacha bo'lgan taraqsimon kondensator;

QALIN PLYONKALI KONDENSATORLAR

Qalin plyonkali kondansatkichlarni hisoblash quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi:

1. Jadvalga muvofiq pastki va yuqori qatlamlar uchun Supero'tkazuvchanlikga ega pastasini tanlanadi. Dielektrik pasta, diapazonga qarab muvofiq tanlanadi.
2. $S = C / C_0$ formula yordamida kondensatorining ustki qatlamining yuzasi aniqlanadi.

3. Kondensatorning yuqori plitasining geometrik o'lchamlarini hisoblang. Kvadrat plitalar uchun $L = B = \sqrt{S}$.

4. Kondensatorning pastki qatlamining geometrik o'lchamlarini hisoblanadi $L_n = V_n = L + 2p$,

bu erda p - kondsatorning pastki va yuqori qatlamlamaları (qoplamalari) orasidagi to'siq.

5. Dielektrikning geometrik o'lchamlari aniqlanadi:

$$L_D = V_D = L_N + 2f.$$

Bu erda f - pastki qoplama va dielektrik orasudagi to'siq (texnologik cheklovlar).

6. Kondensatorning platada egallagan yuzasi xisoblanadi:

$$S_D = L_D B_D$$

$$S_D = L_D B_D .$$

Kvadrat shakldagi kondansatorning qoplamalarini ishlatish mumkin bo'lmasa, to'rtburchak shakldagi qoplamalar qo'llaniladi. Bunday holda, yuqori qoplamaning o'lchamlaridan biri L - yoki B – beriladi va ikkinchi o'lcham aniqlanadi.

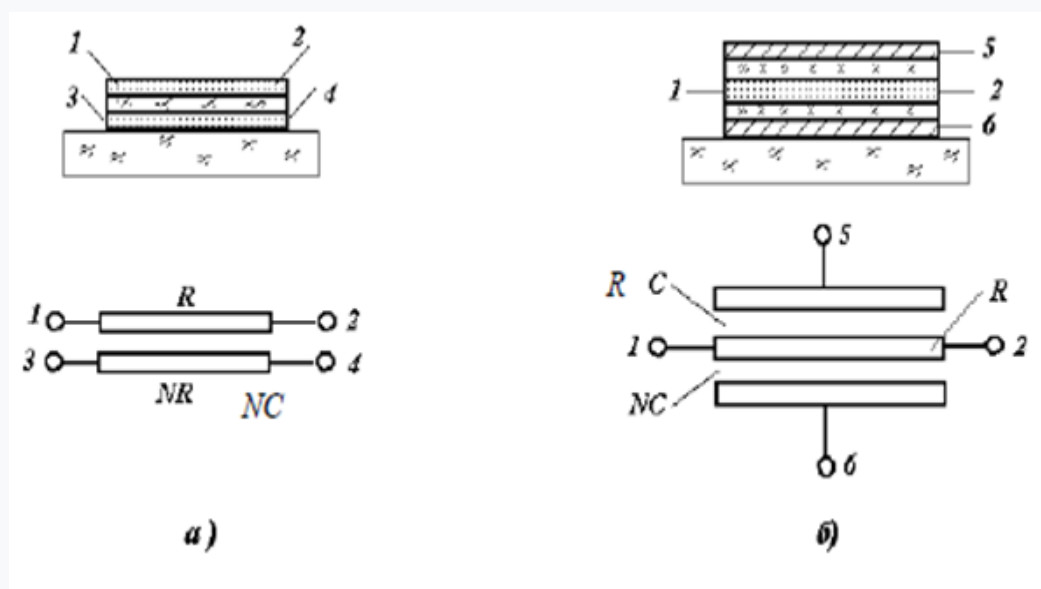
1.9. TAQSIMLANGAN PARAMETRLI ELEMENTLAR

1. Taqsimlangan parametrlari plyonkali RC- tuzilmalar

Bunday elementlarda bir xil element rezistor va kondansatorkichning bir qismi bo'ladi, uning elektr parametrlari tuzilma bo'ylab taqsimlanadi. Bunday tuzilmalarning ikki turi mavjud, ular R-C– sifatida belgilanadi. *NR* va *C-R-NC*.

1.9.1. Tarqalgan parametrlarga ega plyonkali R-C tuzilmalar

Rasm 1.9.1. da taqsimlangan parametrlarli elementlarning sxemasi va tuzilmalari ko'rsatilgan.



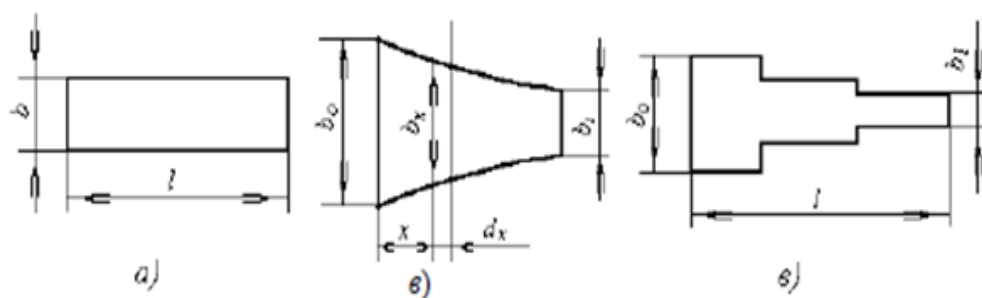
Rasm-1.9.1. *Tqsimlangan parametrlari tuzilmalarni sxemasi*

R-C-NR tuzilmadan ko'rinib turibdiki (1.9.1-rasm, a), rezistorlar bir-birining ustiga joylashgan bo'lib, bir vaqtning o'zida kondansatör qoplamalari sifatida xizmat qiladi. R nominal qiymatiga ega bo'lgan yuqoridagi qarshilik 1 va 2 chiqish kontaktlariga ega. NR nominal qiymatiga ega bo'lgan pastki qarshilik 3 va 4 chiqish kontaktlariga ega (N - nominal qiymatga nisbatan karrali koeffitsient).

C-R-NC ning soddalashtirilgan sxemasi va tuzilishi 9.1-b rasmda ko'rsatilgan. Bu holatda, C va NC kondensatorlar, rezistor R ko'rinishidagi, 1-2 chiqish kontaktlariga ega va 5, 6 qoplamalarga ega.

Tuzilmani butun uzunligi bo'ylab doimiy va o'zgaruvchan chiziqli parametrlarga ega bo'lgan RC tuzilmalar farqlanadi. Chiziqli qarshilik va sig'implarni o'zgartirish uchun qarshilik va dielektrik plyonkalarining qalinligini va ularning kengligini o'zgartirish kifoya. Texnologiya nuqtai nazaridan kenglikni o'zgartirish afzalroqdir. Kenglik silliq yoki bosqichma-bosqich o'zgaradi.

Bir nechta topologiya konfiguratsiyasi 9.2-rasmda ko'rsatilgan. RC - tuzilmalarining elektr xarakteristikalarini 9.2-b tuzilmani x kesimida kuchlanish va tok kuchini bog'lovchi tegishli differentsial tenglamalar echimlaridan aniqlanishi mumkin.



Rasm-1.9.2. Plyonkali elementlarning topologiyasi

Taqsimlangan parametrlı RC- tuzilmani zisoblash usuli:

– berilgan amplituda-chastotali, fazachastotali xarakteristikaları yoki chastotalar, tanlov filtrining nol qiymatli uzatish koeffitsientiga mos keladigan chastota asosida RC ko'paytma aniqlanadi;

– ishlab chiqilayotgan sxemaning xususiyatlaridan kelib chiqib, rezistiv qatlamning R qarshiligining qiymatini aniqlanadi

– tanlangan R uchun ma'lum bo'lgan RC ko'paytmadan C sig'im aniqlanadi ($C \geq CH$ munosabatini ta'minlash tavsiya etiladi, bu erda C_H yuklamaning sig'imi);

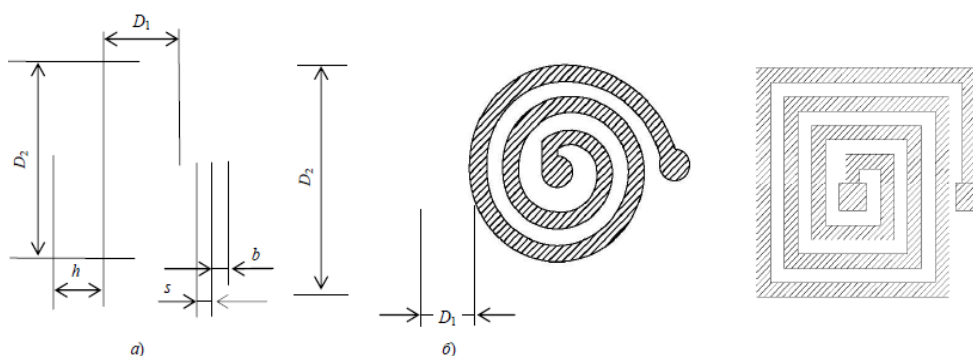
- R , C , RC larni tuzilmaning geometrik o'lchamlari va materiallarning parametrlari orqali aks ettiriladi, so'ngra RC tuzilmaning geometrik o'lchamlari aniqlanadi;

- nol filtrlarda rezistorlarning qo'shimcha qarshiliklari jadvaldan tegishli formulalar orqali aniqlanadi.

2. INDUKTIV G'ALTAKLAR

2.1. Plyonka ko'rinishigagi ga'ltaklar

Plyonkali induktiv g'altaklar dielektrik yoki ferrit tagliklarga qoplangan tekis spirallar shaklida amalga oshiriladi. Eng ko'p ishlatiladigan topologiya 1.9.3 - rasmda ko'rsatilgan. Konstruktiv parametrlariga o'tkazgich kengligi (b), o'ramlar qadami (S), o'ramlarning umumiy kengligi (h), ichki (D_1) va tashqi diametrlar (D_2) kiradi. Odatda $D_2 < 10$ mm, $S \cong 40$ μ m, $b \cong 10$ μ m.



Rasm-1.9.3. Plyonkali induktiv g'altaklar: a-spirallik; b-to'g'ri to'rt burchaklik; D_1 va D_2 g'altakning ichki va tashqi diametrlari; o'ramlar kengligini umumiy yig'indisi; S - o'ramlar qadami

Asosiy xarakteristikalar: induktivlik (L), **asllik** (dobrotnost) (Q), xususiy rezonans chastotasi (f_0), induktivlikning harorat koeffitsienti (IHK) (TCI). Odatda, 1 MGts – 2 Ggts chastota diapazonida, $D_2 = 1,5...2,0$ mm da $L \approx 8$ nH qiymatga ega.

Asosiy xarakteristikalar atrof-muhit sharoitlariga bog'liqdir va shuning uchun hisoblashda ancha qiyinchiliklar yuzaga keladi, shuning uchun hisoblashlar quyidagi empirik formula bo'yicha xisoblanadi:

$$L = \frac{25 D_{ort} N^2}{1+3h/D_{ort}}, nH \quad (1.9.1)$$

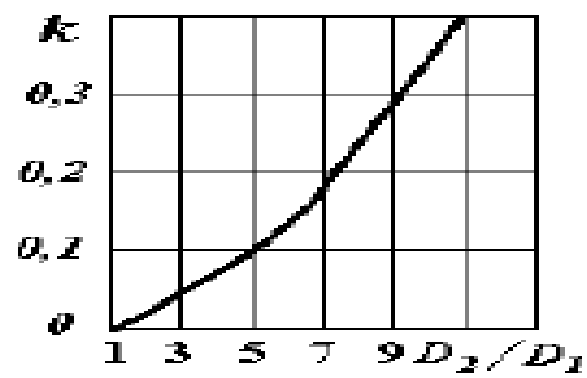
Bu erda D_{ort} – o'ramning o'rtacha diametric u quyidagicha aniqlanadi: $D_{ort} = 0,5 (D_2 + D_1)$; N – o'ramlar soni, h – o'ramlar kengligini umumiy yig'indisi, $h = (D_2 - D_1)$.

Spiral g'atakning asllgi, yarimo'tkazgich materialining va geometrik va xususiyatlarini hisobga olgan holda (skin effektini hisobga olmagan holda) quyidagi formula bo'yicha baholanadi:

$$Q = \frac{16fD_1k^2tb}{\rho_s \left(\frac{D_2^2}{D_1^2} - 1 \right) \cdot 10^4} \quad (1.9.2)$$

bu erda, f – ishchi chastota, MGts; ρ – o'tkazgichning soloshtirma qarshiligi, Om·sm; t – o'tkazgichning qalinligi, mkm; k – D_2/D_1 munosbatga bog'liq bo'lgan koeffitsient; o'tkazgichning kengligi, mm.

Koeffitsientni k -ni quyidagi grafik orqali aniqlash mumkin (Rasm-1.9.4)



Rasm-1.9.4. *G'altakning geometrik o'lchamlarini nisbati*

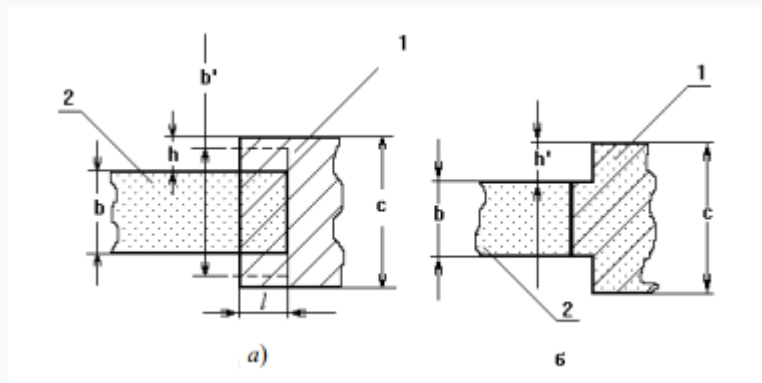
1.10. KONTAKT YUZALAR

Plyonkali konaktlarni hosil qilish

O'zaroulanişlar, kontakt uzalar

Ishonchlilik, chidamlilik va boshqa sifat parametrlarini ta'minlashda metall qoplama o'tkazgichlar, kontakt yuzalar, integral elementlarga borgan kontaktlar muhim rol o'ynaydi. Mikroelektron qurilmalarning ishdan chiqishining sabbini yarmidan ko'pi aynan qayd etilgan birikmalarga bog'liq.

Plyonkali kontaktlarni hosil qilish. Asosiy tipik plyonka-plyonka kontakt tizimlar 1.10.1- rasmda ko'rsatilgan.



Rasm 1.10.1. Plyonkali kontaktlarni tipik tizimi: a-erkin maska (qoplama) usuli, b- litografiya usuli.

Rasm 1.10.1-b da keltirilgan kontaktning konstruksiyasi eng maqbuldir, chunki rezistiv qatlam-2 va kontakt qatlami qarshilik ko'rsatadi qatlam 2 va kontakt qatlami -1 bir xil vakuum siklida tayyorlanadi va kamroq o'tish qarshiligi kamroqdir.

Erkin maska yordamida hosil bo'lgan kontakt (1.10.1-rasm, a) turli vakuum sikllarida amalga oshiriladi (rezistorni sepish usuli bilan yaratilgani va metall kontakti o'rtasida gemetizatsiyani buzilishi sodir bo'ladi) va yopilma yuzasi va yopilma kattaligini qarshilik qatlami 2 dan o'tkazuvchi qatlam dagi o'tish qarshiligi bilan tavsiflanadi.

O'tish soxasidagi minimal qarshilikni xosil qilish uchun eng kam yopilma miqdori hisoblab chiqiladi. $R_{o'tish}$ kontakt ulanishnig umumiy o'tish qarshiligi $R_{o'tish} = U_0 / I_0$ formula bilan baholanadi, bu erda U_0 va I_0 mos ravishda o'tishdagi kuchlan va tokdir.

To'la o'tish qarshiligi quyidagi formula yordamida xisoblash mumkin:

$$R_{o'tish} = \frac{\sqrt{\rho_{syuza} \rho_K}}{b \cdot th \cdot l \sqrt{\frac{\rho_{syuza}}{\rho_K}}} \quad (1.10.1)$$

bu erda $R_{o'tish}$ – to'la o'tish qarshiligi; ρ_{syuza} - rezistr materialning sirt qarshiligi; ρ_K – solishtirma o'tish qarshiligi; l - yopilma uzunligi; th - iperbolik tangensning ishorasi.

Quyidagi shart bajarilsa (10.1) formuladagi ikkinchi ko'paytma birga aylanad:

$$l \sqrt{\frac{\rho_{syuza}}{\rho_K}} > 2,5 \quad (1.10.2)$$

Odatda qiymat $\rho_K = 0,05...0,25 \text{ Ohm} \cdot \text{mm}^2$ bo'lib, bitta vakuum siklida kontakt tizimini ishlab chiqarishga to'g'ri keladi va plyonka yotqizish moslamasining gemetizaytsiyasi buzilgandagi qiymati $\rho_K = 2,5...5,0 \text{ Ohm} \cdot \text{mm}^2$ bo'ladi.

1. Elementlaro ulanishlarni konstruksiyasini xisoblash

O'tkazuvchi qatlam yoki bir nechta qatlamlarning materiali quyidagilarga asoslanib tanlaniladi:

- 1) ρ_s —solishtirma sirt qarshiligi (jadval- 1.10.1);
- 2) reziistiv material va o'tkazuvchan qatlam materialining mosligi;
- 3) osma chiqish komponentlar va tashqi chiqish simlarni ulash usuli.

Jadval-1.10.1. O'tkazuvchi qatlamlarning parametrlari

O'tkazuvchi qatlamlarning materiallari	Qatlam qalinligi, mkm	Solishtirma sirt qarshiligi $\rho_s, \text{Ohm} \cdot \text{mm}^2$
Vakuumda eritida, mis MV	0,6...0,8	0,02...0,0
Alyumininy A97	0,2...0,5	0,06...0,1
Oltin Au 999,9	0,6...0,8	0,03...0,5

Ushbu shartlar ko'p qatlamlar tizimlardagi o'tkazgichlar va kontakt yuzalar sifatida foydalanilganda ta'minlanadi: pastki qatlam - yarimo'tkazgichli qatlam - himoya qatlami. Pastki qatlam, o'tkazuvchi materiallarni taglikga va rezistiv qatlamga adegeziyasini ta'minlaydi. O'tkazuvchi qatlam –zarur solishtirma qarshilikni, ximoyalovchi – tashqi ta'sirdan ximoyalaydi va tashqi simlarni ulash imkoniyati.

Odatda pastki qatlam sifatida qalinligi 0,01...0,05 mm bo'lgan xrom, vanadiy, nixrom qatlamlari qo'llaniladi, agar rezistiv qatlamning materiallari PC tipidagi qotishmalar bo'lsa. Rezistiv qatlam sifatida xrom va nixromdan foydalangan holda, xuddi shu qatlam adgeziya qatlam sifatida ham xizmat qiladi.

Qatlam osti sifatida qalinligi 0,1...0,2 mm bo'lgan nikel ishlatiladi, agar tashqi ulanish uchun bo'lsa.

Agar alyuminiy yoki oltin o'tkazuvchan qatlam sifatida ishlatilsa, u holda himoya qatlami (A1 uchun) faqat yig'ishda kavsharlash uchun kerak bo'ladi. Agar o'tkazgichlarning aktiv qarshiligini hisobga olish kerak bo'lsa, unda hisoblash vaqtida ppyonkali o'tkazgichning qarshilik qiymati R_{ruxsat} yoki ruxsat etilgan kuchlanish tushishi U_{ruxsat} .

O'tkazgichning geometrik o'lchamlari quyidagi formyla bilan hisoblanadi

$$R_{\text{sirt}} l / b \leq R_{\text{ruxsat}} = U_{\text{ruxsat}} / I. \quad (1.10.3)$$

1.11. IMS KONSTRUKTSIYASINI VA MIKRO YIG'ISHNI ISHLAB CHIQISH

Topologiyani ishlab chiqish

IMS yoki mikromontajni ishlab chiqish uchun taklif qilingan elektr sxemasi odatda bitta konstruktsiya (bitta IMS, GIS, KGIS va boshqalar doirasida amalga oshirish juda qiyin bo'lgan turli xil murakkablik va bajarilgan vazifalar hajmining to'liq funktsional konstruktsiyasini ifodalaydi. .

Bunday holda, umumiy elektr davri (ES) to'liq funktsiyalarga ega bo'lgan oddiyroq qismlarga bo'linadi. Bo'linish bir qator mezonlarni hisobga olgan holda amalga oshiriladi.

Har bir k- IMS yoki KISL uchun N_k - tashqi kontaktlarning soniga cheklov o'rnatiladi. Cheklash qiymati N_k max tanlangan konstruktsiyasining korpusidagi kontaktlar soniga bog'liq bo'lib, u kristalning S_k –sirt yuzasining cheklaydi va P_k sochilish quvvatini cheklaydi.

Masala ESning funktsional birliklari to'plamini har bir k-chi IMS uchun cheklovlarga javob berishi kerak bo'lgan individual IMS yoki KIS mos keladigan kichik to'plamlarga bo'lishdan iborat:

$$N_K \leq N_{K \text{ MAX}}; S_K = S_{IK} \leq \Sigma S_{K \text{ MAX}}; P_K = \Sigma P_{IK} \leq P_{K \text{ MAX}} \quad (1.11.1)$$

Topologiyani ishlab chiqish uchun zarur ma'lumotlar quyidagilardir: elektr sxemasi va elementlar ro'yxati, aktiv yarim o'tkazgich elementlarining geometrik o'lchamlari (tranzistorlar, diodlar), texnologik cheklovlar. Printsial elektr sxemani elementlar ulangan sxemaga o'zgartirish tavsiya etiladi.

Keyingi qadam IMS yoki mikromontaj uchun kerakli maydonni hisoblashdir. Kerakli maydon, masalan, gibrid IMS uchun, elementlar va komponentlar guruhlari egallagan maydonlar bo'yicha aniqlanadi va quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$S = k(\sum_{i=1}^n s_{R_i} + \sum_{j=1}^m s_{C_j} + \sum_{k=1}^l s_{H_k} + \sum_{q=1}^p s_{q_k}) \quad (1.11.2)$$

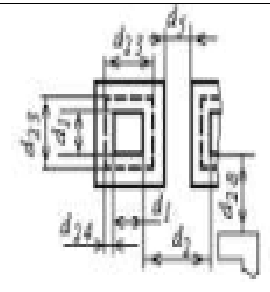
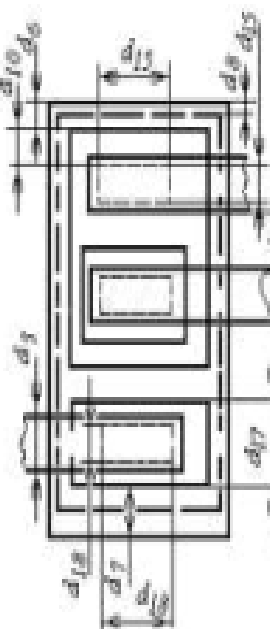
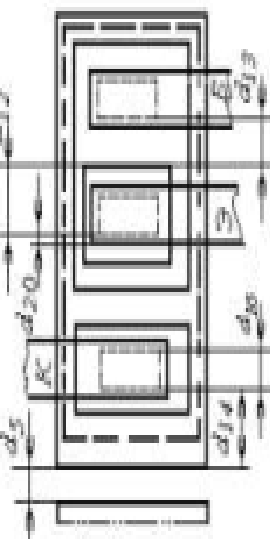
bu erda, k –taglikni to'ldirish koeffitsienti ($k = 2...3$); s_{R_i} - i -rezistorning sirt yuzasi; n -rezistorlar soni; s_{C_j} - j -kondensatorning yuzasi; m – kondensatorlarning yuzasi; s_{H_k} – k -nchi osma komponentaning yuzasi; l - osma komponentalarning soni; s_{q_k} – q -n-chi kontaktning yuzasi; p – kontakt yuzalarining soni.

Elektr sxemasini topologik shaklga aylantirish uchun o'zgartirishda quyidagi tavsiyalarni hisobga olish kerak:

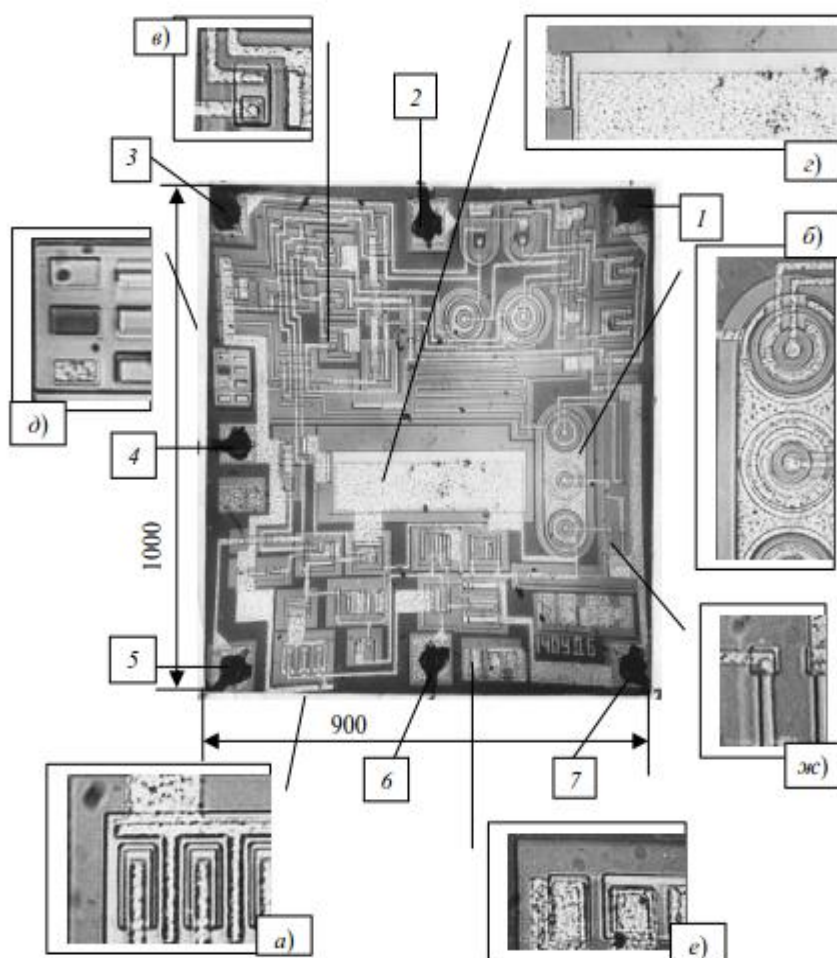
1. Tashqi ulanishlar uchun kontakt yuzalari tekis plataning periferiyasi bo'ylab joylashgan bo'lishi kerak va ularga payvandlangan simlarning korpus pinlaridan o'zaro ulanib ketishini oldini olish kerak.
2. O'tkazuvchilarning o'zaro kesishishlar soni va ularning uzunligi minimal bo'lishi kerak. Har bir kesishish 20...50 pF/mm² miqdordagi o'tkazgichlar orasidagi parazit sig'im kiritadi. O'tkazuvchilar sifatida $k_f > 5$ bo'lgan rezistorlardan foydalanish tavsiya etiladi.
3. LC va RC - kabi selektiv qurilmalarga ega bo'lgan qurilmalar sxema elementlari taglikga shunday joylashtirilishi kerakgi, simli shuntlari soni minimal bo'lishi kerak.

11.1-jadvalda keltirilganlarga qoidalarga rioya qilish tavsiya etiladi. Chunki asossiz ravishda kichik o'lchamlarda IMS umuman ishlamasligi mumkin, elementlar orasidagi parazitlar aloqalarning kuchayishi tufayli chiqish xususiyatlari yomonlashishi mumkin.

Jadval: 1.11.1. BT dagi IMS da konsruktiv-txnologik chegaralanish

№ T/R	Topologiya elementlarining lavxalari	Topologiya elementining nomi, o'lchamning nomi va belgilanishi	Chegaraviy qiymat, mkm
1		Skaybirlash chizig'ining kengligi	60
2		Skaybirlash chizig'ining markazidan metallashtirilgan qatlamni chetigacha yoki diffuziya sohasining chetigacha bo'lgan masofa.	50 – 100
3		O'tkazgichlarni termokompressorli payvandlash uchun kontakt yuzasining o'lchami d_1 .	100 x 100
4		Kontakt yuzalar orasidagi masofa d_2 .	70
5		Ishchi sxemaning sinov elementlarining kontktlarini o'lchami.	50 x 50
6		O'tkazgichning kenglugi d_3 uzunligi ≤ 50 mkm bo'lganda uzunligi ≥ 50 mkm bo'lganda	4 6
7		O'tkazgichlar orasidagi masofa d_4 uzunligi ≤ 50 mm bo'lganda uzunligi ≥ 50 mm bo'lganda	3 4
8		Bo'luvchi diffuziya soxasining kengligi d_5	4
9		Bazadan bo'luvchi diffuziya soxasigacha bo'lgan masofa d_6	10
10		Kollektor kontaktining legirlashosti soxadan bo'luvchi sohaning chegaralari orasidagi masofa d_7	10
11		Bo'linuvchi soha chegarasidan va yashirin n^+ qatlami orasidagi masofa d_8 .	10
12		Kollektordagi oksid kontakt oynasi va baza chegarsigacha bo'lgan masofa d_9 .	7
13		Baza oksididagi kontakt oynasining chegarasidan va baza chegarasigacha bo'lgan masofa d_{10} .	3
14		Emitter va baza sohalari orasidagi masofa d_{11} .	3
15		Emitter oksididagi kontakt oynasining chegarasidan va emitter chegarasigacha bo'lgan masofa d_{12} .	3
16		Bazaning kontakt oynasi va baza orasidagi masofa d_{13} .	4
17		Yagona kollektorda shakllangan bazaviy soxalar orasidagi masofa.	9
18		Yagona bazada shakllangan, emitter sohalari orasidagi masofa.	6
19		Kollektordagi oksid kontakt oynasi va baza bo'luvchi diffiziya chegaralari orasidagi masofa d_{14} .	10

20		Bazaning kontakt oynalarining o'lchamlari d_{15} .	4 x 6
21		Emitterning kontakt oynalarining o'lchamlari d_{16} .	4 x 4 yoki 3 x 5
22		Kollektordagi legirlash osti n^+ soxasining kengligi d_{17} .	8
23		Kollektordagi kontakt oynasining kengligi d_{18} .	4
24		Rezistor kengligi d_{19} .	5
25		Oksiddagi oynani ochilish o'lchami	2,5 x 2,5
26		IMS elementlaridagi oksiddagi kontakt oynalarini metallashtirish bilan yopish d_{20} .	2
27		Bo'lingan chegaragacha kuchlanishni uzatish uchun, oyna chegarasidan p^+ bo'luvchi sohagacha bo'lgan masofa d_{21} .	6
28		Kontakt oynasining chegarasidan, n-tipli izolyatsiyalangan sohasida, kuchlanishni uzatish uchun, bo'luvchi sohagacha bo'lgan masofa d_{22} .	6
29		Diffuzion sim ko'prikcha kengligi.	3
30		Passivlashgan oksiddagi oyna o'lchami d_{23} .	100 x 100
31		Passivatsiyadagi oyna chetidan kontakt maydonigacha bo'lgan masofa d_{24} .	6
32		Qo'shni rezistorlar orasidagi masofa d_{25} .	7
33		Diffuzion va ion-legirlangan rezistorlar orasidagi masofa.	4
34		Kontakt yusasi va o'tkazuvchi yolakcha orasidagi masofa d_{26} .	20
35		Yashiri n^+ qatlamini kengligi	4
36		Sinov elementlarining kontakt yuzalari orasidagi masofa	40



Rasm. 1.11.1. Yarim o'tkazgichli mikrosxema kristallining topologiyasi: 1 – 7-kontakt yuzalar va tashqi ulanish kontaktlari; a- diod; b, v –tranzistorlar; g – kondensator; d- o'zaro moslashuv ishoralari; e – texnologik transistor – guvox; j- yassi yo'llik diffusion rezistorlar.

Rasm. 1.11.1. da integral mikrosxemadagi ajratilgan zonalar va topologik elementlarning nisbiy joylashuvi haqidagi tasavvur 140UD6 keng polosali kuchaytirgich topologiyasining umumiy ko'rinishi bilan kristallning mikrografiya-sida berilgan. Kristal o'lchami 900×1000 mkm; 1 dan 7 gacha bo'lgan raqamlar tashqi –periferik kontakt yuzalarini ko'rsatadi. Periferiyada texnologik muammolarni hal qilish uchun zarur bo'lgan elementlar ham mavjud.

A detailed circuit diagram of a multi-stage transistor amplifier. The circuit includes several bipolar junction transistors (BJTs) configured in various stages, likely including a common-emitter stage, a differential pair, and a push-pull output stage. Key components include resistors labeled with values such as 10k, 30k, 750, 100, 18k, 300, 50k, 50k, 30k, 30k, 750, 100, 10, 10, 23, 1k, 10k, 1k, 5k, 5k, 10k, and 5k. A capacitor labeled 10 is also present. The input terminals are labeled 2 and 3, and the output terminals are labeled 6 and 7. The ground reference is indicated by a symbol at the bottom right.

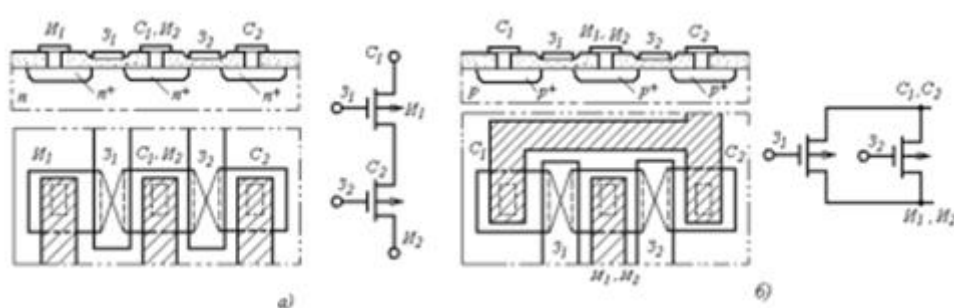
MDYa– tranzistorlar asosidagi yarimo'tkazgichli IMS lar

Xususan, chiqish quvvati parametrlarining ortishi va o'lchamlarning kamayishi, integratsiya darajasining oshishi va hokazolar Umuman olganda, mikrosxema egallagan maydonni qisqartirish talabi eng kichik maydonga ega kristallning tayyorlashga olib keladi.

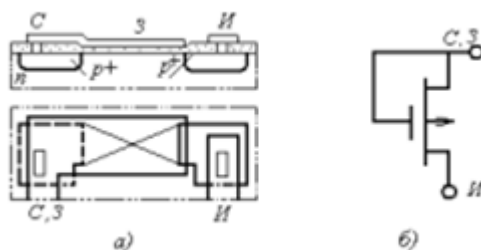
64

MDYa tranzistorlarini loyihalashning navbatdagi xususiyati statik elektr maydon ta'sirida zatvor dielektrik plyonkasining teshilishidan himoya tizimini yaratishdir.

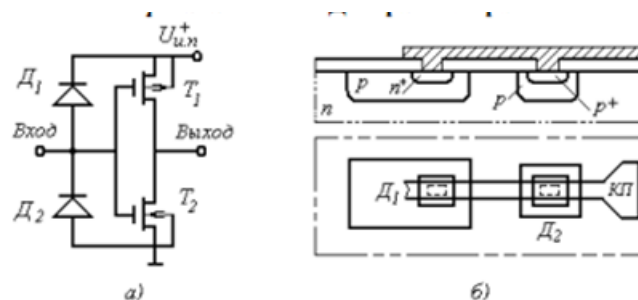
KMDP-IC inverterining kirish zanjirining diodli himoyasi (11.3-a-rasm) kirish zatvoriga ulangan D1 va D2 xavfsizlik diodlaridan iborat. Manfiy yoki musbat statik zaryadi birinchi yoki ikkinchi diyotdan oqib tushadi. Biroq, bunday himoya kirish qarshiligini pasaytiradi va 0,5 ... 1,0 mA oralig'ida kirish qochqin (utechka) toki paydo bo'ladi.



Rasm. 1.11.3 Parallel va ketma-ket ulangan MDYa tranzistorlarning topologiyasi elektr sxemasi



Rasm. 1.11.4. Yuklamali p- kanallik MDYa tranzistorlarning konstruksiyasi va (a) va elektr sxemasi (b)



Rasm. 1.11.5. Diod muxofazasining elektr sxemasi (a) va saqlavchi diodlarning konstruksiyasi

D2 va D1 xavfsizlik diodlarining konstruktiv xususiyati (1.11.5-rasm, b topologiyasi), taglik orqali, elektr kontakti D1 diodining n-sohasiga va p-sohasiga amalga oshirishdan iborat.

MIS-IC kristal topologiyasi

Topologiyani ishlab chiqishning umumiy ketma-ketligi quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- pastki o'ng burchakdan soat stelkasiga qarama-qarshi yonalishda kontakt yuzachalarga KYu, kristallning perimetri bo'ylab raqamlashtirishdan iborat;
- moslashuv figuralarini test elementlarini, MDYa tranzistorlarining periferirik sohalarida joylashtirish uchun;
- elektr zanjirlarini ($U_{i.p}$ va "umumiy" kontaktlarni) ta'minlash maqsadida kontakt yuzalarini ajratish, bu esa barcha ishlab chiqilgan IMS seriyalari uchun umumiy bo'lib qoladi;
- krisallda shunga o'xshash sxemalar mavjud bo'lganda, keyinchalik qayta ishlab chiqarishni yolg'a qo'ish sharti bilan, faqat bittasini loyihalash rejalashtirilgan;
- topologiya eskizi texnologik cheklovlarni hisobga olgan holda bir elementdan ikkinchisiga ketma-ket o'tish bilan birinchi kontaktli maydonchadan boshlanadi (11.2-jadval);

- alyuminiyli zatvorlari bo'lgan MDYa - IMSarda diffuziyali o'tkazgichlarni va metallizatsiya o'tkazgichlarini sim sifatida ishlatilishi lozim;
- kremniyli zatvorlari bo'lgan MDYa - IMSlarda uch turdagi simlar qo'llaniladi - diffuziya o'tkazgichlari va poli kremniyliklik o'tkazgichlari zatvor maydonlarini va metallizatsiya o'tkazgichlarini ulash uchun.

1.12. IMS NING ISSIQLIK REJIMINI TAXMINIY HISOBLASH

Tekshiruv xisoblashlar

Tekshirish hisob-kitoblarini o'tkazishdan maqsad ishlanma sifatini tahlil qilish, turli sharoitlarda strukturaning faoliyatini aniqlash va uning ishlashini bashorat qilishdir. Odatda, IMS ning ishini issiqlik rejimlari yoki tahlillar baholanadi. IMS ishining ishonchlilik xarakteristikalarini aniqlanadi va tahlil qilinadi. IMS ni namlikdan himoya qilishni ta'minlash aniqlanadi.

IMS larni issiqlik rejimini xisoblash

IMS larning ishlashi elementlar va komponentlar tomonidan turli darajada issiqlik hosil qilishni o'z ichiga oladi, bu esa keraksiz qizib ketish holatiga olib kelishi mumkin. Bu holatga loyixalasning barcha bosqichlarida e'tibor qaratiladi (issiqlik chiqaruvchi elementlarni va komponentlarni bir xil taqsimlash, issiqlik chiqarish yo'llarini ta'minlash va boshqalar).

Biroq, issiqlik rejimining bu tahlili sifat xarakteriga ega va, albatta, miqdoriy baholashni talab qiladi. Shu munosabat bilan, plataningeng eng issiq joylari baholanadi. Bularga rezistorlar, faol elementlar va komponentlar kiradi. Kondensatorlar va induktivliklar qizishga kamroq hissa qo'shadilar.

IMS elementi yoki komponentining haddan tashqari qizib ketishi - uning xususiy harorati va korpus yuzasining o'rtacha harorati (odatda Θ , °C bilan belgilanadi) o'rtasidagi farq.

Maksimal ruxsat etilgan harorat T_{max} - bu IMS elementi yoki komponentining maksimal harorati, bunda ularning ishonchliligi (надежность) talablari ta'minlanadi.

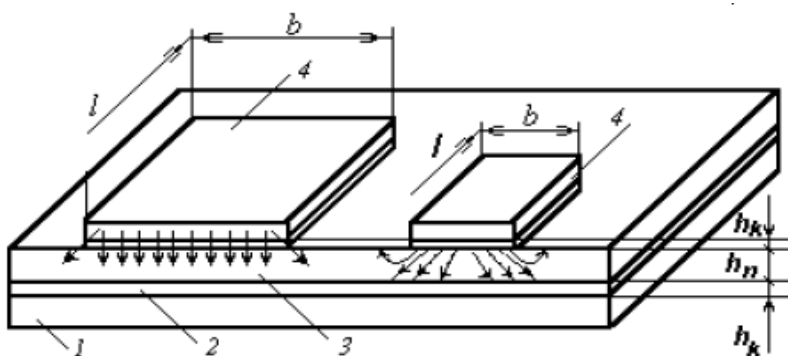
Solishtirma quvvat sochilishi (P_0 , $W/^\circ C$) - IMS elementini, kristall yoki IMS platasini issiqlik oqimining zichligi.

Element, kristall yoki IC komponentining *ichki issiqlik qarshiligi* ($R_{T\text{ ich.}}, ^\circ\text{C/Vt}$) - elementning (kristal, komponent) o'zining issiqlik qarshiligi va element (komponent) va o'rtasidagi konaktning issiqlik qarshiligi. plata (kristall yoki qobiq), kley qatlamning issiqlik qarshiligini hisobga olgan holda .

Agar uning o'lchamlari u joylashgan qatlamlarning qalinligiga mos kelmasa (shart - $l, b \gg h$), u holda issiqlik oqimini tekis-parallel deb hisoblash mumkin. Bunday holda, issiqlik qarshiligi R_T quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$R_T = \left(\frac{h_{\Pi}}{\lambda_{\Pi}} + \frac{h_K}{\lambda_K} \right) \frac{1}{bl}, \quad (1.12.1)$$

bu erda λ_{Π} va λ_K - mos ravishda taglik va elim materiallarning issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsientlari, $\text{Vt}/(\text{m}\cdot^\circ\text{C})$; h_{Π} va h_K - mos ravishda taglik va elim qalinligi; b va l – issiqlik chiquvchi element va taglik o'rtasidagi kontakt nuqtasining o'lchamlari; hisobga olingan qatlamning umumiy qalinligi $h = h_{\Pi} + h_K$ sifatida aniqlanadi. .



Rasm -1.12.1. Katta va kichik issiqlik manbalarining issiqlik oqimlarining sxemasi: 1 - issiqlikni olish hajm (issiqlikoluvchi); 2 - elim yoki birikma qatlami; 3 -taglik (podlojka); 4 – issiqlik chuqaruvchi element.

Issiqlik manbasining o'lchamini kamaytirish issiqlik tarqatuvchi elemenynig ishini murakkablashtiradi, chunki oqim sochiluvchan bo'ladi. Issiqlikni yo'qotish

samaradorligi oshadi, buni issiqlik qarshiligini samaradorligi orqali hisobga olinishi mumkin:

$$R_{T.\Phi} = R_T \gamma(q, r), \quad (1.12.2)$$

bu erda $q = l / 2h$, $r = b / 2h$, l va b - tekis issiqlik manbasining chiziqli o'lchamlari; $\gamma(q, r)$ - issiqlik oqimi manbadan uzoqlashganda issiqlik qarshiligining pasayishini hisobga oladigan funktsiya.

Ma'lum R_T va R_{Tef} bilan har bir elementi uchun effeltif, ajratilgan quvvat P_E tufayli elementning haddan tashqari qizib ketish miqdori Θ hisoblanishi mumkin.

$$\Theta_E = P_E R_{T.ef} \quad (1.12.3)$$

Element xarorati quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$T_E = T_K + \Theta_E; \quad T_E = T_M + \Theta_K + \Theta_E \quad (1.12.4)$$

bu reda T_M – atrof muxitning xarorati; Θ_K – atrof muxitning xaroratiga nisbatan korpusning qizib ketish miqdori.

Qo'shimcha diskret komponentalarni xisoblash, xususiyl taglikga nisbatan, Θ_{Ich} – qizishni aniqlashdan iborat:

$$\Theta_{Ich} = R_{T.Ich} P_E \quad (1.12.5)$$

Bu erdda $R_{T.Ich}$ – diskret komponentaning ichki issiqlik qarshiligi.

Qo'shimcha yarimo'tkazgichli komponenta uchun xarorat, T_{TK} -tashqi romponenta xaroratiga mos, keladi, uni qutidagicha xisoblash mumkin:

$$T_{TK} = T_M + \Theta_K + \Theta_E + \Theta_{Ich} \quad (1.12.6)$$

Korpusni qizib ketish miqdori Θ_K bir qator omillar orqali aniqlanadi, xususan, korpusni (platani) tuzilishi, unda joylashgan kristallarning sochilish quvvati, blokda (yacheykada) IMS montaj qilish xususiyati, sovutish usuli va b. lar bilan.

Korpusni qizib ketishi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Theta_K = P_{\Sigma} R_K \quad (1.12.7)$$

bu erda, P_{Σ} - IMS da sochilayotgan yg'indi quvvati; R_K – korpusning issiqlik qarshiligi.

Korpusning issiqlik qarshiligi R_K quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$R_K = 1/(\alpha S_T) \quad (1.12.7)$$

bu erda, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti ($\text{Wt/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$); S_T - issiqlikni oluvchi bilan korpus orasidagi issiqlik kontaktining yuzasi.

1.13. ISHONCHLILIK KO'RSATKICHLARINI HISOBLASH

Ishonchlilik ko'rsatkichlarini hisoblash

GIMS ishonchliligini tavsiflovchi asosiy ko'rsatkichlar sifatida $P(t)$ hisoblanadi - ma'lum vaqt oralig'ida (1000 soat) nosozliksiz ishlash ehtimoli va o'rtacha ishlaymay qolish vaqti ($T_{o'rt}$):

$$P(t) = \exp(-\lambda_{\Sigma} t); \quad (1.13.1)$$

$$T_{o'rt} = \frac{1}{\lambda_{\Sigma}} \quad (1.13.2)$$

$$\lambda_{\Sigma} = n \lambda_R \alpha_{1R} \alpha_{2R} + m \lambda_C \alpha_{1C} \alpha_{2C} + l \lambda_{HT} \lambda_{1T} \lambda_{2T} + p \lambda_{KP} \alpha_{1KP}. \quad (1.13.3)$$

bu erda λ_R - plyonkali rezistorlarning ishlaymay qolish darajasi; λ_C - lyonkali kondensatorlarning ishlaymay qolish darajasi; λ_{HT} - tranzistorning ishdan chiqish darajasi; λ_{KP} - kontaktli ulanishlarning ishlaymay qolish darajasi;

n, m, l, p - mikromontajdagi o'xshash elementlar yoki komponentlar soni; α_1 - buzilish tezligining haroratga bog'liqligini tavsiflovchi koeffitsient; α_2 - buzilish tezligining elektr yuklamaga bog'liqligini tavsiflovchi koeffitsient (jadval: 1.13.1).

jadval: 1.13.1

N	Nomi	$\lambda, 1/\text{soat}$	$\alpha_1 (T=85^\circ\text{C})$	α_2
1	Yupqa plo'nkali rezistorlar 10	10^{-9}	1,8	$P_1/P_{qo'sh}$
2	Yupqa plo'nkali kondensatorlar	$0,5 \cdot 10^{-8}$	15	$U_1/U_{qo'sh}$
3	Biplyar (qo'sh qutibli) tranzistorlar	10^{-8}	2,1	$U_1/U_{qo'sh}$
4	Kontakt ulanishlar	10^{-9}	1,0	1,0

(13.3) va jadvalga muvofiq umumiy nosozlik darajasini hisoblab chiqqandan so'ng.

5.3.1, $P(t = 1000 \text{ h})$ va $T_{o'rt}$ mos ravishda (13.23) va (13.24) formulalar

yordamida aniqlanishi kerak.

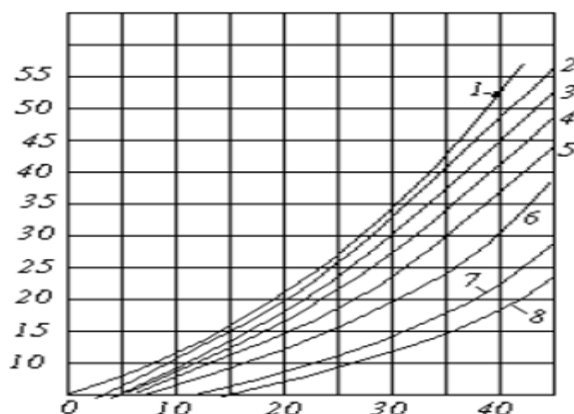
1.14. MIKROSXEMALARNI NAMLIKDAN HIMOYA QILISHNI TA'MINLASH

Otrof muxit va namlikdan himoya qilinishi

IMS platasini qobiq-korpusga joylashtirish zarurati nafaqat transportirovka qulayligi va mexanik shikastlanishga chidamliligi tufayli amalga oshiriladi. Qobiqning eng muhim vazifasi atrof-muhitning iqlim ta'siridan (birinchi navbatda namlikdan) himoya qilishdir.

Noorganik materiallardan (metall, shisha) yasalgan qoboq strukturani tashqi omillardan ishonchli himoya qiladi. Organik materiallar (plastmassalar, aralashmalar, kompaudlar va boshqalar) namlikni yutish va namlikni o'tkazuvchanligiga ega. Bu borada qoboqning xususiyatlarini baholash uchun atrof-muhit sharoitlari va qobiq materialining xususiyatlarini bilish kerak.

Atrof-muhit deyarli har doim suv bug'lariga boy bo'ladi, uning IMS elementlariga ta'siri ularning tez degradatsiyasiga olib keladi va xizmat muddatini keskin qisqartiradi. Turli haroratlarda havodagi suv bug'ining tarkibini 1.14.1-rasmda ko'rsatilgan grafiklardan aniqlash mumkin.



Rasm-14.1. Havoning nisbiy namligiga temperaturaga ta'sirii

Qobiq tomonidan havodan yutilgan namlik miqdori H_2O p suv bug'ining partial bosimi ortishi bilan ortadi, bu Genri qonuni bilan aniqlanadi:

$$M = \Gamma p_{H_2O}, \quad (1.14.1)$$

Bu erda Γ – erituvchanlik (rastvorimost) koeffitsienti.

Γ - koeffitsienti (s^2/m^2), modda tomonidan, shu klimatik sharoitda, namlik miqdorini yutishini aniqlaydi Materiali tomonidan namlikni yutish tezligi ushbu materialdagi suv molekulalarining $D(m^2/s)$ - iffuziya koeffitsienti bilan aniqlanadi. Bundan tashqari, namliko'tkazuvchanligi degan tushunchasi ham kiritilgan.

Namlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti $B(c)$ materialning namlikni o'tkazish qobiliyatini tavsiflaydi va ulardagi namlik miqdori tenglashtirilgunga qadar tashqi bo'shliqdan korpusning ichki qismiga membrana orqali o'tgan suv miqdori bilan belgilanadi. . Berilgan koeffitsientlar bir-biri bilan ma'lum munosabatda bo'ladi:

$$B = D \Gamma. \quad (1.14.2)$$

Har xil germetizatsiyal ovchi polimer materiallarining B , D , G koeffitsientlarining qiymatlari 1.14.1-jadvalda keltirilgan. Germetizatsiya uchun tanlangan materiallar uchun, namlik koeffitsientlaridan foydalanib, namlikka chidamli xossarni hisoblash mumkin.

Jadva-1.14.1. Germetiklashtiradigan polimer moddalarning namlanish koeffitsientlarini qiymatlari

N	Materiallar	Namlanish koeffitsientlar			Materialni qo'llanilishi
		B, s	D, M ² /s	Γ , s ² /m ²	
1	Ftoroplast-4	$1,0 \cdot 10^{-16}$	$8,34 \cdot 10^{-13}$	$12 \cdot 10^{-5}$	Ichi bo'sh plastmassali qobiq
2	Polietilen	$6,27 \cdot 10^{-16}$	$6,4 \cdot 10^{-15}$	$9,8 \cdot 10^{-4}$	
3	Polistirol	$4,23 \cdot 10^{-15}$	$3,32 \cdot 10^{-12}$	$12,6 \cdot 10^{-5}$	
4	Plastmassa K-124-38	$1,66 \cdot 10^{-16}$	$8,34 \cdot 10^{-14}$	$2,0 \cdot 10^{-5}$	
5	Plastmassa B4-70	$2,5 \cdot 10^{-16}$	$3,32 \cdot 10^{-13}$	$8,3 \cdot 10^{-4}$	
6	Kompaund ЭК-16 “Б”	$2,08 \cdot 10^{-16}$	$6,4 \cdot 10^{-15}$	$33,25 \cdot 10^{-4}$	Quyulishli germetizatsiya
7	Kremniy organik elastomer	$8,3 \cdot 10^{-15}$	$8,2 \cdot 10^{-12}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	Quyulishli germetizatsiya
8	Kompaund ЭKM	$4,1 \cdot 10^{-16}$	$7,1 \cdot 10^{-13}$	$5,77 \cdot 10^{-4}$	Yarim o'tkazgichli IMS qobiqlik va qobiqsiz

					germetizatsiyasi
9	Press-modda (material) K-89-39C	$1,83 \cdot 10^{-16}$	$6,1 \cdot 10^{-13}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$	Qobiqlik germetizatsiya
10	Press-modda (material) K-89-39C	$3,5 \cdot 10^{-15}$	$8,0 \cdot 10^{-13}$	$4,37 \cdot 10^{-4}$	Qobiqlik germetizatsiya
11	Kukunli kompaund	$8,0 \cdot 10^{-15}$	$1,14 \cdot 10^{-12}$	$7,0 \cdot 10^{-4}$	Uyurmali sepilish yolli yarimo'tkazgichli qalin qatlamli GISni germetizatsiyasi
12	Tiksotropli kompaund Φ -47	$8,5 \cdot 10^{-15}$	$1,5 \cdot 10^{-12}$	$5,7 \cdot 10^{-4}$	Yarimo'tkazgichli qalin qatlamli GISni o'rash germetizatsiyasi
13	Tiksotropli kompaund ЭК-91	$8,5 \cdot 10^{-15}$	$3,0 \cdot 10^{-12}$	$5,7 \cdot 10^{-4}$	Yarimo'tkazgichli qalin qatlamli GISni o'rash germetizatsiyasi
14	Tiksotropli kompaund ПЭК-19	$7,8 \cdot 10^{-15}$	$2,1 \cdot 10^{-12}$	$3,7 \cdot 10^{-4}$	Quyushli germetizatsiyay
15	Emal ЭП-91	$7,0 \cdot 10^{-15}$	$1,08 \cdot 10^{-3}$	$6,5 \cdot 10^{-4}$	Yarim o'tkazgichli IMS qobiqsiz germetizatsiyasi
16	Emal КО-97	$8,2 \cdot 10^{-15}$	$1,1 \cdot 10^{-12}$	$7,45 \cdot 10^{-4}$	Yarim o'tkazgichli IMS qobiqsiz germetizatsiyasi
17	Lak УР-231	$5,2 \cdot 10^{-15}$	$3,5 \cdot 10^{-12}$	$1,48 \cdot 10^{-4}$	Yupqa plyonkali GISlarni qobiqsiz germetizatsiyasi
18	Lak Φ П-525	$4,5 \cdot 10^{-15}$	$1,18 \cdot 10^{-12}$	$3,8 \cdot 10^{-4}$	Yupqa plyonkali GISlarni qobiqsiz germetizatsiyasi
19	Elim (kley) БК-3	$2,9 \cdot 10^{-15}$	$8,0 \cdot 10^{-12}$	$3,6 \cdot 10^{-4}$	Qobiqni elimli chok bilan germetizatsiyasi
20	Elim (kley) БК-9	$3,3 \cdot 10^{-15}$	$6,5 \cdot 10^{-12}$	$5,63 \cdot 10^{-4}$	Qobiqni elimli chok bilan germetizatsiyasi

IMS ning namlikdan himoyasini hisoblash uchun dastlabki ma'lumotlar: T_C - atrof-muhit K ni harorati, K; φ – atrof-muhitning nisbiy havo namligi, %; p_0 - atrof-muhitning suv bug'ining partsial bosimi, Pa; P_{kp} - IMS ishdan chiqishdan olib keladigan kritik suv bug'ining bosimi, Pa; S - namlik korpusga qiradigan germetizatsiyasi maydoni, m^2 ; d – ermetizatsiya qobig'ining qalinligi, m; V – namlik aralashib ketadigan korpusning ichki hajmi, m^3 ; B – germetizatsiyalanadigan qobiqning namlikni singdiruvchanligi koefitsienti, Ms; D – muhrlangan qobiqdagi namlik molekulalarining diffuziya koefitsienti, M^2/s ; Γ – IMS atrofidagi materialdagi namlikning eruvchanlik koefitsienti, s^2/m^2 .

IMS ning namlikdan himoyalanish vaqti - τ (s) uning muammosiz ishlashini ta'minlaydigan davr hisoblanadi. Namlikka chidamlilik namlikka eng sezgir IMS elementi uchun aniqlanadi.

Bo'shliqdan iborat korpuslarning namlikka chidamliligi. Bo'shliqdan iborat qobiq deb unig ichki qismi bo'sh hajmga ega bo'lgan qobiq aytiladi. Ularning namlikdan himoyasi τ vaqti bilan baholanadi, bu vaqtda korpus ichidagi suv bug'ining bosimi P_{kr} qiymatga etadi, bunda IMS ishlamay qoladi. U quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\tau = \tau_0 + \tau_1, \quad (1.14.1)$$

bu erda τ_0 - qobiq materialini namlash vaqti; τ_1 - namlikning korpusning ichki hajmiga kirish vaqti. τ_0 qiymati qobiq qalinligi d va qobiq materialidagi suv molekulalarining diffuziya koeffitsienti D ga bog'liq:

$$\tau_0 = d^2/(6D). \quad (1.14.2)$$

Formula materialning faqat korpus qobig'iga molekulyar diffuziyasi orqali namlik bilan to'yinganligi haqidagi taxminga asoslanadi. τ_0 faqat korpus qobig'ining qalinligi $d > 0,1$ mm bo'lsa hisobga olinishi kerak.

Namlikning kirib kelish vaqtini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\tau_1 = \frac{V\Gamma d}{BS} \ln \left(\frac{p_0}{p_0 - p_{\text{кр}}} \right). \quad (1.14.3)$$

Umumiy vaqt, (14.3) dan kelib chiqib, quyidagicha aniqlanadi:

$$\tau = \frac{V\Gamma d}{BS} \ln \left(\frac{p_0}{p_0 - p_{\text{кр}}} \right) + \frac{d^2}{6D}. \quad (1.14.4)$$

Haqiqiy holatlarda, korpus ichida har doim o'ziga xos namlik (partial bosim p_n) bo'lgan havo mavjud. Buni hisobga olsak, τ -vaqt kamayadi va quyidagiga teng bo'ladi:

$$\tau = \frac{VTd}{BS} \ln \left[\frac{p_0(p_{kp} - p_n)}{(p_0 - p_{kp})(p_0 - p_n)} \right] + \frac{d^2}{6D}. \quad (1.14.5)$$

Shuni hisobga olish kerakki, (1.14.3.) – (1.14.5) formulalarda G koeffitsienti $7,4 \cdot 10^{-6} \text{ s}^2/\text{m}^2$ ga mos keladi. Standart plastmassa yoki metall-polimer korpusida muhrlangan bo'lsa, namlikni himoya qilish vaqti IMS ni saqlash, ishlatish vaqtlarini va bosim p_{kr} ni larni, tashqi muhitning namligini hisobga olgan holda hisoblanadi. Odatda p_{kr} ni qiymatini $0,85 \dots 0,95 p_0$ (bunda IMS favqulotda yoki sekinlik bilan ishdan chiqishi mumkin).

Monolit qobig'larni namlikka chidamliligi

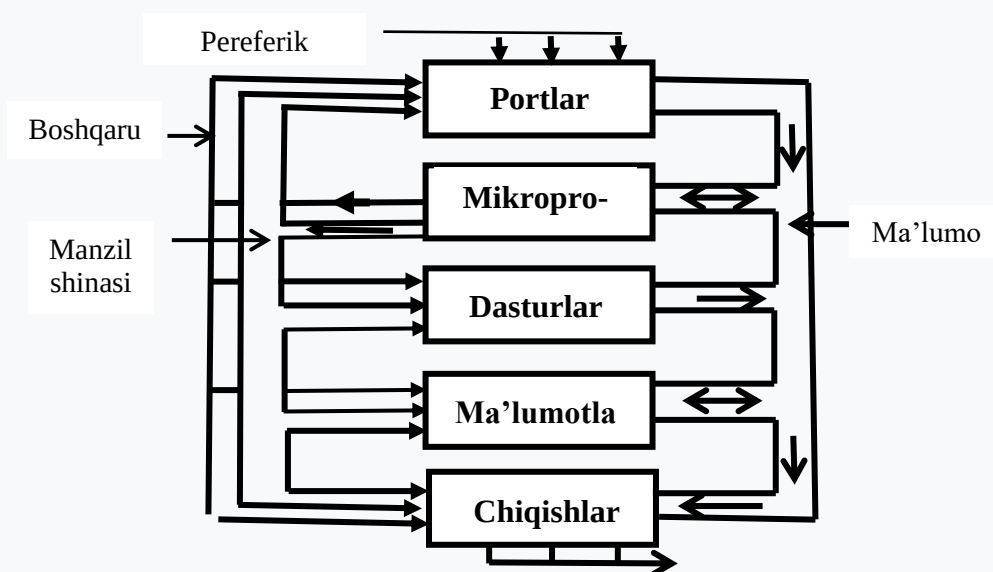
Monolit qobig'larda germetizatsiyalangan IMSlarning ishlamay qolishi namlikning germetizatsiya material tomonidan yutilishidir va IMS sirtining namlanishi tufayli yuzaga keladi. Suv bug'ining kritik bosimi p_{kr} ga to'g'ri keladigan kritik konsentratsiyaga erishilganda, IMSlar ishlamay qoladi. IMS yuzasida kritik namlik konsentratsiyasiga erishilgan vaqt quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\tau = -\frac{4d^2}{\pi^2 D} \ln \left[\frac{\pi^2}{8} \left(1 - \frac{p_{kp}}{p_0} \right) \right]. \quad (1.14.6)$$

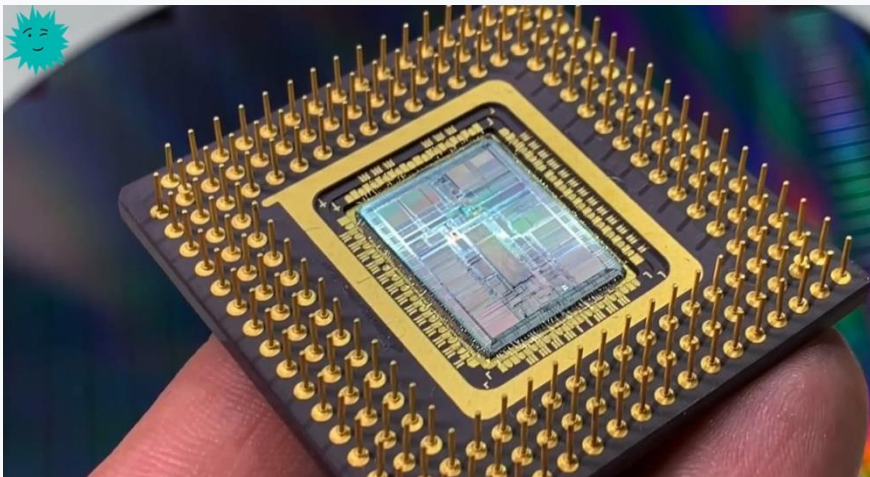
Shunday qilib, vaqt germetizatsiya materialning qalinligi, undagi suv molekulalarining diffuziya koeffitsienti va IMS yuzasiga polimerni zaif yopishishi sharoitida p_{kr} / p_0 nisbati bilan aniqlanadi.

1.15. MIKROPROTSESSOR TEXXNIKASI ASOSLARI

Zamonaviy mikroprotsektorlar dunyodagi eng tez va eng aqlli chiplardir. Ular soniyada 4 milliard operatsiyani bajarishi mumkin va ko'plab turli texnologiyalar yordamida ishlab chiqariladi. Yigirmanchi asrning 90-yillari boshidan boshlab, protsektorlar ommaviy foydalanishga kirkandan so'ng, ular rivojlanishning bir necha bosqichlarini bosib o'tdi. Mavjud 6-avlod mikroprotsektor texnologiyalaridan foydalangan holda mikroprotsektor konstruksiyalarini rivojlantirishning apogeysi mantiqiy sxemalarni ishlab chiqarish va yaratishda minimal yo'qotishlar bilan yuqori chastotalarni olish uchun kremniyning barcha asosiy xususiyatlaridan foydalanish mumkin bo'lgan 2002 yil hisoblanadi. Endi yangi protsektorlarning samaradorligi kristallarning ishlash chastotasining doimiy o'sishiga qaramay, biroz pasaymoqda, chunki silikon texnologiyalari ularning imkoniyatlari chegarasiga yaqinlashmoqda.



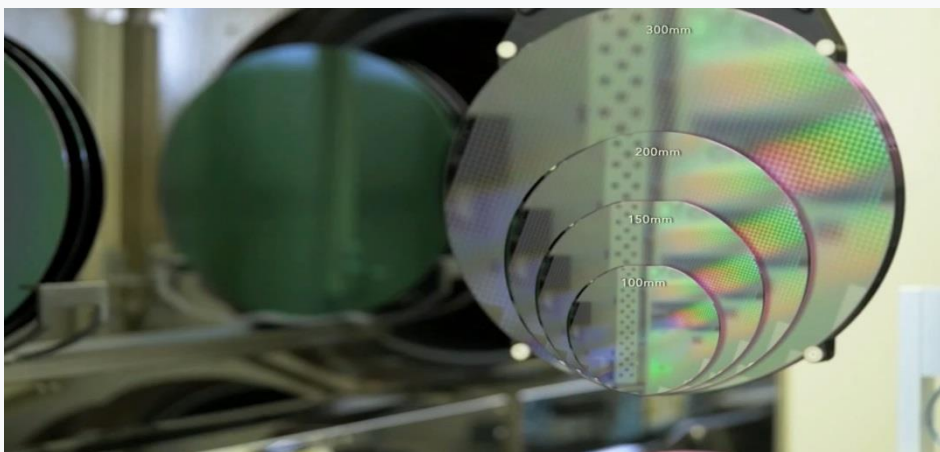
Rasm-1.15.1. Zamonaviy mikroprotsessorni blok sxemasi



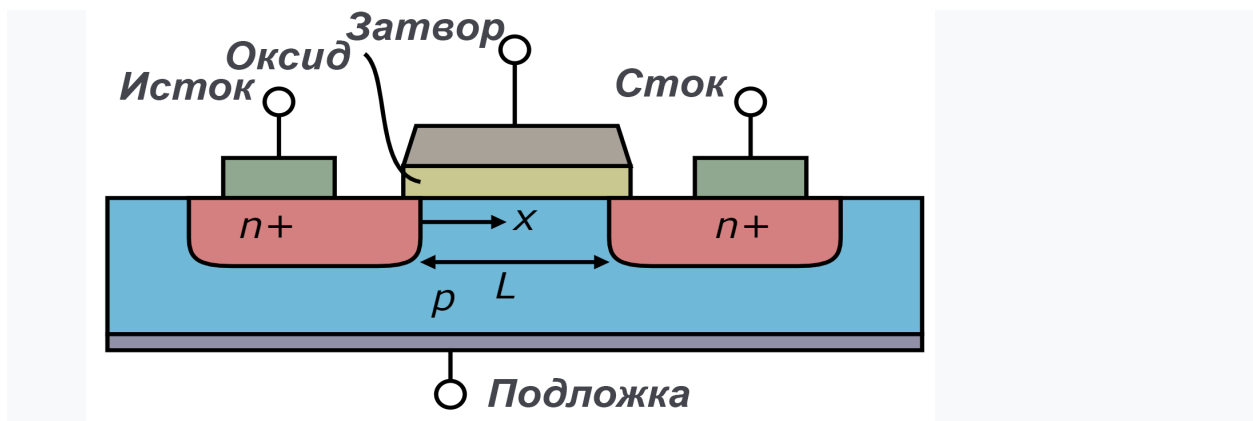
Rasm-1.15.2. Zamonaviy mikroprotssessor



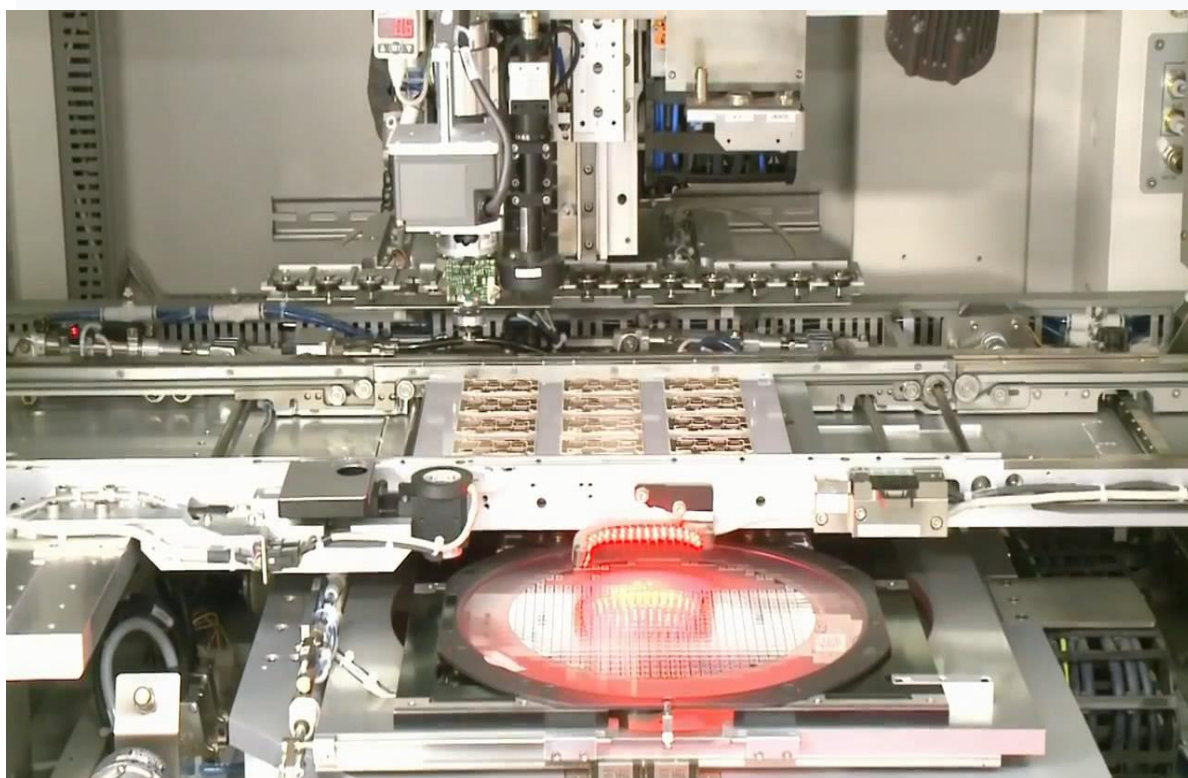
Rasm-1.15.3. Kremniy monokristali



Rasm-1.15.4. Kremniy plastinkalari

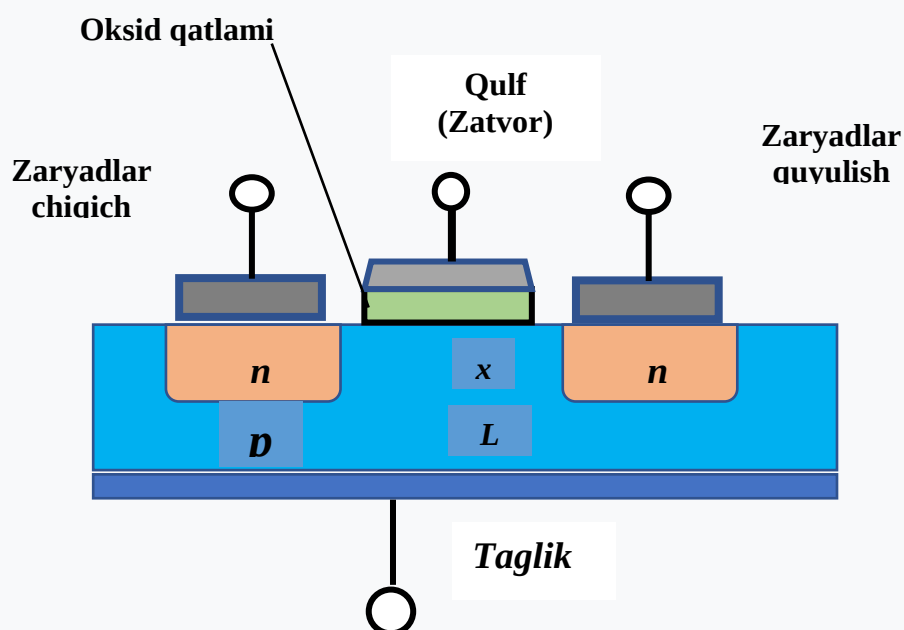


Rasm-1.15.5. Boshqaruvi p - n o'tishdan iborat bo'lgan MOSFET maydon tranzistorining konstruksiyasi



Rasm-1.15.6 Mikroshemani yig'ish uskunasi

MOSFET-rusumli maydon tranzistorining konstruksiyasi



Rasm 1.15.7. MOSFET-rusumli maydon tranzistorining konstruksiyasi

Mikroprotsesssor- bu kichik kremniy chipida hosil qilingan integral sxemadir. Kremniy, mikro sxemalarda yarimo'tkazgich xossalriga ega bo'lganligi sababli: uning elektr o'tkazuvchanligi dielektriklaridan katta bo'ladi, lekin metallaridan kamroqdir. Kremniyni elektr zaryadlarining harakatlanishiga to'sqinlik qiluvchi izolyator, hamda o'tkazgich xossasiga ega bo'lishi mumkin mumkin, bunda elektr zaryadlari u orqali erkin o'tadi. Yarimo'tkazgichning o'tkazuvchanligini aralashmalarni kiritish orqali boshqarish mumkin.

Mikroprotsesssor alyuminiy yoki misdan yasalgan ingichga o'tkazgichlar orqali bir-biriga bog'langan va ma'lumotlarni qayta ishlash uchun ishlatiladigan millionlab tranzistorlarni o'z ichiga oladi. Ichki shinalar shu tariqa shakllanadi. Natijada, mikroprotsesssor ko'plab funktsiyalarni bajaradi - matematik va mantiqiy operatsiyalardan tortib, boshqa chiplar va butun kompyuterning ishlashini nazorat qilishgacha.

Protsessorning asosiy parametrlaridan biri **kristallni ishlash chastotasi** bo'lib, u **vaqt birligidagi operatsiyalar sonini, tizim shinasining chastotasini** va **ichki SRAM kesh xotirasining hajmini** belgilaydi. Protsessor kristalning ishlash chastotasiga ko'ra markirovka qilindi (maxsus belgilanadi). Kristalning ish chastotasi tranzistorlar yopiq holatdan ochiq holatga o'tish tezligi bilan belgilanadi. Transistorning tezroq ishchi holatiga o'tish qobiliyati chiplar asosini tashkil qiladigan kremniy plastinkasini ishlab chiqarish texnologiyasi bilan belgilanadi. Texnologik jarayon transistorning o'lchamlari (uning qalinligi va kirish darchasini (zatvorni-zaryadlarni quyulish joyini uzunligi) bilan aniqlaydi. Misol uchun, 2004 yil boshida joriy etilgan 90 nm liktexnologik texnologiyadan foydalangan holda, tranzistor o'lchami 90 nm va kirish darchasini uzunligi 50 nm tashkil etgan.

Barcha zamonaviy protsessorlarda maydon tranzistorlardan (polevoy tranzistorlar) foydalaniladi. Yangi texnologik jarayonga o'tish, yuqori chastotali yoqilish-ulanish transistorlarini, kamroq toklarni “qochib ketish” (tok utechki) va kichik o'lchamlarga ega tranzistorlarni yaratishga imkon beradi. Tranzistorlarni hajmini kichrayishi bir vaqtning o'zida kristallni yuzasin kichraytirishga va buning natijasida issiqlik chiqishini kamayishiga erishiladi, ingichka kirish darchasi esa yoqib-o'ochrish uchun kamroq kuchlanishni uzatish imkonini beradi, bu holat quvvat sarfini va issiqlik tarqalishini kamaytiradi.

Protsessorlarning asosiy xarakteristikalar

Takt chastotasi. Protsessorning **takt chastotasi**, protsessor sekundiga qancha operatsiyani bajarishi mumkinligini aniqlaydigan xarakteristikadir, ammo takt chastotasi oshgani sayin energiya quvvatini iste'moli qilishi ham ortadi, shuningdek, protsessordan ajralib chiqayotgan va uni qandaydir yo'l bilan olib tashlanishi kerak bo'lgan issiqlik miqdori ham ortib boradi. Takt tezligi zamonaviy protsessorlarning ishlash samaradorligini belgilovchi omillardan xisoblanadi, ammo mazkur omil yagona emasdir. Shu sababli, ishlab chiqaruvchilarni orasidagi, chastota bo'yicha poygasi pasayib ketdi va zamonaviy protsessorlar oldingi modellarga nisbatan chastotali xarakteristikalar bo'yicha unchalik oldinga

siljishmadi: eng taniqli protsessorlarning takt chastotalari 3,5 Ggts (gegogerts) dan oshmadi.

Kesh hotiraning xajmi. Protsessor operativ xotiraga joylashtirilgan ma'lumotlar bilan ishlaydi, lekin unga qo'shimcha ravishda markaziy protsessorning o'ziga **kesh xotirasi** o'rnatilgan bo'lib, unga tezroq kirish imkoniyati mavjuddir. Keshga, protsessor tomonidan tez-tez ishlatiladigan ma'lumotlarni joylashtirilgan bo'ladi. Xotira xajmi qanchalik katta bo'lsa, protsessorning ishlash tezligi shunchalik yuqori bo'ladi. Kesh xotira ikki darajaga bo'lindi. Protsessor birinchi darajaga tezroq kiradi, shuning uchun unda eng kerakli ma'lumot joylashgan bo'ladi. Ikkinchi darajadagi keshga kamroq ishlatiladigan ma'lumotlar tushadi. Xozirgi protsessorlarning birinchi darajadagi hajmi uncha katta emas, shuning uchun xarakteristikasi kamroq aks etadi. Ikkinchi darajali kesh xotirasi esa tez sur'atlar bilan o'sib bormoqda: zamonaviy 2 yadroli protsessorlarda u 6 Mb ga, 4 yadroli protsessorlarda esa 12 Mb ga yetishi mumkin.

Frontal shinani takt chastotasi. Zamonaviy protsessorlar va operativ xotira o'rtasida ma'lumotlar almashinuvi **frontal shina** (Front Side Bus-FSB) deb nomlangan kanal orqali amalga oshiriladi. Uning takt chastotasi qanchalik yuqori bo'lsa, ma'lumotlar tezroq uzatiladi. Zamonaviy protsessorlarning o'tkazuvchanlik imkoniyati soniyasiga 10 Gb dan os

II - QISM

2.1. KIRISH QISMI. TIBBIY ASBOB, ASBOB-USKUNALAR TUSHUNCHALARI. TIBBIYOTDA FIZIK O'LCHOVLARNING O'ZIGA HISLIGI VA TSNIFI Tibbiy asbob, asbob-uskunalar tushunchalari.

1. Kirish qismi

Hozirgi vaqtda ilmiy-texnika inqilobining deyarli barcha ilg'or yutuqlari tibbiyot (T) - sog'liqni saqlash (SS) xizmatiga topshirilmoqda. Tibbiyotda biron bir tashxis yoki biologik ob'ektni tahlil qilish turli maqsadlar uchun biotibbiyot uskunasiidan foydalanmasdan amalga oshirilmaydi. Zamonaviy T va SS ning texnik arsenali juda katta va xilma-xildir.

Tibbiy asbob-uskunalaridan foydalanish bilan bog'liq masalalarning aksariyati ma'lumotlarni o'rganish va qayta ishlash, shuningdek, insonning eng muhim organlari faoliyatini faollashtirish bilan bog'liq.

Zamonaviy tibbiy texnologiyalar keng diapazonli elektron, lazer va optik tolali texnologiyalarni, rentgen, magnitoterapiya, ultratovush va tomografiya uskunalarini, hayotni ta'minlashning murakkab tizimlarini o'z ichiga oladi, shuning bilan birgalikda operatsiyalar paytida, polimerlar kimyosi yutuqlariga asoslangan texnik vositalar, yuqori energiya texnologiyasi va boshqalardir.

2. Tibbiy asbob, asbob, asbob-uskunalar tushunchalari

Biotibbiyot tadqiqotlari uchun elektrotibbiyot apparatlarinin (ETA) tasnifi

Umumiy vositalar tizimida **ETA** egallagan o'rinni baholash uchun uning tasnifini ko'rib chiqaylik. Texnik vositalar, tibbiyotda diagnostika, terapiya va bemorlarni parvarish qilishda qo'llaniladi.

Tibbiy texnik jarayonda hal qilinadigan vazifalar nuqtai nazaridan tibbiy texnologiyani 3 ta katta guruhga bo'lish mumkin:

1. Tibbiy aparaturalar;
2. Tibbiy asboblar;

3. Tibbiy uskunalar.

Tibbiy apparatlar - bemor bilan u yoki bu darajada mustaqil

avtomatlashtirilgan o'zaro ta'sir jarayonini ta'minlaydigan konvertorlar, asboblari, qurilmalar va tizimlar to'plamidir.

Misol: qon bosimi o'lchagichi, elektrokardiograf, elektroensefalograf va boshqalar.

Tibbiy asboblari - bu bemorga inson qo'li bilan birgalikda ta'sir qiladigan asboblari, uni ya'ni qo'lni davomi tariqasida.

Misol: jarrohlik skalpeli, qisqich, qaychi, stomatolog qisqichlari, pinset va boshqalar.

Tibbiy asbob-uskunalar - bemorni parvarish qilish va tibbiy texnologik jarayon uchun yordamchi qurilmalar.

Misol: operatsiya xonalari va intensiv terapiya bo'limlari uchun uskunalari, masalan, operatsiya xonalari uchun yoritish tizimlari va boshqalar.

Tibbiy asbob-uskunalar tibbiy texnologiyani eng murakkab va jadal rivojlanayotgan sohasidir.

Amalda ishlatiladigan energiya turiga qarab, uni quyidagilarga bo'lish mumkin:

- 1). Elektromedikal uskunalari (EMU).
- 2). Mexanik tibbiy asbob-uskunalar (MTA).

Ko'proq qismini EMU - asboblari, qurilmalar va tizimlar tashkil etadi, ular elektr yoki elektron qurilmalar bo'lib, ular elektr energiyasidan foydalanishga asoslangan.

Mexanik tibbiy asbob-uskunalar (MTA) - printsiptan jihatdan qattiq jismning mexanik energiyasidan (suyaklarni tortish uchun qurilma), suyuqliklar (gidravlik TA) – gidroterapiya (suv bilan davolash) qurilmalari, gazlar (gaz TA) - o'pkalarni sun'iy ventilyatsiyalash uchun asboblari va boshqalardan foydalanadi.

Diagnostik ETAning blok sxemasi

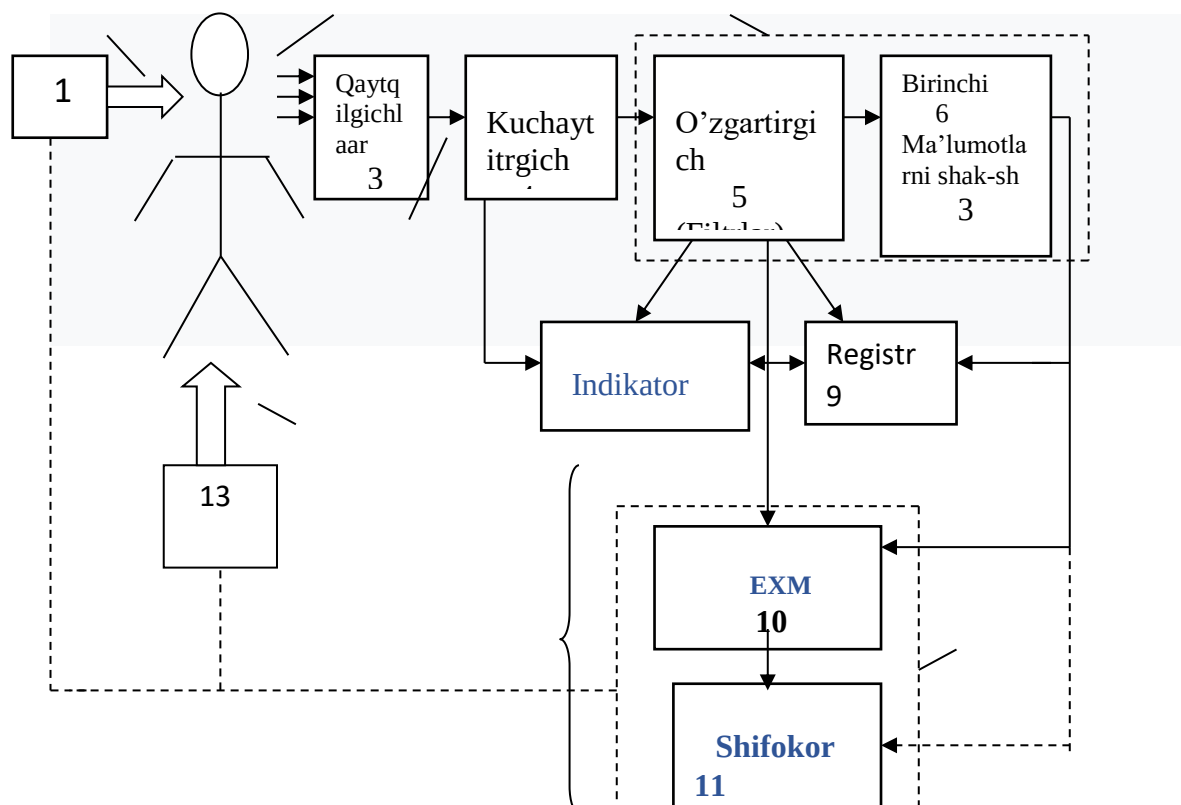
Tibbiy amaliyotni ko'p bosqichli, takroriy diagnostika va davolash jarayoni sifatida ifodalash mumkin.

Uning maqsadi kasallikning alomatlarini aniqlash va uning sabablarini bartaraf etishdir.

Ushbu jarayon ketma-ket quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi:

1. Ma'lumotlarni yi'g'ish bosqichi;
2. Ma'lumotlarni taxlil qilish bosqichi;
3. Davolash bosqichi.

Davolash bosqichi - mazkur bosqich shifokor bilimlari va terapevtik asboblardan foydalanishni o'z ichiga oladi. Shunday qilib, diagnostika va davolash jarayoni diagnostika va davolash kompleksi - biotexnik tizimning (BTT) strukturaviy diagrammasi bilan ifodalanishi mumkin: 2.1.1-rasmda ko'rsatilgan "bemor - qurilma - shifokor" (B - Q - Sh).



Rasm-2.2.1. *Inson tanasining holatini elektrofiziologik o'rganish va diagnostika qilish uchun biotexnik tizimning blok sxemasi*

- 1 – stimulyatsiya (faol ta'sir),
- 2 – bemor,
- 3 – birlamchi o'zgartkichlar (qatqilgichlar, elektrodlar va b.),
- 4 – fiziologik signallarni kuchytirilishi,
- 5 – signallarni o'zgartirish bloki (kuchaytirish, filtirlas, analog-raqamli o'zgartirgich va b.),
- 6 – birlamchi belglar ma'lumotlarini shakllantirish bloki,
- 7 – analogli ma'lumotlarni qayta ishlash uskunasi,
- 8 – indikatsiya bloki (stelkali, raqamli, displey va x.k.),
- 9 – qayd qilish bloke (o'zi yozib oluvchi, EXM xotirasi va x.k.),
- 10 – EXM (mini – EXM, mikroprotsessor, mikro-EXM, shaxsiy kompyuter va b.),
- 11 – davolovchi shifokor,
- 12 – kasallik xaqida qaror qabul qilish uchun klassifikator,
- 13 – davolash uchun ta'sirlar.

Umuman olganda, eng oddiy holatda, elektrofizik tadqiqotlar uchun tibbiy asbob quyidagi bloklardan iborat:

- 1) Sensorlar - elektrodlar;
- 2) Biopotentsiallar kuchaytirgichi;
- 3) Signallarni qayta ishlash bloki;
- 4) Axborotni ro'yxatga olish (tasvirlash) bloki.

1. Tibbiyotda fizik o'lchovlarning o'ziga xosligi va tasnifi.

Tibbiyotda fizik o'lchovlar tananing turli parametrlarini aniqlashda asosiy rol o'ynaydi. Tibbiy asboblarda tana qismlarining tezligi va tezlashishi, qon tezligi, akustik o'lchovlar, mushaklar kuchi, bosim va boshqalar kabi jismoniy miqdorlarni o'lchash uchun ishlatiladi. Ular tibbiyotda ob'ektlar, hodisalar va jarayonlarni tavsiflash uchun ishlatiladi. Tibbiy o'lchovlarning asosiy turlariga mexanik, termofizik, elektr va magnit o'lchovlar kiradi:

- Fizik kattaliklarni o'lchash uchun tibbiy asboblari;
- Kasallik diagnostikasida fizik o'lchovlarni qo'llash;
- Tibbiyotda tezlik va tezlanishni o'lchash texnologiyalari;
- Qon tezligini o'lchash va uning diagnostikadagi ahamiyati;
- Tibbiyotda akustik o'lchovlar: tamoyillari va qo'llanilishi;
- Muskul kuchini o'lchash: usullari va tibbiyotdagi ahamiyati;
- Bosim: tibbiyotda o'lchash va nazorat qilish;
- Tibbiyotda elektr va magnit o'lchovlari

2.2. TIBBIY ELEKTRONIKA ASBOBLARI TASNIFI

2. Tibbiyotda fizik o'lchovlarning o'ziga xosligi va tasnifi

Tibbiyotda fizik o'lchovlar tananing turli parametrlarini aniqlashda asosiy rol o'ynaydi. Tibbiy asboblarda tana qismlarining tezligi va tezlashishi, qon tezligi, akustik o'lchovlar, mushaklar kuchi, bosim va boshqalar kabi jismoniy miqdorlarni o'lchash uchun ishlatiladi. Ular tibbiyotda ob'ektlar, hodisalar va jarayonlarni tavsiflash uchun ishlatiladi. Tibbiy o'lchovlarning asosiy turlariga mexanik, termofizik, elektr va magnit o'lchovlar kiradi:

- Fizik kattaliklarni o'lchash uchun tibbiy asboblarda;
- Kasallik diagnostikasida fizik o'lchovlarni qo'llash;
- Tibbiyotda tezlik va tezlanishni o'lchash texnologiyalari;
- Qon tezligini o'lchash va uning diagnostikadagi ahamiyati;
- Tibbiyotda akustik o'lchovlar: tamoyillari va qo'llanilishi;
- Muskul kuchini o'lchash: usullari va tibbiyotdagi ahamiyati;
- Bosim: tibbiyotda o'lchash va nazorat qilish;
- Tibbiyotda elektr va magnit o'lchovlari.

2. Tibbiy va biologik ma'lumotlarni qabul qilish, uzatish va qayd etish qurilmalari

Tibbiy biologik ma'lumotlarni qabul qilish va uzatish uchun qurilmalari, signalni olish qurilmalari, fiziologik mazmundagi tibbiy biologik ma'lumotlarni o'zgartirib, elektron qurilma signallariga o'zgartiradi.

Qurilmalar:

Signalni olish qurilmalari:

- elektrodlar;
- datchiklar-qayd qilgichlar;
- fttiv-faol (generatorli);
- parametrik (parametrik).

Elektrodlar maxsus shaklga ega bo'lgan o'tkazgichlar bo'lib, o'lchash zanjiri bilan biologik tizimni bog'laydi. diagnostikada elektrodlar nafaqat elektr signalini qabul qilish uchun balki, tashqi elektromagnit ta'sirini qo'llash uchun xam ishlatiladi. tibbiyotda elektrodlardan davolash maqsadida va elektrostimulyasiya uchun elektromagnetik ta'sir berish uchun xam foydalaniladi.

Elektrodlarga qo'yiladi talablar qo'yiladi:

- ularni tezda ulanish va olib tashlash imkoniga ega bo'lish kerak;
- elektr parametrlarining yuqori barqarorligiga ega bo'lish kerak;
- signalni buzmasligini ta'minlash kerak;
- biologik to'qimani qo'zg'atmasligi (раздражать) kerak.

Elektrodlarni ishlatish bilan bog'liq muammolar:

1. Biologik sistema bilan elektrodning kontakt sohasida galvanik EYuK (elektr yurutuvchi kuch) paydo bo'lishi.

3. elektrodlarning elektrolitik polarizatsiyasi, bu hola, tok o'tganda elektrodlarda reaksiya mahsulotlarini chiqarishga olib keladi. Natijada, (asosiy EYuKga) qarama qarshi EYuK hosil bo'ladi

Ikkala holatda ham EYuK paydo bo'lishi, olingan tasvirni buzadi elektrodlardan olingan foydali bioelektr signalini buzadi.

Elektrod-teri kontakt sohasining qarshiligini kamaytirish uchun:

Fizeritma bil

an namlangan salftetkalardan foydalaniladi;

elektrod maydonini oshiriladi (bu holda haqiqiy holat buzilgan bo'lishi mumkin, chunki elektrod bir vaqtning o'zida bir nechta ekvipotentsial sirlarni ushlaydi).

Fizioterapiya uchun elektrodlar turlari:

Yassi elektrodlar. Bunday elektrodlar, masalan, galvanizatsiya, elektroforezlarda ishlatiladi. Bemorning tanasiga doimiy tok ikkita elektrod yordamida ta'minlanadi; ularning har biri qo'rg'oshin plastinkasidan iborat (yoki o'tkazuvchan uglerodli grafitli mato) va gidrofil matolar.

Galvanizatsiya paytida yassi elektrodnlarni joylashtirish:

Elektrodlarning bo'ylma usulda joylashishida (tananing bir tomonida) tana yuzasida joylasgagan to'qimalarga ta'sir ko'rsatiladi. Elektrodlar ko'ndalang usulda joylashtirilganda (tananing qarama-qarshi sohalarida) chuqur joylashgan organlar va to'qimalarga ta'sir o'tkaziladi.

Vakuum elektrodleri. Bunday elektrodlar darsonvalizatsiyada ishlatiladi. Shishali elektrodlar ichidagi havo bosimi nisbatan past bo'ladi (6,7-13,5 Pa). Shishali vakuum elektrodlar bosh sohasini sochli teri qismiga ta'sir ko'rsatadi. Kontakt usulida (elektrodning teri bilan doimiy kontaktda bo'lishi) - o'rta chastotali elektr toki ta'siri ro'l o'ynaydi. Masofaviy usulda (elektrod teridan ma'lum masofada bo'ladi) asosiy omil – chaqnash razryadidir. Ikkala usul bilan ham vakuum elektrodlar teriga nisbatan harakat qiladi.

Ko'pgina tibbiy va biologik xarakteristikalarini elektrodlar tomonidan qayd qilib bo'lmaydi, chunki ular bioelektrik signallarni sezmaydi: qon bosimi, harorat, yurak tovushlari va boshqalarni. Ba'zi hollarda biotibbiot ma'lumotlari elektr signali bilan bog'liq, ammo uni "elektr bo'lmagan" kattlik sifatida o'lchash qulaydir, bu hollarda **datchiklardan** foydalaniladi (qayqilgichlar).

Datchik deb o'lchanadigan yoki nazorat qilindigan kattalikni signalga o'zgartiradigan qurilmaga aytiladi, o'tkazish, keyingi o'zgarirish va qayd qilish uchun qulay bo'lishi kerak. O'zgartiriladigan kattalik - X kirish kattaligi deb ataladi va α - o'lchangan signal, chiqish kattaligi deyiladi.

Datchik xarakteristikasi - X - kirish kattaligini α - chiqish kattaligiga funktsional bog'liligidir (analitik yoki grafik ko'rinishdada ko'rsatiladi). Odatda

ular $\alpha = kX$ chiziqli xarakteristikaga ega bo'lgan datchik tanlanadi, bu erda k - doimiy koeffitsient. S - datchik sezgirligi - chiqish kattaligini o'zgarishini kirish kattaligini o'zgarishiga bo'lgan qiymat bilan aniqlanadi:

$$S = \Delta\alpha / \Delta X \quad (2)$$

Datchikni chegaraviy qiymati - kirish qiymatining maksimal kattaligini, datchik tomonidan buzilishsiz va shikastlanishsiz qabul qilishidir.

Datchik ishlash chegarasi - kirish qiymatining minimal o'zgarishini, datchik tomonidan sezilishidir.

2.3. TIBBIY ASBOBLAR VA QURILMALARGA QO'YILADIGAN TALABLAR, TIBBIY USKUNALARNING XAVFSIZLIGI

1. Tibbiy asboblari va qurilmalarga qo'yiladigan talablar

Tibbiy asbob-uskunalar - bu texnik jihozlarning katta guruhi bo'lib, ular maxsus texnik xizmat ko'rsatishni talab qiladigan qurilmalarni o'z ichiga oladi. Ushbu qurilmalar har kuni ishlatiladi va odamlar bilan bevosita aloqada bo'ladi. Shuning uchun ular qat'iy xavfsizlik va sifat standartlariga javob berishi kerak. Texnik jihozlardan foydalanadigan ishchilar ham ular bilan ishlash uchun xabardor qilinishi va o'qitilishi kerak.

Alohida qurilmalarni ishlatish va o'rnatishdagi xatolar shifokor va bemorning hayotiga bevosita tahdid solishi mumkin. Masalan, bu ultratovush, rentgen, fizioterapevtik muolajalar va boshqalar uchun asboblarni o'z ichiga oladi. Tibbiy asbob-uskunalarni ishlatish qoidalari qonun bilan tartibga solinadi va qat'iy rioya qilishni talab qiladi. Qoidalardan chetga chiqish jiddiy oqibatlariga olib keladi, shu jumladan tibbiy tashkilotning litsenziyasini bekor qilinishi mumkin.

Tibbiy uskunalarni joylashtirish

Muhim bosqich - uskunani o'rnatishdir. Uskunaning uzluksiz ishlashi va xodimlarning xavfsizligi, shuningdek, bemorlarning sog'ayishi uning sifatiga bog'liq. Zamonaviy tibbiy uskuna (Rasm 2.3.1.)larga quyidagi talablar bajarishi va ularni yodda tutish zarur:

- Zarur litsenziyasi va hujjatlarga ega bo'lgan uskuna o'rnatilishi kerak.
- Faqat tibbiy uskunani o'rnatish xuquqiga ega tashkilotlar montaj ishlarini bajarish mumkin.
- Uskunani o'rnatayotgan xodim o'qitilgan va qurilmani tushunishi kerak.

Masalan, elektr energiyasi bilan ishlaydigan qurilmalar (Rasm 2.3.1.) erga ulanish moslamasi bilan jihozlangan. Metall qismlari va detallari izolyatsiya qilingan bo'ladi.



Rasm 2.3.1. *Elektr energiyasi bilan ishlaydigan qurilma*

O'rnatishdan so'ng har bir qurilma uchun texnik xizmat ko'rsatish jurnali yuritiladi. Qurilmalarning ishlashi butun foydalanish davri davomida kuzatilishi kerak. O'tkazilgan tekshiruvlar haqidagi barcha ma'lumotlar ushbu jurnalda qayd etiladi. Uskuna ishlamay qolsa va keyinchalik ta'mirlash imkoni bo'lmasa, u darhol yangisiga almashtiriladi. Bunday vaziyatlarning paydo bo'lishining oldini olish uchun yuqori sifatli va ishonchli tibbiy asbob-uskunalar olish kerak bo'ladi.

Tibbiyot muassasasi mustaqil ravishda tibbiy asboblarga xizmat ko'rsatishi mumkinmi?

Tibbiy asbob-uskunalarni texnik ekspluatatsiya qilish amaldagi qoidalarga muvofiq amalga oshirilishi kerak. Ixtisoslashgan tashkilotlar ham, tibbiy muassasaning o'zi ham qurilmalarga xizmat ko'rsatishi mumkin. Buning uchun uning negizida xizmat ko'rsatish markazi tashkil etilishi kerak. Bundan tashqari, bir qator qoidalarga rioya qilish kerak:

- Qurilmalarga xizmat ko'rsatish bilan shug'ullanadigan xodimlar muntazam ravishda o'z bilimlarini oshirishlari shart.
- Xavfsizlik qoidalariga qat'iy rioya qilish kerak.

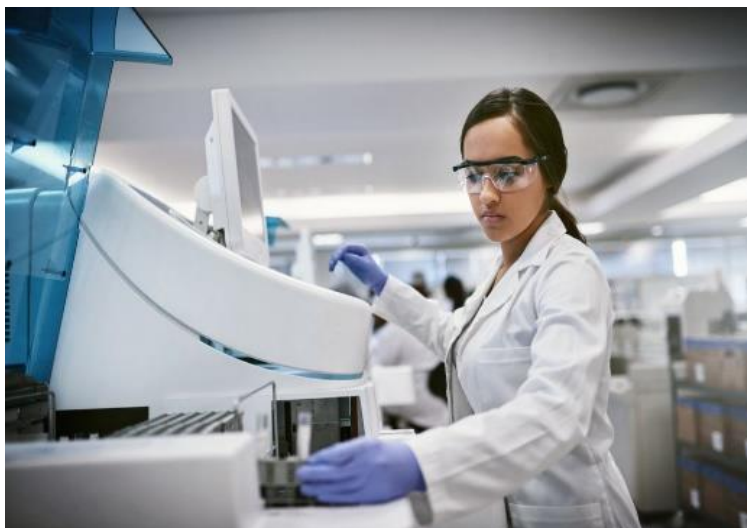
- Ta'mirlash va diagnostika ishlarini bajarish uchun xizmat ko'rsatish markazida maxsus jihozlar o'rnatilgan bo'lishi kerak.
- Hujjatlarni yuritish va ta'mirlash, diagnostika va profilaktika ishlarining vaqtini qayd etish muhim xisoblanadi.

Tibbiy asbob-uskunalar bilan ishlashda xavfsizlik qoidalari

Tibbiy asbob-uskunalarining ishlashi uchun xavfsizlik talablari qurilma turiga bog'liq. Bugungi kunda quyidagi talablar o'rinalidir:

- Amaldagi qurilmalarning elektr xavfsizligi.
- Mexanik jarohatlarning oldini olish.
- Radiatsiyaviy nerlanishidan himoyani ta'minlash.
- Yong'in xavfsizligi sharoitlarini ta'minlash.

Mazkur talablar xali xammasi emas. Biologik tadqiqotlar, elektrojarrohlik operatsiyalari, radiatsiya manipulyatsiyasi va boshqalar uchun mo'ljallangan uskunalar bilan ishlashda alohida e'tibor va diqqatni qaratish talab etiladi (Rasm 2.3.2).



Rasm 2.3.2. *Biologik tadqiqotlar, elektrojarrohlik operatsiyalari, radiatsiya manipulyatsiyasi va boshqalar uchun mo'ljallangan uskuna*

Har qanday xodim majburiy instruktajdan o'tishi kerak. Bu shifokorlarga ham, kichik xodimlarga ham tegishli. Instruktajlar quyidagicha bo'ladi:

Instruktaj turlari:

- Kirish instruktaji. Xodimlarga qurilma bilan aloqada bo'lgan har bir kishi bilishi kerak bo'lgan majburiy ma'lumotlar beriladi.

- Birlamchi instruktaj. Mutaxassisni mustaqil ish uchun tayyorlaydigan ma'lumotlar taqdim etiladi.

Takrorlangan. Ilgari olingan ko'nikmalarni mustahkamlash va tasdiqlash uchun zarur.

- Rejadan tashqari. Uskunalar dizaynida yoki belgilangan qoidalarda o'zgarishlar yuz berganda talab qilinadi.

- Maqsadli. Muayyan vazifalarni bajaradigan xodimlarga beriladi

- Takrororiy. Ilgari olingan ko'nikmalarni mustahkamlash va tasdiqlash uchun zarur.

- Rejadan tashqari. Uskunalar sxemasida yoki belgilangan qoidalarda o'zgarishlar yuz berganda talab qilinadi.

- Maqsadli. Muayyan vazifalarni bajaradigan xodimlarga beriladi.

Xavfsizlik qoidalariga rioya qilish tashkilot rahbariyati tomonidan nazorat qilinadi. Muntazam tekshiruvlar, tekshiruvlar o'tkazish, himoya vositalarining mavjudligini, shuningdek ularning sifatini nazorat qilish kerak bo'ladi. Barcha qurilmalar litsenziyalar bilan birga bo'lishi kerak. Tibbiy asbob-uskunalar bilan ishlashning umumiy qoidalari har qanday tibbiyot muassasalari uchun amal qiladi.

Foydalanishning asosiy qoidalari:

Tibbiy asbob-uskunalarining to'g'ri va sifatli ishlashi xodimlarning malakasiga bog'liq. Ishlayotganda xodimlar qonun hujjatlarida nazarda tutilgan talablarga rioya qilishlari shart. Asosiy talablarga quyidagilar kiradi:

- Bemorlarga yordam berish uchun faqat majburiy testlardan o'tgan va muayyan sharoitlarda o'rnatishga ruxsati bor jihozlardan foydalanish mumkin. Normativ-texnik hujjatlar va litsenziyalarning mavjudligi ham tekshiriladi.

- Rentgen apparatlari va ayrim fizioterapevtik preparatlarni ishlatishda bemor va xodimlar maxsus himoya vositalari bilan ta'minlangan bo'lishi kerak, ular ham ma'lum talablarga javob berishi kerak.

- Faqatgina malaka oshirishdan o'tgan va 18 yoshdan oshgan sertifikatlangan xodimlar professional qurilmalarni mustaqil ravishda boshqarishi mumkin. Ba'zi hollarda, xodim sog'lig'i va jismoniy parametrlari tufayli ishga yaroqli bo'lishi kerak.

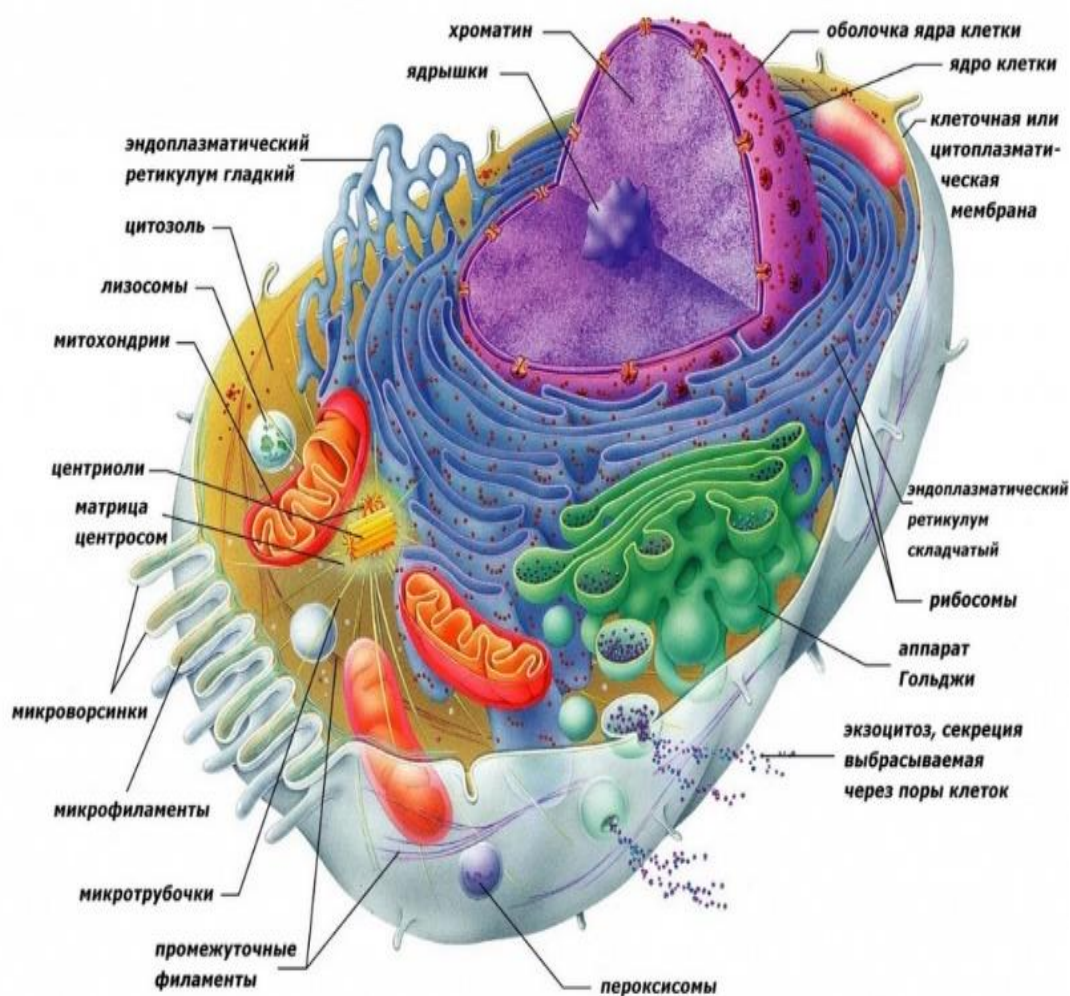
:

.

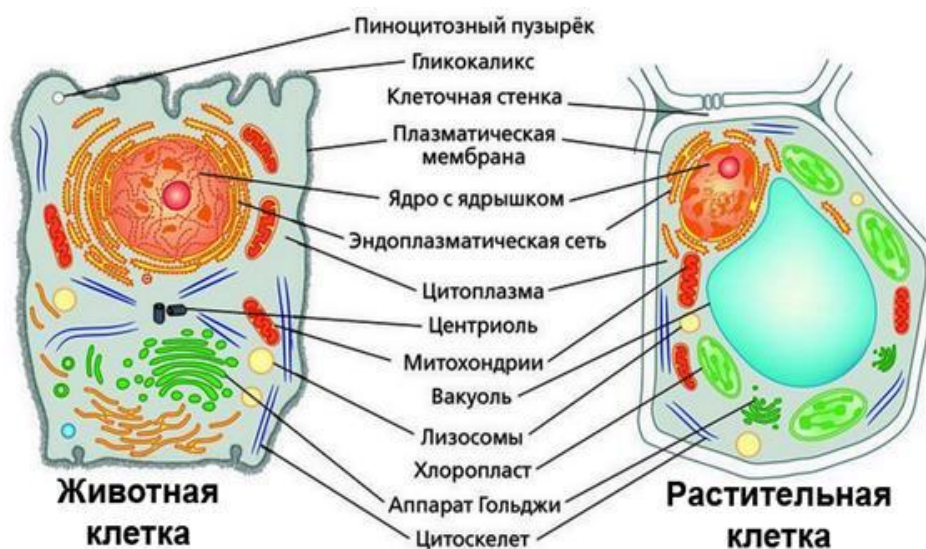
2.4. INSON TANASINI TAVSIFLOVCHI FIZIK SIGNALLARNING TURLARI

1. Inson tanasida xosil bo'luvchi signalarning asosi- biopotentsiallarni hosil bo'lish mexanizmlari.

Inson tanasida xosil bo'luvchi signalarning asosi bo'lgan biopotentsiallarni hosil bo'lish mexanizmlari koo'rib chiqishdan oldin, tirik organizmning eng kichik bo'lagi bo'lgan qismi – xujayra bilan taishib chiqamiz (Rasmlar- 2.19.1.; 2.19.2).



Rasm-2.4.1. Tirik xujayrani tuzilishi



Рasm-2.4.2. *Тirik organism (a) va o'simlik (b) xujayralari*

Тinchlik potentsiali - qo'zg'aluvchan hujavraning (nevron, kardiomiotsit) qo'zg'alu ichki va tashqi tomonlaridagi elektr potentsiallaridagi farqni ifodalaydi va issiq qonli hayvonlarda -55 dan -100 mV gacha bo'ladi. Neyronlar va nerv tolalarida odatda uning qiymati -70 mV ni tashkil qiladi.

Osmotik muvozanatni o'rnatish jarayonida hujayra sitoplazmasidan musbat zaryadlangan kaliy ionlarining xujayradan tashqariga chiqishi tufayli yuzaga keladi.

Sitoplazmadagi kaliy ionlarining zaryadini neytrallastiradigan organik kislotalarning anionlari hujayradan chiqa olmaydi, ammo sitoplazmadagi konsentratsiyasi xujayra tashqarisidagiga nisbatan yuqori bo'lgan kaliy ionlari sitoplazmadan ular hosil qilgan elektr zaryadi paydo bo'lguncha diffuziya yo'li bilan o'tadi. hujayra membranasida ularning kontsentratsiya gradientini muvozanatlashadi.

1902 yilda Yuliy Bernshteyn quyidagi gipotezani ilgari surdi, unga ko'ra hujayra membranasi K^+ ionlarini hujayra ichiga o'tkazadi va ular sitoplazmada to'planadi. Kaliy elektrodi uchun Nernst tenglamasidan foydalangan holda tinchlikdagi potentsialning qiymatini hisoblash mushak sarkoplazmasi va atrof-muhit o'rtasidagi o'lchangan potentsialga qoniqarli darajada to'g'ri keldi, bu taxminan -70 mV tashkil etgan.

Yu Bernshteyn nazariyasiga ko'ra, hujayra qo'zg'alganda uning membranasi shikastlanadi va membrana potentsiali nolga teng bo'lgunga qadar K^+ ionlari hujayradan konsentratsiya gradienti bo'ylab oqib chiqadi. Keyin membrana o'zining yaxlitligini tiklaydi va potentsial tinchlikdagi potentsial darajasiga qaytadi. Ko'proq harakat potentsiali bilan bog'liq bo'lgan bu da'vo 1939 yilda Alan Lloyd Xodgkin va Endryu Xaksli tomonidan rad etilgan.

Membranadagi potentsial farqini saqlab turish uchun hujayra ichidagi va tashqarisida turli ionlarning konsentratsiyasida ma'lum bir farq bo'lishi kerak (Jadva 2.4.1).

Jadva 2.4.1

Skelet muskulidagi va xujayra tashqi muxitidagi ionlar konsentratsiyasi

Ionlar	Sarkoplazmadagi konsentratsiyasi (mmol/l)	Xujayra tashqarisidagi konsentratsiyasi (mmol/l)
K^+	140	2,5
Na^+	10	120
Cl^-	3-4	120
Ca^{2+}	<0,001	2
A^- (polipeptidlar)	140	0

Goldman-Xodgkin-Katz tenglamasidan (1.1) foydalanish va keyingi- Nernst tenglamasidan (1.2) K^+ uchun muvozanat transmembran potentsialini hisoblashimiz mumkin, bu esa tinchlik potentsialining qiymatini aniqlash mumkin.

$$\varphi_m = \frac{RT}{F} \ln \frac{P_{Na} [Na^+]_i + P_K [K^+]_i + P_{Cl} [Cl^-]_o}{P_{Na} [Na^+]_o + P_K [K^+]_o + P_{Cl} [Cl^-]_i} \quad (2.1)$$

$$\varphi_m = \frac{RT}{F} \ln \frac{[K^+]_i}{[K^+]_o} \quad (2.2)$$

Ko'pgina neyronlar uchun tinchlik potentsiali -60 mV dan -70 mV gachadir. Qo'zg'aluvchan bo'lmagan to'qimalarning hujayralari ham membranada potentsial farqga ega, bu turli to'qimalar va organizmlar hujayralari uchun turlichadir.

Tinchlikdagi potentsialni shakllanishi

Tinchlikdagi potentsial ikki bosqichda shakllanadi:

Birinchi bosqich: Na^+ ning K^+ ga 3:2 nisbatda almashinuvi natijasida hujayra ichida ozgina (-10 mV) manfiylik hosil bo'ladi (har 3 ta natriy ioni uchun 2 ta kaliy ioni olinadi). Shunday qilib, hujayra olgandan ko'ra ko'proq musbat zaryadni yo'qotadi va natijada manfiy zaryadlanadi. Ion almashinuvi ATF energiyasini sarflash bilan natriy-kaliy nasosi tomonidan amalga oshiriladi. Neyronning umumiy energiya sarfining 70% gacha natriy-kaliy nasoslarining ishlashiga sarflanishi mumkin.

Tinchlikdagi potentsial hosil bo'lishining **birinchi** bosqichida membrana ion almashtirgich nasoslari faoliyatining natijalari quyidagicha:

1. Hujayrada natriy ionlarining (Na^+) yetishmasligi.
2. Hujayradagi ortiqcha kaliy ionlari (K^+).
3. Membranada kuchsiz elektr potentsialining (-10 mV) paydo bo'lishi.

Ikkinchi bosqich: K^+ ionlarining membrana orqali oqib chiqishi tufayli hujayra ichida sezilarli (-60 mV) manfiylikning paydo bo'ladi. Kaliy ionlari K^+ hujayradan chiqib, undan musbat zaryadlarni olib chiqib, manfiylikni -70 mV ga yetkazadi.

Xarakatdagi potentsial

Harakat potentsiali - qo'zg'aluvchan hujayraning (neyron yoki kardiomiotsit) kichik soxasida membrana potentsialining qisqa muddatli o'zgarishi shaklida tirik hujayraning membranasi bo'ylab harakatlanadigan qo'zg'alish to'lqinidir, buning natijasida bu sohaning tashqi yuzasi membrananing ichki yuzasiga nisbatan manfiy zaryadlanadi, tinch holatda esa u musbat zaryadlanadi. Harakat potentsiali nerv impulsining fiziologik asosidir.

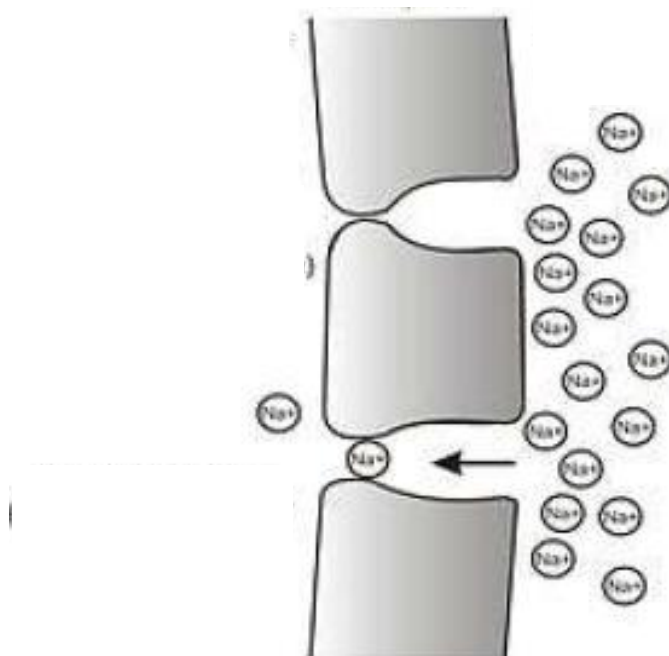
"Natriy-kaliy nasosi" ning ishlashi tufayli hujayra sitoplazmasidagi natriy ionlarining kontsentratsiyasi atrofga nisbatan juda past bo'ladi. Harakat potentsiali vaqtida potentsial - bog'langan natriy kanallari ochiladi va musbat zaryadlangan natriy ionlari sitoplazmaga, konsentratsiya gradienti bo'ylab, musbat elektr zaryadi bilan muvozanatlashguncha kirib boradi. Shundan so'ng, potentsial - bog'langan kanallar faollshadi va musbat zaryadlangan kaliy ionlarining hujayradan diffuziyalanishi tufayli manfiy tinchlikdagi potentsial tiklanadi.

Membrananing potentsiali turli xil tashqi ta'sirilar natijasida o'zgarishi mumkin. Bunda ta'sirlardan, elektrod orqali membrananing tashqi yoki ichki tomoniga uzatiladigan elektr toki bo'lishi mumkin.

Shuningdek ko'pincha sinaps orqali yoki hujayralararo muhit orqali diffuz uzatish orqali keladigan kimyoviy signal bo'lishi mumkin. Membran potentsialining siljishi manfiy (giperpolyarizatsiya) yoki musbat (depolyarizatsiya) yo'nalishda sodir bo'lishi mumkin.

Nerv to'qimalarida harakat potentsiali odatda depolarizatsiya paytida yuzaga keladi - agar neyron membranasining depolarizatsiyasi ma'lum chegaraviy

darajaga yetsa yoki undan oshsa, hujayra qo'zg'aladi va uning tanasidan **akson** va **dendritlarga** elektr signalining to'liqini tarqaladi.



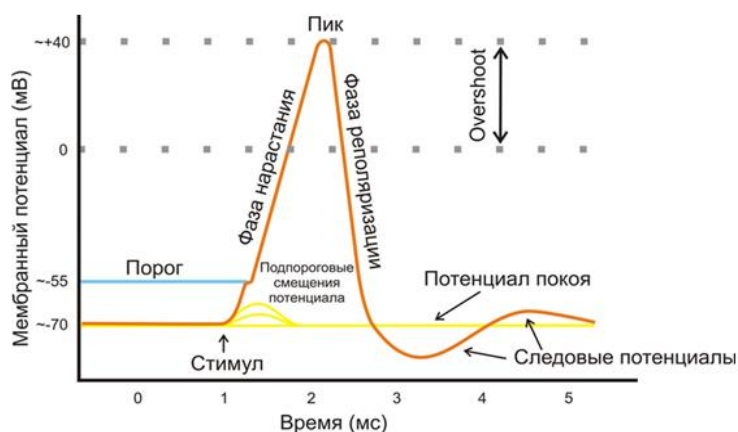
Rasm-2.4.3 Ochiq va yopiq halardagi ikki natriyli kanaldan iborat mebrana tuzilmasi

Buning sababi shundaki, hujayra membranasida ion kanallari - oqsil molekulalari bo'lib, membranada teshiklar hosil qiladi, ular orqali ionlar membrananing ichki qismidan tashqi tomoniga va aksincha o'tishi mumkin. Aksariyat kanallar ionga xosdir - natriy kanali deyarli faqat natriy ionlarining o'tishiga imkon beradi va boshqalarning o'tishiga yo'l qo'ymaydi (bu hodisa selektivlik deb ataladi).

Qo'zg'aluvchan to'qimalarning (asab va mushak) hujayra membranasida membrana potentsialining o'zgarishiga tezda javob beradigan potentsialga bog'liq bo'lgan ko'p sonli ion kanallarini o'z ichiga oladi.

Membraning depolarizatsiyasi, birinchi navbatda, potentsial - bog'langan natriy kanallarining ochilishiga olib keladi. Bir vaqtning o'zida etarli miqdorda natriy kanallari ochilganda, musbat zaryadlangan natriy ionlari ular orqali membraning ichki qismiga oqib o'tadi.

Bu holatda harakatlantiruvchi kuch konsentratsiya gradienti (membraning tashqi tomonida hujayra ichidagidan ko'ra ko'proq musbat zaryadlangan natriy ionlari mavjud) va membraning ichki qismidagi manfiy zaryad (2.19.4-rasmga qarang) bilan ta'minlanadi. Natriy ionlarining oqimi membrana potentsialining yanada katta va juda tez o'zgarishiga olib keladi, bu harakat **potentsiali deb ataladi**.



Rasm-2.4.4. Sxematik xarakat potentsiali

Xarakat potentsialini tarqalishi

Harakat potentsiali **miyelinsiz tola** (**miyelini tolasi**-periferik retseptorlardan markaziy nerv sistemasiga ma'lumotlarni tez va samarali o'tazish uchun mo'ljallangan. Tolada shaffov bo'lmagan melina qatlami mavjuddir) bo'ylab doimiy ravishda tarqaladi. Nerv impulsini o'tkazish elektr maydonining tarqalishi bilan boshlanadi. Elektr maydoni tufayli hosil bo'lgan harakat potentsiali qo'shni hududning membranasini kritik darajada depolarizatsiya qilishga qodir, buning

natijasida qo'shni hududda yangi potentsiallar hosil bo'ladi. Harakat potentsialining o'zi harakat qilmaydi, u paydo bo'lgan joyda yo'qoladi. Yangi harakat potentsialining paydo bo'lishida asosiy rolni avvalgisi o'ynaydi.

Agar ichki xujayra elektrodi o'rtadagi aksonni o'rtasidagi sohani qo'zg'atsa, harakat potentsiali har ikki yo'nalishda ham tarqaladi. Odatda, xarakat potentsiali akson bo'ylab bir yo'nalishda (neyron tanasidan nerv uchlarigacha) tarqaladi, garchan membrananing depolarizatsiyasi shu vaqtda potentsial paydo bo'lgan sohasida har ikki tomonida sodir bo'lsa xam. Harakat potentsialining bir tomonlama o'tkazilishi natriy kanallarining xususiyatlari bilan bog'liq - ochilgandan so'ng ular bir muncha vaqt faolsizlanadi va membrana potentsialining har qanday qiymatida ochilmaydi (refrakterlik xususiyati). Shuning uchun, harakat potentsiali oldindan "o'tgan" hujayra tanasiga eng yaqin joyda, u paydo bo'lmaydi.

Boshqa barcha shartlar teng bo'lsa, tolaning diametri qanchalik katta bo'lsa, akson bo'ylab harakat potentsialining tarqalishi tezroq sodir bo'ladi. Harakat potentsiallari umurtqali hayvonlardagi miyelinli tolalar bo'ylab deyarli bir xil tezlikda (taxminan 100 m/s) yirik kalamar aksonlari bo'ylab harakatlanishi mumkin. Miyelinli tola bo'ylab harakat potentsiali birdan sakrash tarzda tarqaladi (saltator o'tkazuvchanlik).

Membrananing potentsialini o'lchash uchun mikroelektrod usuli

Hujayralar va to'qimalarning mikroelektrodli tadqiqotlari qo'zg'atuvchi to'qimalarning bioelektrik faolligini sezilarli darajada shikastlanmasdan to'qimalarga chuqur kiritiladigan mikroelektrodlar yordamida qayd etishning klassik usuli hisoblanadi.

Qo'zg'aluvchan to'qimalarning mikroelektrodli tadqiqotlari G. Ling va R.V. Gerard, 1949 yilda qurbaqa mushak hujayralarining tinchlikdagi potentsialini o'lchash uchun mikroelektrodlardan foydalangan.

Biroq, biopotentsiallarni qayd etishning mikroelektrod usulining haqiqiy rivojlanishi W.L.ning asarlari nashr etilgandan keyin sodir bo'ldi. Nastuk va A.L. Hodgkln Harakat potentsiallarini qayd etgishgan va P.Fatt va B.Kats mikroelektrodlardan hujayralarning bioelektrik parametrlarini qayd qilish uchungina emas, balki hujayra ichidagi membrana qutblanishi uchun ham foydalangan.

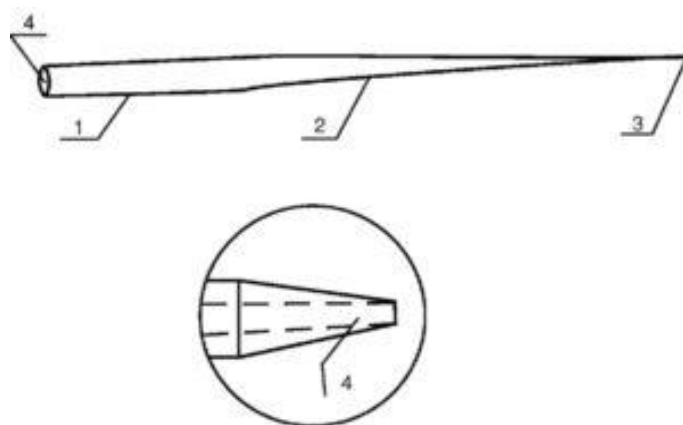
Tadqiqot usuli

Mikroelektrod signalini tarmoqlanish - qayd qilishning uchta asosiy usuli mavjud:

1. hujayralar guruhidan tarmoqni xosil qilish (fokal hujayradan tashqari tarmoq);
2. mikroelektrodning uchi uning yonida joylashganida bitta hujayradan tarmoq xosil qilish (bitta hujayradan tashqari bittalik tarmoq);
3. Hujayra ichidagi tarmoq.

Mikroelektrodlardan hujayra ichida foydalanishning uchta usuli taklif qilingan, ular hozirgi kungacha u yoki bu texnik modifikatsiyada saqlanib qolgan.

- Birinchidan, bu mikroelektrod yordamida hujayra membranalarining bioelektrik parametrlarini hujayra ichida qayd qilish.
- Ikkinchidan, bu elektr toki bilan hujayra membranalarining mikroelektrodlari orqali qutblanishdir.
- Uchinchidan, bu mikroelektrod orqali ionlar yoki biologik faol birikmalar bilan ta'minlash bo'lib, bundan keyin hujayra membranasi yuzasiga moddalarni etkazib berish usulini qo'llash, hujayra ichiga moddalarni kiritish usulini esa – **applikatsiya -iontoforez** deb nomlaymiz.



Rasm-2.4.5. Shisha mikroelektrodning geometrik konfiguratsiyasi

Elektrofiziologik tadqiqotlar uchun shisha mikroelektrod yoki mikropipetka ishlatiladi, uning shakli rasm-2.19.6.da ko'rsatilgan. Bunday mikropipetka silindrsimon, toraygan va sanchuvchi qismlardan iborat (2.19.6-rasmda 1, 2, 3). Mikropipetkaning markazida bo'ylama kanal mavjud (2.19.6-rasmda 4), uning diametri shishaning parametrlariga bog'liqdir. Shisha mikropipetka o'zining uchigacha bo'ylama kanalini elektrolit bilan to'ldirgandan va elektron o'lchash sxemasi bilan elektrolitning kontaktini (u yoki bu tarzda) hosil qilgandan so'ng mikroelektrod deb nomlanishi mumkin.

2.Tanadagi biologik kelib chiqishi fizik maydonlarining shakllanishi bilan bog'liq biosignallar

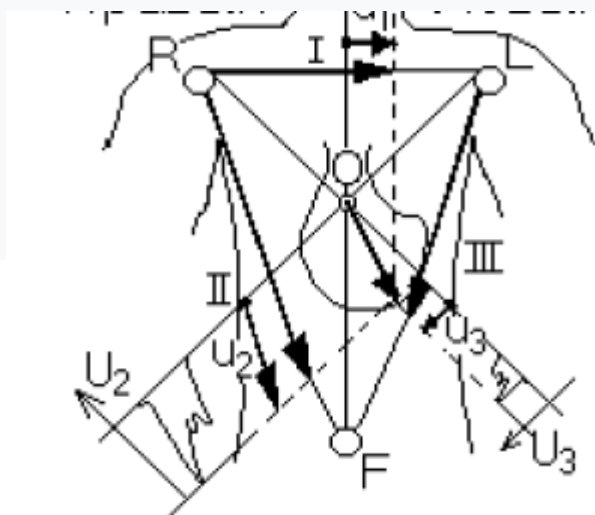
Odam organlari tomonidan ishlab chiqiladigan ularni elektrodalar va datchiklar tomonida qayd etilib tasvirga aylantirilgan biosignallarni ko'rib chiqamiz.

Elektrokardiografiya

Eng keng tarqalgan elektrokardiogrammani (EKGni) qayd etishda ular Eynthoven uchburchagi (Gollandiyalik fiziolog) nazariyasiga asoslangan tarmoq usuliga asoslangan (Rasm-2.4.6).

Yurakning bioelektrik faolligini qayd etish jarayonini o'rganish jarayonida, Eynxoven bir qator farazlarni ilgari surdi:

Yurak biopotentsialinig taqsimlanishi RLF grafigining O markazida joylashgan nuqtaviy **dipol** shaklida taqdim etiladi. Uchburchakning uchlari: R - o'ng qo'l (panja), L - chap qo'l, F - chap oyoq (at oyoq).



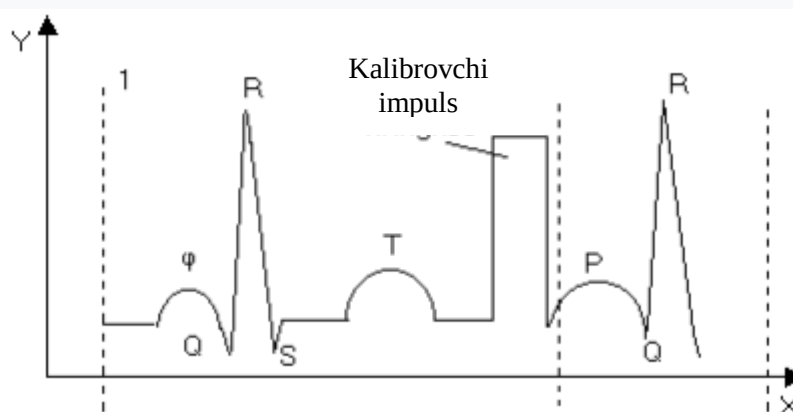
Rasm-2.4.6. Eynxoven nazriyasiga binoan EKG signallarini tarmoqlar tizimi

Meyorda ishlaydigan yurak elektr impulslerini genratsiyalaydigan (hosil qiladigan) elektr maydonini hosil qiladi. Yurakning elektr maydoni vektorining kattaligi va yo'nalishi taxminan Eynxoven uchburchagi asosida aniqlanadi. Elektrodlarni bir-biriga ulash usuliga va biopotentsial kuchaytirgichning kirish qismiga qarab, quyidagi tarmoqlar ajratiladi:

1. Standart oldingi tarmoq: I, II, III.
2. Goldberg bo'yicha tarmoq: aVR, aVL, aVF.
3. Uilson bo'yicha tarmoq: V₁ – V₆.

Ushbu tarmoqlar 12 standart tarmoqni ta'minlaydi.

Kardiomonitorni sezgirligi sm/mV larda aniqlanadi, bu erda y-o'qi bo'yicha EKG (Rasm.24.7.) tasviri o'lchanadi.



Rasm-2.4.7. Impulsi standadrt kalibrlangan elektrokardiogramma

Fonokardiogrfiya

Fonokardiogrfiyada fonokardiograf uskunalari qo'llaniladi.

Fonokardiograflar yurak ishiga hamroh bo'lgan akustik (tovush) tebranishlarni (tonlar, shovqinlar) qayd etish orqali yurak kasalliklarini tashxislash uchun mo'ljallangan (yurak kanallarining qisqarishi, ochilishi - yopilishi, qorinchalarning bo'shashishi, katta tomirlarda qonning mexanik harakati).

Bu holda paydo bo'ladigan tonlarning chastota spektri 10÷ 800 Gts ni tashkil qiladi.

Fonokardiograflarning asosiy komponentlari mikrofon datchigi, kuchaytirgich, tarmoqli (palosali) filtrlar bloki va registrator.

Fonokardiograflar alohida qurilma sifatida kamdan-kam hollarda tayyorlanadi. Odatda elektrokardiograflar va poligraflarga qo'shimcha qurilmalar shaklida birgalikda tayyorlanadi.

Masalan, Fonokardiograf $\Phi K \Gamma - 1 \Phi - 3$ ning:

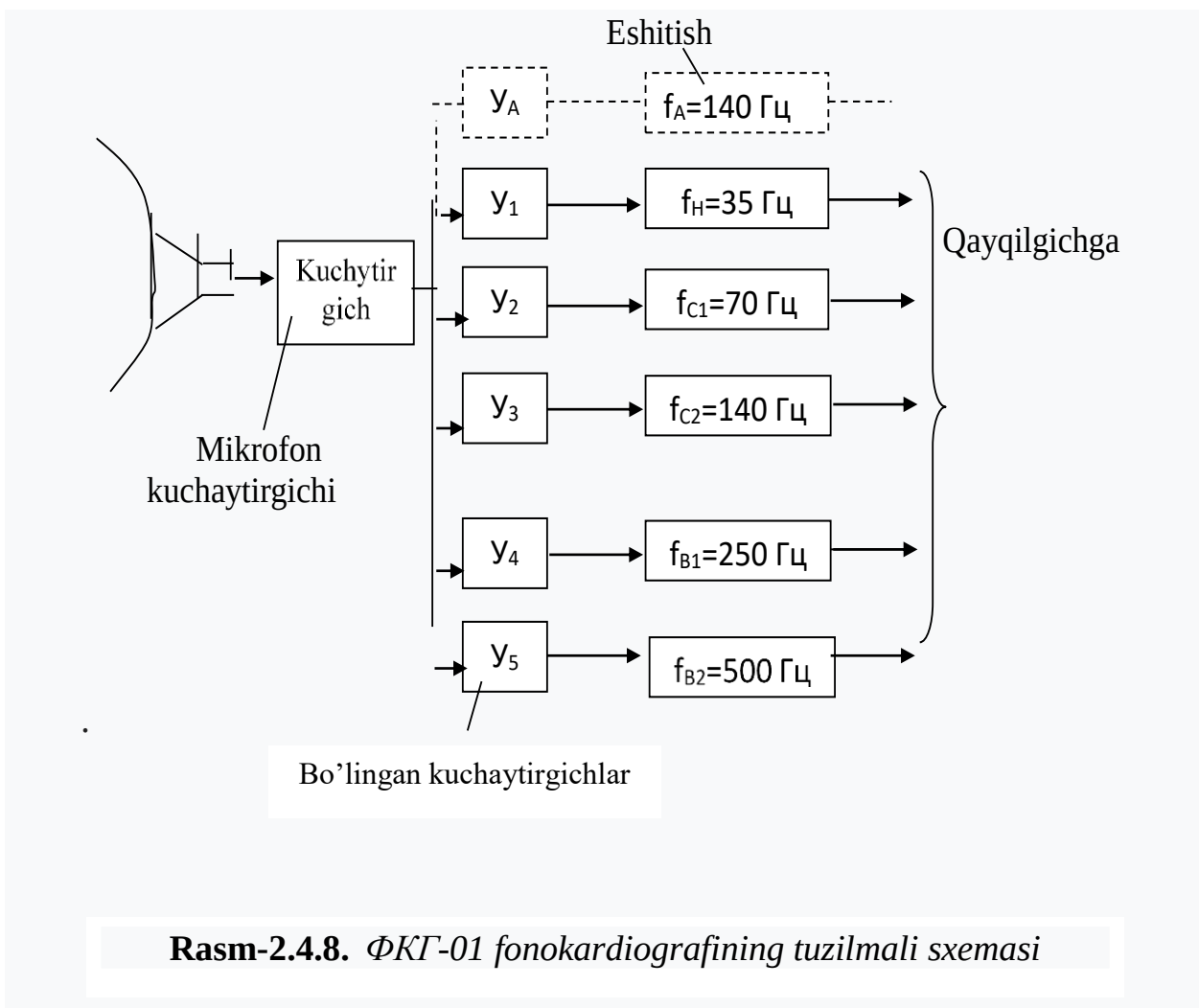
1) chastotalar polasasi $11 \div 25$ Gts $114 \div 180$ Gts

$26 \div 70$ Gts $181 \div 500$ Gts

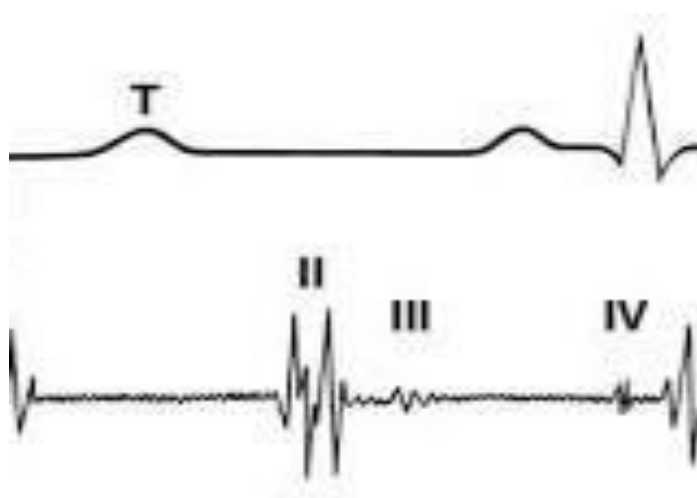
$71 \div 113$ Gts $501 \div 1000$ Gts

2) mikrofonning sezgirligi – 200 V/mm/s dan kam emas.

Uskunani nazorat qilib turish uchun unda 5 tayin chastota uchun kalibrlovchi generator o'rnatilgan. $\Phi K \Gamma - 01$ fonokardiografining tuzilmali sxemasi rasm-2.4.8. keltirilgan.



Fonokardiogramma - yurak va qon tomirlarining faoliyati natijasida hosil bo'lgan tebranishlar va tovush signallari. Fonokardiogramma yurak va qon tomirlarining umumiy holatini baholashga imkon beradi. Yurak-qon tomir tizimining kasalliklari kasalliklarni tashxislashda qo'llaniladigan qo'shimcha shovqin va boshqa nuqsonlarni keltirib chiqaradi va ular kasalliklarni tashxislashda qo'llaniladi. Fonokardiograf yordamida yozib olongan fonokardiogramma rasm-2.19.10 da keltirilgan.



Rasm-2.19.10. *Fonokardiogramma*

Elektroenstefolografiya

Miyaning faoliyati elektr hodisalari, xususan, boshning har bir yuzasida elektr potentsiallarining paydo bo'lishi bilan birga kuzatiladi (Caton, 1875).

Berger o'tgan asirning 20-yillarda miyaning biopotentsialini o'rganib, hodisalar o'rtasidagi bog'liqlikni aniqladi, miya faoliyati va elektr effektlar o'rtasidagi bog'liqlikni topdi va markaziy asab tizimining kasalliklarini tashxislashda ushbu effektlardan foydalanish usullarini ishlab chiqdi.

Jaroxatlanmagan miyadan olingan va qayd etilgan biopotentsiallardagi o'zgarishlar egri chizig'i Bergero tomonidan elektroensefalogramma (EEG) deb ataladi. EEGni olish, qayta ishlash va yozib olish bilan shug'ullanadigan sohaga **elektroensefalografiya** deyiladi.

EEG ko'p milliardlab nerv hujayralarining (ularning neyronlari) elektr faolligining (ya'ni biopotentsiallarning) natijasi (natijasidir). Shuning uchun miyadagi patologik o'zgarishlarni (qon ketishlar, o'smalar, epilepsiya, miya disfunktsiyasi) tashxislash uchun EEGni o'qish-tahlil qilish murakkab masaladir.

EEG boshning ma'lum bir qismiga joylashtirilgan EEG elektrodleri yordamida yozi olinadi.

EEG turlari:

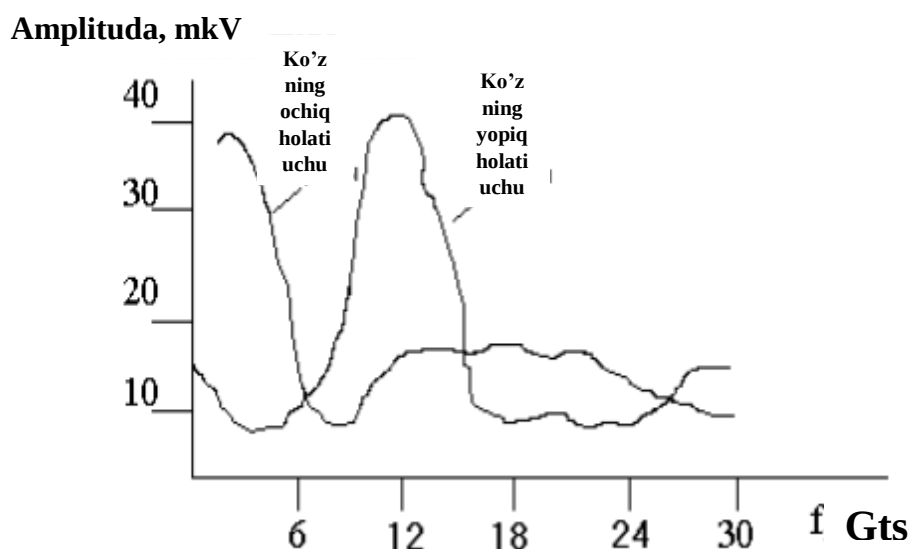
Faol diqqat va aqliy faoliyat darajasiga qarab, EEGning amplituda-chastotaviy xarakteristikasi o'zgaradi (2.19.11-rasm).

Tahlilni osonlashtirish uchun 0 dan 30 Gts gacha bo'lgan barcha EEG chastota diapazoni 5 ta asosiy diapazonga bo'linadi.

Bundan tashqari, tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, har bir ritm ma'lum bir faollik darajasiga mos keladi

EEG ni amplitudaviy qiymati $5 \div 50$ mkV ni tashkil qiladi.

Bu asosiy 5 ritmlardan tashqari EEGni o'ziga xos-spetsifik tebranishlar shakli paydo bo'ladi.



Rasm-2.19.11. EEGning amplituda-chastotaviy xarakteristikasi

δ –ritm – $0,5 \div 4$ Gts

Q –ritm – $4 \div 8$ Gts

α – ritm – $8 \div 13$ Gts

β – ritm – $13 \div 22$ Gts

γ – ritm – $22 \div 30$ Gts

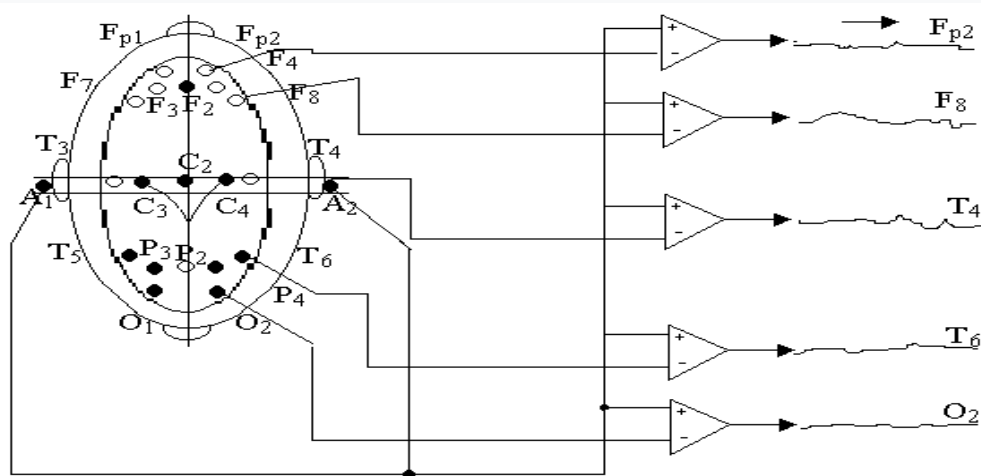
1). α – ritm .

Agar bemor tinch holatda mushaklari bo'shashgan xolatda, tashqi qozg'atitish sohada yotgan bo'lsa, ko'zlari yumiq, lekin uxlamagan bo'lsa, u xolda EEGda, amplitudasi ~ 50 mkV bo'lgan, α – ritm ($8 \div 13$ Gts) (sinusoida) ustun bo'ladi.

EEGni qayd qilish uchun ko'p kanallik, biosignallarni ko'p tarmoqli EEG-elektrodlardan oladigan **elektroensefalograflar** qo'llaniladi, rasm-2.19.12.

Elektrodlar bemorning boshiga rezina naychalardan tayyorlangan maxsus do'ppi yordamida biriktiriladi. Elektrolarni qurilmaga ulashda EEGni yozishning 3 usulini amalga oshirish mumkin:

- 1) bir qutbli;
- 2) o'rtacha;
- 3) bipolyar.



Rasm-2.19.12. EEGni bir qutibli qayt qilish EEG – qurilmasi (5-kanaldan yozish tasvirlangan)

2.5. FIZIOLOGIK JARAYONLAR TA'SIRIDA YUZAGA KELADIGAN BIOLOGIK TO'QIMALARNING BIR QISMINING FIZIK XUSUSIYATLARINING O'ZGARISHI BILAN BOG'LIQ JARAYONLAR

Fiziologik jarayonlar ta'sirida yuzaga keladigan biologik to'qimalarning bir qismining fizik xususiyatlarining o'zgarishi bilan bog'liq biosignallarni qayd qilish usullarini ko'rib chiqamiz.

Tibbiy amaliyotni ko'p bosqichli, ko'p bosqichli **diagnostik - davolash jarayoni** sifatida tasavvur etish mumkin.

Uning maqsadi - kasallikning alomatlarini aniqlash va uning kelib shiqish sabablarini bartaraf etishdir.

Ushbu jarayon ketma-ket quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi:

- 1. Ma'lumotlarni yig'ish bosqichi** - bemorning sog'lig'i holati haqida ma'lumot olish. Ob'ektiv ma'lumotni olish uchun asos (inson organizmining biofizik signallari) hayotiy faoliyatning fiziologik ko'rsatkichlarini (FK) o'lchash hisoblanadi. FKga misollar: tana harorati, EKG bilan aniqlangan yurakning elektr faolligi, , qon bosimi, nafas olish faoliyati parametrlari, qon tarkibi va boshqalar.
- 2. Ma'lumotlarni tahlil qilish bosqichi** - turli xil qurilmalardan keng foydalanishni o'z ichiga oladi (masalan: yurak faoliyatini uzoq muddatli tahlil qilish va uning nuqsonlarini aniqlash uchun). Ushbu bosqich, ayniqsa, tibbiy ma'lumotlarni qayta ishlash uchun kompyuterlardan, xususan, mikroprotsessorli tizimlardan foydalanish tufayli samarali bo'ladi.
- 3. Davolash bosqichi** - bu bosqich shifokor bilimlari va terapevtik asboblardan foydalanishni o'z ichiga oladi. Shunday qilib, diagnostika - davolash jarayoni kompleksining tizimli sxema – biotexnik- tizim (BTT) orqali tasvirlash mumkin: - rasmda ko'rsatilgandek "bemor - qurilma - shifokor" (B - Q - Sh) bilan ifodalanishi mumkin.

Elektromyorefleksometrlar

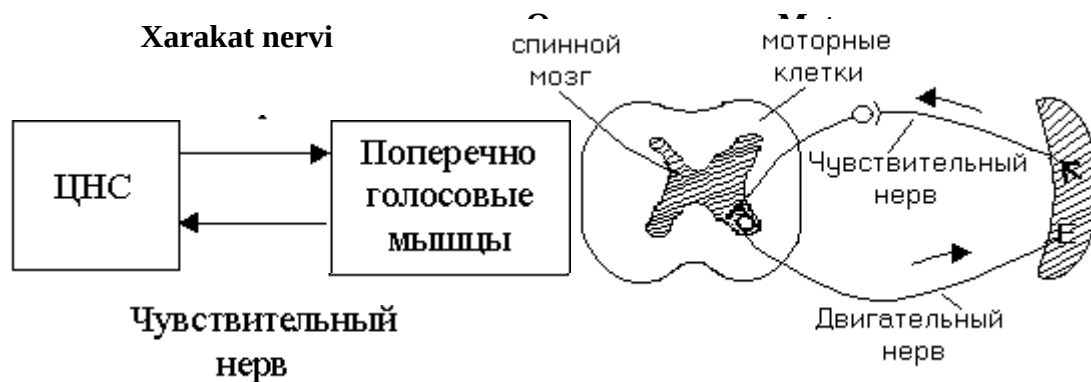
Elektromyorefleksometr EMRM (elektromiograf EMG) - markaziy asab tizimining (MAT) holatini o'rganish uchun mo'ljallangan maxsus qurilma.

Ushbu qurilmalar skelet mushaklari ishi paytida paydo bo'ladigan **biopotentsiallarni** qayd etish va o'rganish uchun mo'ljallangan.

Izox: Mushaklar qisqarishining mexanik parametrlarini qayd etish bilan shug'ullanadigan oddiy **miografiya** bilan aralashtirmaslik zarur.

EMRM periferik motor neyronlari va mushaklarining turli kasalliklarini tashxislash, shuningdek, qo'llaniladigan davolash samaradorligini nazorat qilish uchun ishlatiladi. Ular klinik amaliyotda tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda: nevrologiya, neyroxirurgiya, terapiya, ortopediya, akusherlik, sport tibbiyoti va boshqalar.

Ma'lumki, markaziy asab tizimi xarakat apparatini boshqaradi, xususan, mushaklarni yopiq zanjir sxemasi yordamida boshqaradi (Rasm 2.5.1).

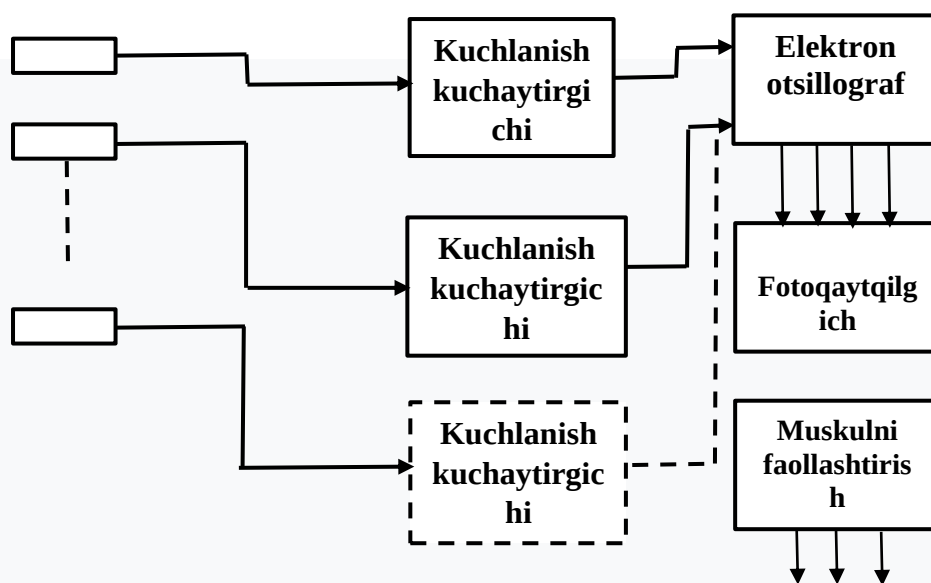


Rasm 2.5.1. Mushaklarni yopiq zanjir sxemasi

Markaziy asab tizimidan buyruqlar harakat nervlari orqali ijro etuvchi organlarga - mushaklarga uzatiladi. Mushaklarning holati (uning qisqarish intensivligi) to'g'risida ma'lum bir vaqtning o'zida qaytish signali (KC) sezuvchi nervlar bo'ylab markaziy asab tizimiga mushaklarda joylashgan bu nervlarning uchlaridan yuboriladi. Ushbu KS odamga kerak bo'lganda mushaklarni taranglash yoki bo'shatish imkonini beradi. Shunday qilib, odam mushaklarning murakkab faoliyati bilan birga harakatlarni muvofiqlashtirish va tizimli ravishda bajarishga muvaffaq bo'ladi.

Eslatma: nevrologlar markaziy asab tizimi va harakatga sezgir nervlarning holatini oddiy tajriba asosida aniqlashlari mumkin: ko'zlari yumilgan va qo'llarini cho'zgan holda, bemor o'ng va chap qo'llari (yoki barmog'i bilan?) bilan navbatma-navbat ko'rsatkich barmoqlari bilan burniga tegishi kerak. agar barmoqlar va burun uchlari etarlicha to'g'ri kelmasa, KS pallasida biror narsa noto'g'ri.

Xarakat-sezgi r komplekslarning qo'zg'alishi biopotentsiallarning paydo bo'lishi bilan birga kechadi. Mushaklar odatda teri ostida chuqur joylashgan. Shuning uchun biopotentsiallarni elektrodlar yordamida qayd qilish va keyin kuchaytiruvchi va qayd qilish tizimiga kiritish kerak. EMG qurilmasining umumiy blok sxemasi (2.5.2-rasm) quyidagi bloklarni o'z ichiga oladi:



Rasm 2.5.2. EMG qurilmasining umumiy blok sxemasi

1. Elektrodlar.
2. Kuchaytirgich bloki (odatda 2 kanal yoki 3-4 kanal).
3. Elektron osillograf (signallarni suratga olish bilan).
4. Mushak guruhlarining elektron impulsini faollashtirish uchun blok (stimulyator qurilmasi).

EMGni qayd qilish uchun asboblarning quyidagi ko'rinishda bajarilishi mumkin:

- 1) ixtisoslashtirilgan qurilma ko'rinishida – elektromiyograf ko'rinishida;
- 2) maxsus tibbiy asboba - **poligrafga** qo'shimcha elektromiyografik birlik shaklida.

Elektrodlar.

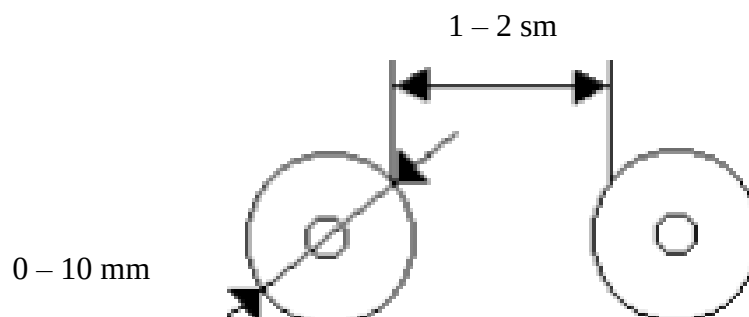
Mushaklardan biopotentsiallarni qayd qilishda 2 asosiy usullar ko'llaniladi:

- To'g'ridan-to'g'ri muskul toltridan;

Используются 2 основных метода снятия биопотенциалов мышц:

- непосредственно с мышечных волокон;
- tana sirtidan.

Birinchi holatda muskulga kiritiladigan, ignasimon elektrodlar. Elektrodning yuzasi mm^2 ni yuzdan bir ulushini tashkil qiladi.



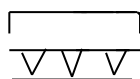
Rasm 2.5.3. Tana sirtiga joylashtiriladigan yassi elektrodalar

Ikkinchi holda, mushakning harakatlantiruvchi nuqtasi ostida bir-biridan $1 \div 2$ sm masofada joylashgan har birining maydoni $30 \div 100 \text{ mm}^2$ bo'lgan, teri sirtida joylashtiriladigan 2 ta yassi elektrodlar qo'llaniladi. Elektrodlar metall plastikdan (mis, latun, kumush) yasalgan, yupqa oltin yoki kumush xloridi qatlami bilan qoplangandir.

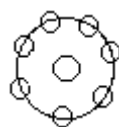
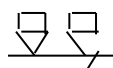
Ignali elektrodlardan foydalanish taqmoq nuqtasini lokalizatsiya qilish uchun yaxshi sharoitlarni va, eng muhimi, biosignallarning yuqori darajasini va barqarorligini ta'minlaydi.

Ignal elektrodlarining (IE) 3 turi qo'llaniladi:

1) unipolyar IE



2) biipolyar IE



3) koaksal IE

Unipolyar IE tekis elektrodning pastki qismiga biriktirilgan qisqa platina ignalaridan iborat.

Bipolyar IE da 2 ta plastik igna va shunga mos ravishda bir-biridan va metall setka simon (ekran) izolyatsiya qilingan 2 ta o'tkazgich mavjud.

Koaksiyal IE markaziy izolyatsiyalangan platinali igna bo'lib, uning atrofida bir-biridan ajratilgan bir nechta (14 tagacha) platina ignalari - o'tkazgichlar mavjud. Koaksiyal IE ning umumiy diametri $\sim 1,5 \text{ mm}$ bo'lishi mumkin.

Uch xil turdagi elektrodlardan EMG to'lqin shakllarini taqqoslash shuni ko'rsatdiki, bipolyar IE to'lqin shaklini ishlab chiqaradi, bu unipolyar IE yordamida olingan signalning vaqt hosilasi va shovqin darajasini sezilarli darajada

kamaytiradi. Koaksial IE shakli unipolyar bilan bir xil, ammo shovqin darajasi ancha past.

Mushak biopotsiallarining amplitudasi odatda mV larni ulushini tashkil qiladi igna elektrodlarininki esa bir necha mV larni tashkil qiladi.

Mushak biopotsiallarining (BP) chastotasi mushaklar qisqarishining intensivligiga bog'liq. Mushaklar bo'shashgan holatda BP deyarli kuzatilmaydi. Oyoq mushaklarining kuchsiz qisqarishi bilan IE yordamida davomiyligi $10 \div 15$ ms va chastotasi $5 \div 10$ Gts bo'lgan impulslar qayd etiladi.

Elektromiyograf nisbatan keng amplituda va chastota diapazonida BP o'zgarishini akas ettiruvchi egri chizig'ini qayd etishi kerak. Teri sirtiga joylashtirilgan elektrodlar holatida chastota diapazoni 1 dan 1000 Gts gachani tashkil qiladi. Ignali elektrodlar holatida $1 \div 10000$ Gts diapazonida qayd qilish talab qilinadi. Kuchaytirilgan biopotsiallarni chegaraviy qiymatlari $5 \div 1000$ mkV bo'lishi kerak.

P44-02 (P64-01, P84-01) rusumli elektromiyografik poligrafnga asosiy texnik tavsiflari

1. Maksimal sezuvchanlik (nutq qurilmalarining sezgirliigi bilan) 10 mm/V – $(0,2 \pm 0,002)$ mm/mkV.
2. Kirish qarshiligi:
 - 2 Gts chastotada - kamida 100 MOm;
 - 10 kHz chastotada - kamida 0,2 MOhm.
3. $f=2 \dots 100$ Hz diapazonidagi shovqin darajasi – 5 mkV.
4. Yuqori chegara chastotasi diskret ravishda o'zgaradi - 500, 10000 Hz.
5. $f=50$ Hz da umumiy rejim shovqinni bostirish koeffitsienti – 10000 dan kam emas.

2.6. BIOTIBBIYOT SIGNALARINING XUSUSIYATLARI

Biotibbiyot signallari tirik organizmning fiziologik jarayonlarining fizik ko'rinishlari bo'lib, ular elektron qurilmalar yordamida qayta ishlanishi mumkin (masalan, elektr kuchlanish yoki toki sifatida).

Biotibbiy signallarni qayta ishlash

Biotibbiyot signallarini qayta ishlash axborot alomatlarini ajratib ko'rsatish yoki diagnostika ko'rsatkichlarini aniqlash uchun amalga oshiriladi.

Biologik tizimlarni o'rganishning **birinchi bosqichi** o'rganilayotgan hodisalarni o'lchash mumkin bo'lgan elektr signallariga aylantirish uchun maxsus tibbiy asbob-uskunalaridan foydalanish hisoblanadi. Bunga elektroensefalogramma (EEG), magnit-rezonans tomografiya (MRI), pozitron emissiya tomografiyasi (PET), birfotonli emission kompyuter tomografiyasi (BEKT), magnetoensefalografiya (MEG) va boshqa bir qator usullar kiradi. Miya faoliyati haqida ma'lumotning asosiy manbasi elektroensefalogramma (EEG) natijalaridir. EEG signali patologiyalarni o'rganishda (masalan, epilepsiya, shizofreniya) ham, kognitiv jarayonlarni tahlil qilishda ham tadqiqotchilarni qiziqtiradigan bir qator xarakterli ritm va naqshlarga ega murakkab tarkibga ega. Inson tanasidagi, shu jumladan miyadagi funktsional jarayonlardagi o'zgarishlarni aks ettiruvchi biotibbiyot signallari uzluksiz, diskret emas, shuning uchun agar bunday signallar analog-raqamli vaqt qatoriga aylantirilsa, biologik tizimlarni o'rganishning ikkinchi va uchinchi bosqichlarida bajariladigan operatsiyalar chiziqli bo'lmagan dinamikaning nazariyasi va usullaridan foydalangan holda amalga oshirilishi mumkin.

Ikkinchi bosqich - filtrlash va signal buzilishlarini (artefaktlarni) yo'q qilish. Ko'pgina hollarda EEG signallarini o'rganish tashqi signal manbalari va tananing o'zida sodir bo'ladigan jarayonlar, masalan, ko'z harakati, yurak ritmi, yuz va

bo'yin mushaklarining faolligi va boshqalar ta'sirida yuzaga keladigan parazitarni signallar - shovqin va artefaktlar mavjudligi bilan murakkablashadi. Aksariyat EEG artefaktlari sezilarli amplitudaga ega va uchta muhim past chastotali EEG diapazonlari - delta, teta va alfa – dan ustun keladi. Artefaktlarning mavjudligi va ularning o'zgaruvchanligi EEG signallarini tahlil qilishni sezilarli darajada murakkablashtiradi, bu esa har qanday EEG tadqiqotlarida oldindan ishlov berish va filtrlashni muhim bosqichga aylantiradi. Ko'pgina usullar EEG signalining buzilishiga olib keladi yoki EEGni tajriba davomida har doim ham yozib bo'lmaydigan boshqa signallar bilan birgalikda tahlil qilishni talab qiladi. Muhim vazifa - ularning tuzilishini buzmaydigan va qo'shimcha fiziologik signallarni yozishni talab qilmaydigan EEG signallarini filtrlash usullarini ishlab chiqishdir.

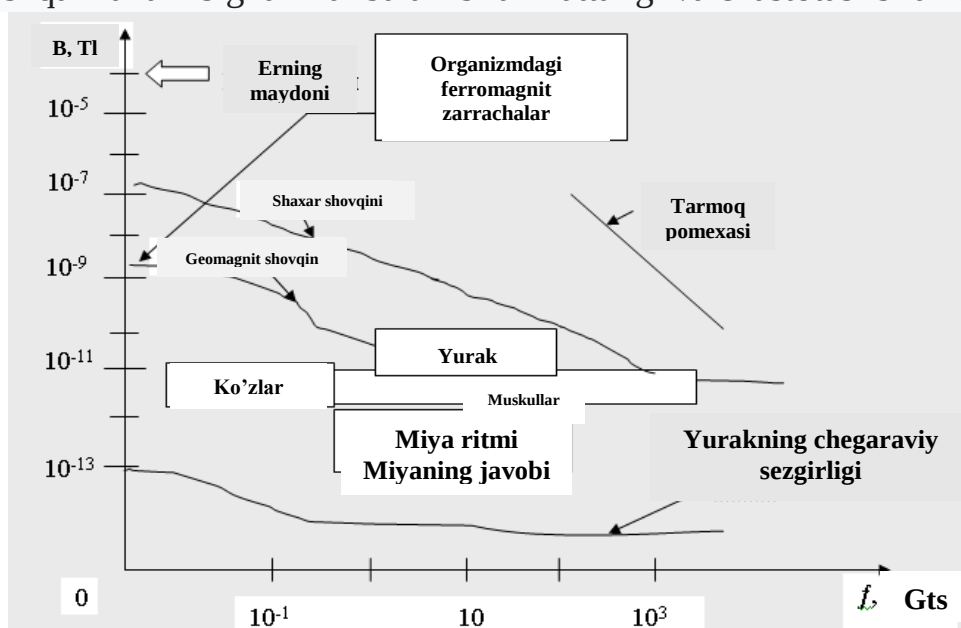
Uchinchi bosqich - biotibbiyot signallaridagi hodisalarni aniqlash va ularning axborot xarakteristikalarini tahlil qilish, biotibbiyot signallarini hosil qiluvchi jarayonlar va tizimlarni modellashtirish. Nochiziqli dinamikada statsionar bo'lmagan signallarni tahlil qilishning bir qator usullari ishlab chiqilgan, masalan, Furiye o'zgarishlari, veyvlent (to'lqinli) tahlil, ular EEGni tahlil qilishda juda samarali bo'lib chiqdi. EEG, MRI, PET, SPECT va MEG signallarini ko'p kanalli tasniflashning dastlabki bosqichi uni asosiy komponentlarni tahlil qilish va shovqinni kamaytirishdan foydalangan holda segmentatsiyalashni o'z ichiga oladi. Ushbu bosqich bir o'lchovli va ko'p o'lchovli signallar uchun ma'lumotlarni keyingi qayta ishlash uchun asos hisoblanadi.

Signal segmentlarining xususiyatlarini ajratib olish signal segmentatsiyasining keyingi bosqichini tashkil qiladi, bu signal xususiyatlarini vaqt va chastota sohalarida kombinatsiyalashtirishga imkon beradi. Diskret Furiye o'zgartirishlariga asoslangan signalning keng tarqalgan bo'lib qo'llaniladigan spektral tasviri butun oyna funksiyasi bo'ylab bir xil chastota o'lchamlarini va shunga mos ravishda

yomon vaqt o'lchamlarini ajratilishini ta'minlaydi. Chastotalarning turli xil aratib olishini ta'minlash uchun, mikroskop kabi vaqt o'tishi bilan spektrning chastotasini vaqt bo'yicha o'zgarishini o'rganishga yordam beradi. Hozirgi vaqtda dinamika usullarini davolash uchun eng muhim qo'shimchalardan biri epileptogen o'choqlarni lokalizatsiya qilishda yuk tashish, epileptik fokusni aniq lokalizatsiya qilish esa ko'pincha qiyin vazifalardir.

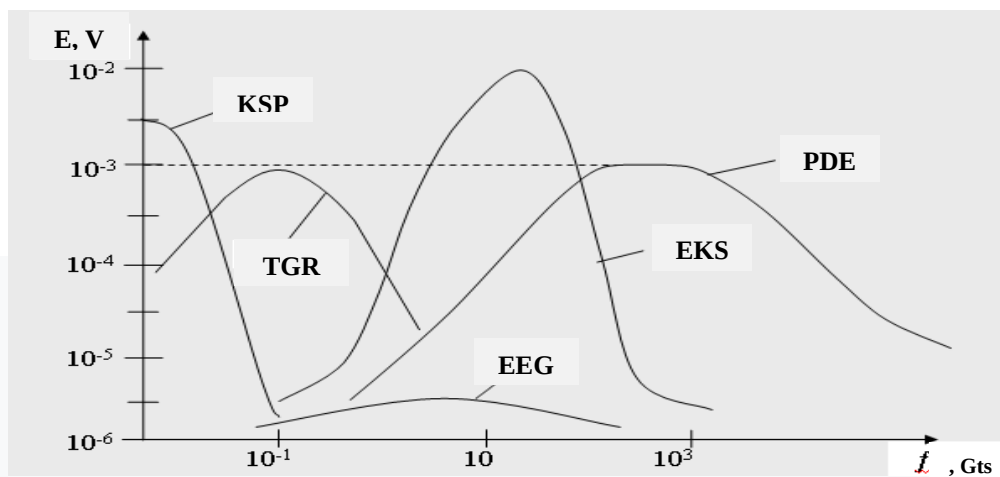
BIOTIBBIYOT SIGNALLARI VA ULARNING ASOSIY XUSUSIYATLARI

Biosignallar davriy yoki tez o'zgaruvchan bo'lishi mumkin. Maydonning turiga qarab, biomagnit signallar yoki bioelektrik signallar bo'lishi mumkin. Biosignallarning intensivligini baholash va shuning uchun tegishli datchik turini tanlash uchun, inson tanasining biomagnit signallarini ko'rib chiqamiz va ularni boshqa ma'lum signal manbalari bilan kattaligi va chastotasi bilan solishtiramiz.



Rasm-2.6.1. Magnit maydoni shkalasidagi odam organizmining biomagnit signallarini o'rni

Rasm-2.6.1.1da magnit maydoni shkalasidagi odam organizmining biomagnit signallarini o'zni ko'rsatilgan (SI birliklar sistemasida magnit maydoni teslalarda o'lchanadi: $1 \text{ Tl} = 10^4 \text{ Gs}$) va 2.6.2-rasmda inson bioelektrik signallari shkalasi ko'rsatilgan.



Rasm-2.6.2. Odamning bioelektrik signallarining shkalasi

2.6.2.-rasmda inson tanasining bioelektrik signallarining elektr maydonlari shkalasidagi o'zni keltirilgan: KSP - kvazistatik potentsiallar; TGR - terining galvanik reaksiyasi; EEG - elektroansefalogramma; EKS - elektrokardiosignal; XBP - xarakatlanish birligi potentsiali.

Biomagnit signallar kvazidoimiy bo'lishi mumkin, ular ferromagnit aralashmalar, teridagi toklar, mushaklar va ichki organlardagi toklar, ko'zning doimiy toklardan xosil bo'ladi, shuningdaek tez o'zgaruvchan bo'lishi mumkin. Davriy yoki tez o'zgaruvchan signallar yurak, mushaklar, ko'zlar va miya tomonidan ishlab chiqariladi. 2.6.2-rasmda tanadagi turli organlar manbalaridan keladigan magnit signallar uchun xarakterli chastota diapazonlari ko'rsatilgan. Shuningdek, rasmda atrof - muxitdagii magnit shovqinlar darajalari ko'rsatilgan.

Organlar va to'qimalarning faoliyati ularning hajmi va ichki muhitidagi o'zgarishlar bilan birga keladi, shuning uchun magnit va elektr maydonlarining o'zgarishi natijasida tananing va organlarning turli qismlarining elektr qarshiligining kattaligi o'zgaradi. Ushbu o'zgarishlar qon ta'minotidagi qonning to'planishi bilan bog'liq. Har bir sistola bilan qonning ma'lum miqdori (zarba almashinuvi) yurakdan arterial tizimga suriladi va sistola paytida arteriyalarda qon oqimining nafaqat miqdori, balki tezligi ham ortadi. Bunday holda, umumiy elektr qarshiligining o'zgaruvchan komponentining o'zgarishi, masalan, miyaning, umumiy qarshilikning 0,5% dan oshmaydi. Qarshilikning bunday kichik o'zgarishi o'lchov tizimining chiqishida juda kichik o'zgaruvchan kuchlanishlarning paydo bo'lishiga olib keladi.

Biosignallar organizmning hayotiy faoliyati natijasida yuzaga kelishi mumkin yoki tashqi fizik maydonlarning organizmga ta'siri bilan bog'liq bo'lishi mumkin (ultratovush, rentgen nurlari va boshqalar).

Hozirgi vaqtda biosignallarni o'rganish o'lchash texnikasi va bioo'lchash uskunalari doimiy ravishda takomillashtirish bilan birga olib borilmoqda. Biotadqiqotning o'ziga xos xususiyati uning muhim fanlararo tabiatidir. Bu sohada fizik va matematiklar, muhandislar va biologlar, psixologlar va shifokorlar ishlaydi. Shuni ta'kidlash kerakki, biotadqiqotlar nafaqat biotibbiyot maqsadlarida fizika va texnologiya yutuqlarini o'rganish, balki bioo'lchovlar, tegishli asbob-uskunalar va texnikani ishlab chiqishga sezilarli turtki berishi bilan ham tavsiflanadi.

1. Elektrod parametrlarini o'lchash: impedans o'lchash davri.
2. Elektrod parametrlarini o'lchash: polarizatsiya kuchlanishini o'lchash davri.
3. Elektrod parametrlarini o'lchash: shovqinni o'lchash sxemasi.
4. Elektrolitlar o'tkazuvchanligining konsentratsiya va haroratga bog'liqligi. O'zgaruvchan tok uchun elektrolitlarning o'tkazuvchanligi.

5. Elektrodlardagi pomexalar va ularning tasnifi.
6. Vodorod elektrodi.
7. Biologik to'qimalarning elektr xususiyatlari. Biologik ob'ektlarning elektr qarshiligini o'lchash usullari.
8. Elektrodning turlari va ularni qo'llash xususiyatlari. Mikroelektrodlar.
9. Elektrod-biobyektning ekvivalent sxemalari, Varburg impedansi.
10. Biologik ob'ektlarning ekvivalent zanjirlarining parametrlarini aniqlash usuli.
11. Elektrodning elektr parametrlari va ularni hisoblash.
12. Elektrodni ishlab chiqarishda ishlatiladigan tipik konstruktsiyalar va materiallar.
13. Shovqinning fizik tushunchalari va ularning o'lchovlarning ob'ektivligiga ta'siri.
14. Biotibbiy signallar va ularning asosiy xususiyatlari.
15. EX kuchaytirgichlari, asosiy xususiyatlari va texnik tavsiflari.
16. BAP va ularning parametrlarini o'lchash.
17. Datchiklarning tasnifi va ularning asosiy xarakteristikalari.
18. Datchik tushunchasi va xatoliklari tushunchasi.
19. Biosensorlar.
20. Parametrik konvertorlarning o'lchash sxemalari.
21. Balanslangan ko'priklar ko'rinishidagi o'lchash sxemalari.
22. Muvozanatsiz ko'priklar ko'rinishidagi o'lchash sxemalari.
23. Muvozanatsiz o'zgaruvchan tok ko'prigi. Sinxron detektor haqida tushuncha.
24. Generator konvertorlarining o'lchash sxemalari.
25. Tenzometrlarning fizik asoslari. Tenzometrlarning dizayni, texnik tavsiflari va qo'llanilishi
26. Tenzometrlarning o'lchash sxemalari.
27. Tenzometrlar va ularning biotibbiy signal datchiklarida qo'llanilishi.

28. Sig'imli o'zgartirgichlar.
29. Doimiy tok chiqishi bilan sig'imli transduserlarning o'lchash sxemalari.
30. O'zgaruvchan tok chiqishi bilan ta'minlangan sig'imli o'zgartirgichlarning o'lchash sxemalari.
31. Rezonansli sig'imli o'zgartirgichlik zanjirlar.
32. Pyezoelektrik o'zgartirgichlar: qurilma va konstruksiya.
33. Pyezoelektrik o'zgartirgichlarning o'lchash zanjirlari.
34. Pyezoelektrik o'zgartirgichlarning ekvivalent sxemalari.
35. Zaryad kuchaytirgichi va impedans o'zgartirgichinig sxemasi.
36. Instrumental kuchaytirgichlar.
37. Termik o'zgartirgichlarning asoslari.
38. Termistorlar: hisob-kitoblar va materiallar.
39. Yarimo'tkazgichli harorat datchiklarisensorlari (p-n o'tish datchiklari).
40. Termostatlarni o'lchash natijalari.
41. Simob termometridagi termal relening sxematik diagrammasi va ishlash printsipi.
42. Germaniy monokristalidan tayyorlangan haroratga sezgir elementlar.
43. Termojuftlar, ishlash printsipi, kommutatsiya sxemalari.
44. Haroratni o'lchash uchun datchillar. Qiyosiy xususiyatlar.
45. Termistorga asoslangan termal relening sxematik diagrammasi va ishlash printsipi.
46. Simli sezgir elementlar (qarshilik termometrlari).
47. Fotoelektrik yacheykalaning optik nurlanish manbalari.
48. Fotodiodlar va fototranzistorlar asosidagi fotoelektrik elementlarning fotodetektorlari.
49. Fotodiodlar va fototranzistorlar asosidagi optik nurlanishni qabul qiluvchilar uchun o'lchash sxemalari.

50. Fotorezistorlar va ularni o'lchash sxemalari
51. Optik tolali sezgir elementlar.
52. Fotopletismografik datchiklar
53. Pulsoksimetrning ishlash printsipi va tuzilishi .
54. Pulsoksimetriyadagi pomexalarning tasnifi va manbalari.
55. Pulseoksimetrni kalibrlash usullari.
56. Elektrokinetik hodisalar va elektrokinetik konvertorlar.
57. Polarografik o'zgartirgichlar.
58. Galvanik o'zgartirgichlar.
59. Gaz datchiklari.
60. Puls datchiklar: qiyosiy xarakteristikalar.

2.7. PAST VA YUQORI CHASTOTALI FIZIOTERAPEVTIK ELEKTRON USKUNALAR: MARKAZIY ASAB TIZIMINING ELEKTR STIMULYATORLARI, NERV VA YURAK-QON TOMIR TIZIMLARI VA BOSHQALAR

1.Past va yuqori chastotali fizioterapevtik elektron uskunalar

Tibbiy asboblari - uzluksiz va impulsli past chastotali elektromagnit tebranishlar generatorlari - aniq ajratish qiyin bo'lgan qurilmalarning ikkita katta guruhini - stimulyatorlarni va fizioterapiya asboblari birlashtiradi.

Elektr stimulyatsiyasi - bu elektr impulslari yordamida organ yoki to'qimalarning faoliyatini rag'batlantirish.

Elektr stimulyatsiyasining afzalliklari:

- 1) nojo'ya ta'sirlar yo'qligi;
- 2) ta'sirga yaxshi bardoshlik,
- 3) mumkin bo'lmang tavsiyarning minimal soni (kech homiladorlik, saraton kasalligi),
- 4) mahalliy ta'sir;
- 5) ta'sir qilishning qulayligi,
- 6) shifokorlarning texnik darajasini (dunyoqarashini) oshirish,
- 7) texnologiyaning rivojlanishi.

Elektr stimulyatorlarining tasnifi (ta'sir qilish ob'ekti bo'yicha):

1. Markaziy asab tizimini stimallashtirish.
2. Nerv-mushak tizimi va tayanch-harakat tizimini stimallashtirish.
3. Yurak-qon tomir tizimini stimallashtirish.
4. Nafas olishni stimallashtirish..
5. Siyish-jinsiy tizimini stimallashtirish.
6. Oshqozon-ichak yo'lini (traktining) stimulyatsiyasi.

Qo'llanilish sohalari:

- a) vaqtincha yo'qolgan funktsiyani tiklash;
- b) har qanday funktsiya zaiflashgan bo'lsa, uni kuchaytirish;
- v) funktsiyani almashtirish.

Keng maqsadda qo'llaniladigan stimulyatorga misol sifatida universal elektr stimulyator UEI-1 (Rasm. 2.7.1.) keltirsak bo'ladi. Bu to'rtburchaklar va eksponensial shakldagi impulsli tok generatoridir. Impulslarning parametrlari va ularning chastotasi keng diapazonda sozlanishi mumkin, to'rtburchak impulslarning davomiyligi 0,01 dan 300 ms gacha o'zgarishi mumkin;



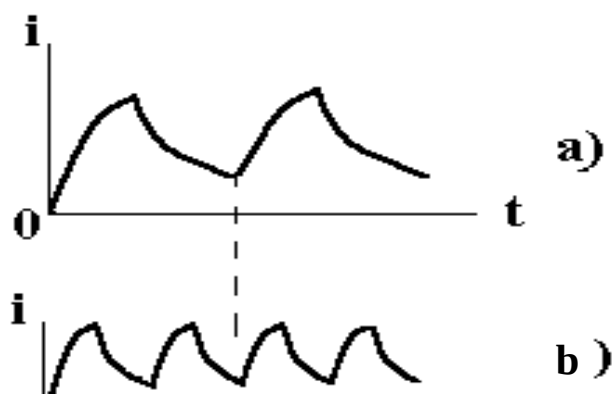
Rasm. 2.7.1. *Universal elektr stimulyatori - UEI*

Qurilma bemorga ulangan sharoitda impulsning amplitudasini o'lchash imkonini beradi. Tleatron - nur trubkasining ekranida (yoki kompyuter monitoridad) qurilmaning chiqishidagi impulslarning shaklini kuzatish mumkin.

Elektroterapiya uchun yana bir qurilma SNIM-1 (Rasm. 2.7.2.) qurilmasi bo'lib, impuls chastotasi taxminan 100 Gts ni tashkil qiladi, impulslarni shakli . 2.7.3.rasmda ko'rsatilgan.

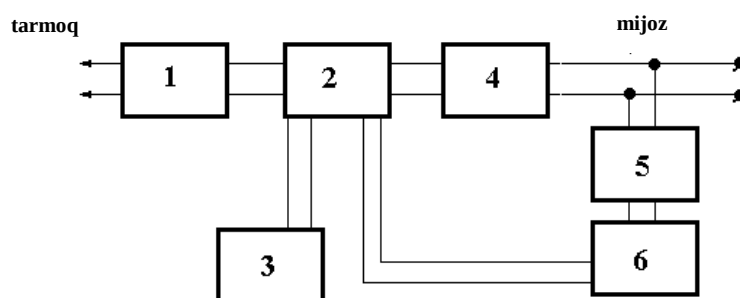


Rasm. 2.7.2.
*Elektroterapiya uchun
SNIM-1- apparati*



Rasm. 2.7.3. SNIM-1 apparatining impulslari

SNIM-1 apparatining blok sxemasi:



Rasm. 2.7.4. SNIM-1- apparatining blok sxemasi

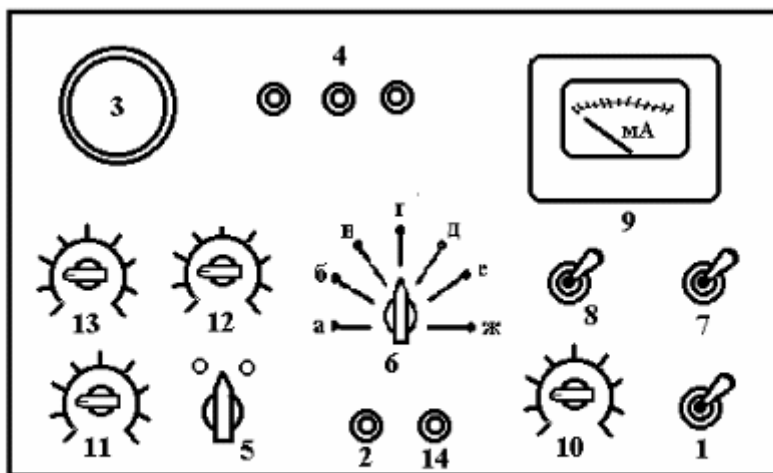
Rasm-2.7.4 da quyidagi belgilar kiritilgan:

1. transformator;
2. chiqishda davolash impuls toklarini hosil qiluvchi boshqariladigan ikkiyarimdavrlilik to'g'rilagich;
3. modulyatsiyaladigan kaskadning asos multivibratori;
4. filtr – (R-C) zanjir.

5. Bemordan o'tivchi tokni nazorat qilish uchun o'lchash pribori – milliampermetr, shkala birligi 1mA va 5 mA.
6. Toknshaklarini kuzatish uchun otsillograf.

Qurilma doimiy qitblii elektr toki impulslarining generatoridir. impuls shakli sinusoidalga yaqin. Impuls chastotasi 50 va 100 Hz, davomiyligi - 0,01 s. Ushbu impulslar amplituda boyicha modulyatsiyashgan bo'lib, ular har xil davomiylikdagi impulslarni hosil qiladi va 50 va 100 Gts chastotali impulslarning davriy ravishda almashinishiga ega.

50 Gts chastotali impuls shakllari 2.7.3-a-rasmda ko'rsatilgan. Ushbu impulslar o'zgaruvchan tokning bir-yarimdavrlari to'g'rilash usuli bilan hosil qilingan. Impulsning kamayishi eksponensial egri chiziq bo'ylab amalga oshadi. 100 Gts chastotada impulslar o'zgaruvchan tokni ikkiyarimdavrlari o'zgartirish yo'li bilan va shaklda ko'rsatilgandek impuls hosil bo'ladi (2.7.3-b-rasm).



Rasm. 2.7.5. SNIM-1- apparatining boshqaruv tugmalari

1. Tarmoqni ulash tugmasi
2. Indikator lampochkasi

2. Kattalashtiruvchi linza bilan qoplangan osiloskop ekrani
3. Tok turlarining kalitining signal lampalarining ko'zlari
4. Ish rejimini o'zgartirish tugmasi ("doimiy" yoki "o'zgaruvchan")
5. Tok turlarini va modulyatsiya shakllarini almashtirish tugmasi
6. 1mA va 5mA rejimlari bilan milliampermetr shkalasini o'zgartirish tugmasi
1. Bemor klemmlaridagi kuchlanish qutiblarini o'zgartirish tugmasi
2. Milliampermetr
3. Potansiyometrni sozlash tugmasi (Bemor toki)
4. O'zgaruvchan ish rejimida barcha turdagi toklarning davrining davomiyligini sozlash tugmasi
5. Portlashlardagi oqim noldan maksimalgacha ko'tariladigan vaqtni soniyalarda sozlash tugmasi - "etakchi chekka"
2. Tok impulsning "oldi fronti"ni noldan maksimumga qadar o'sib borish vaqtini boshqarish tugmasi.
3. Qurilmada nosozlik sodir bo'lganda yonib turadigan qizil signal chiroqi.

Chiqish kontaktlari (bemorga), shuningdek, qurilmani tarmoqqa ulash uchun kontaktlar qurilma korpusining orqa devorida joylashgan.

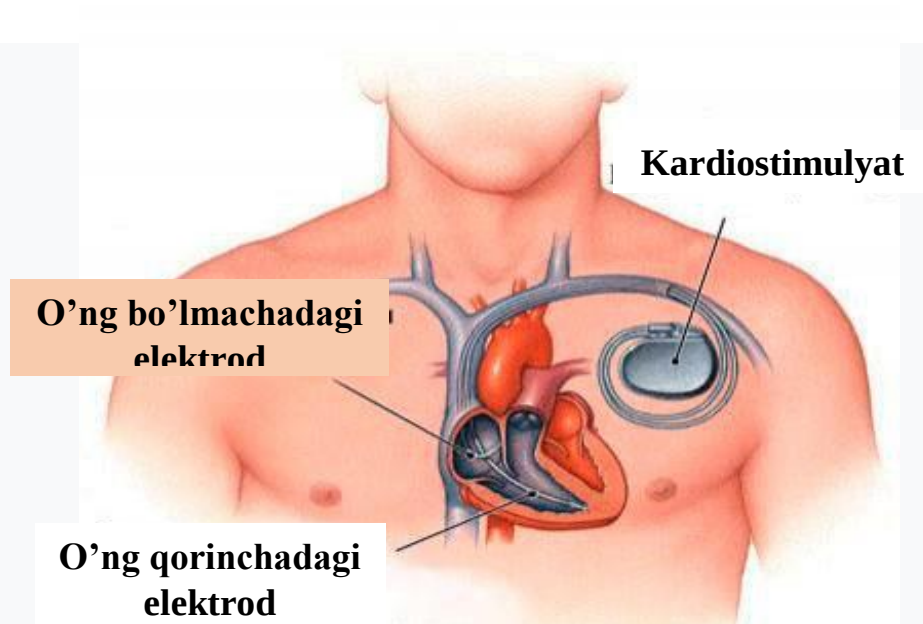
Chop yon devorda, alohida tasvirlangan ochiladigan qopqoq tagida ximoyalovchi- predoxranitel joylasjgan, osiloskop ekranidagi tasvirni sozlash uchun beshta tugma mavjud: "chastota", "yorqinlik", "fokus", "horizontal nurning siljishi", "vertikal nurning siljishi".

KARDIOSTIMULYATORLAR

Bloking- generatori va multivibrator yurak stimulyatoridagi impuls generatorlari sifatida ishlatiladi. **Kardiostimulyator** – stimulyatsiya impulslarini hosil qiluvchi va ularni yurakka etkizib beruvchi qurilmadir. U impuls generatori va tegishli elektrodlardan iborat. Implantatsiya qilinadigan ichki (Rasm-2.7.6) va tashqi (Rasm-2.7.7) yurak stimulyatori mavjud. Implantatsiya qilinadigan yurak stimulyatorning butun tizimi bemorning tanasining ichki sohasida joylashgan bo'ladi. Tashqi yurak stimulyatori odatda bemor tomonidan kiyiladi va miyokard ichida yoki ustida joylashgan elektrodlanga ulangan tashqi impuls generatoridan iborat.

Kardiostimulyatorlarning impuls generatorlari elektrquvvat manbalari bilan ta'mimlangan bo'lishlari kerak. Hozirgi vaqtda tashqi generatorlarning ko'pchiligi elektr quvvatinin batareyalardan oladi. Hozirgi vaqtda generatorlar 10 yil xizmat qilish muddatiga ega qayta zaryadlanuvchi batareyalarga (akkamilytorlar) bilan ishlab chiqilgan.

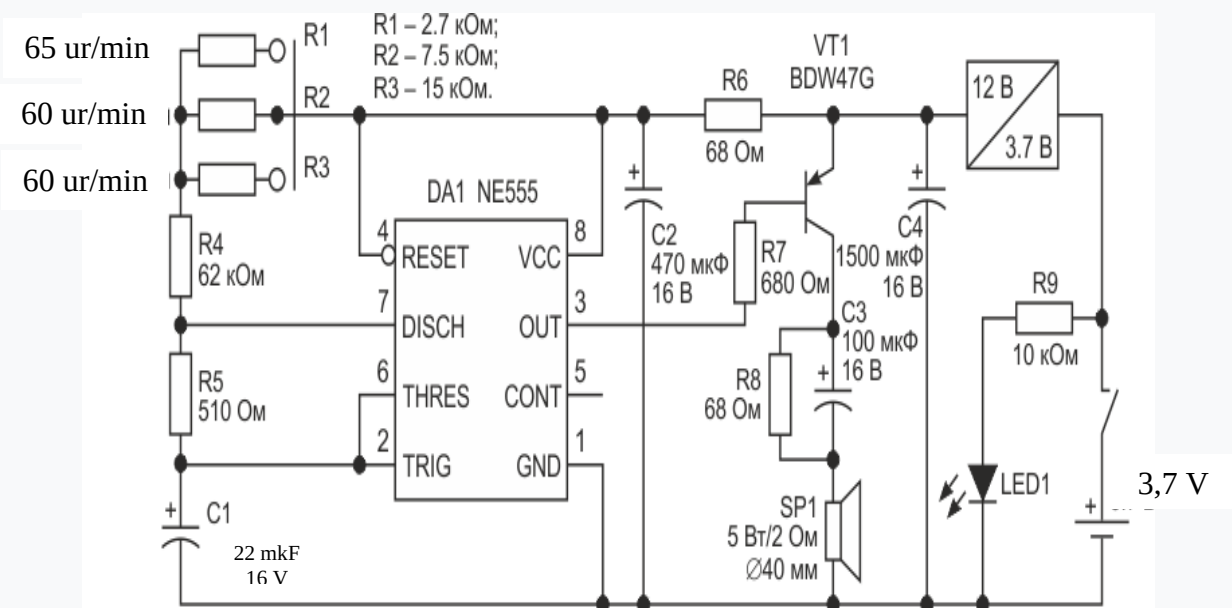
Implantatsiya qilinadigan elektr quvvat manbalari uchun atom quvvat manbai bo'lgan generatorlar yaratilgan. Ushbu qurilmalar radioaktiv plutoniyni parchalanishi natijasida hosil bo'lgan issiqlikni to'g'ridan-to'g'ri elektr tokiga aylantiradi, bu esa kardiostimulyator uchun ishlatiladi. Ushbu qurilmaning xizmat qilish muddati taxminan 10 yil; bu holda bemor uchun radiatsiya xavfi minimaldir.



Rasm. 2.7.6. *Ichki yurak stimulyatorining joylashuvi*



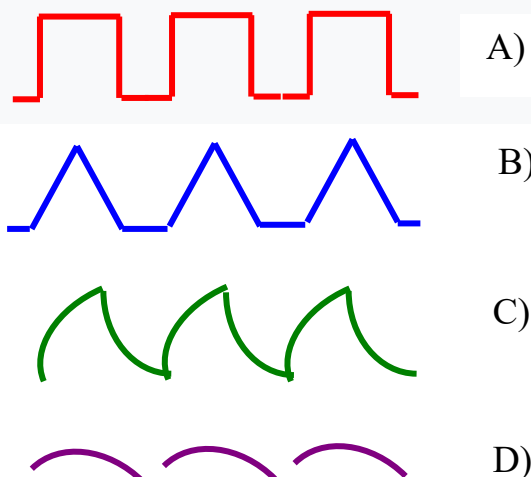
Rasm. 2.7.7. *Ikki kameralik yurak stimulyatori*



Rasm. 2.7.8. NE 555 rusumli kardiostimulyatornong sxemasi

AMPLIPULS APPARATI

Sinusoidal modulyatsiyalangan toklar bilan elektroterapiya "Amplipulse - 3" qurilmasi tomonidan amalga oshiriladi. Ushbu qurilmada generatorning sinusoidal tebranishlarining chastotasi 5 kHz ni tashkil qiladi, modulyatsiya qiluvchi sinusoidal tebranishlar chastotasi 10-150 Gts oralig'ida silliq sozlanishi mumkin. Ushbu generator tomonidan generatsiyalangan tok shakllari 2.7.9-rasmda ko'rsatilgan.



Rasm. 2.7.9 Amplipuls apparati tomonidan generatsiyalangan tok shakllari

AMPLIPULS-5

Past chastotali elektr impulslaridan foydalangan holda, Amplipulse-5 samarali va xavfsiz davolanishni ta'minlaydi, bemorni tez tiklanishini va umumiy holatini yaxshilaydi.

Amplipulse-5" past chastotali fizioterapiya apparati, tayanch-harakat tizimi va asab tizimining turli kasalliklari bilan og'riq bemorlarni davolash va reabilitatsiya qilish uchun mo'ljallangan zamonaviy tibbiy uskunadir.

Past chastotali fizioterapiyaning afzalliklari:

- **Yuqori samaradorlik:** Og'riq belgilarini tezda bartaraf etish va bemorning umumiy holatini yaxshilash
- **Xavfsizlik va qulaylik:** protseduralar noinvaziv va og'riqsizdir, maxsus tayyorgarlik va tiklanish vaqtini talab qilmaydi.
- **Universallik:** turli kasalliklar va bemor xolatlarini davolash uchun qulay.
- **Foydalanish qulayligi:** Intuitiv interfeys va sozlash qurilmani har bir bemorning individual ehtiyojlariga moslashtirishni ta'minlaydi.

Ta'sir qilish usuli

Qurilma past chastotali modulyatsiyalangan sinusoidal toklardan foydalanishga asoslangan amplipuls terapiya usulidan foydalanadi. Terapiyaning asosiy ta'siri:

- **Og'riqni yo'qotish:** Elektr impulslari nerv oxirlarini stimallashtiradi, og'riq signallarini bloklaydi va og'riq hislarini kamaytirishga yordam beradi.
- **Qon aylanishini stimallashtirish:** to'qimalarda mikrosirkulyatsiya va qon aylanishini yaxshilash, metabolik jarayonlarni tezlashtirishga va shikastlangan to'qimalarni tiklashga yordam beradi.
- **Yallig'lanishni kamaytirish:** Yallig'lanishga qarshi ta'sir shish va yallig'lanishni kamaytirishga yordam beradi.

- **Mushaklarning bo'shashtirish:** Elektr stimulyatsiyasi mushaklarning spazmlari va kuchlanishini bartaraf etishga yordam beradi

Qurilmani turli kasalliklarni davolashda qo'llash Qurilma quyidagi kasalliklarni davolash va rehabilitatsiya qilish uchun muvaffaqiyatli qo'llaniladi:

- Osteoxondroz va intervertebral churralar: og'riqni kamaytiradi, orqa miya harakatchanligini yaxshilaydi va yallig'lanishni kamaytiradi.
- Radikulit va nevralgiya: Og'riqni yo'qotish va asab faoliyatini yaxshilash
- Artrit va artroz: yallig'lanishni kamaytirish va bo'g'imlarning harakatchanligini yaxshilash
- Mushak og'rig'i va spazmlari: mushaklarni bo'shashtiradi va og'riq belgilarini kamaytiradi
- Jarohat va rehabilitatsiya: jarohatlar va jarrohlikdan keyin tiklanish jarayonini tezlashtirish

Bemorlar birinchi seanslardan keyin sezilarli yaxshilanishlarni qayd etadilar. Klinik tadqiqotlar shuni tasdiqlaydiki, bemorlarning 85% dan ortig'i og'riqni sezilarli darajada kamaytiradi va mushak-skelet tizimining faoliyatini yaxshilaydi. Bu rehabilitatsiya vaqtini qisqartirishga va hayot sifatini yaxshilashga yordam beradi.



Rasm. 2.7.10. Amplipuls apparati

Elektr stimulyatsiyasi (EMS) - reabilitatsiya davolash usuli bo'lib, mushaklar va nervlarni elektr stimulyatsiyasiga asoslangan bo'lib, miyostimulyatordan elektrodlar orqali inson tanasiga ma'lum xususiyatlarga ega tok o'tkazish yo'li bilan amalga oshiriladi

ULTRA YUQORI CHSTOTALI (UYUCH) TERAPIYA
UYUCH terapiyasi - bu 40,68 MGts yoki 27,12 MGts bo'lgan yuqori chastotali elektromagnit maydonning bemorning tanasiga ta'sir qilishga asoslangan, samaradorligi yuqori bo'lgan, fizioterapiya usulidir.

Fizioterapevtik qurilma tomonidan hosil qilingan elektromagnit maydon va bemorning tanasi o'rtasidagi o'zaro ta'sir davomida ikki turdagi elektr toki hosil bo'ladi. Elektr o'tkazuvchanligi nisbatan yuqori bo'lgan tuzilmalarda (qon, limfa, siydik va yaxshi qon bilan ta'minlangan to'qimalar) zaryadlangan zarralar ushbu maydon chastotasida tebranadi. Bunday holda, ushbu tuzilmalarda o'tkazuvchanlik oqimi paydo bo'ladi.

Zarrachalarning tebranishi qovushoqligi yuqori bo'lgan muhitda sodir bo'ladi, shuning uchun energiya yutilishi bu muhitning qarshiligini engish tufayli sodir bo'ladi. Bunday energiyani yutish **omik yo'qotish** deb ataladi. Tana to'qimalari tomonidan so'rilgan energiya issiqlik shaklida chiqariladi.

Elektr xossalari dielektrlarga yaqin bo'lgan (asab, biriktiruvchi, yog'li, suyak) to'qimalarda yuqori chastotali maydonning tebranish chastotasi bilan o'z yo'nalishini o'zgartiradigan qutbli molekulalar (dipollar) hosil bo'ladi. Dipol zarrachalarining aylanishi (yoki tebranishi) tufayli dielektrlarda siljish toki paydo bo'ladi va aylanuvchi zarralar tomonidan yopishqoq muhitni engib o'tish bilan bog'liq yo'qotishlar **dielektrik yo'qotishlar** deb ataladi.



Rasm. 2.7.11. *UYUCH – 30 apparati*



Rasm. 2.7.12. *UYUCH – 60 apparati*

Induktotermiya

Induktotermiya - faol omil bo'lib yuqori chastotali o'zgaruvchan magnit maydon bilan ta'sir qilish terapevtik usulidir. Ushbu maydon energiyasining ta'siri uyurmali toklarni paydo bo'lishiga olib keladi, mexanik energiya issiqlikka aylanadi



Rasm. 2.7.13. *Induktotermiya terapiyasini o'tkazish apparati*

2.8. ORGANIZMNING BIOELEKTRIK AKTIVLIGINI O'RGANISH USKUNALARI

Tirik hujayralar va to'qimalar orqali doimiy tok o'tkazilayotganda, tok kuchi doimiy bo'lib qolmasligi aniqlangan, potentsial qo'lgandan so'ng darhol tok doimiy ravishda pasayishni boshlaydi va nihoyat, asl holatdan bir necha baravar pastroq darajada bo'ladi. Bu holat, doimiy tok biologik tizimdan o'tganda, unda teskari yo'nalishdagi elektr yurituvchi kuch (e.yu.k) paydo bo'li va uni ma'lum chegaraviy qiymtgacha ko'tarilishi bilan izohlanadi. Qarshi e.yu.k. paydo bo'lishi bilan Om qonunidan og'ish sodir bo'ladi.

Kuzatilgan hodisa elektrolitlar eritmalarida sodir bo'ladigan hodisaga o'xshaydi. Ular uchun polarizatsiya hodisasi xarakterlidir, ya'ni doimiy tok o'tishida, qo'shimcha zaryadlarning paydo bo'lishi, qarama-qarshi ishorali ionlarining paydo bo'lishi bilan bog'liq.

Biologik tizimlardagi tok kuchining o'zgarishi ularda tokni qutblanish qobiliyatiga ega ekanligini ko'rsatadi.

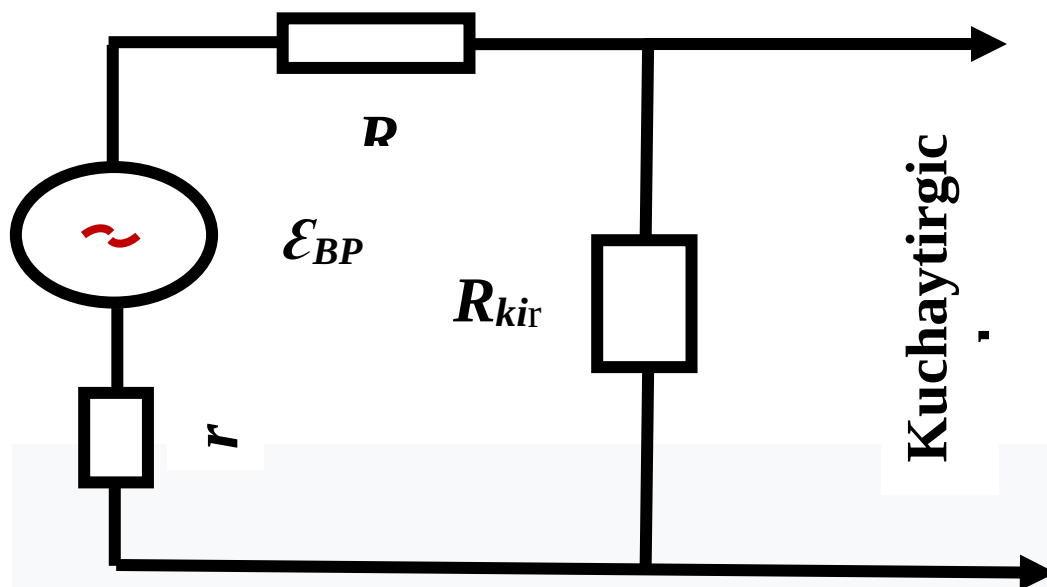
Tibbiy elektronikada ikkita turdagi qurilmalar qo'llaniladi: **elektrodlar va sensorlar**.

Elektrodlar - o'lchash sxemasini biologik tizim bilan bog'laydigan maxsus shakldagi o'tkazgichlardir.

Elektrodlar uchun ma'lum talablar qo'yiladi:

- Ular tezda maxkamlanishi kerak;
- Qayta joyidan olish;
- Elektr parametrlarining yuqori barqarorligiga ega bo'lish;
- Pomexalarni hosil qilmaslik;
- Biologik to'qimalarga salbiy ta'sir qilmaslik.

Biologik tizim va elektrodni o'z ichiga olgan zanjirning ekvivalent elektr sxemasi Rasm-2.8.1.da keltirilgan.



Rasm-2.8.1. *Biologik tizim va elektrodni o'z ichiga olgan zanjirning ekvivalent elektr sxemasi*

$\mathcal{E}_{bp}$ - biopotsial e.yu.k. manbalari;

r - biotizimning ichki to'qimalarining qarshiligi;

R - terining qarshiligi va u bilan aloqa qiladigan elektrodlar;

R_{kir} - biopotsial kuchaytirgichning kirish qarshiligi.

Bioelektrik signalni qayd qilish uchun elektrodlar quyidagi guruhlariga bo'linadi:

1. Funktsional diagnostika xonalarida qisqa muddatli foydalanish uchun, masalan, elektrokardiogrammani bir martalik olish uchun;
2. Uzoq muddatli foydalanish uchun, masalan, intensiv terapiya bo'limlarida og'ir bemorlarni doimiy nazorat qilish uchun;
3. Mobil kuzatishlar, masalan, sport yoki kosmik tibbiyotda foydalanish uchun;
4. Favqulodda vaziyatlarda foydalanish uchun, masalan, favqulodda yordam xonasida.

Elektrofiziologik kuzatuvlarda elektrodlardan foydalanishda ikkita o'ziga xos muammo paydo bo'ladi. Ulardan biri, elektrodlar biologik to'qimalar bilan

kontaktda bo'lganda, galvanik e.yu.k.ning paydo bo'lishidir.. Ikkinchisi, elektrodning elektrolitik polarizatsiyasi bo'lib, u tok o'tganda elektrodlarda reaksiya mahsulotlarini paydo bo'lishligi kuzatiladi. Natijada, asosiy e.yu.k. ga nisbatan qarshi e.yu.k. paydo bo'ladi. Ikkala holatda ham paydo bo'lgan e.yu.k. elektrodlardagi foydali bioelektrik signalni buzilishiga olib kelish mumkin.

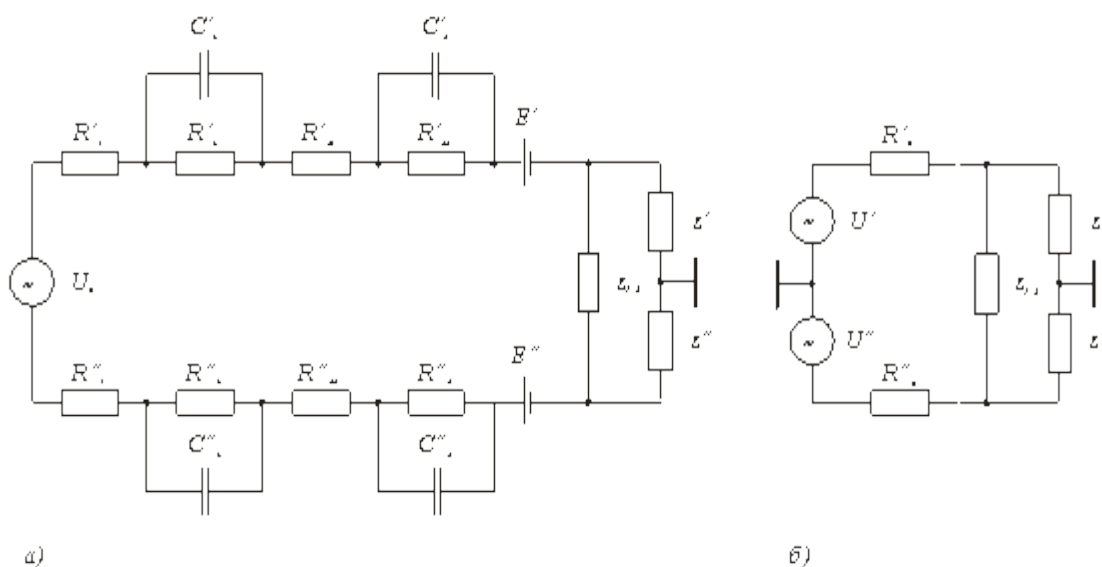
1. Bioelektrik signallarni kuchaytirish (BSK)

BSK uchun signallarning manbai bo'lib tirik organizmlar (biologik ob'ektlar) xisoblanadi. BSKni loyihalashda e'tiborga olinishi kerak bo'lgan bioelektrik signal manbalarining asosiy xususiyatlari quyidagilardan iborat:

- beqarorlik va odatda bioelektr generatorlarining yuqori ichki qarshiligi. Uzoq muddatli o'rganish davomida ekvivalent qo'zg'atuvchi generatorning ichki qarshiligi 103 - 106 Om oralig'ida o'zgarishi mumkin, bu BSK ning yuqori kirish qarshiligiga bo'lgan ehtiyojni belgilaydi;
- BSK ning kirishlarida kuchlanishning mavjudligiga yo'l qo'yilmaydi, bu ta'minot simlari va elektrodlar orqali biologik ob'ektga qo'zg'atilgan makro yoki mikro toklar ko'rinishida ta'sir qiladi;
- kattaligi bo'yicha foydali farq (differensial) signal dan ko'p marta katta bo'lishi mumkin bo'lgan parazit signalni bostirish zarurati.
- BSK ning kirishlarida umumiy rejimli shovqinlarning paydo bo'lishining asosiy sabablari sanoat shovqinlaridir, bir qator fiziologik parametrlarni o'lchashda hosil bo'ladigan kuchlanish manbalarining shovqinlari va qo'shni organlar va to'qimalarning signallari bo'lgan fiziologik shovqinlardir. sinfazi signallarni bostirish BSK ning kirishida differentsial kuchaytirgichlar (kaskadlar) yordamida amalga oshiriladi.

Turli elektrofiziologik tadqiqotlar davomida qayd etiladigan bioelektrik signallarning diapazoni 5 mkV dan 120 mV gacha, bu signallarning chastota diapazoni 10^{-4} dan 10^8 Gtsgacha yoki undan ko'p bo'lishi mumkin.

BSK signali manbai sifatida tirik ob'ektni U_c - ekvivalent generatorning ichki R_i - qarshiligi bilan ketma-ket ulangan va elektrod biriktirilgan terining maydonidan tashkil topgan sxema tariqasida ko'rish mumkin (5.1.3a-rasm).



Rasm-2.8.2. BSK ning kirish zanjirini ekvivalent sxemasi: a – to'liq;
b- soddalashtirilgan

Rasm -2.8.2 da R_k va S_k - elektrod va qo'shni ichki to'qimalar orasidagi terining qarshiligi va sig'imi; R_3 va S_3 - elektrodning qarshiligi va sig'imi; R_{3II} - elektrolitlar qarshiligi; $Z_{1,2}$ Z' , Z'' - LU kirish zanjirining qarshiligi.

Amaliy hisob-kitoblar uchun soddalashtirilgan sxemadan foydalanish maqsadga muvofiqdir (2.8.2. b-rasm).

2. Kirish zanjirlarida xalaqit beruvchi signallarni bartaraf etish usullari

Umumiy tartibda shovqin bilan kurashishning eng radikal, ammo kamdan-kam uchraydigan usuli bu uning paydo bo'lish sabablarini bartaraf etish yoki uning ta'sirini maqbul chegaralarga kamaytirish, masalan, shovqin manbasini o'chirish yoki olib tashlashdir.

Sxemani loyihalash usullaridan foydalangan holda umumiy rejimdagi signal kuchlanishini kamaytirish usullari:

1) Himoyalash ya'ni ekranlashtirish, qo'zg'atilgan shovqinlarning pomexalarning qutilishga imkon beradi, lekin potentsial manbalar va ichki kelib chiqishning ichki sabablari saqlanib qoloshi mumkin. Bundan tashqari, shuni hisobga olish kerakki, ko'plab tadqiqotlarda o'lchash moslamasining ekranlanishtrish muammo xisoblanadi. Shu sababli, sinfaz pomexalar bilan kurashish muammosi paydo bo'ladi.

2) Keltirilgan o'tkazgichlarini o'rama saklda burish tashqi ppydo bo'lga EYUKni kamaytirishga imkon beradi. Bunga qo'shimcha ravishda, o'rama-burish bu o'tkazgichlarning sig'imini erlashtirish-zazemlenieda yaxshiroq muvozanatlash imkonini beradi. Ushbu shovqin darajasini kamaytirish uchun BSKga olib boradigan ikkala o'tkazgichni bitta ekranga joylashtirish tavsiya etiladi.

3) Muvozanatlash - balanslash va filtrlash, agar umumiy rejimdagi shovqin uzatiladigan ma'lumot spektridan farqli chastota diapazonini egallasa, juda samarali bo'ladi. Bunday chora-tadbirlarga misol sifatida BSK yuqori chastotali shovqinlarni kamaytirish uchun blokirovka qiluvchi kondensatordan foydalanish mumkin.

Sinfazali xalaqit beruvchilar (pomexalar)

Agar biopotentsiallar manbai, aloqa liniyasi va BSK qat'iy nosimmetrik bo'lsa, umumiy rejim shovqinlariga qarshi kurash muammosi mavjud bo'lmas edi. Biroq, bir qator sabablarga ko'ra, bunday simmetriyaga erishib bo'lmaydi yoki u tajriba davomida buziladi. Natijada, sinfazali pomexa differensial signalga aylanadi, uni endi kerakli signaldan ajratib bo'lmaydi.

Bioelektrik faollikni qayd etishda sinfaz pomexa-shovqin oddiy differensial signalga aylanadigan asosiy joylar biosignallar manbai, chiqish simlari va BSK ning o'zi hisoblanadi.

2.9. ELEKTR XUSUSIYATLARIGA EGA BO'LMAGAN ORGANIZM XARAKTERISTIKALARINI O'RGANISH UCHUN USKUNALAR, APPARATLAR VA DATCHIKAR

1. Impedansli pletismografiya

Impedansli pletismografiya (IPG) texnikasining mohiyati: o'zgaruvchan yuqori chastotali toklarning ta'siriga to'qimalarning umumiy elektr qarshiligini qayd etishdan iborat. Biologik suyuqliklarning elektr o'tkazuvchanlik koeffitsienti yuqori bo'lganligi sababli, mazkur usul, qon oqimining dinamikasini va inson tanasining o'rganilayotgan sohalarida mikrosirkulyatsiya xarakterini tezda aniqlashga yordam beradi.

Tadqiqot, venoz tomirlarning tinch yoki faol xolatlarida, ularning turli bo'limlarini qon suyuqligi bilan to'ldirilishini ob'ektiv baholash imkonini beradi. Klassik reografiyadan farqli o'laroq, IPG da yuqori chastotali toklardan foydalaniladi.

ASOSIY KO'RSATMALAR

Impedans pletismografiyasi quyidagi patologiyalarni aniqlashda eng ko'p qo'llaniladi:

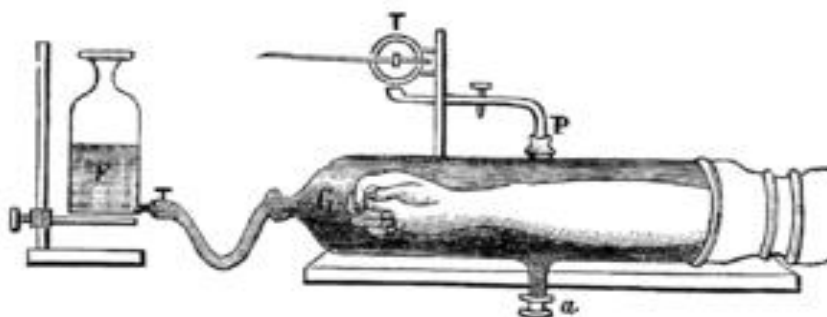
- Oyoqlarning chuqur venalaridagi trombozni aniqlashda;
- Tromboflebit rivojlanish xavfining oshishini aniqlashda;
- TELa ga shubha (o'pkadagi shox simon arteriyada hosil bo'lishi mumkin bo'lgan tromboemboliyani);
- Miya qon aylanishining buzilishini;
- Reyno sindromini;
- Tomirlarning varikoz kengayishini;
- Aterosklerozni.

Mazkur usul shuningdek, davolash dinamikasini kuzatish va qon tomirlarining umumiy holatini (ularning tonusini, elastikligi, devorlarining mustaxkamligini) baholash uchun ham qo'llaniladi.

IPG bir necha bosqichda amalga oshiriladi:

- Bemor tanasini gorizantal holatga olib kelib, oyoq-son sohasini $30-35^0$ ga egidi. Bu xolat, son sohasidan qonni tabiiy ravishda, oyoqning pastgi sohasiga oqishini ta'minlaydi ;
- Teriga maxsus kontakt gel-surtmasib surtiladi;
- Bir uchi pletismografga ulangan ikkita elektrod oyoqning boldir qismiga, bir-biridan 10 sm masofada biriktiriladi;
- Teshirilayutgan a'zoning soniga nkklyuzion manjet mahkam o'rnatilgadi;
- Manjeta arterial qon oqimiga salbiy ta'sir ko'rsatmasdan venalarning siqilishiga yordam beradigan ma'lum bir bosim darajasiga qadar shishiriladi. Bu holatda 45 soniya davomida (arterial qon ta'minoti yomon bo'lgan bemorlarda - 2 minutgacha) qoldiriladi, shundan so'ng u tezda o'chiriladi;
- Manjet o'chirilgandan so'ng 3 soniyadan keyin sodir bo'ladigan venoz qonni to'ldirishning ko'payishi darajasi qurilmada egri chiziq shaklida qayd etiladi;
- Jarayon ikkinchi oyoqda takrorlanadi;
- Ma'lumotlarning ob'ektivligi uchun egri chiziqni tuzishda pastki oyoqlarda qonni to'ldirish va chiqib ketishning maksimal ko'rsatkichlari olinadi;
- Agar ma'lumotlar noto'g'ri bo'lsa, butun protsedura 3-5 martagacha takrorlanadi, oyoq-qo'lning holatini va elektrodlarning joylashishini o'zgartiradi;
- Kerakli ma'lumotni olgandan so'ng, shifokor bemorning oyog'idan asboblarni va qodiq gelni olib tashlaydi.

Pletismograf - tananing turli qismlari hajmining o'zgarishini, asosan, qon bilan ta'minlanish darajasiga qarab grafik tarzda aniqlash uchun qurilmadir (Rasm.2.9.1. va Rasm.2.9.2.).



Rasm.2.9.1. *Pletismograf*



Rasm.2.9.2. *Pletismografiya*

Fotopletismografiya

Fotopletismogramma - yurak siklining fazasiga qarab, kichik tomirlar qon bilan to'ldirilganda sodir bo'ladigan o'zgarishlarni qayd etish natijasidir. To'qimalarning bir qismini yoritish orqali tomirlardagi qon hajmining o'zgarish amplitudasini qayd etish usuli fotopletismografiya deb ataladi (yunoncha "foto" - yorug'lik, "plethysmos" - to'ldirish, "grapho" - yozish, tasvirlash). Tadqiqotni o'tkazish uchun ishlatiladigan qurilma **fotopletismograf** deb ataladi.

Fotopletismografiya printsipli optik densitometriyaga asoslangan - to'qimalarning optik zichligini aniqlash usulidur. Bunda, o'rganilayotgan sohaning bir tomondan yoritiladi, shundan so'ng to'qima soxasidan qaytgan va shu soxadan o'tib sochilgan yorug'lik fotodetektor tomonidan qabul qilinadi. Uning intensivligining kattaligi yurak mushaklarining qisqarishi va bo'shashishi paytida o'rganilayotgan to'qimalarning qon bilan ta'minlanishining o'zgarishiga proporsionaldir, ya'ni tomirning kattaligi va o'rganilayotgan soxadagi qon hajmi bilan belgilanadi. Tomirdagi qon qancha ko'p bo'lsa, ya'ni undagi eritritsitrarni-qizil qon tanachalari – ya'ni yorug'likni qaytaruvchi zarralachalar shuncha ko'pligi demakdir, bu degan so'z ulardan yorug'lik shunchalik ko'p qaytadi.

Yurakning chap qorinchasi qisqarganda to'lqin hosil bo'ladi, uning tezligi tomir devorining elastikligi va qalinligi, tomirning yorug'lik o'tkazish soxasini kengligi va yurakni qisqarish kuchiga bog'liq. Tomirning kengayishi va torayishi ko'ra, fotopletismografiya qon tomirlarining stenozini (sklerozini) aniqlash, ularning toinusini baholash va yurak ishi haqida bilvosita ma'lumot olish imkonini beradi. Tomirning kengayishi va qisqarishi fotodetektordan olingan signal amplitudasining o'zgarishida namoyon bo'ladi. Tomirlarning qisqarishi amplitudaning oshishiga va qon tomirlarining kengayishiesha amplitudaning pasayishiga olib keladi.



Rasm.2.9.3. *Fotopletismografiya*

3. Osillometriya.

Impuls osilometriyasi (Rasm. 2.9.3) (IO) bronxial qarshilikning o'lchashga asoslangan bo'lib havo yo'llarining o'tkazuvchanligini baholash usullaridan biridir.

Ushbu sezgir va ko'p ma'lumot beruvchi usul muntazam tadqiqot usullaridan foydalanish mumkin bo'lmagan kichik bemorlarda nafas olish funksiyasini kuzatish uchun foydali bo'lishi mumkin (Rasm. 2.10.4). (Antonova E.A., Jelenina L.A., Ladinskaya L.M. Pulse osilometriya - yosh bolalarda bronxial astmaning funksional diagnostikasining yangi usuli. Pulmonologiya. 2003;(6):42-45.)



Rasm. 2.9.4. *Impuls osilometri*

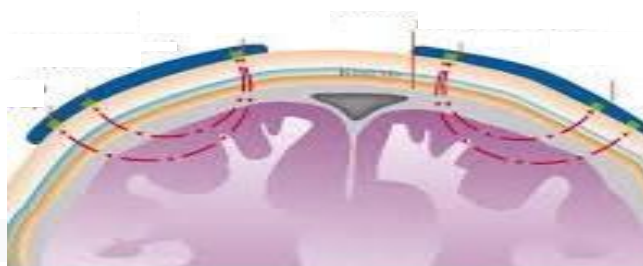


Rasm. 2.9.5. *Impuls osilometri*

Oksimetriya

Oksimetriya - bu qondagi kislorod konsentratsiyasini o'lchash usulidir. Tekshiruv yurak faoliyatiga ta'sir qiluvchi turli kasalliklarni baholashda qo'llaniladi.

Rasm. 2.9.6. *Tekshiruv mexanizmi*



Tadqiqot qanday o'tkaziladi? Pulsoksimetr bemorning barmog'iga biriktirilgan va kompyuterlashtirilgan kompyuter blokiga ulangan datchikdir (Rasm.2.9.7, Rasm.2.9.8). Displayda qondagi kislorod bilan boyitilgan gemoglobinning foizi ko'rsatiladi. Qurilma faqat arterial qon oqimining egri chizig'ini qayd etadi.



Rasm. 2.9.7. *Pulsoksimetriyani o'tkazish*



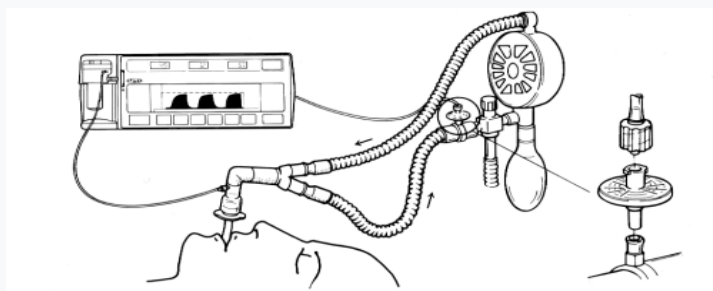
Rasm. 2.9.8. *Pulsoksimetriyani o'tkazish*

Kapnometriya

Kapnometriya - gaz aralashmasidagi karbonat angidrid konsentratsiyasini o'lchash usulidir (nafas olingandagi yoki chiqarilgandagi gaz, tarkibida narkotik gazlari aralashmasi mavjud gazlarni, atmosfera havosidagi gazlarni). **Kapnometr**

- gaz aralashmasidagi karbonat angidrid konsentratsiyasini o'lchash uchun qurilmadir.

Sidestream-kapnograflar keng qo'llanilmoqda. Ular, shuningdek, aspiratsion kapnograflar yoki yon oqim kapnograflari deb ataladi. Bu nom gaz namunalarini o'lchash kamerasiga etkazib berish usulidan kelib chiqadi. Olingan nafas va chiqarilgan gaz oqimidan maxsus nasos yordamida gazning bir qismi doimiy tezlikda nozik plastik naycha orqali chiqariladi va monitor ichida joylashgan o'lchash kamerasiga uzatiladi. Tahlil tugagandan so'ng, sinov gazi atmosferaga chiqariladi yoki maxsus naylar yordamida nafas olish konturiga qaytariladi (Rasm-2.9.9).



Rasm. 2.9.9. *Pulsoksimetriyani o'tkazish*



Rasm. 2.9.9. *Pulsoksimetr*

Og'irligi - 750 g O'lchamlari: 206 mm x 88 mm x 53 mm (ya'ni, ikkita sigaret qutisidan biroz kattaroq). Kichkina o'lchamiga qaramay, ushbu qurilma funksional jihatidan an'anaviy kapnograflardan sezilarli darajada ustundir.



Rasm. 2.9.10. *Pulsoksimetr*

2.10.ELEKTR XOSSASINI IFODALAMAYDIGAN KATTALIKLARNI ELEKTRGA AYLANTIRUVCHI KONVERTORLARNING ISHLASHINI FIZIK PRINTSIPLARI VA BLOK SXEMALARI

O'lchov o'zgartirgichlari - bu bir turdagi fizik kattalikni boshqasiga, ko'pincha elektr signaliga aylantirish uchun mo'ljallangan maxsus qurilmalardir. Keyinchalik bu signal kuchaytirilishi, qayta ishlanishi, ko'rsatilishi yoki keyingi tahlil uchun saqlanishi mumkin.

O'lchov o'zgartirgichining asosiy xarakteristikalar

- **O'lchov diapazoni:** Bu kattalik qiymatining shunday orlig'iki bunda o'zgartirgich ma'lum bir aniqlik bilan ishlashga qodir bo'lgan oralikdir.
- **Aniqlik:** o'lchangan qiymatning haqiqiy qiymatiga mos kelish darajasini aks ettiradi. Aniqlik ko'pincha, to'liq diapazonga nisbatan foizlarda yoki absolyut birliklarda ifodalanadi.
- **Sezgirlik:** Bu, o'zgartirgich aniqlay oladigan kirish kattaligini minimal o'zgarishidir.
- **Javob vaqti:** inverterning kirish miqdori o'zgarishiga javob berish va mos keladigan chiqish signalini ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan vaqt.
- **Signalni chiziqliligi:** o'zgartirgichning chiqish signalini xaqiqiy chiziqli javobidan qay darajada og'ish darajasini tavsiflaydi.
- **Barqarorlik:** o'zgartirgichning, o'zgarish sharoitida, uzoq vaqt davomida o'z xususiyatlarini saqlab qolish qobiliyati.
- Ishlash haroratining oralig'i: Qurilma ishonchli ishlashi mumkin bo'lgan harorat oralig'i.
- Xatolik: o'lchangan kattalik va haqiqiy qiymat o'rtasidagi farq.

O'lchov o'zgartirgichlari sanoatdan tortib **tibbiyotgacha** bo'lgan turli sohalarda asosiy rol o'ynaydi. Ularning asosiy xususiyatlarini tushunish muayyan

vazifalar uchun mos qurilmani tanlash imkonini beradi va ishonchli va aniq o'lchovlarni ta'minlaydi.

O'lchov o'tkazgichlarining ishlash printsipti

O'lchov o'zgartirgichlari avtomatlashtirish, boshqarish va diagnostika tizimlarining asosiy elementlari hisoblanadi. Ular fizik yoki kimyoviy kattaliklarni talqin qilish va qayta ishlash oson bo'lgan elektr signallariga aylantiradilar.

O'lchov o'zgartirgichlari ishlashning asosiy printsipti ma'lum bir fizik yoki kimyoviy kattaliklarni o'zgarishiga javob berish va bu o'zgarishni standartlashtirilgan elektr signaliga aylantirishdir. Keyingi bosqichda bu signal kuchaytirilishi, qayta ishlanishi yoki tahlil qilish uchun boshqa qurilmaga uzatilishi mumkin.

O'lchov o'zgartirgichlari qo'llaniladigan asosiy fizik hodisalar:

- **Piezoelektrik effekt:** bosim datchiklari, akselerometrlar va mikrofonlarda qo'llaniladi. Piezoelektrik material deformatsiyalanganda, elektr signalini hosil bo'ladi.

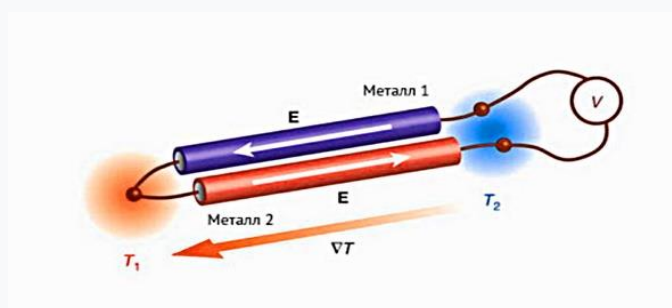


Rasm. 2.10.1. *Piezoelektrik bosim datchigi*

Piezoelektrik bosim datchigini (Rasm. 2.10.1.) ishlashi piezoelektrik effektga asoslangan. Bu hodisa kvarts, turmalin va qo'rg'oshinning zirkonat-titanatli keramika materiallari kabi kristallik materiallarda sodir bo'ladi. Bunday materialga

mexanik kuchlanish bilan ta'sir qilinganda, uning kristall tuzilmasi deformatsiyalanadi, bu uning sirtida elektr zaryadining paydo bo'lishiga olib keladi. Ushbu zaryadning kattaligi qo'llaniladigan bosimga to'g'ridan-to'g'ri proporsionaldir.

- **Termoelektrik effekt:** haroratni o'lchash uchun termojuftlarda ishlatiladi. Uchlari kovsharlangan (**Rasm-2.10.2.**) o'tkazuvchilar uchlaridagi harorat farqi elektr tokini hosil qiladi.



Rasm. 2.10.2. Termojuft sxemasi

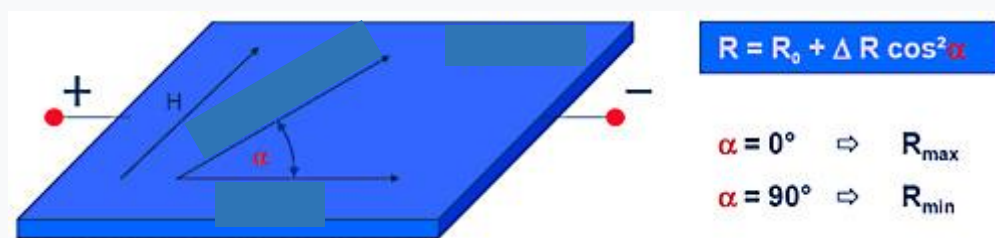


Rasm. 2.10.3. Turli rusumli termojuftlar

Termojuftning ishlash printsipi shundan iboratki, ikkita turli A va B o'tkazgichlar yoki yarim o'tkazgichlar zanjir hosil qilganda va ularning ikki uchi bir-kovsharlangan bo'lsa, ikkala metallidagi harorat har xil bo'lga qadar, bir uchidagi harorat t (bu ishchi yoki issiq uchi deb ataladi), va boshqa uchidagi harorat t_0 (erkin uchi deb ham ataladi, bu nazorat uchi yoki sovuq uchi deb ham ataladi), tarmoqda

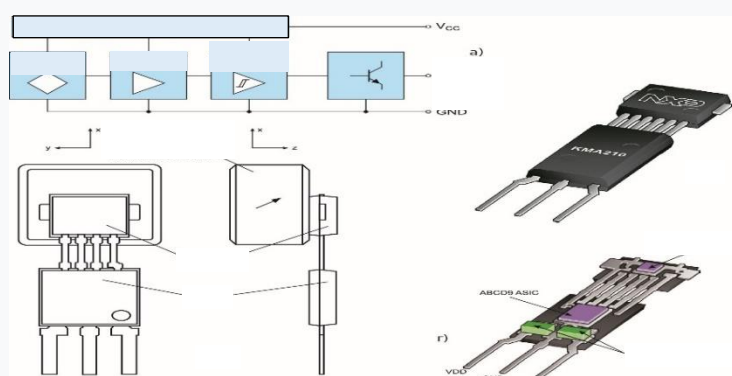
elektryurituvchi kuch hosil qiladi, uning yo'nalishi va qiymati o'tkazgich materialiga va ikkita kontaktning haroratiga bog'liqdir.

- **Magnitorezistiv effekt:** magnit maydonini o'lchash uchun ishlatiladi. Materialning qarshiligi magnit maydon ta'sirida o'zgaradi.



Rasm. 2.10.4. Magnitorezistiv datchiklarning ishlash printsipini tushuntiruvchi sxema

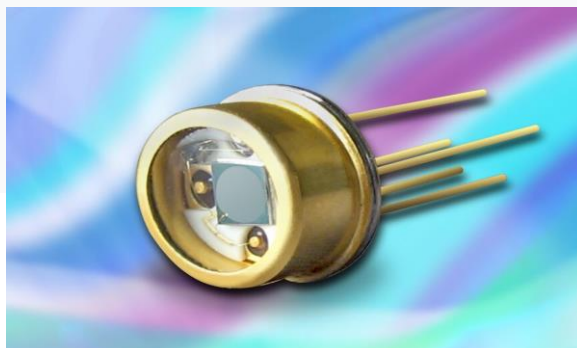
Magnitorezistiv datchiklarning ishlash printsipti tashqi magnit maydon ta'sirida **permalloy** (NiFe) qatlamining ichki domenlarini magnitlanganlik yo'nalishini o'zgartirishiga asoslangan. Tok yo'nalishi va magnitlanish vektori orasidagi burchakka qarab, permalloy plyonkasining qarshiligi o'zgaradi. 90° burchak ostida u minimal, 0° burchakda maksimal qarshilik qiymatiga to'g'ri keladi (Rasm-2.10.4).



Rasm. 2.10.5. Magnitorezistorlar

Fotovoltaik effekt:

Fotodiodlar (Rasm- 2.10.6) yorug'lik signallarini elektr signallariga aylantiradigan yarim o'tkazgichli qurilmalardir.



Rasm. 2.10.6. *Magnitorezistorlar*

Fotodiodlar fotoelektrik effektga asoslanadi, ya'ni yarimo'tkazgichga tushgan yorug'lik uning atomlaridan elektronlarni chiqish jaryoniga tayanadi. Bu esa fotodiod tizilmasini tashkil etuvchi ikkita yarimo'tkazgich o'rtasida potentsial farqini yaratadi.

Fotodiodlar, p-n o'tishni hosil qilish uchun legirlangan yarimo'tkazgichli materiallardan, odatda kremniy yoki germaniy va boshqa arlashma materiallardan yaratiladi.

Yorug'lik fotoni yarimo'tkazgich materialiga tushgandan so'ng, uning ichki sohasida bir juft erkin elektron va kovaklarni hosil qiladi, shundan keyin ular elektr maydoni ta'sirida qarama-qarshi yo'nalishda harakatlanadilar.

- **Kapasitiv effekt:** Suyuqlik satxini balandligini yoki masofa kabi kattaliklarni o'lchash usulidir.

Suyuqlik satxini balandligini aniqlash ultratovushli datchik

Ochiq idishlarda ham, yopiq, bosim ostidagi suyuq moddalarni nazorat qilish uchun ishlatiladi. Ishlash printsipli radar usuliga o'xshaydi, asosiy xususiyati

shundaki - o'zgartirish mikroto'lqinl elektromagnit to'lqinlarini emas, balki ultratovushli tebranishlarni hosil qiladi. Turli xil konsistensiya va tarkibida turli kimyoviy elementlar bor moddalarni o'lchash uchun ishlatiladi. Modelga qarab, ruxsat etilgan ish harorati -30 dan $+90^{\circ}\text{C}$ gachadir.



Rasm. 2.10.7. *Suyuqlik satxini balandligini aniqlash ultratovushli datchigi*

Ultratovushli masofa datchigi

Ultratovushli masofa datchigi delfinlar yoki ko'rkapalaklar kabi ob'ektlargach bo'lgan masofani aniqlaydi. U 40 kHz chastotada tovush impulslarini hosil qiladi va aks-sado-qaytgan tovush to'lqinlarini qabul qiladi. Tovush to'lqinini tushish va orqaga qaytish vaqtiga asoslanib, ob'ektgacha bo'lgan masofani aniqlash mumkin.



Rasm. 2.10.8. *Ultratovushli masofa datchigi*

- **Induktiv effekt:** joylashuv holatini va xarakat tezligi datchiklarida ishlatiladi (Rasm. 2.10.9.). Jismning joylashuvi yoki tezligining o'zgarishi induktansning o'zgarishiga olib keladi.

Joylashuv holati datchiklari - bu ob'ektning chiziqli yoki burchakli joylashuv holatini aniqlash va uni maydon shinasi orqali boshqaruv blokiga uzatiladigan signalga aylantirish uchun mo'ljallangan qurilmalar.



Rasm. 2.10.9. *Joylashuv holatini va xarakat tezligi datchiklari*

Tezlik datchigi - bu o'lchov ma'lumotlari signallarini ishlab chiqarish, uni uzatish, elektron boshqaruv bloki va boshqa qurilmalar tomonidan qayta ishlash va uchun zarur bo'lgan qon tezliklarini aniqlash datchukalrdan biridir.

- **Galvanik effekt:** moddalar konsentratsiyasini o'lchash uchun elektrokimyoviy datchhiklarda qo'llaniladi.

Elektrokimyoviy datchiklar - kimyoviy reaksiyalarni elektr signallariga aylantirish orqali muhitning kimyoviy parametrlarini o'lchaydigan qurilmalardir. Ushbu datchiklar gazlar, ionlar, kislotalar, ishqorlar va biomolekulalar kabi turli moddalarning konsentratsiyasini aniqlashga qodir.



Rasm. 2.10.10. *Elektrokimyoviy datchik*

Ushbu fizik hodisalar turli xil fizik va kimyoviy parametrlarni elektr signallariga aylantirish imkonini ta'minlaydi. Ularning ishlash tamoyillarini tushunish fan va texnikaning turli sohalarida o'lchov o'tkazgichlaridan samarali foydalanish imkonini beradi.

O'lchov o'zgartirgichlarining tasnifi

O'lchov o'zgartirgichlari - bir fizik kattalikni boshqasiga, ko'pincha elektr signaliga aylantiradigan qurilmalardir. Turli mezonlarga ko'ra, ularni bir necha usul bilan tasniflash mumkin.

Kirish va chiqish kattaliklariga ko'ra

- Analogli o'zgartirgichlar: Kirish kattaligiga proportsional bo'lgan, uzliksiz elektr signalga aylantirib beradi,
- Raqamli o'zgartirgichlar: Kirish kattaligini diskret (raqamlik) signaliga aylantirib beradi. Masalan, ARO'(analig – raqamli o'zgartirgich)

2.11. ULTRATOVUSH, TEPLOVIZIRLI, ENDOSKOPIK, RENTGEN, RADIAYSIYA VA BOSHQA DIAGNOSTIKA ASBOBLARI. XAVFSIZLIK CHORALARI

Bugungi kunda ultratovush tekshiruvi tibbiy diagnostikaning keng tarqalgan usullaridan biridir. Ultratovushli skanerlar har bir zamonaviy klinikada, diagnostika xonasida va hatto tez yordam xonasida mavjuddir. Ultratovush apparatlarini tasniflashning asosiy printsiplari ularni qo'llash doirasi va shunga qarab ular statsionar yoki ko'chma bo'lishi mumkin.

Ammo ultratovush apparatlari qanday bo'lishidan qat'i nazar, ularning barchasi bir xil printsiplari asosida ishlaydi.

Ultratovush apparatining asosiy elementlari va komponentlari quyidagilardan iborat:

- ultratovushli datchik - datchikning asosiy qismi bo'lib, tovush to'lqinlarini hosil qilish va qabul qilish uchun mo'ljallangan;
- impul boshqarish datchigi - ultratovush datchigi orqali uzatiladigan impulslarning quvvatini, chastotasini va davomiyligini o'zgartirishda ishtirok etadi;
- protsessor bloki - kompyuter, datchiklardan impulslarni qabul qilish va qayta ishlash uchun mo'ljallangan bo'lib, keyinchalik odam o'qiy oladigan axborotni monitorga chiqaradi;
- monitor – protsessor blokidan olingan ma'lumotlarni vizuallashtirishni ta'minlaydi;
- klaviatura, (sichqoncha) - dastlabki ma'lumotlarni kiritish, shuningdek, diagnostika seansi davomida yoki undan keyin ularni o'zgartirish yoki qo'shish imkonini beradi;
- printer - qabul qilingan ma'lumotlarni qog'ozda chop etish uchun mo'ljallangan.

Ultratovushli skanerning ishlashini mexanizmi, ultratovushli datchikda piezoelektrik effekt asosida hosil bo'lgan tovush to'lqinlarining generatsiyasiga

asoslanadi. Datchiklar shakli va o'lchamlari bo'yicha farqlanadi, ular ko'rish maydonini, shuningdek, tovush to'lqinining kirib borish chuqurligini (skanerlash chuqurligi) va olingan ma'lumotlarning o'lchamlarini (rasm sifati) aniqlaydigan ishchi chastotasi bo'yicha farqlanadi. Datchik turi o'zgartirgichning turiga, skanerlash usuliga bog'liq bo'ladi va bugungi kunda ultratovush datchiklarining 4 turi mavjud: sektoral mexanik, chiziqli, konveksli va mini- konveksli, fazalashtirilgan sektorli.

Datchiklarning asosini bir nechta kvarts piezoelektrik kristalla tashkil qilib, to'lqinlar ularga elektr toki (elektomagnit to'lqinlar) ta'sir qilganda tovush to'lqinlarini hosil qila boshlaydi. Tovush to'lqinlari kristallarga ta'sir qilganda, ular EYuK hosil qiladi (Mazkur hodislar to'g'ri va teskari piezoelektrik effektlar deb ataladi). Kvarts kristallarining bunday noyob xossalari, ultratovushli skanerlash usulini va tibbiy diagnostikaning butunlay yangi sohasini yaratishga turtki bo'ldi. Datchikga tushayotgan tovush to'lqinlarini filtrlash uchun u maxsus filtr qatlami bilan ta'minlangan, akustik linza esa kerakli to'lqin sozlash imkonini beradi.

Ishlash printsiplari

Har qanday ultratovush apparatining ishlash printsiplari quyidagicha. Datchik turli chastotalar diapozonda (1 dan 18 MGts gacha), amplituda va davomiyligi turlicha bo'lgan, tovush to'lqinlarini nurlantiradi. To'lqinlarning ba'zilari tanaga kirib, muhitlarning chegarasiga (masalan, suyuqlik - yumshoq to'qimalar yoki yumshoq to'qimalar - suyak) etib boradi, ba'zilari esa chegaradan qaytadi va ularni datchik qayd etadi. Tananing ma'lum muhitlarida tovush tarqalishining tezligiga asoslanib, protsessor bloki, tovush to'lqinining datchikda skanerlangan organgacha o'tish vaqtini hisoblab chiqadi, natijada tashxisning umumiy ko'rinishini va xulosalar chiqarish imkonini beradi.



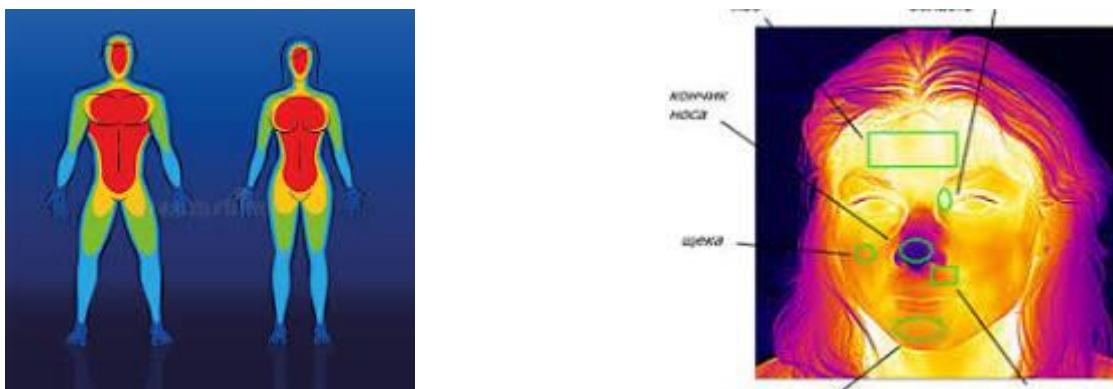
Rasm-2.11.1. *GE Logiq rusumli UTT apparati*



Rasm-2.11.2. *Portativ UTT apparati*

Teplovizirli diagnostika apparati

Tibbiy - bu yuqorisezgir matritsali professional qurilmadir. Uskuna yordamida yuqori xaroratli odamni, insonlar to'plangan joydan ajratib oladi. Ko'rinuvchi tasvir termogramma bilan birlashib, yuqori xarorat sohasini tegishli rang orqali aks ettiradi (Rasm-2.12.3).

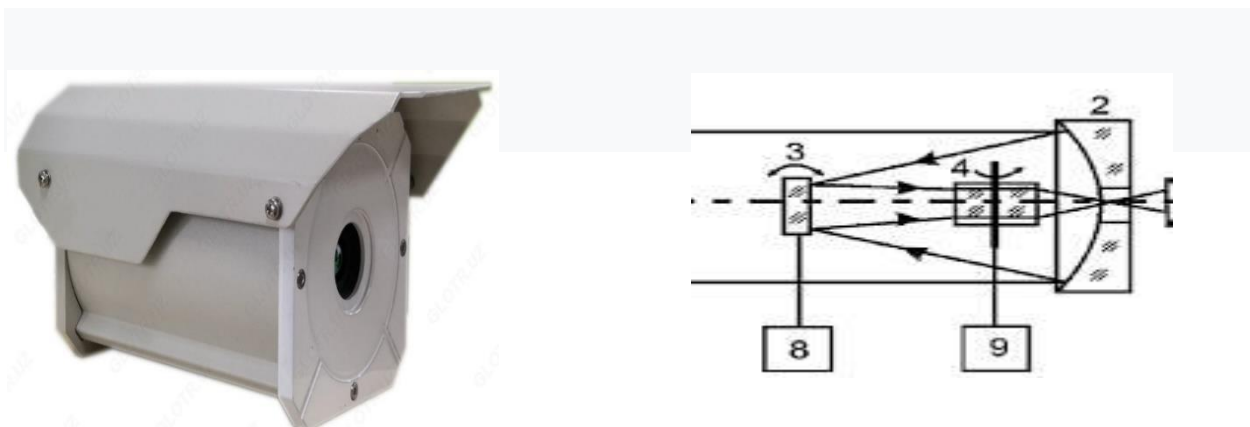


Rasm-2.11.3. *Erkak va ayol (a), ayol yuzining termogammalari (b)*

MED03 tibbiy **issiqlik tasvir apparati-teplovizir** (Rasm-2.10.3.), unga o'rnatilgan raqamli kamera va fokus masofasini qo'lda sozlash imkonini beradi. MED03 modeli yuqori sezgir 384 x 288 nuqtali matritsa (NETD: 50 mK) bilan jihozlangan, bu diapazonda aniq o'lchash: 30 ° C dan 45 ° C gacha va yuqori sifatli termal tasvirlarni olish imkonini beradi. Tibbiy termal kamera zarbaga chidamli korpusga ega va turli vibratsiyalarga chidamlidir. Qurilmaning avtonom ishlashini almashtiriladigan Li-Ionli batareyasi ta'minlanadi.

XUSUSIYATLARI:

- Harorat diapazoni: 30°C dan 45°C gacha
- 2 dan 5 m gacha bo'lgan masofalarda o'lchaydi (9 m gacha uzaytirilishi mumkin)
- Zarbaga chidamli korpus
- O'rnatilgan raqamli kamera
- Yuqori sezuvchanlik NETD matritsasi: 50 mK
- Fokusni qo'lda sozlash
- Tadqiqot natijalarini hujjatlashtirish va tahlil qilish uchun dasturiy ta'minot.



Rasm-2.11.4. MED03 rusumli teplovizir (a), elektron-optik o'zgartirgich sxemasi (b)

Rentgen diagnostika apparati

Raqamli rentgen apparati - bu tibbiy diagnostika tizimi bo'lib, organizmning ichki tuzilmalarining oq va qora ko'rinishidagi tasvirlarini hosil qilib beradi. Rentgen diagnostikasi uskunasi ko'krak va qorin bo'shlig'i organlarining turli kasalliklarini tashxis qilish uchun, deyarli har doim jarohatlar va sinishlarda qo'llaniladi.

Raqamli rentgenografiya (RR) tizimlari an'anaviy plyonkali tizimlariga nisbatan ko'plab afzalliklarga ega. Ushbu afzalliklarning ba'zilari:

-Tasvir sifati va manipulyatsiyasi:

Raqamli rentgen tizimlari ko'pincha aniqroq, batafsilroq tasvirlarni beradi. Bundan tashqari, tasvirlarni dasturiy ta'minot yordamida yaxshilash, kattalashtirish yoki sozlash (masalan, kontrast uchun) mumkin, bu esa muayyan sharoitlarni tashxislashni osonlashtiradi.

-Tezlik:

Raqamli tasvirlarni rentgenogramma olingandan so'ng darhol ko'rish mumkin, bu esa plyonkadi tasvirni ishlab chiqish zaruratini yo'q qiladi. Bu, ayniqsa favqulodda vaziyatlarda tashxis va davolashni tezlashtiradi

- Radiatsiya ta'sirining kamayishi:

Raqamli rentgen tizimlari, an'anaviy plyonkali rentgen tizimlari bilan solishtirganda, bemorga kamroq radiatsiya nurlanishini, diagnostikada sifatli tasvirlarni yaratishi mumkin.

- Ma'lumotlarni saqlash va ularni qidirilishini osonlashtirish:

Raqamli tasvirlar elektron shaklda saqlanishi mumkin, bu ularni tartibga solish, qidirish va almashishni osonlashtiradi. Bu hujjatlarni yuritishni soddalashtiradi va elektron sog'liqni saqlash kartali (EHR) tizimlari bilan oson integratsiya qilish imkonini beradi.

-Hamkorlikda ishlatish:

Raqamli tasvirlar tasvir sifatini yo'qotmasdan maslahat uchun boshqa shifokorlar, mutaxassislar yoki tibbiyot muassasalari bilan osongina fikr almashish mumkin

-Atrof-muhitga ta'sirini kamaytirish:

Plyonka va kimyoviy moddalarga bo'lgan ehtiyojni bartaraf etish orqali raqamli rentgen apparatlari ekologik jihatdan qulayroqdir.

-Tasvirni hosil qilishni kamaytirish:

Tasvirlarni manipulyatsiya qilish va sozlash imkoniyati tufayli, kamroq takroriy tasvirlarga ehtiyoj qolmaydi, natijada bemorga kamroq radiatsiya ta'siri va tibbiy xizmat ko'rsatuvchi provayder uchun vaqt tejaladi

-Ilg'or texnologiyalar bilan integratsiya:

Raqamli rentgen apparatlari diagnostika va tahlilda yordam berish uchun sun'iy intellekt (SI) algoritmlari kabi boshqa ilg'or dasturiy ta'minot va tasvirlash texnologiyalari bilan birlashtirilishi mumkin.

Raqamli detektorlar odatda uzoq xizmat qilish muddatiga ega va plyonkalarni tez-tez almashtirish extiyoji qolmaydi.

- Uzoq masofadan qabul qilish:

Raqamli tasvirlar uzoq masofadan qabul qilish imkoni mavjudligi.

Shunday qilib, raqamli rentgen apparatlarining afzalliklari klinik, operatsion va ekologik sohalarni qamrab oladi va sog'liqni saqlash muassasalari uchun an'anaviy plyonkali tizimlaridan zamonaviy raqamli platformalarga o'tish uchun aniq imkon yaratadi.



Rasm-2.11.5. SG HEALTHCARE Jumang 50 kVt mobil rentgen apparati

4.Radiatsiya-yadroviy tibbiy apparatlar

Bir qator kasalliklarni tashxislash, xavfli patologiya va buzilishlarni bartaraf etishning zamonaviy, yuqori aniqlikdagi usullaridan biri - bu yadro tibbiyotidir. Radioaktiv izotoplarning qo'llanilishi kasallikning tabiatini dastlabki bosqichlarda

aniqlash imkonini beradi, bu esa o'z vaqtida aralashish va davolash choralari jadvalini belgilash imkonini beradi. An'anaviy tomograflarni radioaktiv moddalar bilan qo'llash boshlangan patologik jarayonlarni aniqlashda samarali texnologiyaxisoblandi.

Yadro tibbiyoti o'z qo'llanilishini qayerdan topdi?

Radionuklid moddalaridan foydalanish tartibi inson tanasining ko'plab sohalarini o'rganish uchun dolzarbdir. Texnika quyidagi muhim sohalarda qo'llaniladi:

- Ortopediya;
- Kardiologiya;
- Endokrinologiya;
- Urologiya;
- Nevrologiya;
- Onkologiya.

Yadro tibbiyoti kafedrası mutaxassislari hayotiy organlar va ulardagi jarayonlarni tekshiradi:

- yurak;
- buyraklar;
- siydik pufagi;
- oshqozon-ichak trakti;
- endokrin tizimi;
- to'qimalar va organlarni qon bilan ta'minlash;
- metabolik jarayonlar;
- disfunktsiya

Jiddiy muammolarga olib kelishi mumkin bo'lgan kichik muammolarni ham tan olish orqali yadroviy tibbiyot darhol davolanishni boshlashga yordam beradi va muvaffaqiyatli, asoratsiz tiklanish imkoniyatlarini oshiradi.

Yadro tibbiyotining ahamiyati va bebaho foydasi nimada?

Yadro tibbiyoti bo'limida qo'llaniladigan funktsional diagnostika zarur:

- Saratonni birinchi bosqichda, hali hech qanday alomatlar bo'lmaganda aniqlash.
- Ta'sirlangan hujayralarni yo'q qilish va yo'q qilish uchun ularni maqsadli nurlantirish.
- Kardiyak davolash dinamikasini kuzatib boring.
- Patologik jarayon boshlangan organlarni tekshirish.
- Jarrohlik yoki jarohatlardan keyin buzilishlar va asoratlarni baholang

Yadro tibbiyotida qanday jihozlardan foydalaniladi

Isroilning etakchi klinikasi Tel-Aviv tibbiyot klinikasining yadro tibbiyoti bo'limi radioaktiv izotoplardan foydalangan holda fundamental texnikani samarali qo'llaydi. Zamonaviy jihozlar tekshirilayotgan organning tasvirini kompyuter ekranida tez va batafsil ko'rsatish imkonini beradi. Tajribali mutaxassislar, batafsil vizualizatsiya tufayli natijalarni qayta ishlaydilar va individual davolanishni buyuradilar. Shu maqsadda ko'p tarmoqli tibbiyot markazi quyidagilarni qo'llaydi:

- PET-CT;
- PET-MRI;
- Radioaktiv elementlarni tanaga kiritish bilan sintigrafiya usuli uchun SPECT.



Rasm-2.11.6. Zamonaviy yadro -tibbiyot uskunasi

2.12. LABORATORIYA TAHLILLARI UCHUN KOMPLEKSLAR VA ASBOBLAR

Voltampermetrik analizator

Analizator organikbo'lmagan mikroaralashmalarning massa konsentratsiyasini, voltampermetriya usuli yordamida, o'ta sezgir o'lchashlar uchun mo'ljallangan.



Rasm-2.12.1. *TA-LAB rusumli volt-ampermetrli analizator*



Rasm-2.12.2. *Zamonaviy volt-ampermetrli analizator*

MKS-RM1405 Dozimetr-radiometr

Rentgen va gamma nurlanishlarning atrof-muhit (ambient ekvivalent) doza quvvatini, shuningdek, β -zarrachalar oqimining zichligini o'lchash uchun mo'ljallangan. Qurilma turli sirtlarning ifloslanish darajasini nazorat qilish imkonini beradi, shuningdek, rentgen va β -nurlanishni qayd etish orqali radioaktiv materiallarni qidirish, aniqlash va lokalizatsiya qilish uchun ishlatiladi.



Rasm-2.12.3. MKS-RM1405 rusumli dozimetr –

SALD-7500 lazerli zarracha o'lchamini aniqlash analizatori

SALD-7500 lazerli zarracha o'lchamini aniqlash analizatori nanotexnologiya tadqiqotlari, biotexnologiya tadqiqotlari va kichik pufakchalarni o'lchamlarini aniqlash uchun mo'ljallangan.

Kichik pufakchalarni (100 nm dan 60 mkm gacha) o'lchash va real vaqtda pufakcha o'lchamidagi o'zgarishlarni kuzatish imkonini beradi. SALD-7500 lazerli zarracha o'lchami analizatori biologik mahsulotlar tarkibiga kiradigan ko'rinmaydigan zarrachalarni baholash imkonini beradi.



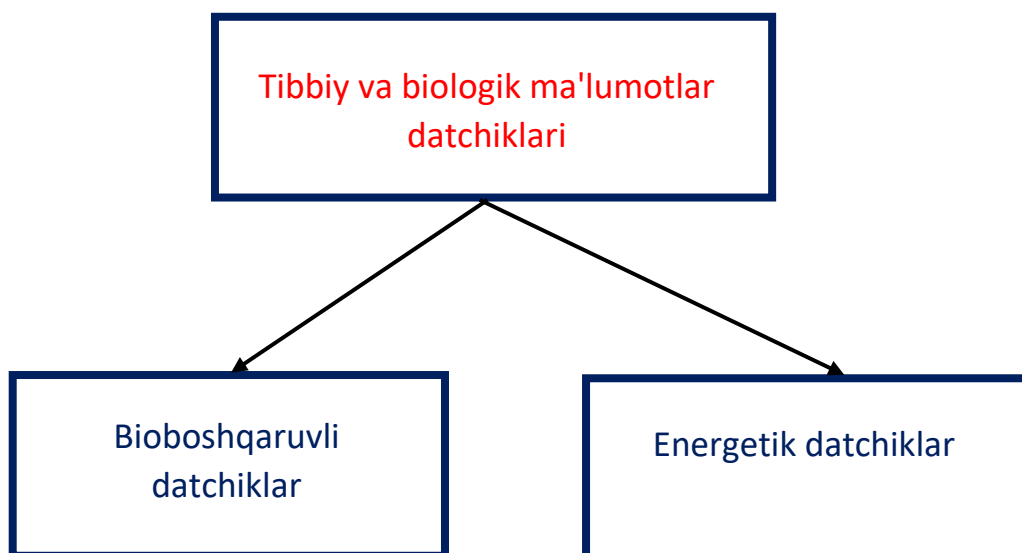
Rasm-2.12.4. *SALD-7500 lazerli zarracha o'lchamini aniqlash analizatori*

2.13. TIBBIY-BIOLOGIK TADQIQOTLAR UCHUN MIKROELEKTRON VA NANOELEKTRON DATCHIKLAR

Tibbiy va biologik ma'lumotlar datchiklari

Tibbiy va biologik ma'lumotlar datchiklari biofizik va biokimyoviy kattaliklarni elektr signallariga aylantiradi, ma'lumotni "fiziologik tilidan" elektron qurilmalar uchun tushunarli tilga "o'giradi".

Tibbiy va biologik ma'lumotlar datchiklari ikki guruhga bo'linadi (Rasm-2.13.1): bioboshqaruvli va energetik datchiklarga.



Rasm-2.13.1. *Tibbiy va biologik ma'lumotlar datchiklarining turlari*

Bioboshqaruvli datchiklar tekshirilayotgan ob'ektidan keladigan tibbiy va biologik ma'lumotlarga bevosita qayd qiladi. Ular regenerativ (faol) yoki parametrik (passiv) bo'lishi mumkin.

Energetik datchiklari o'rganilayotgan ob'ektda qat'iy belgilangan, qat'iy vaqt parametrlari energiya oqimini yahosil qiladi. O'rganilayotgan kattalik bu oqimga ta'sir qiladi, kattalikning o'zgarishiga mutanosib ravishda uning o'zgarishlarini

modulyatsiyalaydi. Ushbu turdagi datchiklarga fotoelektrik va ultratovushli datchiklar kiradi.

Tibbiy va biologik datchiklar harorat datchiklari, nafas olish tizimi datchiklar, yurak-qon tomir tizimi datchiklari, tayanch-harakat apparati datchiklar va boshqalarga bo'linadi.

Harorat datchiklari

Bunday datchiklar sifatida metall va yarim o'tkazgichli termojuftlar, shuningdek metall va yarim o'tkazgichli termistorlar ishlatiladi.

Nafas olish tizimining datchiklari nafas olish chastotasini, nafas olayotgan va chiqarilgan havo hajmini va nafas olish samaradorligini aniqlash uchun ishlatiladi. Shu maqsadda termorezistor hodisasi (termistor) va tenzorezistor hodisasi asosida ishlaydigan datchiklari qo'llaniladi.

Misol uchun, nafas olish chastotasini nazorat qilish datchigi maxsus klipsga (qisqichga) o'rnatilgan termistordir. Klips burun qanotiga biriktirilgan va unda chiqayotgan havo oqimini sezadi. Bunday holda, termistorning qarshiligi, olinayotgan nafasni va chiqarilayotgan nafas haroratining o'zgarishi tufayli, o'zgaradi. Datchikning chiqishida nafas olish chastotasiga mos keladigan chastota bilan tok impulslari ketma-ketligi qayd etiladi.

Nafas olish samaradorligini periferik arterial qondagi gemoglobin foizini fotometrik o'lchash orqali nazoret qilish mumkin. Gemoglobin miqdori **oksigemometr** - fotoelektr datchik bilan aniqlanadi, u quloqning yumshoq sohasiga klips bilan joylashtiriladi. Bunday datchikning sezgir elementi fotoqarshilik (fotorezistor) xisoblanadi u quloqning yumshoq sohasiga joylashtiriladi va mazkur sohaning boshqa tomoniga yoritgich lampochkasi o'rnatiladi. Bu sohadan o'tadigan yorug'lik oqimining zichligi qondagi gemoglobin miqdoriga bog'liqdir.

Yurak-qon tomir tizimining datchiklari pulsni, sistolik va diastolik bosimni, yurak tovushlari va shovqinlarni, qon aylanishini, to'qimalar va organlarning impedansini va boshqalarni aniqlashga imkon beradi.

Pulsni qayd qilish uchun piezoelektrik hodisasi asosida ishlaydigan datchiklar ishlatiladi. Bunday datchiklarning asosini segnetoelektrik kristall plastinka tashkil qiladi, uning bir uchi ushlagichga o'rnatilgan bo'ladi. Tutqich, bilak sohasiga kiydiriladigan manjetada joylashgan bo'ladi. Plastinkaning erkin uchi, maxsus tugmacha orqali arteriya devoriga tegib turadi. Arteriya devorining tebranishlari kristall plastinkaga uzatilib, unda egilish deformatsiyasini keltirib chiqaradi, bu esa plastinkaning qarama-qarshi yuzalarida arteriya devori tebranishlari shaklini takrorlaydigan o'zgaruvchan potentsial farqning paydo bo'lishiga olib keladi. Bu potentsial farq kuchaytirgichga, keyin esa yozib olish moslamasiga uzatiladi. Bu holatda yozib olingan egri chiziq **sfigmogramma** deb ataladi.

Yurak tovushlari va shovqinlarini o'rganish va fonokardiogrammalarni yozishda, akustik signallarni seza oladigan piezoelektrodinamik mikrofonlar qo'llaniladi.

Qon bosimini o'lchash uchun **induktiv** va **sig'im** datchiklari qo'llaniladi.

To'g'ridan-to'g'ri tomir ichidagi qon bosimini o'lchash uchun tenzorezistiv datchiklari ishlatiladi. Tenzorezistorlarni tibbiyotda keng qo'llanilishiga sabab ularning juda kichik o'lchamlari va massasidir, bu esa mitti datchiklarni, kateterning uchiga joylashtirish imkonini beradi; uning yordami bilan datchiklar tomirlarga va tomirlar orqali yurak bo'shlig'iga kiritiladi

Simli, folgali va yarimo'tkazgichli tenzorezistorlar mavjuddir. Tomir ichidagi bosimni o'lchash uchun simli tenzorezistorlar qo'llanilib, u kremniyorganikli ingichga diafragma ko'rinishida bo'lib, u kateterning uchidagi

metall halqaga o'rnatilgan bo'ladi. Diafragma yuzasida, ko'prik sxemasi ko'rinishida, ulangan tenzorezistor ulangan bo'lib, ulanngan simlar kateter ichidan o'tadi. Datchik zanjiriga, doimiy tok manbai va bosim birliklarida darajalangan o'lchov pribori ulangandir. Qon diafragma bosim ko'rsatadi, tenzorezistorni deformatsiyalaydi, bu zangirdagi qarshilikni va undagi tok kuchining o'zgarishiga olib keladi.

Qon oqimini tezligini aniqlashda elektromagnit va ultratovush datchiklari qo'llaniladi. Qon oqimi tezligini o'lchashda elektromagnit datchiklarni ishlashi Holl hodisasiga asoslangandir. Ultrasonik qon oqimi tezligi datchiklari Doppler hodisasi asosida ishlaydi. Konstruktiv tarzda, bunday datchik ikkita piezoelektrik plastinkadan iboratdir. Plastinkalarni biri qabul qiluvchi, ikkinchisi esa ultratovush to'lqinlarining manbai bo'lib xizmat qiladi.

Manba tomonidan hosil qilingan chastotasi - ν_0 bo'lgan ultratovush to'lqini harakatlanuvchi ob'ekt (eritrosit) tomonidan qaytariladi va u qabul qiluvchi plastinkaga tushadi. Qabul qiluvchi ν chastotali to'lqinni qabul qiladi. Hisob-kitoblar shuni ko'rsatadiki, Doppler **chastotasining siljishi** deb ataladigan $\Delta\nu = \nu - \nu_0$ chastotalar farqi quyidagi bog'liqlik bilan aniqlanadi.

$$\Delta\nu = \nu_0 \cdot \frac{2V}{U - V},$$

bu erda V - harakatlanuvchi ob'ektning tezligi (qon oqimi tezligi), U - ultratovush to'lqinining tezligi. Qonda ultratovushning tarqalish tezligi harakatlanuvchi ob'ektning tezligidan ($U \gg V$) sezilarli darajada katta bo'lganligi sababli, oxirgi formulani quyidagi shaklda yozish mumkin:

$$\Delta\nu = \nu_0 \frac{2V}{U}$$

Bundan qon oqimining tezligini topishimiz mumkin:

$$V = \frac{\Delta \nu U}{2\nu_0}$$

Doppler datchiklari yurak klapanlari va devorlarining harakat tezligini aniqlash uchun ham ishlatiladi (Doppler exokardiyografiya).

2.14. MIKROELEKTRON DATCHIKLAR

Radioaktiv nurlanish datchiklari

Yarimo'tkazgichli ionlashtiruvchi nurlanish detektori - zaryadlangan zarralarni yoki yuqori energiyali fotonlarni (ionlashtiruvchi nurlanish) aniqlash uchun yarim o'tkazgichlardan (odatda kremniy yoki germaniy) foydalanadigan zarracha detektoridir.

Ularning ishlash printsipli gazorazryadli qurilmalariga o'xshaydi, farqi shundaki, ikkita elektrod orasidagi yarimo'tkazgichning sohasi ionlashadi. Eng oddiy holatda, bu yarimo'tkazgichli dioddir. Maksimal sezgirlikni ta'minlash uchun bunday detektorlar kattaroq hajmga ega bo'ladi.

So'nggi o'n yilliklarda yarimo'tkazgichli detektorlar, xususan, gamma- va rentgen spektrometriyasida va zarrachalarni qayd qilish sifatida keng qo'llanildi.

Yarimo'tkazgichli detektorlar gazrazyadli detektorlarga nisbatan bir qator afzalliklarga ega. Yarimo'tkazgichning yuqori zichligi, qayd etilgan zarrachaning energiya yo'qotilishini oshiradi, bu esa aniqlangan energiya diapazonini oshiradi.

Yarimo'tkazgichning past ionlanish energiyasi, energiyani ajratib olish xossasini yaxshilaydi. Tok tashuvch zaryadlarni uqori harakatchanligi vaqt bo'yicha ajratib olish xossasini oshiradi.

Tasqi shovqinni (pomexani) kamaytirish va sezgirlikni oshirish uchun yarimo'tkazgichli detektorlar kriyogen haroratgacha sovutiladi.



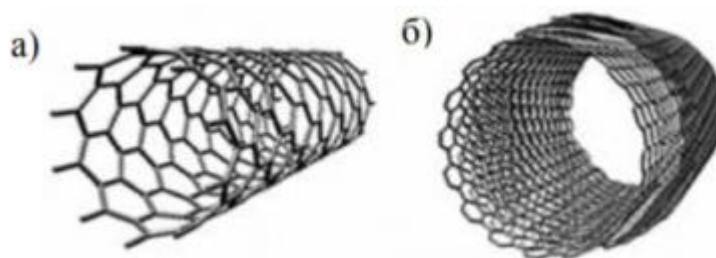
Rasm 2.14.1. Yarimo'tkazgichli ionlashtiruvchi nurlanish

Nanoelektron datchiklar

Uglerod nanotubalari. Umumiy ma'lumot. Faollashtirish.

Qo'llanilishi uglerod nanotrubkalari noyob elektron, kimyoviy va mexanik xususiyatlarga ega, ularning xossalari, ko'plab materiallarning xossalaridan ustun turadi, bu esa ularni fanning ko'plab sohalarida: nanoelektronika, **tibbiyot**, ekologiya, materialshunoslik va boshqalarda qo'llash imkonin beradi.

Shakli bo'yicha uglerod nanotrubkalari bir qatlamli yoki ko'p qatlamli bo'lishi mumkin (Rasm:30.2), atom qatlamlarining silindrsimon va konussimon joylashuvi, to'g'ri va egri, spiral shaklida va halqa yoki tor ko'rinishida bo'lishi mumkin.

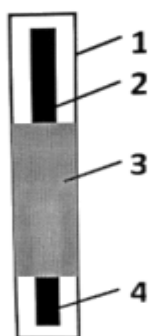


Rasm 2.14.2. Uglerod nanotrubkalari: bir qatlamli (a) va ko'p qatlamli

Bosma qalin plyonkali uglerod elektrodleri

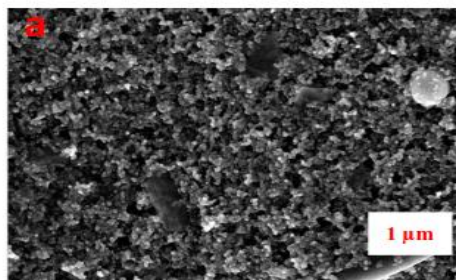
Ishlab chiqarish texnologiyasi va xususiyatlari

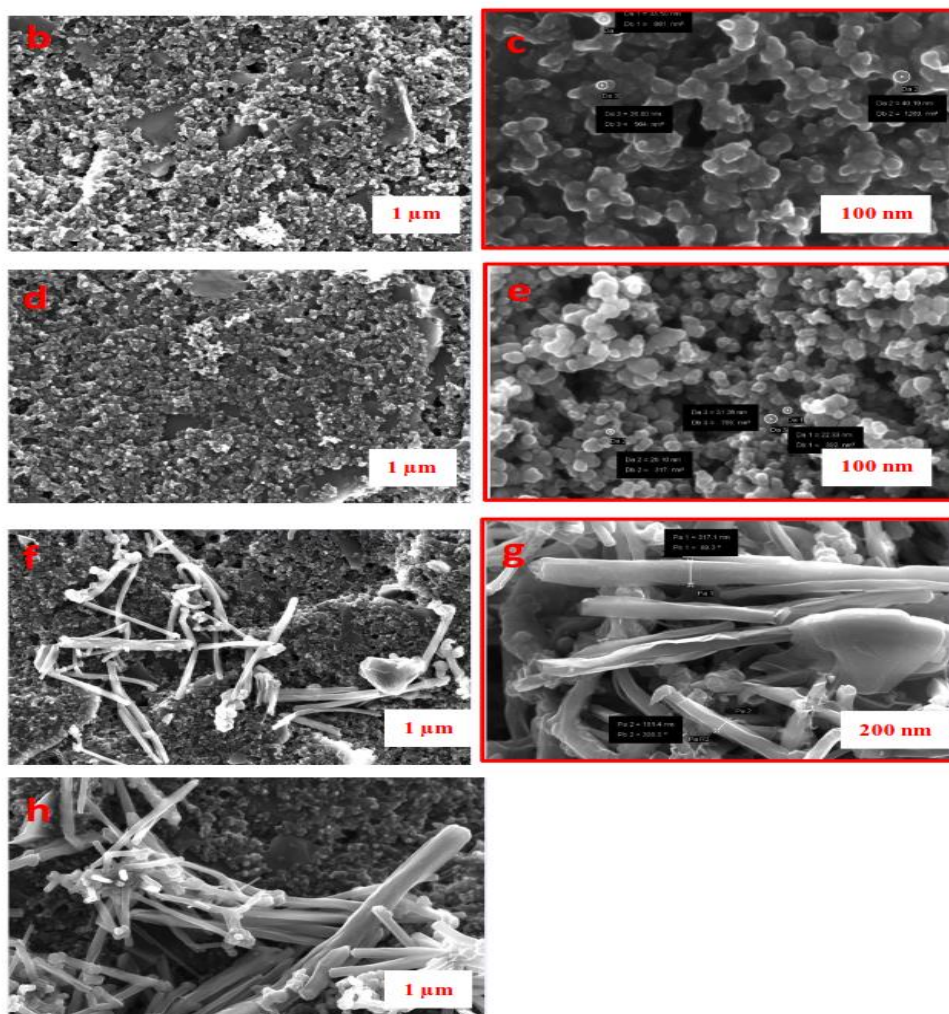
Bosma elektrodlar – bir marotabalik elektrodlar bo'lib, moddalarni aniqlash uchun maxsus moslashtiriladi. Ushbu elektrodlar kichik lenta simon striplardda iboratchiziqlar (chiziqlar) bo'lib, ular ketma-ket trafaret bosma usuli yordamida tayorlanadi (Rasm 2. 14.3.).



Rasm 2.14.3 –Qalin plyonkali uglerodli elektrodni (TUE) ning umumiy ko‘rinishi: 1 – polimer materialdan tayyorlangan substrat (elektrodni kontakt sohasi); 2 - uglerod o'z ichiga olgan siyoh izi (elektrod bilan aloqa qilish zonasi); 3 - izolyator qatlami; 4 - uglerod o'z ichiga olgan siyoh izi (elektrodni ishch maydoni).

Skannerli elektron mikroskop yordamida TUEni strukturaviy va morfologik xarakteristikalari uchun o'rganish





Rasm2.14.4. Skanerli elektron mikroskop yordamida TUEni strukturaviy va morfologik xarakteristiklari

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Федорков В.Г., Телец В.А. Микросхемы ЦАП и АЦП: Функционирование, параметры, применение.-М.: Энергоатомиздат, 1990.-319с.
2. Скаржепа В.А., Луценко А.Н. Электроника и микросхемотехника. Электронные устройства информационной автоматики.-Киев: Выща школа, 1988. -431 с.
3. Якубовский С.В. Ниссельсон Л.И. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы. -М.: Радио и связь, 1990.-498 с.
4. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. Т. 2. -М.: Мир, 1983. 591 с.
5. Г.И.АСМОЛОВ, В.М.РОЖКОВ, О.П.ЛОБОВ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ по курсу “Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы и микропроцессоры - последовательностные интегральные микросхемы”. МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ (ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ). МОСКВА 2007. С.42.
6. А. В. Тучин, Е. Н. Бормонтов, К. Г. Пономарев. ВВЕДЕНИЕ В СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ Часть I Учебно-методическое пособие. Воронеж Издательский дом ВГУ 2017. С.110.
7. Рабаи Ж. М. Цифровые интегральные схемы. Методология проектирования: пер. с англ. / Б. Уилкинсон. М.: ИД «Вильямс», 2004. – 894 с.
8. Поляков А. К. Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 320 стр.
9. Ракитин В. В. Интегральные схемы на КМОП-транзисторах / В. В. Ракитин. – М.: 2007. – 307 с. 4.
10. Saint C. IC Mask Design. Essential layout techniques / C. Saint, J. Saint. – New York, USA: McGraw-Hill, 2002. – 394 p.
- 11.. Kaeslin H. Digital Integrated Circuit Design / H. Kaeslin. – New York: Cambridge University Press, 2008. – 845 p.
12. Сафонов И.А. Системное проектирование 3D изделий. Методические указания к лабораторным работам / И. А. Сафонов. – Воронеж: ВГТУ, 2010.
- 13.В.П. Шелохвостов, В.Н. Чернышов. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ. ТГТУ. 2008. С. 205.
14. Березин, А.С. Технология и конструирование интегральных микросхем / А.С. Березин, О.Р. Мочалкина. – М. : Радио и связь, 1983. – 232 с.

15. Черняев, В.Н. Технология производства интегральных микросхем и микропроцессоров / В.Н. Черняев. – М. : Радио и связь, 1987. – 464 с.
16. Коледов, Л.А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок : учебник для вузов / Л.А. Коледов. – М. : Радио и связь, 1989. – 400 с.
- 17.. Конструирование и технология микросхем. Курсовое проектирование : учебное пособие для вузов / под ред. Л.А. Коледова. – М. : Высшая школа, 1984. – 231 с.
18. Пономарев, М.Ф. Конструирование и расчет микросхем и микропроцессоров : учебное пособие для вузов / Б.Г. Коноплев. – М. : Радио и связь, 1986.
19. М.Ф. Пономарев, б. Матсон, Э.А. Справочное пособие по конструированию микросхем / Э.А. Матсон, Д.В. Кржижановский. – Минск : Высш. школа, 1979. – 208 с.
20. Ефимов, И.Е. Микроэлектроника: Проектирование, виды микросхем, функциональная микроэлектроника : учебное пособие для вузов / И.Е. Ефимов, И.Я. Козырь, Ю.И. Горбунов. – М. : Высшая школа, 1987. – 416 с.
21. Ермолаев, Ю.П. Конструкции и технология микросхем : учебник для вузов / Ю.П. Ермолаев, М.Ф. Пономарев, Ю.Г. Крюков ; под ред. Ю.П. Ермолаева. – М. : Сов. радио, 1980. – 356 с.
22. Пономарев, О.Д. Технология микросхем : учебное пособие для вузов по спец. "Конструирование и пр-во ЭВА" / О.Д. Пономарев. – М. : Высш. шк., 1986. – 320 с.
23. Готра, З.Ю. Технология микроэлектронных устройств : справочник / З.Ю. Готра. – М. : Радио и связь, 1991. – 528 с.
24. Справочник по интегральным микросхемам / под ред. Б.В. Тарабрина. – М. : Энергия, 1981. – 816 с.
25. Полупроводниковые приборы. Транзисторы : справочник / под ред. Н.Н. Горюнова. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 904 с. 13. ГОСТ 2.105–79.
26. Космические аппараты \Под общей редакцией проф. К.П. Феоктистова - Москва: Военное издательство, 1983 - с.319
27. Баринов И. Н., Федулов А. В., Акимов И. Г., Чистякова Т. Г., Пауткин В. Е., Удалов П. А., Акутина С. М., Мишанин А. Е., Богонин М. Б. // итоговый отчет № 300/97 по теме НИР «Модель» «Исследование новых конструктивно-технологических решений создания кремниевых прецизионных микроструктур для ряда сверхминиатюрных датчиков

давления общепромышленного и медицинского применения»
(Распоряжение Федерального Агентства по науке и инновациям от
24.09.04 №09.900/02-6).

- 28.. Блинов А.В., Мишанин А.Е., Москалев С.А., Ползунов И.В.,
Интегральный датчик давления, ускорения и температуры на базе
МЭМС-технологий. // Датчики и системы, 2012.
29. Шокоров Вадим Александрович. Полупроводниковые датчики
давления для информационных измерительных системю.. Кандитаская
диссертация. 2021.
- 30.Лабораторная работа №8 Схемотехнические решения для микросхемы
5400ТР035. Союз дизайн центр.
- 31.Лабораторные работы по курсу «ЭЛЕКТРОНИКА И
МИКРОСХЕМОТЕХНИКА». «Белорусский государственный
университет информатики и радиоэлектроники».2006. с.201

AXBOROT RESURSLARI

- 1.<https://studfile.net/preview/7739715/page:12/>
- 2.<https://habr.com/ru/companies/vdsina/articles/540272/>
3. [www.cadence .com](http://www.cadence.com) – сайт производителя ПО САПР Cadence .
- 5.www.mentor.com – сайт производителя ПО САПР Mentor Graphics
- 6.www.electronics.ru – сайт журнала «Электроника НТБ» 8
- 8.www.russianelectronics.ru – ресурс «Время электроники»
- 9.www.kit-e.ru – сайт журнала «Компоненты и технологии»

MUNDARIJA

1	Kirish	3
2	I-QISM. MIKROXEMA	6
3	1.1. Mikrosxemalarni loyixalashni umumiy masalalari	6
4	1.2. Printsipial elektrik sxema	12
5	1.3 Integral mikrosxemalarni (IMS) tuzilishi va ishlab chiqarish texnologiyasi.	14
6	1.4. IMS TURLARI, ELEMENTLARI VA KOMPONENTLARINI TUZILISHI.	23
7	1.5. IMSLARNI TAYYORLASH TEXNOLOGIK JARAYONLARINI XARAKTERISTIKALARI.	31
8	1.6. IMS KONSTRUKTSIYASINI TANLASH VA TAYYORLASH TEXNOLOGIYASI.	40
9	1.7 IMSLARNI AKTIV ELEMENTLARINI XISOBLASH	42
10	1.8. KONDENSATORLARNI XISOBLASH	48
11	1.9. TAQSIMLANGAN PARMETRLI ELEMENTLAR	51
12	1.10. KONTAKT YUZALAR	56
13	1.11. IMS KONSTRUKTSIYASINI VA MIKRO YIG'ISHNI ISHLAB CHIQISH	59
14	1.12. IMS NING ISSIQLIK REJIMINI TAXMINIY HISOBLASH	68
15	1.13 ISHONCHLILIK KO'RSATKICHLARINI HISOBLASH	72
16	1.14. MIKROXEMALARNI NAMLIKDAN HIMOYA QILISHNI TA'MINLASH	74
17	1.15. Mikroprotssessor texnikasi asoslari.	79
18	II-QISM. DETEKTORLAR	85
19	2.1. Kirish qismi. Tibbiy asbob, asbob-uskunalar tushunchalari. Tibbiyotda fizik o'lchovlarning o'ziga xosligi va tasnifi.	86
20	2.2. Tibbiy elektronika asboblari tasnifi.	91
21	2.3. Tibbiy asboblarning va qurilmalarga qo'yiladigan talablar, tibbiy asbob-uskunalar xavfsizligi.	95
22	2.4. INSON TANASINI TAVSIFLOVCHI FIZIK SIGNALLARNING TURLARI.	100
23	2.5. Fiziologik jarayonlar ta'sirida yuzaga keladigan biologik to'qimalarning bir qismining fizik xususiyatlarining o'zgarishi bilan bog'liq biosignallar.	117
24	2.6. Biotibbiyot signallarining xususiyatlari.	124
25	2.7. Past va yuqori chastotali fizioterapevtik elektron uskunalar: markaziy asab tizimining elektr stimulyatorlari, nerv-mushak va	131

	yurak-qon tomir tizimlari va boshqalar	
26	2.8. Organizmning bioelektrik aktivligini o'rganish uskunolari.	144
27	2.9. Tibbiy-biologik ma'lumotlarni qayd qilish uskunalarini sxemalari va ishlash tamoyillarining tavsifi ba'zi yozib olish qurilmalari: yurak, teri.	150
28	2.10. Elektr xususiyatlariga ega bo'lmagan organizm xarakteristikalarini o'rganish uchun uskunalar, apparatlar va datchiklar.	158
29	2.11. Elektr bo'lmagan kattaliklarni elektrga aylantiruvchi o'lchash konvertorlarining ishlashini fizik printsiplari va blok-sxemalari.	166
30	2.12. Ultratovush, teplovizirli, endoskopik, rentgen, radiatsiya va boshqa diagnostika asboblari. Xavfsizlik choralari.	166
31	2.13. Laboratoriya tahlillari uchun komplekslar va asboblari.	179
32	2.14. TIBBIY-BIOLOGIK TADQIQOTLAR UCHUN MIKROELEKTRON VA NANOELEKTRON DATCHIKLAR.	184
33	2.15. MIKROELEKTRON DATCHIKLAR.	188
34	Adabiyotlar	

